

GEOLOGIE VON ÖSTERREICH

Band III
Gesamtübersicht

Von

ALEXANDER TOLLMANN

o. Univ.-Professor, Vorstand des Geologischen Institutes
der Universität Wien

Mit 145 Abbildungen, 8 Tabellen und 3 Faltafeln

1986

FRANZ DEUTICKE WIEN



Alle Rechte – insbesondere das der Übersetzung und des Nachdruckes, auch auszugsweise,
als Mikrofilm oder auf photomechanischem Wege – vorbehalten.

Copyright © 1986 by Franz Deuticke, Vienna

ISBN 3-7005-4558-4

Fotosatz und Druck: R. Spies & Co., 1050 Wien

Für Edith

INHALT

A. Allgemeine Anmerkungen, Bibliographien	1
B. Geschichte der geologischen Erforschung Österreichs	3
1. Überblick	3
2. Die Epoche der Bergbauerfahrung	4
3. Das heroische Zeitalter	9
4. Die Pionierzeit	10
5. Die Gründung erdwissenschaftlicher Organisationen	15
6. Die Gründung der Geologischen Reichsanstalt	17
7. Die Gründung und frühe Entwicklung der Akademie der Wissenschaften	20
8. Die Gründung von geologischen Lehrkanzeln	22
9. Die Bedeutung des Naturhistorischen Museums in Wien	28
10. Die Schwerpunkte geologischer Forschung in der zweiten Hälfte des 19. Jh.	29
11. Der Kampf um die Deckenlehre in der ersten Hälfte des 20. Jh.	30
12. Eine Forschungsära neuer Dimension in der zweiten Hälfte des 20. Jh.	37
13. Literatur	42
C. Die voralpidische Entwicklungsgeschichte	43
1. Der Anteil an der Böhmisches Masse	43
2. Der alpine Raum	45
3. Literatur	62
D. Die Einbindung der Ostalpen in den Alpen-Karpaten-Bogen	63
1. Die Ostalpen als Teil des mediterranen Nordstammes	63
2. Der Anschluß an die Westalpen	66
3. Die Abgrenzung gegen die Südalpen	68
4. Die Bindung mit den Westkarpaten	68
5. Literatur	75
E. Die Entwicklung der alpidischen Geosynklinale	75
F. Die alpidische Orogenese	83
1. Der plattentektonische Mechanismus	83
2. Das Ausmaß der Einengung und die Geschwindigkeit des Deckentransportes	84
3. Die orogenen alpidischen Phasen	87
4. Deckenstrukturen, Schubweiten und Transportmechanismus	93
5. Die Bedeutung des Porenwassers	96
6. Magmatismus und Orogenese	99
7. Regionale Neuergebnisse in den Zentralalpen seit 1977	100
8. Literatur	116

G. Die alpidische Metamorphose	117
1. Entwicklung und Stand der Metamorphoseforschung	117
2. Der frühe Höhepunkt der Metamorphose im Ostalpin	120
3. Der alpidische Metamorphoseablauf in den einzelnen Zonen der Ostalpen	121
4. Literatur	126
H. Die bruchtektonische Ordnung im Ostalpenorogen	127
1. Die bisherige bruchtektonische Forschung	127
2. Der Ablauf des bruchtektonischen Zyklus	129
3. Neue Einblicke in die Bruchtektonik durch Satellitenbilder	133
4. Die Andauer der Bruchtektonik bis in die Gegenwart	135
5. Literatur	135
I. Geophysikalische Daten zum Bau der Ostalpen	136
1. Die Beziehung der Geologie zur Geophysik	136
2. Der Tiefbau der Ostalpen auf Grund der geophysikalischen Ergebnisse	137
3. Die Krustenstruktur im Bereich der Ostalpen	139
4. Beispiele für regionale geophysikalische Arbeiten in Österreich	144
5. Literatur	152
J. Paläomagnetische Ergebnisse	153
1. Die Bedeutung der Paläomagnetik	153
2. Regionale Aussagen aus den Ostalpen	154
3. Die Beziehung der Ostalpen zu den Nachbarräumen	156
4. Weitere Aussagen der Paläomagnetik	158
5. Literatur	159
K. Die Seismizität Österreichs	159
1. Zur Geschichte der Erdbebenforschung in Österreich	159
2. Nomenklatorische Bemerkungen	163
3. Die seismische Eigenart Österreichs	166
4. Beispiele regionaler Bebenherdgruppen	172
5. Die Abhängigkeit der Seismizität von den tektonischen Gegebenheiten	180
6. Angewandte Seismologie in Österreich	183
7. Literatur	186
L. Die morphologische Entwicklung Österreichs	186
1. Der Stand der morphologische Forschung	186
2. Die morphologische Entwicklung der Ostalpen als Ganzes	188
3. Regionale Morphologie	200
4. Das Schicksal der Donau	219
5. Die Abhängigkeit der morphologischen Formung von der Tektonik	231
6. Literatur	234
M. Das Quartär in Österreich	235
1. Überblick	235
2. Zur Erforschungsgeschichte und Methodik	237
3. Abgrenzung und Dauer der pleistozänen Eiszeiten	241

Inhalt	IX
4. Der Ablauf des Quartärs in Österreich	245
5. Das Ausmaß der Gletschererosion	255
6. Periglaziales Geschehen	258
7. Literatur	262
N. Meteoritenfälle in Österreich	263
O. Lagerstätten	269
P. Hydrogeologie	271
1. Historisches	271
2. Wasserhaushalt und Wasserbedarf in Österreich	274
3. Die Untersuchungsmethoden	275
4. Die hydrogeologischen Regime der verschiedenen geologischen Einheiten Österreichs	277
5. Artesische Wässer, Mineralquellen und Thermen	283
6. Grundwasser und Umweltschutz	287
7. Die regionale Verteilung der wichtigsten Grundwasservorkommen Österreichs	287
8. Literatur	302
Q. Geothermie	303
R. Technische Geologie	307
1. Überblick	307
2. Historische Entwicklung	309
3. Geologisch-technische Materialkunde	311
4. Felsmechanik, Gesteinsspannungen und Hangbewegungen	313
5. Lawinen-, Muren- und Wildbachverbau	315
6. Straßen-, Brücken- und Hochbau in Abhängigkeit von geologischen Gegebenheiten	318
7. Alpiner Talsperrenbau	321
8. Stollen-, Tunnel- und Kavernenbau	327
9. Anhang: Militärgeologie	338
10. Literatur	339
S. Umweltgeologie	340
1. Allgemeine Fragen	340
a) Aufgaben	340
b) Der globale Rahmen	341
c) Die historische Entwicklung des Umweltbewußtseins	345
d) Dokumentation	346
e) Naturraumpotential-Forschung	347
2. Spezielle Aufgabenbereiche	351
a) Geologische Vorsorge gegen Naturkatastrophen und bei technischen Großbauten	351
b) Schonwirtschaft im Bergbau	353
c) Schutz des Bodens	357
d) Schutz des Grundwassers und der Gewässer	358
e) Schutz der Atmosphäre	371

X	Inhalt
3. Geologische Naturdenkmäler und Naturschutzgebiete	377
4. Literatur	379
T Geobotanik aus erdwissenschaftlicher Sicht	381
1. Historischer Hintergrund	381
2. Ziel und Inhalt geobotanischer Forschung	382
3. Die Komplexität der Standortbedingtheit	385
4. Beispiele aus Österreich für geologische Abhängigkeit der Flora	388
5. Literatur	403
U. Etymologie österreichischer geologischer Begriffe	404
1. Allgemeine Hinweise	404
2. Begriffsverzeichnis	406
3. Literaturlauswahl	428
V Literaturnachtrag zu Band I, Zentralalpen	433
W. Literaturverzeichnis für Band II-III	436

A ALLGEMEINE ANMERKUNGEN, BIBLIOGRAPHIEN

Bereits im Zuge der regionalen Beschreibung Österreichs in Band I bis II sind Prinzipien und Prozesse der geologischen Entwicklung unseres Landes vielfach zur Sprache gekommen. Die hier in Band III vorgelegte Übersicht über die Gesamtentwicklung vermag aber unter Zusammenfassung der Einzelercheinungen größere Zusammenhänge klarzulegen, Querverbindungen herzustellen und den wechselvollen Verlauf in den verschiedenen Entwicklungsstapen zu zeichnen. Hierdurch werden, weit über das konkrete Beispiel hinaus, Gestaltungsprinzipien allgemein-geologischer Art gezeigt. Außerdem wird hier noch die seit dem Abschluß vom Band I (1976) erschienene Literatur verarbeitet, sodaß das Gesamtwerk hierdurch auf den Stand von Ende 1985 gebracht wird.

Um die bisherigen zusammenfassenden Darstellungen der Geologie von Österreich, der Ostalpen oder einer größeren Region unseres Landes vorzustellen und auch auf jene großräumigeren regionalen Werke hinzuweisen, die die Geologie Österreichs in namhaftem Umfang mitbehandeln, werden im folgenden getrennt einerseits die nur noch historisch interessanten, aber für die Entwicklung der Vorstellungen wesentlichen Publikationen angeführt, andererseits die modernen Übersichtsarbeiten und -werke zitiert:

a) Historisch bedeutsame Arbeiten: O. AMPFERER, 1940; O. AMPFERER & W. HAMMER, 1911; E. BAILEY, 1935; TH. BECHSTÄDT, 1978; P. BECK-MANNAGETTA, 1960; W. BELOUSSOW et al., 1951; R. v. BEMMELN, 1933, 1960 a, b; S. v. BUBNOFF, 1921; E. CLAR, 1953 b; H. P. CORNELIUS, 1940; W. DEL-NEGRO, 1962, 1965; C. DIENER, 1899, 1903, 1904; P. FALLOT, 1955; H. FLÜGEL, 1960 a; F. v. HAUER, 1875; E. HENNIG, 1934; F. HERITSCH, 1915, 1921, 1923, 1927 c, 1929 c; H. HLAUSCHEK, 1983; H. JENNY, 1924; L. KOBER, 1912 a, b, 1923, 1938, 1947; C. KOCKEL, 1923; F. KOSSMAT, 1913; E. KRAUS, 1951; R. OBERHAUSER, 1968; M. RICHTER, 1930 b, 1937; D. ROEDER, 1976; A. ROTH-PLETZ, 1894, 1900, 1905; B. SANDER, 1921; R. SCHWINNER, 1915, 1924, 1933, 1940; R. STAUB, 1924, 1972; G. STEINMANN, 1895/1898, 1906 a, b; D. STUR, 1871; E. SUESS, 1875, 1909; F. E. SUESS, 1930; P. TERMIER, 1904; A. THURNER, 1971; A. TOLLMANN, 1959; H. VETTERS, 1910, 1937; O. WILCKENS, 1914; A. WINKLER-HERMADEN, 1940; H. WUNDERLICH, 1964.

b) Moderne Übersichtsarbeiten: G. ANGENHEISTER et al., 1975; L. BECKEL, 1976; P. BECK-MANNAGETTA, 1964; P. BECK-MANNAGETTA et al., 1966; P. BECK-MANNAGETTA & A. MATURA, 1980; P. BECK-MANNAGETTA & S. PREY, 1974; M. BICKLE & C. HAWKESWORTH, 1978; H. BÖGEL & K. SCHMIDT, 1976; E. BRAUMÜLLER et al., 1964; F. BRIX, 1970; F. BRIX & O. SCHULTZ, 1980; E. CLAR, 1965, 1973; H. CLOSS et al., 1978; W. DEL-NEGRO, 1969, 1970, 1977, 1983 a, b; J. DEWEY et al., 1973; V. DIETRICH, 1976 a, b; CH. EXNER, 1966; P. FAUPL, 1979 b; H. FLÜGEL, 1964 b, 1975 a; H. FLÜGEL & F. NEUBAUER, 1984; W. FRANK, 1983; W. FRISCH, 1978 a, b, 1981; W. FUCHS, 1985; M. GWINNER, 1971, 1978; C. HAWKESWORTH et al., 1975; W. HEISSEL & CH. EXNER, 1951; W. JANOSCHEK & A. MATURA, 1980; R. v. KLEBELSBERG, 1933, 1935; L. KOBER,

1955; H. KOLLMANN, 1982; H. KÜPPER, 1965; A. MATURA & H. SUMMESBERGER, 1980; K. METZ, 1966, 1971; R. OBERHAUSER, 1980; E. OXBURGH, 1968 a, b; S. PREY, 1978; D. RICHTER, 1974; M. RUTTEN, 1969; F. X. SCHAFFER, 1951; P. SCHMIDT-THOMÉ, 1964; E. THENIUS, 1974 a, 1979; A. TOLLMANN, 1963 a, 1973, 1976 a, b, 1980 d, e; 1986 b; H. VETTERS, 1933, 1937.

c) Bibliographien und Dokumentationen über die österreichische geowissenschaftliche Literatur: Eine Österreich-Bibliographie der erdwissenschaftlichen Literatur wurde jährlich ab 1892 in den Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt (die gesamte Monarchie betreffend), später der Geologischen Bundesanstalt (auf die Republik Österreich bezogen) bis zum Jahr 1979 in Wien veröffentlicht. Seither sind die einschlägigen Titel in der Geologischen Bundesanstalt in Wien im Rahmen der BGLÖ (Bibliographie Geowissenschaftlicher Literatur Österreichs) EDV-gespeichert erfaßt worden und können dort bei Bedarf abgerufen werden. Es ist geplant, diese Datei an die „GEOLINE“, den geowissenschaftlichen Datenspeicher in Hannover/Orléans/Washington, anzuschließen, der auch eine erdwissenschaftliche Österreich-Bibliographie führt: In Hannover sind von 1970 bis 1982 insgesamt etwa 350.000 erdwissenschaftliche Zitate verarbeitet worden, der jährliche Zuwachs beträgt 50.000 Titel (G. NIEDERMEIER, 1983). Die geologische Dokumentation über Österreich umfaßt an der Geologischen Bundesanstalt ferner das GEOKART-System (W. SCHNABEL, 1984), das bis 1985 10.000 geowissenschaftliche und geotechnische Karten der Republik erfaßt hat, einschließlich von Manuskript- und Lagerstättenkarten. Das 98 Ordner umfassende Lagerstättenarchiv von O. FRIEDRICH/Leoben (E. KRAJICEK, 1974) ist auch der Geologischen Bundesanstalt übergeben worden. Ferner wird dort die erdwissenschaftliche Proben- und Aufschlußdatei „GEOPUNKT“ aufgebaut (W. SCHNABEL & L. BRÜSTLE, 1975). T. CERNAJSEK (1984) informiert über den Zugang zu Archivmaterial an dieser Anstalt. Über weitere geologische Dokumentationen in Österreich unterrichten T. CERNAJSEK & R. SIEBER (1980).

Die klassische geologische Österreich-Bibliographie von R. SRBIK (1935, 1937) erfaßt, mit großer Gründlichkeit nach regionalen und inhaltlichen Gesichtspunkten aufgliedert, den Westen des Landes von Vorarlberg bis einschließlich Kärnten. Die jüngere Literatur dieser Region im Anschluß an R. SRBIK und der dort nicht erfaßte Ostteil Österreichs wird in der Geologischen Österreich-Regionalkartei des Institutes für Geologie an der Universität Wien evident gehalten. Eine Bibliographie der geologischen Karten von Kärnten hat F. UCİK (1984) verfaßt.

Spezielle erdwissenschaftliche Bibliographien werden in den einzelnen Kapiteln getrennt erwähnt, so etwa die geographische Österreich-Bibliographie und die speläologischen Bibliographien im Abschnitt „Morphologie“ (S. 188). Über das Fachgebiet der Paläontologie erscheint neben dem umfassenden, in Deutschland herausgebrachten „Fossilium Catalogus“ außerdem noch ein unter der Ägide von H. ZAPFE in Einzellieferungen von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften seit 1963 herausgegebener „Catalogus Fossilium Austriae“

Bibliographische Literatur: T. CERNAJSEK, 1984; T. CERNAJSEK & R. SIEBER, 1980; H. HILTERMANN, 1961; E. KRAJICEK, 1974; P. KRZONKALLA, 1979; G. NIEDERMEIER, 1983; W. SCHNABEL, 1984; W. SCHNABEL & L. BRÜSTLE, 1975; R. v. SRBIK, 1935, 1937; F. UCİK, 1984.

B GESCHICHTE DER GEOLOGISCHEN ERFORSCHUNG ÖSTERREICHS

1. Überblick

Die Erforschung des geologischen Baues unseres Landes hat dank der anregenden und vielfältigen Züge dieses Alpenstaates einerseits, dank großer Forscherpersönlichkeiten auf allen Teilgebieten der Erdwissenschaft andererseits hohe Tradition. Daher soll einer Gesamtbetrachtung der geologischen Züge dieser Region wenigstens ein Überblick über die Erforschungsgeschichte unseres Landes vorangestellt werden, nachdem ja schon in jedem Einzelkapitel ein geschichtlicher Abriß über den Fortschritt in der Erkenntnis gebracht worden ist. Ein derartiger Überblick über das außerordentlich harte Ringen um die Wahrheitsfindung in einem auch in globalem Vergleich extrem komplizierten Krustenstück wird zugleich zum Spiegel des Weges und der Entwicklung der geologischen Arbeit schlechthin, von ihren weit zurückliegenden Anfängen in der Bergbaukunde bis zur heutigen, in neue Dimensionen vorstoßenden erdwissenschaftlichen Forschung.

Nur wenige Schriften geben bisher einen zusammenhängenden Überblick über die Geschichte der geologischen Erforschung Österreichs oder größerer Teilregionen unseres Landes, auf die hier auszugsweise verwiesen werden soll: CH. KEFERSTEIN, 1840 (mit Bibliographie S. 239 ff.); F. v. HAUER, 1861; W. HÄIDINGER, 1864; A. v. ZITTEL, 1899; E. SUESS, 1903; R. v. SRBIK, 1935, S. IX ff.; R. v. KLEBELSBERG, 1935, S. 1 ff.; F. RUMPF-WEISS, 1948; F. PUCK, 1950; E. JÜNGER, 1951; I. PODBRANY, 1951; W. FREY, 1969; A. TOLLMANN, 1976 a, S. 3 ff.; 1976 b, S. 5 ff.; H. FLÜGEL, 1977; W. SARJEANT, 1980. Zusätzlich sei auf die wissenschaftsgeschichtlichen Abschnitte in dem vorliegenden Werk verwiesen, die den einzelnen Kapiteln vorausgeschickt sind. Ergänzende Literatur findet man bei R. v. SRBIK, Bd. 2, S. 724 ff.; Bd. 3, S. 132 ff., 352. Wertvolle Zusammenstellungen der alten Literatur vor Errichtung der Geologischen Reichsanstalt haben CH. KEFERSTEIN, 1840, und F. v. HAUER, 1850, S. 17 ff., in Band 1 des Jahrbuches dieser Anstalt gegeben.

Im Werdegang unserer Wissenschaft zeichnen sich in Österreich bzw. im deutschsprachigen Raum die folgenden neun, sich naturgemäß z. T. überschneidenden Entwicklungsperioden ab: 1. Die Epoche der Sammlung erdwissenschaftlicher Erfahrung durch den Bergbau – von der Jungsteinzeit (2500 v. Chr.) bis zur ersten wissenschaftlichen Aufbereitung dieses Erfahrungsschatzes durch G. AGRICOLA im Jahre 1556. 2. Das heroische Zeitalter der Autodidakten und Alleingänger ohne Schule bis zum Beginn der Lehrtätigkeit von A. G. WERNER 1780 in Freiberg/Sachsen. 3. Die Pionierzeit, in der eine noch kleine Zahl von in- und ausländischen Forschern, z. T. Schüler WERNERS, das gegenüber dem außeralpinen Gebiet noch so undurchsichtige Rätsel der Alpen in großen Forschungsreisen vor und nach der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert zu erforschen begann. 4. Die Gründerzeit von Organisationen und die zielbewußte Förderung der erdwissenschaftlichen Forschung durch selbst begeisterte adelige Mäzene in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. 5. Die Gründung der Geologischen

Reichsanstalt im Jahre 1849 und die rasche Entfaltung ihrer segensreichen Tätigkeit. 6. Die Gründung einschlägiger Universitätsinstitute in den sechziger und siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts und die rasche Entwicklung angesehener Schulen. 7. Das Ringen um die Klärung der alpinen Stratigraphie von der Auflösung des Begriffes „Alpenkalk“ im Jahre 1847 bis zu ARTHABERS „Lethaea“ 1906. 8. Der Siegeszug der Deckenlehre in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts. 9. Die Forschungsära neuer Dimension mit grundsätzlich neuen Wegen, Mitteln und Denkansätzen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Im folgenden werden die Charakteristika dieser Epochen kurz umrissen.

2. Die Epoche der Bergbauerafahrung

Mannigfaltiges praktisches geologisches Wissen um Minerale, Gesteinsarten, deren Lagerungsverhältnisse, Vererzungstypen, tektonische Störungssysteme und deren Bewegungssinn hat auch in unserem Land der Jahrtausende alte Bergbau erfordert. Zunächst sind diese Kenntnisse durch Tradition über Jahrtausende nur innerhalb des Bergmannsstandes weitergegeben worden. Die erste schriftlich festgehaltene Abhandlung aus dem Bergbauwesen stellt das Iglauer Bergrecht von 1248 dar, das nach seiner Übersetzung ins Deutsche (1346) Grundlage der späteren Bergordnung wurde (CH. KEFERSTEIN, 1840, S. 3). Der entscheidende Schritt auf diesem Sektor erfolgte aber durch den Stadt- und Werksarzt sowie Bürgermeister von Joachimstal in Böhmen AGRICOLA (1494 bis 1555): Er wurde durch seinen engen Kontakt als Bergwerksarzt in der damals aufblühenden Silberstadt mit ihren 900 Gruben und 9000 Mann Belegschaft auf diesen für die Wissenschaft noch ungehobenen Schatz aufmerksam. In zahlreichen Büchern vermittelte er daraufhin dieses Wissen der Allgemeinheit, am umfassendsten in dem posthum erschienenen Hauptwerk in lateinischer Sprache, dem über sechshundert Seiten starken, mit 273 Holzschnitten illustrierten Lebenswerk „De re Metallica“, das 1556 in lateinischer Sprache, 1557 ins Deutsche übersetzt („Vom Bergkwerck XII Bücher“), Weltruhm erlangt hatte und über Jahrhunderte für das Berg- und Hüttenwesen grundlegend blieb (Abb. 1) – vgl. G. AGRICOLA (1557) und H. PRESCHER (1985).

Der Bergbau hat in Österreich lange Tradition. Zwar reichen die ältesten Bergbaue in Europa wesentlich weiter zurück als unsere prähistorischen Baue. So wurde in Löwenburg im Schweizer Jura schon vor 45.000 Jahren im Altpaläolithikum der Quarzit für Faustkeile abgebaut, aber auch in Österreich gibt es bereits in der Steinzeit ein „Feuerstein“-Bergwerk in der Klippenzone in Mauer bei Wien mit regem Handel der Produkte bis Mähren und Kroatien. Durch bis 12 m tiefe trichterförmige Schächte und Querschläge wurden insgesamt 1500 t Silex ausgebracht und zu Schabern und Messern verarbeitet. Neolithische Graphitabbau wurden bei Drosendorf, im weiteren Raum von Horn und in der Grauwackenzone in der Steiermark geortet.

Vor 4500 Jahren setzte bereits der über lange Epochen kontinuierlich betriebene bergmännische Salzbergbau in Hallstatt und in Hallein ein, monographisch dargestellt in den Untersuchungen von G. KYRLE (1918, S. 50 ff.) und O. SCHAUBERGER (1960; 1968), lebhaft geschildert von F. MORTON (1959). Seit der jüngeren Bronzezeit sind beide Bergbaue, damals durch die Illyrer angelegt, in Betrieb. In Hallstatt ist so-



Abb. 1: „Schlitten- und Sackzugförderung in den Alpen.“ Holzschnitt aus G. AGRICOLA „De re metallica“ (1556).

gar ein prähistorischer Abbau mit elliptischem Schrämmuster im Stüger-Werk (F. MORTON, 1959, Abb. S. 62) ausnahmsweise räumlich voll erhalten. Aus der Länge von 3750 m prähistorischer Stollen in Hallstatt hat SCHAUBERGER eine ununterbrochene Bearbeitung von 533 Jahren, also mindestens noch während der gesamten älteren Eisenzeit, der Hallstattzeit (950 bis 390 v. Chr.), und wohl noch in der jüngeren Eisenzeit, der Latènezeit, erschlossen. Ähnliches gilt von Hallein, wo Gräberfunde bis zur Mittellatènezeit (250 bis 100 v. Chr.) vorliegen. Für den Vortrieb von 1 m Stollenstrecke hatte man damals 28 Tage gebraucht – Abb. 2.

Der rege prähistorische bronzezeitliche Kupferbergbau bei Mitterberg in Salzburg und auf der Kelchalpe bei Kitzbühel (vgl. Bd. I, S. 545, samt Lit.) hat bei einer Betriebsdauer von 1800 bis 700 v. Chr. europäische Bedeutung besessen: Insgesamt sind in der Bronzezeit in Europa etwa 2,5 Millionen Tonnen Erz unter schwierigsten Bedingungen abgebaut und zu 50.000 Tonnen Kupfer aufgeschmolzen worden. Für einen Meter Vortrieb wurden durchschnittlich 25 Tage benötigt! – Vgl. K. ZSCHOCKE & E. PREUSCHEN (1932), E. PREUSCHEN & R. PITTIONI (1939, 1947, 1954), E. PREUSCHEN (1967), F. KIRNBAUER (1968) u. a.



Abb. 2: Einer der drei bisher gefundenen Tragkörbe aus dem Flächnerwerk des vorgeschichtlichen Bergwerks in Hallstatt. Der aus Rindsfell gefertigte, 90 cm hohe Korb diente zum Salztragen aus dem Bergbau, da zu dieser Zeit noch keine Solegewinnung betrieben worden war (Museum in Hallstatt; F. MORTON, 1955, Taf. 18).

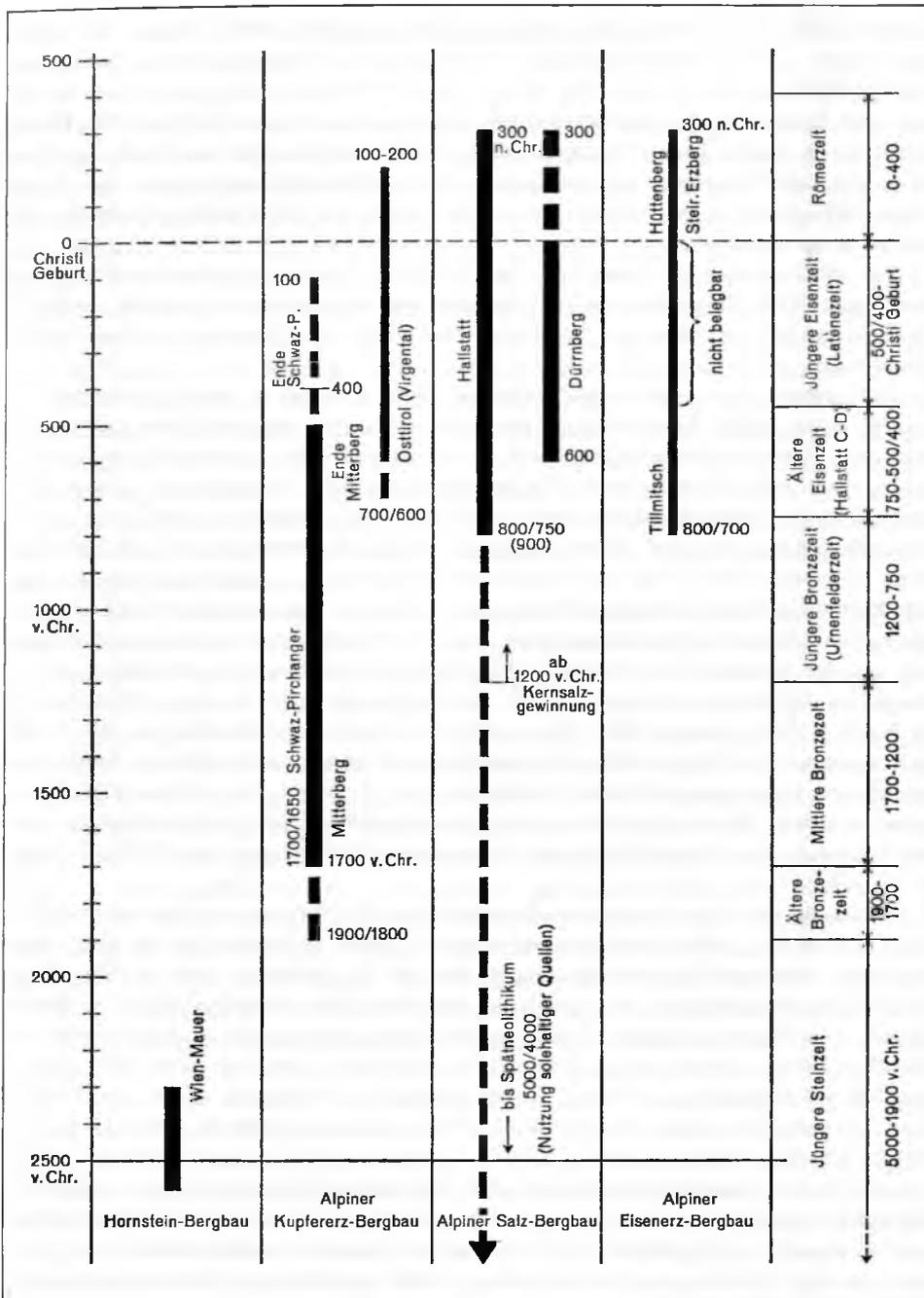
In der Römerzeit wurden in Österreich im wesentlichen nur fünf Elemente bergmännisch genutzt: Eisen (vgl. Bd. I, S. 556: Steirischer Erzberg; S. 270: Hüttenberg), Kupfer, Zinn, Salz; hinzu kam der Run auf das – vor 4000 Jahren bereits entdeckte – Gold der Tauern der „Norischen Alpen“ im Jahr 130 v. Chr. (Bd. I. S. 74).

Vier römerzeitliche Eisenerz-Bergbaue sind aus der Region von Hüttenberg bekannt, andere von „Noreia“ am Zirbitzkogel nachgewiesen. Die Stollenprofile der treppenförmig angelegten Abbaue zeigten eiförmigen Querschnitt mit 1,6 m Höhe und 0,85 m max. Breite. Der Erztransport erfolgte in Tragkörben. In der Region des Steirischen Erzberges sind bei Prebichl Schmelzofenreste bekannt, die aus der Zeit von 200 n. Chr. stammen.

In der Zeit der Völkerwanderung trat ein völliger Verfall des Bergbaues in Österreich ein.

Die nächste bedeutende Blütezeit des österreichischen Bergbaues fiel mit ihrem Höhepunkt in das 15. und 16. Jahrhundert, ausgerichtet auf den Gold-, Silber-, Eisen- und Kupferabbau. Zentren des Bergbaues waren besonders die westliche Grauwackenzone um das erblühte Schwaz (Bd. I, S. 545) und weiter im Osten das Mittelostalpin im Raum Zeiring, Friesach usw. (Bd. I, S. 299, 271).

In dieser Blütezeit zwischen 1460 und 1560 wurden innerhalb der Grenzen des heutigen Österreichs Bergprodukte im Wert von einigen Milliarden öS gefördert: Zu-



Zeittafel: Nachweis urzeitlicher und römerzeitlicher Bergbaue in den österreichischen Alpen; nach F. KIRNBAUER (1968).

sammen etwa 300 t Gold, 900 t Silber, 80.000 t Kupfer, 5000 t Arsen, 6,5 Millionen t Salz usf. Die Beschäftigtenzahl im Bergbau war dementsprechend bedeutend: Am Radhausberg bei Gastein arbeiteten an die 2000 Mann, etwa gleich viele im Silber- und Kupferbergbau Röhrebrichel bei Kitzbühel (vgl. Bd. I, S. 546 ff.). Die Belegschaft im Schwazer Revier betrug 10.000–12.000 Knappen, jene am Steirischen Erzberg und bei Hüttenberg war zusammen noch bedeutender, sodaß man mit 50.000 Mann Belegschaft in den damals bestehenden 1070 berg- und hüttenmännischen Betrieben zu rechnen hat.

Ein inhaltsreiches Dokument aus der Zeit der – durch den Edelmetallstrom aus der Neuen Welt, Religionskriege und Bauernkriege verursachten – Silberkrise stellt die Bilderhandschrift des Schwazer Bergbuches aus 1556, eine Bittschrift an den Landesfürsten, dar.

Die nächste große Periode des Bergbaues fällt erst wieder in unser Jahrhundert.

Die ganze große Tradition dieses Standes des Bergmannes mit seinem schweren, verantwortungsreichen Beruf hat in neuerer Zeit liebevoll F. KIRNBAUER in zahlreichen Publikationen zur „Bergbaukulturgeschichte“ festgehalten (Literaturverzeichnis in der Kirnbauer-Festschrift: G. HEILFURTH & L. SCHMIDT, 1975), vom kartennmäßigen Erfassen der historischen Bergbaue Österreichs (1968) bis zur Arbeitstechnik, dem Brauchtum (1972) und der Sprache des Bergmannes – besonders in seiner über hundertfünfzig Bände zählenden Reihe der „Leobener Grünen Hefte“ Auf altes Sagenut im Hinblick auf das Bergmanns- und Hüttenwesen hat an Hand von Beispielen aus der Steiermark K. HAIDING (1968) hingewiesen. Über alte Mineralnamen im deutschen Schrifttum, besonders auch des Bergbaues, gibt der von J. HADITSCH & H. MAUS (1974) gestaltete Sdb. 3 des Archivs für Lagerstättenforschung in den Ostalpen Auskunft. Auf dem Sektor des Braunkohlenbergbaues schließlich ist jüngst eine eingehende bergbaugeschichtliche Darstellung von (L. WEBER & A. WEISS (1983) vorgelegt worden. Ein weiterer Schritt zur Intensivierung dieses Forschungszweiges war die Gründung des Montanhistorischen Vereines in Leoben im Jahre 1976 (G. SPERL, 1977; 1985).

Zahlreich sind die Zusammenstellungen über die Bergbaue der einzelnen Bundesländer, meist reich an historischen Daten. Beispielsweise sei eine Reihe wichtiger derartiger Zusammenfassungen über die Lagerstätten Tirols zitiert, um an Hand dieses Bundeslandes die Vielfalt der historisch tiefschürfenden Werke zu diesem Thema vor Augen zu führen. Dabei sei die Anfangsetappe, die in Tirol bereits mit dem berühmten „Landtreim der Fürstlichen Grafschaft Tyrol“ im Jahre 1558 einsetzt (vgl. R. v. KLEBELSBERG, 1935, S. 1) überprungen: J. v. SPERGES, 1765; J. v. SENGER, 1806; F. POŠEPNÝS Archiv ab 1880; M. v. WOLFSTRIGL-WOLFSKRON, 1903; G. GASSER, 1913; O. STOLZ, 1928; R. v. SRBIK, 1929; K. VOHRZYKA, 1968; jüngst O. SCHULZ (s. Lit.-verz.). Weitere derartige zusammenfassende Lagerstättenschilderungen mit historischer Betrachtung liegen besonders aus den an Lagerstätten reichen Bundesländern Salzburg und Steiermark vor (vgl. Bd. I, S. 544 f.) – wobei namentlich auf den steirischen Almanach neueren Datums von W. STIPBERGER (1968) mit Betonung des historischen Gesichtspunktes verwiesen sei.

3. Das heroische Zeitalter

In der Phase der ersten modernen Denkansätze nach der Stagnation der mittelalterlichen Scholastik wurde die Entwicklung geologischen Gedankengutes der Stratigraphie, der Lagerungsverhältnisse, der Gesteinssystematik und der Fossilkunde im 17. und 18. Jahrhundert durch berühmte Persönlichkeiten in Deutschland, Frankreich und England, wo die Lagerungsverhältnisse durchaus weniger verworren waren, rascher als bei uns vorangetrieben. In Österreich erwachte bereits in der Renaissancezeit bei etlichen Angehörigen des Kaiserhauses reges Interesse zur Anlage von Mineraliensammlungen (einschließlich der damals unter diesem Begriff subsummierten Fossilien): Es entstanden erste Teilsammlungen, die später der für die wissenschaftliche Materialbearbeitung so kostbaren reichhaltigen Sammlung des kaiserlichen Hof-Museums, des späteren Naturhistorischen Museums in Wien, einverleibt wurden. Ein erster solcher Bestandteil wuchs unter der Ägide von Erzherzog Ferdinand, dem Sohn Kaiser Ferdinands I., Statthalter in Böhmen 1547 bis 1562, heran und wurde, als Erzherzog Ferdinand Böhmen verließ, zunächst nach Schloß Ambras bei Innsbruck gebracht. Auch Rudolfs II. berühmte Sammlung auf dem Prager Hradschin entstand noch im gleichen Jahrhundert.

Aus dieser Frühzeit erster Ansätze geologischen Denkens sei nur beispielhaft das bestaunenswerte monographische topographische Werk des Freiherrn von VALVASOR (aus dem Jahr 1689) in Erinnerung gerufen, das in vier großformatigen Bänden mit zusammen 2939 Seiten und 545 Kupferstichen das „Herzogthum Crain“ der Monarchie behandelt und dabei auf 55 Seiten die Mineralien, Gesteine, Erze und Bergwerke dieser Region schildert. Man muß dabei berücksichtigen, daß in dieser Zeit nicht nur die aufwendige Forschung im Gelände von den wissensdurstigen Idealisten selbst finanziert werden mußte, sondern dann auch noch der Druck solcher Werke, der im Falle VALVASORS – wie in vielen anderen ähnlichen Fällen – sein ganzes Vermögen verschlang, sodaß er vier Jahre später in dürftigen Verhältnissen verstarb.

Ein heute kaum mehr beachtetes, aber nicht zu übersehendes Handikap bei der Gestaltung eines geologischen Weltbildes war natürlich in der Zeit bis in das 18., aber auch noch 19. Jahrhundert, der in aller Härte geführte Kampf der Kirche gegen die ihrer Glaubenslehre vermeintlich abträgigen, neuen, ketzerischen Vorstellungen des Entwicklungsgedankens und allgemeingültiger erdwissenschaftlicher Naturgesetze (F. HERNECK, 1964). Aber auch die Wissenschaftler selbst mußten sich in dieser heroischen Periode erst allmählich von den selbstverständlich hingenommen Schöpfungsmythen und vom Sintflutglauben lösen (L. KOBER, 1925, S. 8; 1932, S. 137). Die Auffassung, daß alle fossilführenden Schichten der Erdgeschichte durch die Sintflut gebildet worden seien, geht übrigens nach CH. KEFERSTEIN (1840, S. 36) auf WOODWARD, 1695, zurück und wurde sehr bald von den Naturforschern fast allgemein angenommen. Das durchaus nicht einfache Ringen um freies, unbeeinflusstes Denken in der Naturwissenschaft, in der Geologie, hält lange an. Noch im Jahre 1823 wird im Verlag Wimmer in Wien, von der „Religionsakademie“ in Rom aus beauftragt, die „Rede des Herrn Grafen Zamboni, Sekretär der Religionsakademie, von der Nothwendigkeit, die Leichtgläubigen vor den Kunstgriffen einiger neuerer Geologen zu warnen, die

unter dem Schatten ihrer physischen Beobachtungen die mosaische Geschichte der Schöpfung und der Sündfluth zu läugnen sich erkönnen“ (ZAMBONI, 1823), herausgebracht. Diese „Religionsakademie“ wurde im Jahre 1800 zu Rom errichtet und hatte den Zweck, „die göttliche Offenbarung gegen die Angriffe einer falschen Wissenschaft zu vertheidigen, die das Gebäude der Religion und der menschlichen Gesellschaft vernichten will“ – erläutert diese Schrift im Vorwort ihre Aufgabe. Die Arbeitsrichtung der regionalen Geologie hatte naturgemäß mit solchen Schwierigkeiten weniger zu kämpfen.

4. Die Pionierzeit

Neue entscheidende Impulse für die geologische Forschung in Mitteleuropa kamen durch die Entwicklung der Bergakademien im ausgehenden 18. Jahrhundert. 1780 setzt der durch scharfe Beobachtungsgabe und blendende Rhetorik ausgestattete Meister des Faches seiner Zeit, A. G. WERNER, an der Bergakademie in Freiberg in Sachsen mit seiner Lehrtätigkeit ein. Zur gleichen Zeit fördert in Österreich Kaiserin Maria Theresia die fachkundige Ausbildung der Bergleute durch eine Reihe von Maßnahmen. Das Jahr 1780, in dem WERNER seine Vorträge über Geognosie aufnahm, könnte man mit CH. KEFERSTEIN (1840, S. 31) als Geburtsjahr dieser Wissenschaft – als ein eigenes, zur Bergbaukunde, Mineralogie etc. klar abgegrenztes Fach – betrachten. Einher mit der in dieser Zeit aufkommenden, systematisch analysierenden „Geognosie“ ging ja die breite Entfaltung der spekulativen „Geologie“, die üppige Theorien über die Entstehung und Entwicklung der Erde erblühen ließ und bald in Mißkredit kam.

In Österreich hatte Maria Theresia 1760 eine montanistische Akademie in Schemnitz (heutige Slowakei), 1763 eine Lehrkanzel für Mineralogie und Bergwerkswissenschaften an der Prager Universität gegründet und zugleich auch in Wien den Ausbau einer Naturaliensammlung für Beleg- und Studienzwecke intensiv gefördert. 1763 ernannte Maria Theresia den Bergrat THADDAUS PEITHNER zum Professor für Mineralogie und Bergrecht, 1770 berief sie ihn an die Bergwerksakademie in Schemnitz (E. SUSS, 1903, S. XV; G. FETTWEIS, 1975, S. 68 ff.; Z. GYULAY et al., 1975). Unter den Schülern von WERNER findet sich eine Schar begeisterter Jünger, wie etwa L. v. BUCH, F. MOHS u. a., die sehr bald auf Grund der seit 1763 durch den Schweden J. FERBER in Mode gekommenen großen geognostischen Reisen durch Europa über eine Flut von wertvollen erdwissenschaftlichen Beobachtungen im österreichischen Alpenland berichten konnten. Aus dieser Ära der großen wissenschaftlichen Reisen in Europa ab dem Ende des 18. Jahrhunderts seien doch einige wenige besonders anregende Reiseberichte zunächst von ausländischen Geognosten (CH. BRONGNIART, L. v. BUCH, W. BUCKLAND, A. BOUÉ, P. CORDIER, A. v. HUMBOLDT, CH. KEFERSTEIN, A. SEDGWICK etc.) als wichtige Denkanstöße für die Geologie in Österreich hervorgehoben: So gab der aus Frankreich stammende, als Professor der Medizin lange in Laibach tätige BELSAZAR HACQUET (1784, 1785, 1784–1789, 1791) eine Reihe von inhaltsreichen Arbeiten über seine „Lustreise von dem Berg Terglou in Krain zu dem Berg Glogner in Tyrol“, über die „Oryctographia Carniolica“ etc. heraus. G. JAKOB hat 1912 in einer Münchener Dissertation das Lebenswerk von B. HACQUET (1739/Bretagne bis 1815/Wien) ein-

gehend gewürdigt und alle seine Reiserouten auch kartenmäßig veranschaulicht. Ebenso hatte der große deutsche Geologe L. v. BUCH (1802) – vgl. Abb. 159 in Bd. II – bei seiner Alpenüberquerung von 1799 wichtige Erkenntnisse geschöpft, besonders über die Hallstätter Serien im Salzkammergut, über die von ihm ausgegliederten (aber noch nicht benannten) Werfener Schiefer bei Werfen, über das Gasteiner Gebiet etc. Weitere Fortschritte brachten CH. KEFERSTEINS „Teutschland“ (1. Bd., 1821) und seine folgenden Studien (besonders 1828, 1829 etc.) – vgl. W. STEINER (1969). Besonders wichtige, genetisch durchdachte und großzügig im Gedankengang verknüpfte Überlegungen aber brachten die mit 1824 in Österreich in zunehmendem Maße einsetzenden Studien des französischen Gelehrten AMI BOUE, der schließlich als Wahlösterreicher mit Sitz in Bad Vöslau seine so ergiebigen Forschungsreisen von diesem Zentrum aus unternahm (1824, 1826, 1830 a, b, c, 1831 a, b, 1832, 1833 etc.) – vgl. S. 5 und Abb. 3 in Bd. II. Von A. BOUE stammt übrigens die erste geognostische Karte von Europa, die er nebst Erläuterungen in der Zeitschrift für Mineralogie im Jahre 1827 herausgebracht hat. Ferner geht auf AMI BOUE auch die Anlage eines universellen erdwissenschaftlichen bibliographischen Zettelkataloges zurück, den er im Jahre 1828 begonnen hatte. 1857 umfaßte dieser Katalog bereits über 250.000 Karten, zuletzt wahrscheinlich über 500.000 Karteikarten als Ergebnis der Auszüge von 4000 Zeitschriften. Dieser Katalog ist nach dem Tode von A. BOUE im Jahre 1881 von der Geologischen Reichsanstalt in Wien als kostbares Vermächtnis übernommen worden. R. v. HAUER berichtete 1882 über dieses einmalige erdwissenschaftliche Dokument in 650 Holzkistchen (davon 312 ausschließlich Geologie betreffend), das noch 1938 von Bergrat BECK an der Geologischen Bundesanstalt angetroffen worden war, aber später – trotz seines eminenten historischen Wertes zufolge der handschriftlichen Kommentare BOUES auf den Karteiblättern – verschwunden ist (M. PFANNENSTIEL, 1942, S. 93 f.).

Schließlich ist noch der für diese Zeit grandiosen Profilserie durch die Alpen von den angesehenen englischen Forschern A. SEDGWICK & R. MURCHISON von 1831 zu gedenken (Abb. 3). Bereits zuvor ist ja von England aus auch über die Geologie des weiteren Raumes von Wien durch R. TOWNSON (1797) nach seiner Bereisung Ostösterreichs und Ungarns in Text und mittels Farbkarte mit geologischen Eintragungen berichtet worden.

Unter den österreichischen Geognosten und Mineralogen dieser Zeit – die allerdings noch ganz im Schatten dieser großen europäischen Geologen standen – eröffnet die Reihe der Forscherpersönlichkeiten IGNAZ v. BORN (1742 bis 1791), Sohn eines siebenbürgischen Bergbau-Besitzers, ausgebildet bei dem oben erwähnten Prof. TH. PEITHNER, Gründer der „Privatgesellschaft“ in Prag, aus der 1784 die „Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften“ hervorging. I. v. BORN war als einer der bahnbrechendsten Forscher seiner Zeit nach Wien als Vorstand der Kaiserlichen Sammlungen, später als Leiter des Bergwesens, berufen worden. In den Abhandlungen dieser „Privatgesellschaft Böhmens“ erschien übrigens im Jahre 1782 der Bericht von J. BOHADSCH, der „auf allerhöchsten Befehl“ im Jahre 1763 eine geognostische Studienreise nach dem Salzkammergut unternommen hatte und darin u. a. zum ersten Mal (1782, S. 211 ff.) über den Fossilreichtum der Schichten des Gosaubeckens berichtete.

Aus der Zeit des ausgehenden 18. Jahrhunderts ist ein Markstein die 1786 erschienene Studie des Innsbrucker „Gubernialrathes“ Bergrat C. PLOYER, der zum ersten Mal

die großen Züge der gesamten Alpen, die symmetrische Anordnung der Kalkketten gegenüber einer zentralen Granitkette, die Streichrichtungen, kurz, die großen Zusammenhänge zu erfassen suchte.

Das Erbe in den Bestrebungen des früh, mit 49 Jahren, anno 1791 verstorbenen BORN tritt sein begeisterter Adjunkt, KARL HAIDINGER (1756 bis 1797) an, der 1782 an der Systematik der Mineral- und Gesteinsklassifikation arbeitend, das Werk „Eintheilung der k. k. Naturaliensammlung zu Wien“ herausbrachte. K. HAIDINGERS Streben zu einem ordnenden umfassenden System, das in dieser Art neu war, fand übrigens in seiner Schrift „Systematische Eintheilung der Gebirgsarten“ durch die Anerkennung als gekrönte Preisschrift durch die Petersburger Akademie internationale Wertschätzung.

Durch seine Hingabe an die Wissenschaft mit BORN vergleichbar ist der aus dem Harzland stammende FRIEDRICH MOHS, ein Schüler WERNERS, der im Jahre 1802 vom Bankier VAN DER NÜLL zum Ordnen seiner Mineraliensammlung nach Wien eingeladen wurde. Durch den konkreten Anlaß darauf gestoßen, entwickelte MOHS ein „Naturhistorisches System zur Klassifizierung der Mineralien“ Auf seinen ausgedehnten anschließenden Reisen durch die österreichische Monarchie und Umländer nutzte er die sich im Jahre 1811 durch die Eröffnung des Landesmuseums Joanneum in Graz bietende Gelegenheit der Neuaufstellung der dortigen Mineraliensammlung, wozu er (1812) als Adjunkt den sechzehnjährigen WILHELM HAIDINGER (nachmaliger Begründer der Geologischen Reichsanstalt), Sohn des zuvor genannten K. HAIDINGER, von Wien mit nach Graz nahm (H. FLÜGEL, 1977 b, S. 5). 1818 wurde MOHS zu WERNERS Nachfolger in Freiberg ernannt, acht Jahre später, 1826, als Professor an die Universität Wien berufen, wo er unter Einbeziehung der Stufen des Kaiserlichen Mineralienkabinetts glanzvolle Vorlesungen über Mineralogie, seit der Berufung im Jahre 1835 an das Montanistische Museum auch über Geognosie hielt. Dieses Montanistische Museum (Abb. 4) – ein Vorläufer der Geologischen Reichsanstalt – war der Hofkammer für Münz- und Bergwesen unterstellt: Nachdem dessen Gesteinssammlung in den Franzosenkriegen im Jahre 1809 zerstört worden war, war ab 1835 durch Fürst Lobkowitz hier eine neue Mineraliensammlung aufgebaut worden (M. LABURDA, 1951, S. 3). Die Leitung dieser Sammlung hatte zunächst, wie erwähnt, F. MOHS innegehabt. Nachdem dieser, vielreisend, im Jahre 1839 mit 56 Jahren inmitten seiner Schar von Schülern auf einer Italienreise in Agordo verstarb (W. FUCHS et al., 1843), wurde 1840 K. HAIDINGER zum Direktor dieses Museums ernannt.

Es ist unmöglich, hier im einzelnen die wissenschaftlichen Beiträge der österreichischen erdwissenschaftlichen Forscher der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts entsprechend zu würdigen, es kann nur der Schwerpunkt durch Erwähnung einiger Repräsentanten umrissen werden. Dem Denkanstoß des scharfsinnigen Vertreters der Pariser Schule, C. PREVOST, der die Jahre 1816 bis 1819 als Leiter einer Spinnfabrik in Hirtenberg im Wiener Becken verbracht und anschließend eine genetisch durchdachte Darstellung des Wiener Beckens veröffentlicht hatte (vgl. Bd. II, Abb. 230 a) folgte P. PARTSCH begeistert: Nach großen Auslandsreisen bis Schottland und Italien zum vergleichenden Studium der Geologie (die seine knappe Barschaft aufgebraucht hatten) bereitete er ein monographisches Werk über die Tertiärfossilien vor – fünfzig Jahre vor M. HOERNES & M. AUINGER –, zu dessen Drucklegung aber

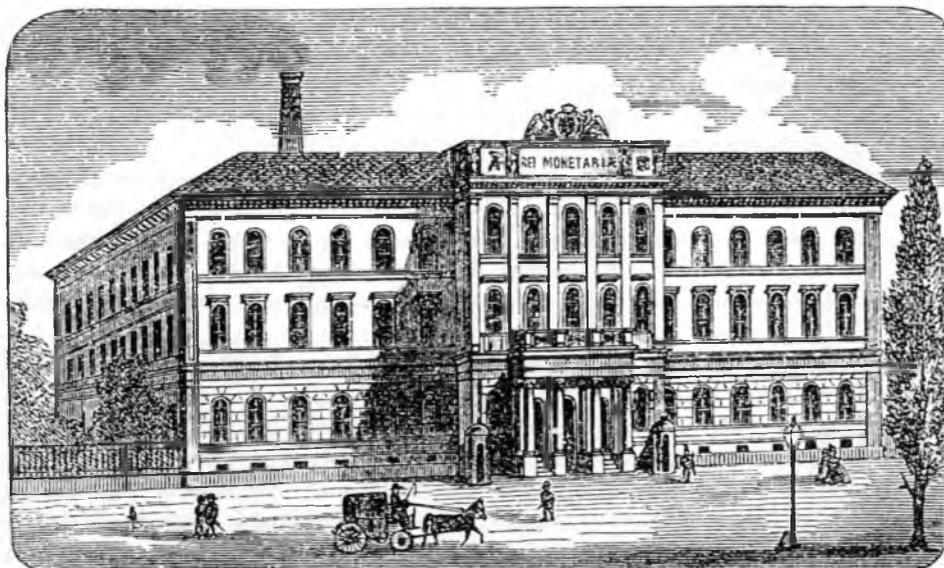


Abb. 4: Das k. k. Haupt-Münzamtsgebäude auf dem Glacis der Landstraße war ursprünglich Sitz der 1849 gegründeten Geologischen Reichsanstalt in Wien; aus W. v. HAIDINGER (1869, Abb. 1).

trotz der Unterstützung durch Kronprinz Ferdinand die Mittel fehlten. Erfolg hatte er freilich mit der Herausgabe der ersten geologischen Karte von Niederösterreich, die nach zwanzigjähriger Arbeit im Jahre 1843 samt Erläuterungen (1844) erscheinen konnte.

Ferner muß zumindest noch des begabtesten österreichischen Forschers dieser Epoche, des viel zu früh verstorbenen LILL. v. LILIENBACH, gedacht werden, der mit seiner mit einem gut gegliederten Alpenquerprofil entlang des Salzachtales ausgestatteten Arbeit von 1830 „Ein Durchschnitt durch die Alpen mit Hindeutung auf die Karpathen“ Aufsehen und enormes Echo im In- und Ausland erzielt hatte. Wenn auch der „Alpenkalk“ der Kalkalpen erst 17 Jahre später aufgelöst und die Trias ausgegliedert werden konnte, hatte v. LILIENBACH hier immerhin schon die Werfener Schichten abgegliedert, die Alpenkalk-Masse in eine untere, eine mittlere schiefrige und eine obere Gruppe gegliedert und die verschiedenen Schichtglieder der Kreide fein säuberlich abgetrennt. Bis in die Schweiz zog dieses Vorbild sogleich richtige Schlußfolgerungen nach sich, wo z. B. STUDER nun zu Recht die Melser Sandsteine dem Werfener Schiefer gleichsetzte etc.

In der Zeit um 1820 hatte sich ja eine radikale Wendung in der Auffassung über das Alter der alpinen Bildungen eingestellt. Hatte man zuvor in diesem schwer durchschaubaren, vielfach unzugänglichen hohen Gebirge, besonders auch auf Grund des engsten Zusammenhangs von Kristallin und geschichteten Gesteinen, grundsätzlich ein hohes Alter der gesamten Formationen angenommen und überall „Urgebirge“, „Übergangsgebirge“ und die ältesten „Flötzformationen“ gesehen, so hatte durch W. BUCKLAND aus Oxford bezüglich der Westalpen (1821) und durch die ge-

nannten Forscher dieser Ära in den Ostalpen in kurzer Zeit eine konträre Auffassung Platz gegriffen: Nun wurden die Alpenkalke im wesentlichen dem Jura und der Kreide gleichgesetzt, das Tertiär in den subalpinen Ketten am Nord- und Südrand der Alpen fossilbelegt. Bis zur Erfassung der Trias im Alpenkalk dauerte es allerdings bekanntlich noch Jahrzehnte, nämlich bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts.

Auch in der alpinen Gebirgsbildung sieht man nun in dieser Zeit einen jungen Vorgang: ELIE DE BEAUMONT z. B. verlegt die Erhebung der Granite der Alpenzentrale (1829) in die Kreidezeit.

Als Publikationsorgane standen den Erdwissenschaftlern in dieser frühen Zeit in Österreich vor allem die „Abhandlungen der Privatgesellschaft in Böhmen“, die „Physikalischen Arbeiten der einträchtigen Freunde in Wien“, herausgegeben von BORN, und MOLLS mineralogisch-bergmännische Zeitschrift (diese erschien zwischen 1787 und 1825 unter verschiedenen Titeln wie „Annalen der Berg- und Hüttenkunde“ etc.) zur Verfügung.

Als erste wissenschaftliche Zeitschrift kann man nach CH. KEFERSTEIN (1840, S. 11) übrigens das seit 1665 erscheinende „Journal des Savants“ in Paris betrachten.

5. Die Gründung erdwissenschaftlicher Organisationen

Die Gründung von Organisationen, die einen sichtbaren Aufschwung in der wissenschaftlichen Forschung brachten, fällt gegen Ende der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Als älteste Vereinigung im heutigen Österreich und zugleich als dritter geologischer Verein in Europa (nach London 1807 und Paris 1830) wurde 1837 in Innsbruck der „Geognostisch-montanistische Verein für Tirol und Vorarlberg“ unter dem Vorsitz von J. RITTER v. JENULL und unter Beteiligung von 205 (!) gemeldeten Mitgliedern gegründet – der erste Anlauf zur Gründung dieses Vereines durch A. v. PFAUNDLER war in Innsbruck im Jahre 1801 gescheitert. Dieser Verein, für den noch im gleichen Jahr Erzherzog JOHANN das oberste Protektorat übernahm, ging mit atemberaubender Zielstrebigkeit sofort an die Arbeit und begann als erstes die detaillierte geologische Aufnahme des Landes Tirol bereits im Sommer 1837! Die Gesamtkarte von Tirol (mit Erläuterungen von M. STOTTER, J. TRINKER & H. v. WIDMANN) erschien im Jahre 1849 auf zehn großen Blättern im Maßstab 1:72.000 (224 × 208 cm); eine geognostische Karte von Vorarlberg im Maßstab 1:110.000 war ja schon durch A. R. SCHMIDT im Jahre 1843 herausgebracht worden. Bei der zweiten Generalversammlung des Vereines anno 1840 betrug die Zahl der Mitglieder bereits 418 (R. v. KLEBELSBERG, 1935, S. 11; A. WEISS, 1982).

Die nächste erdwissenschaftlich motivierte Gründung erfolgte im Jahre 1845 in Wien auf Anregung von F. v. HAUER (A. BÖHM, 1899, S. 103) durch W. HAIDINGER mit dem Titel „Verein der Freunde der Naturwissenschaften“. Diese Vereinigung ging aus dem Kreis begeisterter Hörer von W. HAIDINGER und F. v. HAUER (damals 22 Jahre) hervor, die von 1843 bis 1849 Kurse über Mineralogie und Paläontologie an der von Fürst v. LOBKOWITZ in Wien gegründeten „Mineralien-Sammlung der k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesen“ abgehalten hatten. W. HAIDINGER war ja 1840 nach dem Tod von MOHS zur Leitung dieser Sammlung, die von ihm

später kurz als „Montanistisches Museum“ bezeichnet wurde, ernannt worden. Gleich zwei naturwissenschaftliche Zeitschriften, in denen reichlich erdwissenschaftliche Artikel vieler späterer Größen veröffentlicht wurden, hat dieser Verein ins Leben gerufen: die „Berichte“ und die bedeutende Monographien enthaltenden „Abhandlungen“ in Quartformat, die allerdings nur von 1846 bis 1851 erschienen und dann ihre Funktion erfüllt hatten, da in der kurzen Zwischenzeit gleichzeitig die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften, die Geologische Reichsanstalt und der Zoologisch-Botanische Verein, alle mit eigenen Publikationsorganen, gegründet worden waren.

Noch im gleichen Jahr wurde in Graz der „Geognostisch-montanistische Verein für Innerösterreich und das Land ob der Enns“ gegründet und der Schweizer Geologe A. v. MORLOT als „Begehungskommissar“ zur Erstellung einer geognostischen Karte eingesetzt – vgl. Bd. II, Abb. 4. Als Ergebnis der intensiven Bereisung und Erforschung der österreichischen Lande von der bayrischen Grenze bis Kärnten erschien schließlich im Jahre 1847 MORLOTS Übersichtskarte der nordöstlichen Alpen samt Erläuterungen. Die Gründung dieses Vereins, der ganz unter der Schirmherrschaft von Erzherzog Johann entstanden und aufgeblüht war, hat eine lange Vorgeschichte (O. FRIEDRICH, 1959; H. APFELBECK, 1959; H. FLÜGEL, 1977; A. WEISS, 1982), die 1809 beginnt. Damals hatte „Erzherzog Johann“ (J. v. HABSBURG) – dieser universelle, besonders aber den Naturwissenschaften zugetane Geist mit seinem stürmischen Drang, Wissenschaft und Praxis in humanistischer Gesinnung zu verbinden – zunächst den Entschluß gefaßt, im k. k. Lyzeum in Graz ein Museum der Naturgeschichte und Technologie zu errichten, dessen Zweck auch die Stärkung des naturwissenschaftlichen Unterrichtes sein sollte. Ergebnisse dieser Überlegungen waren die Gründung des Museum Joanneum in Graz im Jahre 1811, die Berufung von F. MOHS als Professor an dieses Museum im Jahre 1813, der Auftrag an M. ANKER zur Bereisung der Steiermark und der Erstellung einer „Gebirgskarte der Steiermark“, die im Jahre 1835 in endgültiger Fassung erscheinen konnte, etc. Die Gründung des oben erwähnten innerösterreichischen Vereins aber ging wiederum auf die direkten Bemühungen Erzherzog Johanns zurück, nicht zuletzt auch unter dem Eindruck der großartigen Erfolge des seit 1837 tätigen Tiroler Vereins.

Überblickt man diese Pionier- und Gründerzeit vor der Gründung der Geologischen Reichsanstalt, so zeichnen sich deutlich vier verschiedene Richtungen ab, von denen der Anstoß zur rascheren Entfaltung der Erdwissenschaften ab dem ausgehenden 18. Jahrhundert erfolgt war: 1. Als älteste Wurzel die Lust zur Anlage von „Mineralien“-Sammlungen, zunächst ab der Renaissance bei Vertretern des Kaiserhauses, später aber auch in wohlhabenden bürgerlichen Kreisen, was so weit ging, daß sich bereits in der Biedermeierzeit ein Stand zum Verkauf von Mineralien am Wiener Stephansplatz etablieren konnte – wobei man damals, wie erwähnt, noch alle Naturgebilde einschließlich der Fossilien unter dem Begriff „Minerale“ subsummierte. Diese z. T. sehr bedeutenden Sammlungen aber boten den zur geordneten Aufstellung berufenen Fachleuten immer wieder die sich ausweitende Aufgabe der Erstellung eines Systems zur Bestimmung und Klassifikation der Naturobjekte. 2. Das erwachende Interesse an großen, ganz Europa umfassenden Forschungs- und Entdeckungsreisen von begeisterten Forscherpersönlichkeiten, zunächst aus eigener Initiative und natürlich auf eigene Kosten. Die Flut der hierbei erzielten Ent-

deckungen, aber auch der sich hierbei immer deutlicher abzeichnenden großen Probleme, war Ansporn für alle Beteiligten dieser Epoche. 3. Die in Österreich seit den Zeiten von Kaiserin Maria Theresia planmäßig auf die Förderung des Bergbaues ausgerichteten Betrebungen, die dann bei Erzherzog Johann ihren Höhepunkt erreichten, äußerten sich vielfältig, z. B. in Installationen von Bergakademien, Museen, Professuren zur Wissensvermittlung, durch Beauftragung von Forscherpersönlichkeiten zur Erstellung erster geognostischer Karten, durch direkte Förderung des Bergwesens etc. 4. Einen wichtigen Auftrieb in der Schlußphase dieser Epoche gaben schließlich, wie gezeigt, die Gründungen der naturwissenschaftlichen/erdwissenschaftlichen Vereine, die vielfach nur Pionierfunktion hatten und nach Gründung der Geologischen Reichsanstalt, der Akademie der Wissenschaften etc. mit deren jeweiligen eigenen entsprechenden Publikationsorganen ihre Aufgabe als erfüllt ansahen und sich wiederum auflösten.

6. Die Gründung der Geologischen Reichsanstalt

Am 15. November 1849 wurde über Antrag von Minister Thinnfeld die Geologische Reichsanstalt in Wien gegründet. Dieser entscheidende Schritt zur geologischen Erforschung Österreichs war nur durch die in breitem Umfang hierfür von W HAIDINGER geschaffenen Voraussetzungen möglich geworden. F. HAUER (1871, S. 36) schreibt in seinen „Erinnerungen“ hierzu wie folgt: „Durch die Anordnung der Sammlungen des k. k. montanistischen Museums, durch die Herausgabe der geognostischen Übersichtskarte der österreichischen Monarchie, dann überhaupt durch die Arbeiten und Studien mit welchen Haidinger die zu seinen Vorlesungen einberufenen jungen Männer beschäftigte, waren die Grundlagen zu jenem Gebäude gelegt worden, welches durch die mit Allerhöchster Entschliessung vom 15. November 1849 genehmigte Gründung der k. k. geologischen Reichsanstalt seine glänzende Krönung fand.“

Die Aufgabe dieser Reichsanstalt umreißt W HAIDINGER in dem in Band 1 des Jahrbuches im Jahre 1850 veröffentlichten Kurzprogramm wie folgt: „Die geologische Reichsanstalt selbst verfolgt vorzugsweise einen praktischen Zweck: Durch Anwendung der Wissenschaft die Praxis erleichtern, mit der Kraft der Praxis die Wissenschaft fördern.“ Und weiter: „Ein Institut mit der großen Aufgabe, in einem ausgedehnten Maßstabe von der natürlichen Beschaffenheit seines Bodens Kenntnis zu erwerben, die geologische Natur nach einem zusammenhängenden Plane zu ergründen, und sie zur allgemeinen Benützung bekannt zu machen.“

Die personelle Ausstattung der zunächst noch im Hauptmünzamtgebäude am Heumarkt, ab 1851 in einem Teil des Palais Rasumofsky auf der Landstraße untergebrachten neuen Reichsanstalt bestand neben dem Direktor W HAIDINGER aus zwei ständigen Geologen (F. v. HAUER, J. CZJZEK), einem Assistent (F. FÖTTERLE), zwei zeitlichen Geologen (M. LIPOLD und – ein Posten war zunächst aufgeteilt – SIMONY und EHRLICH) sowie einem Archivar.

Mit Feuereifer gingen HAIDINGER und seine Mitarbeiter an diese angesichts der geologischer Vielfalt der Monarchie gewaltige Aufgabe heran. Über Entwicklung und Erfolg dieser Anstalt, die in den ersten siebzehn Jahren ihrer Führung mit dem Na-



Abb. 5: W. HAIDINGER (5. 2. 1795–19. 3. 1871). Begründer und erster Direktor der Geologischen Reichsanstalt in Wien.

men W HAIDINGER und später mit seinem großen Nachfolger FRANZ v. HAUER engste verbunden war, berichten später zahllose Schriften, unter denen etwa jene von W HAIDINGER (1859; besonders auch jene anlässlich des fünfzehnjährigen Jubiläums von 1864), F. v. HAUER (1871), A. BÖHM (1899), E. TIETZE (1900), G. STACHE (1900), L. WAAGEN (1935) und M. LABURDA (1951) hervorgehoben werden sollen. Besonderes Gewicht ist in dieser ersten Entwicklungsphase auf die geologische Landesaufnahme gelegt worden, um den geologischen Inhalt der Kronländer möglichst rasch überblicken zu können. Auf die noch ziemlich heterogene erste geologische Karte der gesamten Monarchie, die W. HAIDINGER im Maßstab 1:864.000 schon im Jahre 1845 am Montanistischen Museum herausgegeben hatte, folgte als Zusammenfassung der frühen Aufnahmearbeiten der Reichsanstalt die in den Jahren 1867 bis 1871 durch F. v. HAUER herausgegebene neue geologische Übersichtskarte der Monarchie in zwölf Blättern als vielbewunderte Meisterleistung und Vorbild für viele Nachbarländer. Gleichsam als ausführliches Textbuch hierzu ist das Werk von HAUER von 1875 über die Geologie und ihre Anwendung auf die Österreichisch-Ungarische Monarchie als erstes umfassendes Opus über diesen Gegenstand zu betrachten. Die Reichsanstalt setzt nach dieser ersten Etappe nun mit der Aufnahme der Detailkarten 1:75.000 fort, von denen das erste Blatt im Jahre 1875, allerdings noch handkoloriert, zur Ausgabe gelangt ist. D. STURS Karte der Umgebung von Wien war das erste in Farbdruck im Jahre 1891 erschienene (vierteilige) Blatt der Spezialkartenserie. Der zunächst erhoffte rasche Fortschritt bei der Aufnahme und Ausgabe dieser Spezialkartenserie bleibt allerdings sehr bald aus und wurde später noch durch mannigfaltige weitere Umstände behindert, sodaß bis heute noch große und schmerzliche Lücken in der so dringend als Grundlagenwerk benötigten Landesaufnahme, die ab 1955 auf den Maßstab 1:50.000 umgestellt worden ist, bestehen. Trotzdem haben hier eine Reihe von Feldgeologen für die Landesaufnahme hervorragende Leistungen erbracht – unter ihnen seien O. AMPFERER, H. P. CORNELIUS, G. GEYER, W. HAMMER (vgl. O. AMPFERER, 1944) und E. SPENGLER aus der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg, CH. EXNER, G. FUCHS und B. PLÖCHINGER aus der Zeit nachher auf Grund ihrer heroischen Leistungen besonders hervorgehoben (R. LEIN, 1982b).

Eine neue Übersichtskarte des nach dem Ersten Weltkrieg klein gewordenen Österreich war nach der Beschlußfassung von 1919 bis zum Jahre 1933 durch H. VETTERS im Maßstab 1:500.000 realisiert worden. Ein Verzeichnis der heute vorliegenden erdwissenschaftlichen Karten von unserem Land hat T. CERNAJSEK im Rahmen des von der Geologischen Bundesanstalt im Jahre 1980 herausgegebenen Übersichtswerkes „Der Geologische Aufbau Österreichs“ zusammengestellt. Ein episodisch auf Stand gebrachtes „Verzeichnis der Veröffentlichungen der Geologischen Bundesanstalt – zuletzt T. CERNAJSEK, Wien 1980, Erg. 1982 – gibt darüber hinaus über die wissenschaftliche Gesamtproduktion dieser Anstalt Auskunft.

Obgleich die geologische Kartierung in der Frühphase der Entwicklung der Reichsanstalt naturgemäß an der Spitze der Bestrebungen stand, wurde die zweite Seite ihrer Bestimmung gleichermaßen von Anfang an ebenso wahrgenommen: die wissenschaftliche Arbeit für die Praxis einschließlich der Lagerstättenforschung, die Publikation der wissenschaftlichen Ergebnisse ihrer Mitarbeiter, der Aufbau eines Museums u. a. m.

7. Die Gründung und frühe Entwicklung der Akademie der Wissenschaften

Die Gründung der Akademie der Wissenschaften in Wien war mit mannigfaltigsten Schwierigkeiten verbunden gewesen. Über die Gründung und die weitere Entwicklung der österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien haben eingehend A. HUBER (1897), H. SCHLITZER (1921) und vor allem R. MEISTER (1947) berichtet.

Die älteste Akademie auf Wiener Boden war die von KONRAD CELTIS nach seiner Berufung an die Wiener Universität im Jahre 1491 von Ofen hierher verlegte „Litteraria Sodalitas Danubiana“, die sich aber als eine auf privater Basis geschaffene Vereinigung nach seinem Tode im Jahre 1508 wieder auflöste.

Die Kette von vergeblichen Versuchen zur Gründung einer Akademie in Wien unter der Schutzherrschaft des Kaisers reicht von den heißen Bemühungen von LEIBNIZ (1704, 1712–1716) bei Kaiser Leopold I. und Karl VI. über jene des Leipziger Prof. J. CH. GOTTSCHED (1749–1750) bei Kaiserin Maria Theresia zunächst bis zum Entwurf eines Akademiekonzeptes durch den Hofastronomen M. HELL, der 1774 (im Zuge der Neuordnung des Unterrichtswesens nach Aufhebung des Jesuitenordens) zwar die Zustimmung durch die Kaiserin, aber keine Finanzierung fand. Der nächste Vorstoß fand 1805/1806 durch den Bischof F. CH. MUENTER bei Fürst Metternich in der Zeit Kaiser Franz I. statt. Dieses Unternehmen hatte ebenso Mißerfolg wie die Bittschrift von zwölf angesehenen Gelehrten aus dem Kreis um Prof. JACQUIN an Kaiser Ferdinand I. im Jahre 1837, die Metternich einige Jahre lang liegen ließ (1840 hierüber zu Erzherzog Ludwig: „Lieber Freund, die Sachen gehen nicht so schnell“) und schließlich im Zusammenhang mit seiner Kirchenpolitik endgültig ad acta legte.

In der Folge allerdings besann sich Metternich anders. Im Dezember 1845 betraute er selbst den Hofkammerpräsidenten K. Freiherr Kübeck mit der Ausarbeitung von „Vorschlägen für die Errichtung einer Akademie der Wissenschaften“ Leitgedanke bei Metternich war nun, „daß es wünschenswert erscheint, die wissenschaftlichen Bestrebungen in die von der obersten Gewalt abzusteckenden Bahnen zu leiten“ Nach langwierigen Verhandlungen wurde schließlich am 17. Mai 1847 das Gründungspatent der „kaiserlichen Akademie der Wissenschaften“ zugleich mit den Namen der vierzig vom Kaiser ernannten Mitglieder der Akademie in der Wiener Zeitung veröffentlicht. Zum Präsidenten wurde am 27. Juni 1847 J. Frh. v. HAMMER-PURGSTALL, zum Generalsekretär A. v. ETTINGSHAUSEN gewählt. Mit dem 25. November 1847 nahm die mathematisch-naturwissenschaftliche Classe mit ihrer ersten Sitzung die Arbeit auf. Eine Befreiung der Schriften der Akademie von der Zensur der Metternich-Ära konnte damals trotz Eingabe von Erzherzog Johann nicht erreicht werden, sondern kam erst mit den Stürmen des März 1848.

Der erste Abschnitt der Entwicklung der Akademie bis 1897 wird in der Monographie von R. MEISTER (1947) als Zeit der Entwicklung der Akademie zur „universellen Forschungsstätte“ charakterisiert. Die nächste Phase stellt sich 1898 mit der Wahl von E. SUSS zu ihrem Präsidenten ein und kann als „Eintritt der Akademie in die internationale Organisation der Wissenschaft“ bezeichnet werden. Diese glanzvolle Epoche hält bis zum Ersten Weltkrieg an – von einer krisengeschüttelten Zeit bis zum Jahr 1945 gefolgt.

Den Präsidenten dieser Ära, in der die Akademie zur höchsten Entfaltung gelangt ist, Prof. E. SUESS, charakterisiert R. MEISTER (1947, S. 132) wie folgt: „Eduard Suess, der durch fast drei Lustren, vom November 1898 bis zu seinem Rücktritt als fast Achtzigjähriger (am 12. April 1911), an der Spitze der Akademie gestanden ist, war einer ihrer größten Präsidenten. Als führender Forscher seines Faches in Österreich und als einer der ersten Geologen seiner Zeit in der ganzen Welt anerkannt, für Österreich und insbesondere Wien hochverdient als wissenschaftlicher Schöpfer der Donau-regulierung und der Wiener Hochquellenleitung, aufgeschlossen für alle Bestrebungen zur Verbreitung von Wissenschaft und Bildung auch in den weiteren Kreisen des Volkes, war Suess eine Persönlichkeit von bewundernswerter Vielseitigkeit und Arbeitskraft. Durch die Überschau, die er über alle Fachgebiete und Aufgaben nicht nur seiner Klasse, sondern auch innerhalb der Gesamtakademie besaß, verstand er es, die Mittel der Akademie an der richtigen Stelle für weitausgreifende Expeditionen einzusetzen, und hatte auch an dem Zustandekommen zuerst des Kartells mit den deutschen Akademien, dann der internationalen Assoziation der Akademien hervorragenden Anteil. Als eindrucksvoller Redner hat er die Akademie in den alljährlichen feierlichen Sitzungen und bei den verschiedenen außerordentlichen Anlässen, die sich während seiner Präsidentschaft boten, würdig vertreten.“

An großen geologischen Projekten der Akademie seien in zeitlicher Reihenfolge hervorgehoben:

1. Die unmittelbar nach der Gründung ins Auge gefaßte regional-geologische Durchforschung der Monarchie, die aber mit der Gründung der Geologischen Reichsanstalt im Jahre 1849 an diese übertragen worden ist.

2. Die von einer im Jahre 1849 eigens eingesetzten Kommission initiierte Untersuchung der Kohlenvorkommen des Kaiserstaates

3. Die Mitarbeit an der großen, durch Erzherzog Ferdinand Maximilian veranlaßten Weltumsegelung durch die Fregatte „Novara“ (30. 4. 1857–26. 8. 1859). Die Akademie finanzierte unter anderem die Teilnahme von F. HOCHSTETTER zur Durchführung erfolgreicher geologischer Untersuchungen im Zuge dieser Expedition. Die Auswertung der auf dieser Fahrt gesammelten wissenschaftlichen Schätze wurde durch die Herausgabe von 22 Bänden durch die Akademie gesichert.

4. Am 11. Jänner 1894 wurde die Kommission für die petrographische Erforschung der Zentralkette der Ostalpen, beantragt von G. TSCHERMAK und E. v. MOJSISOVICS, eingesetzt. Diese Arbeitsgemeinschaft entfaltete eine über die Jahrhundertwende hinausreichende rege Tätigkeit. Als Ergebnis erschien zunächst eine vierteilige Monographie über die kristallinen Schiefer der Zentralkette von F. BECKE und U. GRUBENMANN in den Denkschriften von 1906. Es schloß sich in den Jahren 1906–1909 die Serie der Arbeiten von E. BECKE und V. UHLIG über die Radstädter Tauern und Hohen Tauern an. An diesem Unternehmen war auch L. KOBER beteiligt, der nach seinen frühen Berichten als ein – durch den Ersten Weltkrieg bedingtes – spätes Ergebnis den Deckenbau des östlichen Tauernfensters in den Denkschriften von 1922 vorstellte.

5. Die unter der Obhut von E. v. MOJSISOVICS, später V. UHLIG u. a., am 25. April 1895 eingesetzte Erdbebenkommission hat in allen Ländern der Monarchie Erdbebedienste organisiert. Nach Gründung der Zentralanstalt für Meteorologie am

1. Jänner 1904 wurden sämtliche Erdbebenstationen samt ihrem Inventar und das Archiv dieser Institution übergeben. Die Untersuchungsergebnisse dieser Kommission erscheinen vornehmlich in den 1897 einsetzenden „Mitteilungen der Erdbebenkommission“

6. Auch um die wissenschaftliche Auswertung der technischen Großaufschlüsse vor dem Ersten Weltkrieg, der vier großen Eisenbahntunnel, hat sich die Akademie verdient gemacht: Durch F. BECKE und F. BERWERTH wurden in der Zeit von 1902–1911 der Tauern-tunnel, durch G. GEYER, F. TELLER und F. KOSSMAT der Bos-ruck-, Karawanken- und Wocheinertunnel geologisch betreut.

7. Schließlich hat die Akademie von Anfang an große Forschungsreisen auch mit geologischer Zielsetzung ermöglicht: so etwa für F. HAUER und M. HOERNES nach England und Frankreich, für C. PETERS in die Dobro-dgea, für Th. FUCHS nach Italien, für F. TOULA seine Balkanstudien, für G. v. BUKOWSKI und V. HILBER deren Klein-Asienforschung, für C. DIENER die Expedition in den Himalaya etc.

Dabei dürften mit R. MEISTER (1947, S. 108) „die rund 35 Jahre von 1879 bis zum Ausbruch des Ersten Weltkrieges 1914 nicht nur als die fruchtbarste Zeit im Wirken der Akademie, sondern auch als die glücklichste Epoche in der Geschichte der öster-reichischen Wissenschaft bezeichnet werden. In dieser Epoche wirkte alles zusam-men, um die Wissenschaft in Österreich nunmehr zu freier Entfaltung und auf die Höhe der Forschung zu bringen, die sie weder vorher noch nachher innegehabt hat.“

8. Die Gründung von geologischen Lehrkanzeln

Die nächste Phase des Auftriebes für die geologische Forschung in Österreich bil-dete die Installierung von erdwissenschaftlichen Instituten an den Universitäten des Landes, die bisher meist nur Mineralogie im Zuge anderer naturwissenschaftlicher Fächer mitbehandelt hatten. Der Schwerpunkt dieser Institutionen lag wiederum an-ders ausgerichtet, nämlich auf die Sektoren Forschung und Lehre. Die Gründung des ersten erdwissenschaftlichen Institutes in Österreich, des Geologischen Institu-tes an der Universität Wien am 15. Oktober 1862, erfolgte durch einen Hand-streich des damaligen Unterrichtsministers Graf THUN, der die Vorzüge und die früh bewiesene wissenschaftliche Qualifikation von EDUARD SUESS erkannt hatte und ihn zum Professor für Geologie ernannte, obgleich die Fakultät zufolge des nicht abge-schlossenen Hochschulstudiums einen scheinbar unüberwindlichen formalen Riegel vorgeschoben hatte.

SUESS, von einer protestantischen Pastorenfamilie in Vogtland, Sachsen, abstam-mend, 1831 in London geboren, war bereits mit drei Jahren nach Österreich, zunächst nach Prag, dann im Laufe seines Studiums nach Wien gekommen. Sein faszinierender Werdegang, den er einem weltoffenen, feinsinnig-interessierten, von Humanismus tief durchdrungenen Wesen zu verdanken hatte, sowie seine unvergleichlichen Leistungen in der Wissenschaft (wie in der Politik) sind wiederholt beschrieben worden (C. DIE-NER, 1914; R. v. WETSTEIN et al., 1914; L. LOCZY, 1915; E. TIETZE, 1917; H. ZAPFE, 1964 c, 1981; O. KÜHN, 1981; F. E. SUESS, 1981 etc.) – am ausführlichsten in seinen



Abb. 6: E. SUESS (20. 8. 1831–26. 4. 1914) – der großartige Geologe, Politiker und Humanist.

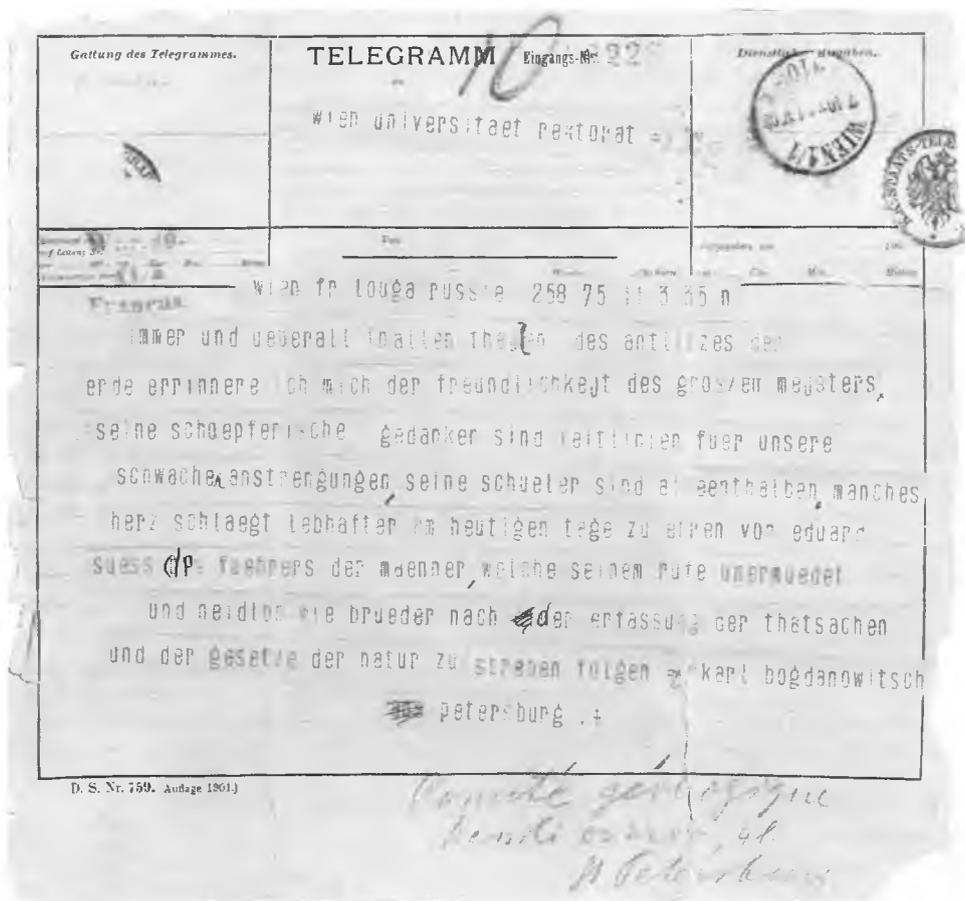


Abb. 7: Glückwunschtelegramm von Prof. K. BOGDANOWITSCH aus Petersburg an E. SUESS anlässlich der Sueß-Stiftungsfeier an der Wiener Universität im Jahre 1902. Wie aus diesem Telegramm spricht auch aus hunderten ähnlichen Glückwünschen zu verschiedenen Anlässen die große Verehrung, die dem Altmeister der Geologie allenthalben in der Welt entgegengebracht worden ist.

von ERHARD SUESS herausgegebenen „Erinnerungen“ (1916), zuletzt unter Angabe einer reichen biographischen Literatur anlässlich seines 150. Geburtstages durch den Verfasser (1983 a). SUESS, der selbst Autodidakt war, hat in 88 Semestern Lehrtätigkeit an der Wiener Universität eine weltbekannte Schule von Alpengeologen ausgebildet, er hat in seinem fünfteiligen Werk „Das Antlitz der Erde“, das er in den Jahren 1883 bis 1909 herausbrachte, in schöpferischer Weise aus der Unzahl oft noch ungeheimer Einzelheiten ein neues, weltumspannendes, harmonisches, geologisches Erdbild geschaffen, dessen tausendfältige Facetten heute noch ausstrahlen und dessen genial-divinatives Erfassen des noch kaum Greifbaren ebenso erst jetzt in seinem ganzen Umfang klar wird. Wer sich – wie der Verfasser – in die Werke und die Gedanken

von SUESS vertieft hat, erkennt heute, aus großer Distanz, nach so vielen wesentlichen inzwischen geschöpften wissenschaftlichen Erkenntnissen, daß SUESS derart weit dem damaligen Zeitgeist voraus war und mit größter Selbstverständlichkeit und größter Leichtigkeit in alle Richtungen so völlig neue Wege gegangen ist, daß er in der Erdwissenschaft absolut die Grenzen des Menschenmöglichen erreicht hat. Jedenfalls war E. SUESS auch schon in seiner Zeit der neidlos anerkannte Führer der Fachwelt des gesamten Erdballes (Abb. 7), zugleich der geistige Führer der an weltbekannten Kapazitäten damals so reichen Wiener Universität und langjähriger, schöpferischer Präsident der Akademie – und dies alles, obgleich er den größeren Teil seiner Zeit und Schaffenskraft als von allen hochgeachteter liberaler Politiker erfolgreich im Abgeordnetenhaus für Fortschritt und Humanismus eingesetzt hatte (G. STEINMANN, 1911).

Das weitere Schicksal des Geologischen Institutes der Universität Wien wurde vom Verfasser (1963 e) anlässlich der Hundertjahr-Feier kurz umrissen. Mit V UHLIG, F. E. SUESS, besonders aber mit L. KOBER war ja diese Blickrichtung des globalen geologischen Denkens an diesem Institut in der Zeit vor und nach dem Zweiten Weltkrieg weiter fortgesetzt worden (L. KÖBL, 1968; W. MEDWENITSCH, 1972; A. TOLLMANN, 1983 b). In den Themen der Dissertationen (Verzeichnis von H. HÄUSLER & R. SCHWINGENSCHLÖGL, 1982) an diesem Institut spiegelt sich die Arbeitsrichtung der regionalen Geologie, der Tektonik im Alpenbereich, der Stratigraphie des Mesozoikums und der Kristallineologie wider.

In Wien hatte E. SUESS im Jahre 1873 in der Fakultät der Universität den Antrag auf die Errichtung einer eigenen Lehrkanzel für Paläontologie eingebracht, der angenommen und vom Ministerium bewilligt wurde, womit am 20. November 1873 ein Institut für Paläontologie an der Universität Wien begründet worden ist. Als Ordinarius wurde Doz. M. NEUMAYR aus Heidelberg berufen (O. KÜHN, 1957). Über die glänzende Entwicklung dieses Institutes unter M. NEUMAYR (1873 bis 1890), W. WAAGEN, V. UHLIG, C. DIENER (1903 bis 1928), O. ABEL (1928 bis 1934) etc. – bis herauf zu E. THENIUS – haben ausführlich F. STEININGER & E. THENIUS (1973) und in gedrängter Form O. KÜHN (1954) berichtet. Von H. ZAPFE, 1971, stammt übrigens ein Index aller österreichischen Paläontologen mit biographischen Kurzcharakteristiken. Abgesehen davon, daß durch die umfassende Tätigkeit hervorragender Gelehrter dieses Institutes bahnbrechende Ergebnisse in vielen Teildisziplinen der Paläontologie und Biostratigraphie erzielt worden sind, von der Klärung der alpinen Trias und des Mesozoikums nach Faunen und Schichtinhalt bis zur Wirbeltier-Paläontologie, von der phylogenetischen Forschungsrichtung bis zur Tertiärstratigraphie, so sind von hier grundlegende, methodisch neue Arbeitsrichtungen, wie etwa die Paläobiologie ABELS entwickelt worden (K. EHRENBERG, 1975), die in der heute modern gewordenen „Funktionsmorphologie“ ihre Renaissance erlebt.

Es ist hier nicht möglich, auf alle weiteren Impulse in der Erdwissenschaft durch die zahlreichen weiteren einschlägigen Institutionen einzugehen, es soll aber wenigstens noch an drei bemerkenswerte Entwicklungen erinnert werden: Da ist zunächst unter den Hochschulinstituten das Institut für Geologie der Technischen Universität in Wien (ursprünglich „Polytechnisches Institut“) hervorzuheben, 1860 begründet, das bereits durch seinen ersten Ordinarius, F. HOCHSTETTER (hier 1860 bis 1881 tätig), zur Entwicklung der Ingenieurgeologie entscheidend beigetragen hat.

Die so vielseitige geniale Persönlichkeit HOCHSTETTERS war ja besonders durch sein vielbändiges Werk über die Novara-Expedition mit den exakten geologischen Forschungsergebnissen bis hinüber nach Neuseeland berühmt geworden. Über die weitere Entwicklung dieses Institutes vom Nachfolger HOCHSTETTERS F. TOULA bis zum unvergeßlichen J. STINI unterrichtet A. KIESLINGER (1957, 1966). Dieser, selbst Vorstand jenes Institutes von 1954 bis 1970, hat mit seinem „Geist im Stein“, seiner „Kulturgeschichte“ der Gesteine Österreichs, die er in feinsinnigster Weise darzustellen vermochte (8 Bücher, 238 Publikationen), ein von niemandem sonst erreichtes Niveau der Kombination von Kulturgeschichte und Geologie erzielt.

Schließlich muß hier noch die Bedeutung der in Wien begründeten Österreichischen Geologischen Gesellschaft gewürdigt werden, die vor kurzem ihren fünfundsiebzigjährigen Bestand gefeiert hat. Diese Gesellschaft hat in mannigfaltiger Weise die erdwissenschaftliche Entwicklung gefördert, in Vortrags-, Diskussions-, Exkursions-Veranstaltungen und durch Publikationsmöglichkeiten in ihren „Mitteilungen“ Über Vorgeschichte und Geschichte dieser erst 1907 gegründeten Gesellschaft und die reiche Entfaltung ihrer Tätigkeit haben O. KÜHN (1958), E. CLAR (1958) und E. BRAUMÜLLER (1983) referiert.

Als Besonderheit spezifischer Art schließlich darf die (intern als „Kleine Geologische Gesellschaft“ bezeichnete) ebenfalls in Wien, in der Notzeit nach dem Zweiten Weltkrieg geschaffene „Gesellschaft der Geologie- und Bergbaustudenten Österreichs“ nicht vergessen werden. Diese Vereinigung der jeweiligen jungen Generation ist im Jahre 1949 durch die Initiative und den Idealismus von stud. phil. R. OSBERGER und Mitarbeitern in der Ära von L. KOBER am Geologischen Institut der Universität Wien als Selbsthilfe-Organisation entstanden. Trotz des ständig fluktuierenden Kreises der Mitarbeiter und Schriftleiter hat diese Gemeinschaft ihre Lebenskraft in den nun schon verflossenen drei Jahrzehnten durch verschiedenartige Kreativitäten, besonders aber durch den gerade erschienenen zweiunddreißigsten Band ihrer repräsentativen „Mitteilungen“, bewiesen, deren Anfangskrise und drohender Abbruch in den frühen fünfziger Jahren (Lücke zwischen Jahrgang 3/1951 und 4/1956) mit damaliger Übernahme der Schriftleitung durch E. KRISTAN überwunden werden konnte. Ohne Zweifel stellt diese Studentengesellschaft, die, in der Notzeit geboren, auch in den goldenen Jahren nicht geruht hat, ein Unikat unter den europäischen geologischen Vereinigungen dar.

Die zweite geologische Lehrkanzel an einer österreichischen Universität wurde (bloß zwei Jahre nach Wien) im Jahre 1864 mit der Ernennung von KARL PETERS zum Professor für Mineralogie und Geologie in Graz errichtet. PETERS stammte aus Böhmen, studierte in Prag Medizin und lernte schon in dieser Zeit (1845) bei Besuchen in Wien den Kreis um HADINGER kennen. Seine Tätigkeit in Geologie aber trat PETERS letztlich ebenso wie E. SUESS als Autodidakt an. Seine wissenschaftlichen Arbeiten reichen vom Neuland der Mikrofazieskunde bis zur Umweltgeologie im Hinblick auf Grundwasserverunreinigungen. In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts kam es dann zur Trennung der (1875 genehmigten) Lehrkanzel für Geologie und Paläontologie, die in der Folge RUDOLF HOERNES 36 Jahre hindurch als Vorstand innehatte, und des (1879 abgetrennten) „Mineralogisch-Geologischen Kabinetts“ Eine vorbildliche Darstellung der Vorgeschichte und Geschichte der Geologie und Palä-

ontologie an der Universität in Graz hat H. FLÜGEL (1977 b) verfaßt, in der er die Verdienste von Forscherpersönlichkeiten wie K. PENECKE (vgl. A. MEIXNER, 1958); V. HILBER, E. SPENGLER, F. HERITSCH, R. SCHWINNER bis zur gegenwärtigen Generation der Erdwissenschaftler würdigte und in weiteren Schriften (1980 c, d, 1984) auf das Leben und Wirken von ALFRED WEGENER in Graz einging. Dieser hatte ja nach all den Kämpfen und Schmähungen in Deutschland, die seiner großen Entdeckung der Kontinentalverschiebung folgten, zur Ehre Österreichs im Jahre 1923 ein Extraordinariat für Meteorologie und Geophysik an der Universität Graz angeboten erhalten und angenommen.

Drei Jahre nach der Grazer Lehrkanzel war im Jahre 1867 an der Universität Innsbruck ebenfalls eine Lehrkanzel für Mineralogie und Geologie eröffnet und durch den Tiroler ADOLF PICHLER besetzt worden, der Pionierarbeit in der Gliederung der Stratigraphie der Tiroler Kalkalpen ebenso wie im zentralalpinen Anteil Tirols geleistet hatte (M. VACEK, 1900, S. 333 f.). Als Nachfolger bewährte sich sein Schüler JOSEF BLAAS seit 1890 auf dieser Lehrkanzel, dessen Hauptrichtung zwar die Glazialgeologie bildete, der aber mit seinem „Geologischen Führer durch die Tiroler und Voralberger Alpen“ ein noch Jahrzehnte lang verwendetes monographisches Werk über diese Bundesländer schuf (R. v. SRBIK, 1931). Erst durch R. v. KLEBELSBERG (1931) ist aus dieser Innsbrucker Schule ein an Genauigkeit nicht zu übertreffendes geologisches Standardwerk über das Bundesland Tirol entstanden. Mit BRUNO SANDER schließlich, der 1922 zum Ordinarius in Innsbruck ernannt worden war, ist in der Innsbrucker Schule die Gefügekunde zu einem der wichtigsten Instrumente der tektonischen Geologie ausgebaut worden, die, untrennbar mit dem Namen SANDER verbunden, inzwischen Weltbedeutung erlangt hat. Kein anderer österreichischer Forschungserfolg, weder SUESS' oder KOBERS globaltektonisches Arbeiten noch AMPFERERS oder SCHWINNERS Unterströmungslehre, ist heute auch jenseits des Atlantik so bekannt wie SANDERS Methodik (R. v. KLEBELSBERG, 1954; L. MÜLLER-SALZBURG, 1980; A. RUTTNER et al., 1980).

Die Pflege der Naturwissenschaften an der alten Universität in Salzburg – die uns hier in diesem entwicklungsgeschichtlichen Abschnitt interessieren mag – hat W. DEL-NEGRO (1972 b) in Erinnerung gerufen. In der für die Erdwissenschaften entscheidenden Entwicklungsphase aber war ja die alte Benediktiner-Universität, die 1622 bis 1810 existiert hatte, aufgelöst und durch ein Lyzeum mit ausschließlich philosophischer und theologischer Abteilung ersetzt worden. Erst im Zuge der späten Wiederbelebung der Naturwissenschaften an der Universität Salzburg wurde im Herbst 1967 dort das Institut für Geologie gegründet und Prof. GÜNTER FRASL als Vorstand berufen.

Hingegen wurde an der Bergakademie in Leoben, der späteren Montanistischen Hochschule/Universität, bereits im Jahre 1881 durch die Ernennung von HANNS HÖFER-HEIMHALT zum Professor für Mineralogie, Geologie, Paläontologie und Lagerstättenlehre der zügigen Entwicklung dieser Erdwissenschaftsgruppe eine günstige Chance gegeben. HÖFER dehnte nicht nur den Vorlesungsplan auf moderne Spezialgebiete wie Erdölgeologie (ab 1882) aus, sondern gestaltete vor allem die Lehrmethodik um, indem jeder Hörer zur selbständigen geologischen Kartenaufnahme als Grundlage auch des Bergwesens angeleitet wurde. HÖFER hatte diese Lehrkanzel

bis 1910 inne (J. GATTNAR, 1925). Zuvor bestand ja in der Steiermark schon seit 1840 durch die Gründung der Montanistischen Lehranstalt in Vordernberg – mit P. Ritter v. TUNNER als Leiter – auf Veranlassung durch Erzherzog Johann auch eine Ausbildungsmöglichkeit für Berg- und Hüttenleute (F. CZEDIK-EYSENBERG, 1959), die eine Vorläuferin der dann 1849 in Leoben weitergeführten Bergakademie darstellte.

Mit dem Jahr 1912 wurde das Mineralogisch-Geologische Institut der Montanistischen Hochschule in Leoben geteilt. Der Lehrstuhl des neuen Institutes für Geologie, Paläontologie und Lagerstättenlehre wurde von K. REDLICH übernommen. Naturgemäß lag der Schwerpunkt der Arbeit des Institutes auf der Lagerstättenlehre und erreichte unter W. PETRASCHECK und bei seinem Nachfolger, seinem Sohn W. E. PETRASCHECK (letzterer von 1950 bis 1976 Vorstand dieses Institutes), auf diesem Sektor eine weit über die Grenzen Österreichs ausstrahlende Bedeutung (vgl. W. PETRASCHECK, 1949). Die Auslandstätigkeit auch dieses Institutes war – besonders unter W. E. PETRASCHECK – der alten Tradition Österreichs folgend, nach Südosten ausgerichtet, mit Schwerpunkt Griechenland und Türkei.

Berühmte Geologen und Lagerstättenforscher gingen aus der Leobener Geologischen Schule hervor. In zeitlicher Reihenfolge seien genannt: G. GEYER, B. GRANNIGG, W. SCHMIDT, E. KITTL, K. KREJCI-GRAF, K. FRIEDL, W. und W. E. PETRASCHECK, O. FRIEDRICH, W. SIEGL, K. METZ, G. HADITSCH u. a.

In den frühen sechziger Jahren wurden an der Montanistischen Hochschule Leobens zusätzliche erdwissenschaftliche Institute gegründet: 1963 das Institut für Prospektion, Mineralwirtschaft und Lagerstättenerschließung unter der Leitung von F. HERMANN, später W. J. SCHMIDT, und 1964 das Institut für Erdölgeologie und Angewandte Geophysik (später: Institut für Geophysik) unter F. WEBER. Im Zuge des UOG sind diese beiden neuen Institute bald aber wieder mit dem bestehenden Institut für Geologie etc. zu einem Institut für Geowissenschaften zusammengezogen worden.

9. Die Bedeutung des Naturhistorischen Museums in Wien

Hiezu kam natürlich in Wien als Hort der systematischen Forschungsarbeit seit je das Naturhistorische Museum – auch heute noch eines der größten und bedeutendsten der Museen der Welt – mit seinen unerschöpflichen Sammlungsschätzen als Grundlage jeder breit ausholenden Bearbeitung. G. HAMANN (1976) und M. FISCHER et al. (1976) haben unter Angabe der älteren Literatur zum Thema (einschließlich des Werkes von A. LHOTSKY) zuletzt ausführlich über die hohe Tradition, Entwicklung und Aufgaben dieser Institution berichtet.

Es wurde bereits zuvor erwähnt, daß der Aufbau dieser großen, ursprünglich ja kaiserlichen Sammlung auf die Vereinigung verschiedener, aus Privatinitiative von Mitgliedern des Kaiserhauses zustandegekommener einzelner Naturaliensammlungen zurückgeht, sodaß die Wurzeln bis in die Renaissancezeit zurückverfolgt werden können (s. S. 9). Später aber wurden beständig große private Naturaliensammlungen vom Kaiserhaus dazuerworben, wie etwa jene des Florentiner Universalgelehrten J. v. BAILLON im Jahre 1748 durch Kaiser Franz I. Stephan von Lothringen, den Gemahl der Kaiserin Maria Theresia. Es war dies die damals größte naturhistorische

Sammlung der Welt mit 30.000 Objekten, von Ritter J. v. BAILLON bereits nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten geordnet und nicht, wie sonst in dieser Zeit üblich, eine bloße Kuriositätenschau. Für das Mineralien-Cabinet war der Erwerb der Kollektion von J. F. VAN DER NÜLL (1827) um 18.000 Gulden eine besondere Bereicherung.

Unschätzbare Werte brachten aber auch die für das Museum unternommenen großen Expeditionen und Sammel-Reisen, die mit dem Hofmathematiker von Kaiser Franz I., J. A. NAGEL, in Europa begannen, sich mit dem Arzt und Botaniker N. Freiherr v. JACQUIN fortsetzten, der im Jahre 1755 fünfzig große Kisten von Naturobjekten aus der Neuen Welt brachte, und unter Baron v. HÜGEL und J. v. RUSSEGER weitergeführt wurden. Achzehn Jahre anhaltende Forschungsreisen unternahm der Zoologe J. NATTERER in Brasilien, deren Schätze in zwölf großen Transporten nach Wien gebracht wurden und deren ausgewählte Objekte dreizehn Ausstellungssäle füllten. Eine besonders erwähnenswerte Aufsammlung war weiters die von F. v. HOCHSTETTER während der Novara-Expedition (1857 bis 1859), teilweise ausgewertet in der von der Akademie herausgegebenen Serie von Prachtbänden über diese Weltreise.

Am Rande vermerkt sei ferner, daß die erste umfassende Beschreibung fossiler Foraminiferen von L. v. FICHTEL (gem. mit J. v. MOLL) unter dem Titel „*Testacea microscopia*“ in Quartformat und mit 24 handkolorierten Kupfertafeln ausgestattet im Jahre 1798 in Wien auf eigene Kosten der Verfasser herausgebracht worden ist – vgl. hierzu F. RÖGL & H. HANSEN (1984). Diese frühe Monographie wird vom späteren Doyen dieser Sparte, A. D'ORBIGNY (1846) als „eine der verlässlichsten Grundlagenarbeiten“ gewertet (H. KÜPPER, 1959, S. 114; M. KIRCHMAYER, 1961, S. 113). L. v. FICHTEL, Sohn des „Mitbegründers der Geologie“ J. v. FICHTEL (H. KÜPPER, 1959, S. 115) war seit 1791 Mitarbeiter des Hofnaturalienabinetts in Wien, dessen Kollektionen er ebenfalls durch beträchtliche Aufsammlungen auf Reisen bereichert hatte.

10. Die Schwerpunkte geologischer Forschung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts

Wenden wir uns nun der inhaltlichen Entwicklung der geologischen Forschung seit der Gründung der tragenden Organisationen ab der Mitte des vorigen Jahrhunderts zu, dann steht die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts ohne Zweifel in der geologischen Erforschung unseres Landes – abgesehen von der Landesaufnahme – ganz im Zeichen des Ringens um die Klärung der alpinen Stratigraphie. Die zunächst schier unüberwindlichen Schwierigkeiten, die sich diesem Vorhaben entgegenstellten, waren die außerordentlichen tektonischen Komplikationen, die die Schichtfolgen oft umgestürzt hatten, und die metamorphe Beanspruchung des Materials, die ein Auffinden von Fossilien in den Zentralalpen enorm erschwerte. Während im außeralpinen Europa etwa die Bestandteile der Trias bereits seit 1780 (G. FÜCHSEL: Buntsandstein, Muschelkalk) schrittweise erfaßt wurden und die Trias als Ganzes durch F. v. ALBERTI bereits 1834 als Zusammenfassung der drei Abteilungen einschließlich des von L. v. BUCH erkannten Keuper aufgestellt wurde, begann man in

den Ostalpen erst ab 1847 die Trias im „Alpenkalk“ zu spüren und dauerte die erste Phase bis zur Stufengliederung bis G. v. ARTHABER 1906!

Als erster hat diese faziell durch „andere Formationen“ bedingten grundsätzlichen Unterschiede zwischen außeralpiner und alpiner Entwicklung in den Alpen, Karawanken und Apennin und die eben darauf beruhenden Schwierigkeiten in der Korrelierung CH. KEFERSTEIN (1830, S. 301) erkannt und ein „alpinisches“ und „nördliches Gebirgssystem“ unterschieden.

Die Grundzüge dieser Forschungsepoche wurden ja 1976 a, S. 11, und im Band II, S. 5, dieser Darstellung geschildert, worauf hier zu verweisen ist. Aber die große Kontroverse dieser Ära zwischen A. BITTNER und E. v. MOJSISOVICS, ausgelöst durch MOJSISOVICS' Hypothese von 1874 über die Existenz einer juvavischen Provinz und die Annahme eines jüngeren Alters der karnischen gegenüber den norischen Hallstätter Kalken mit den unehrenhaften persönlichen Angriffen BITTNERs gehört wohl zur unrühmlichsten Polemik, die in der österreichischen erdwissenschaftlichen Forschung je geführt worden ist (C. DIENER, 1907, S. 277; E. TOZER, 1984, S. 63 ff.). G. ROSENBERG (1958) zieht fünfzig Jahre später erste Bilanz über die weitere Entwicklung der Triasgliederung, E. T. TOZER (1984) in seiner eingehenden historischen Studie über die Triasforschung wohl einen gewissen Schlußstrich.

Es ist nicht möglich, hier außer diesem Forschungsschwerpunkt in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts auf die vielfältigen anderen Arbeitsrichtungen in Österreich einzugehen, denen damals in vielen Sparten bis zur Angewandten Geologie (E. SUESS: Der Boden der Stadt Wien, 1862) und zur Erdbebenkunde Pionierfunktion zukam. Es soll über all dem aber nicht vergessen werden, daß österreichische Forscher auch wesentlichen Anteil an der Erforschung außereuropäischer Länder und Erdteile, namentlich in Asien, hatten. Nur über die Erfolge österreichischer geologischer Arbeit in Afrika liegt von H. LOBITZER (1981, 1982) eine konzise Studie mit einschlägiger Bibliographie vor. Einen globalen Überblick über den Anteil der Österreicher an der Erforschung der Erde in geographischer, geologischer und allgemein-naturwissenschaftlicher Hinsicht verdanken wir H. HASSINGER (1949).

11. Der Kampf um die Deckenlehre in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

Die erste Hälfte unseres Jahrhunderts ist geprägt durch das Ringen um die Deckenlehre, die in Österreich von einigen wenigen Pionieren gegen einen unglaublich zähen und letztlich siebzig Jahre lang währenden Widerstand der übrigen österreichischen und der deutschen Geologen durchkämpft werden mußte. Die Deckenlehre ward praktisch mit der Umdeutung der Glarner Doppelfalte HEIMS in den Schweizer Alpen zu einer weitspannigen Fernüberschiebung geboren, die durch E. SUESS im Jahre 1883 (A. TOLLMANN, 1981 c) und, offenbar davon unabhängig, durch M. BERTRAND am 18. Februar 1884 erfolgt war. BERTRAND ging dabei bereits so weit, daß er über die Deckenstruktur des Helvetikums und der Préalpes romandes in der Schweiz hinaus auf Grund der zukunftsweisenden Profile und Aufnahmeergebnisse von



Abb. 8: P. TERMIER (3. 7. 1859/Lyon–23. 10. 1930) – ein Leben geweiht der Wissenschaft, der Humanität und Gott.

F. v. RICHTHOFEN von 1859 – vgl. E. TIETZE (1905), V UHLIG (1906) und S. GÜNTHER (1907) – die Fernüberschiebung auch nach Osten, nach Österreich weitertrassierte.

P. TERMIER hat dann am Internationalen Geologenkongreß in Wien im Jahre 1903 – bei dem die Deckenlehre rund um den Erdball ihren Siegeszug antrat und die Geologen aller Länder, durch diesen Zauberschlüssel befreit, auch die unverständlichen Strukturen „ihrer Gebirge“ begreifen konnten – die logische und eherne Konsequenz des Schwimmens der Kalkalpen an ihrem Westende im Sinn von RICHTHOFEN, den ihrer Zeit vorausseilenden Visionen von BERTRAND und eines Blitzbesuches in dem ihm von den Westalpen vertrauten System Bündenschiefer/Zentralgneisdeckenland im Tauernfenster gezogen und unter heftiger Mißbilligung aller nicht Sehenden den Deckenbau der Ostalpen in allen wesentlichen Zügen zutreffend verkündet (P. TERMIER, 1904) – Abb. 9.

Streng schieden sich die Geister: Ganze „Schulen“ wie jene aus Graz, Innsbruck und die Geologische Bundesanstalt lehnten derartige „ultranappistische“ Vorstellungen – zum Teil unter heftiger Schmähung wie R. SCHWINNER (noch 1940) – entschieden ab, während die Wiener Schule an der Universität unter E. SUESS, V UHLIG, L. KOBER voll Enthusiasmus der neuen, großzügigen Erklärung folgte und durch eine von der Akademie der Wissenschaften geförderte großangelegte Feldkampagne unter Mitwir-

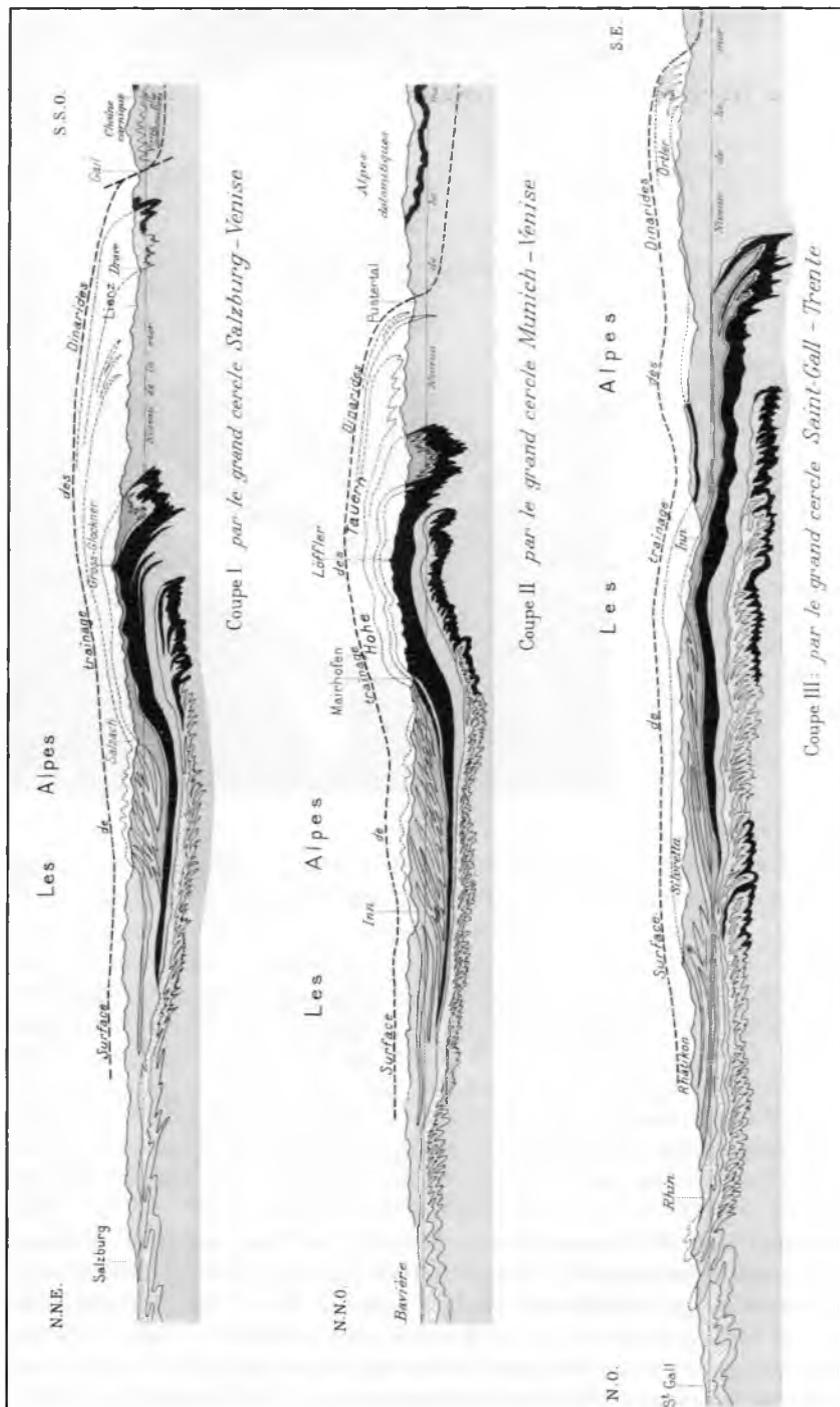


Abb. 9: Profile aus P. TERMIERS „Synthese des Alpes“ von 1904, Taf. 22, im Bereich der Ostalpen. Der Fernschub der Kalkalpen, das Engadiner und Tauern-Fenster, der Deckenbau in der penninischen Schieferhülle der Tauern, die großräumige Überschiebung der Molasse und viele weitere grundlegende großtektonische Züge werden durch TERMIERS Genie mit einem Schlag erfasst und zutreffend erklärt.

kung des Wiener Petrographen F. BECKE den Inhalt und Rahmen des östlichen Tauernfensters als Schlüsselstruktur auskartierte. Natürlich hatten daneben etliche erfahrene Feldgeologen wie O. AMPFERER (vgl. R. v. KLEBELSBERG, 1949) oder H. P. CORNELIUS (vgl. O. KÜHN, 1952) sehr wohl die grundsätzliche Berechtigung der Übertragung der Deckenlehre auch auf die Ostalpen erkannt, hatten aber doch wie CORNELIUS (1940) noch reichlich Zurückhaltung vor zu großen Schritten gewahrt. Durch den Ersten Weltkrieg war das große Untersuchungsprogramm im Raum des Tauernfensters grob unterbrochen worden, die Detailkarten KOBERS liegen unveröffentlicht im Archiv des Geologischen Instituts. Nur eine Art von Summary im Vergleich zum vorhandenen Material konnte in der Notzeit nach dem Weltkrieg veröffentlicht werden (L. KOBER, 1922). Dies mag mit daran schuld sein, daß dann die Anerkennung des Tauernfensters als Beweis für den Fernschub des Ostalpins noch Jahrzehnte auf sich warten ließ, daß bis in die vierziger Jahre noch immer weitere neue Einwände vorgebracht wurden. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg konnte, wieder von der Wiener Schule aus, durch weitere detaillierte Kartierungs- und Vergenzbeobachtungen (z. B. CH. EXNER, 1954, 1957; A. TOLLMANN, 1962 a, etc.) endlich in den sechziger Jahren auf diesem Sektor der endgültige Durchbruch erzielt werden. Auch der interne Deckenbau des Inhaltes des Tauernfensters, den P. TERMIER bei seinem Blitzbesuch im Jahr 1903 ebenfalls bereits zutreffend erfaßt hatte, ist nun gesichert. Damit aber war zugleich der Fernschub des Ostalpins über das Tauernfenster bewiesen. Der letzte entscheidende Schritt in der großen Gliederung der Ostalpen wurde dann vom Verfasser im Jahre 1958, S. 71 (großtektonische Konsequenzen der Stangalm-Trias), näher ausgeführt 1959 und 1963 a, mit der Ausgliederung des mittelostalpinen Deckenstockwerkes und dem Nachweis eines 165 bis 185 km weiteren Fernschubes der Kalkalpen über dieser großen zentralalpinen Sockeldecke vollzogen – Abb. 10.

Dieses Ringen um die Erkenntnis des Deckenbaues der Alpen hat die Gemüter so sehr bewegt, daß es über diesen Abschnitt der Forschung in den Ostalpen – im Gegensatz zu allen übrigen Perioden – eine reiche historische Literatur gibt, dabei meist von Pro- und Kontra-Artikeln: Aus der Pionierzeit selbst etwa die Darstellung von G. STEINMANN (1906, pro), A. ROTHPLETZ (1905, kontra) oder C. DIENER (1904, kontra), aus der ersten Verschnaufpause nach dem Ersten Weltkrieg gleich vier große Werke über den Deckenbau der Alpen (L. KOBER, 1923; F. HERITSCH, 1923; R. STAUB, 1924; H. JENNY, 1924), sodann die begeisterten Arbeiten von P. ARBENZ (1933), E. HENNING (1934), E. B. BAILEY (1935) usf.; dann noch aus der Schlußphase des allmählich erlahmenden Widerstandes durch H. P. CORNELIUS (1940, pro), O. AMPFERER (1940, pro/kontra) und R. SCHWINNER (1940, kontra par excellence. Er meinte über SUSS und die Deckenlehre: Für jene, die Phrasen, Bilder mit nach Hause nehmen wollten, für die „kleinen Leute“, deren Gesichtsfeld ziemlich eng war; über TERMIER: Einfach der Reiz der fremden Art, TERMIER ist so französisch: glatt und logisch, logisch bis zum Absurden; und zum Nappismus: Im Märchen vom Rumpelstilzchen zerspringt der Kobold, sobald er richtig beim Namen genannt wird. Das gilt auch manchmal in der Wissenschaft). Und E. KRAUS/München schrieb noch 1944 (S. 248) zum Thema ‚Herkunft der Kalkalpen‘: „Frühere Vorstellungen von Fernüberschiebungen aus den Zentralalpen oder auch noch südlicheren Gebieten können überhaupt nicht als mechanisch vorstellbar angesehen werden.“

Aber auch noch nach dem Zweiten Weltkrieg, wohl durch den nochmaligen vehementen Versuch deutscher Geologen, zur Autochthonie wenigstens in den Kalkalpen zurückzukehren (C. KOCKEL, 1957: „Der Zusammenbruch des kalkalpinen Deckenbaues“) bleibt das Thema heiß, und historische Arbeiten aus der Sicht des außeralpinen und alpinen Geologen entstehen wiederum mit entsprechendem jeweiligem Tenor: M. RICHTER (1950 b), H. WUNDERLICH (1964), K. POLL (1967), A. TOLLMANN (1976 b), A. PILGER (1978), A. SENGOR (1981, 1982), O. WAGENBRETH (1982)

Über die regionalgeologische Erkenntnisse in den Ostalpen hinaus, seien sie auch noch so großräumig und für die Nachbargebirge von wesentlicher Bedeutung, haben diese alpinen Untersuchungen aber auch entscheidende Beiträge zum allgemeinen Verständnis des Mechanismus der Gebirgsbildung, der Großstrukturen der Erdkruste und deren Ursachen geführt. E. SUESS war der erste, der in seiner ebenso bescheidenen wie inhaltlich reichen Schrift „Die Entstehung der Alpen“ von 1875, in der das Hinübertreten der alpinen Einheiten über das Vorland geschildert wurde, der Deckenlehre den Weg geebnet hatte. 1906 hat der Tiroler Alpengeologe O. AMPFERER bereits aus der kurzen alpinen Erfahrung in jungen Jahren mit der Entwicklung der Vorstellung der Unterströmungslehre das Gestaltungsprinzip der Plattentektonik vorweggenommen (vgl. auch O. AMPFERER, 1941; H. FLÜGEL, 1984). L. KOBER wiederum, der seit 1909, mit der Deckengliederung der Kalkalpen beginnend, die Weichen in den Ostalpen in dieser Richtung gestellt hatte, hat, auch wenn er noch der Kontraktionslehre verhangen war, entscheidende Erkenntnisse über den Bau der Erdkruste erzielt: Die Zweiseitigkeit der Orogene, deren Aufbau aus Zentraliden (Typ Ostalpin – Außenrand der Oberplatte), Metamorphiden (Typus Pennin – Außenrand der Unterplatte) und Externiden (mobiler hinterer Schelf der Unterplatte), die Funktion der zusammendrängenden starren Kratone des Vorlandes (Platten), bei deren Kollision das Orogen gestaltet wird. Oder R. SCHWINNER aus Graz, der den Antrieb des Mechanismus der Krustenbewegung in den Konvektionsströmungen der Tiefe lange vor den Anhängern der Plattentektonik erkannt hatte (1920, 1942, 1947). Und schließlich ist dieser Mechanismus der Gebirgsbildung gerade auch durch die Schilderung der Vielfalt der tektonischen Bauformen und ihrer Bedingtheit auf Grund des reichen alpinen Anschauungsmaterials wiederholt in allgemeingültiger Form veranschaulicht worden, zuletzt anhand der unerschöpflichen Fülle der tektonischen Strukturen der Nördlichen Kalkalpen (A. TOLLMANN, 1973 b: Alpine Deckentektonik).

So sind durch die in den Ostalpen arbeitenden Geologen O. AMPFERER, L. KOBER, R. SCHWINNER und E. KRAUS – ebenso wie durch die Kenntnisse von F. E. SUESS in den voralpidischen Gebirgsketten Mittel- und Nordeuropas – lange vor der Aufstellung der Theorie der Plattentektonik die Grunderkenntnisse dieses Mechanismus hier erarbeitet worden, auch wenn sie damals mit anderen Bezeichnungen belegt waren als jenen der heutigen Plattentektonik. E. THENIUS (1980, 1982 b) und H. FLÜGEL (1984) haben anschaulich diesen Beitrag der Ostalpentektoniker zur Plattentheorie in historischer Sicht herausgearbeitet. Besonders zu verweisen ist aber in diesem Zusammenhang auch auf die wesentlichen Argumente von F. E. SUESS, diesem bedeutenden österreichischen Anhänger von WEGENERS Kontinentaldrifttheorie. Diese Ausführungen von F. E. SUESS sind in fast allen historischen Schriften zu diesem Thema vergessen worden (vgl. F. E. SUESS, 1941; 1949, S. 201; L. KÖLBL, 1949, S. 276). So gesehen

brachte daher die Plattentektonik keine so gravierenden Veränderungen in der Vorstellung vom Bau und von der Genese der Ostalpen wie in anderen, bisher noch nicht so durchforschten Gebirgsketten der Erde.

Für die endgültige Anerkennung des großräumigen Deckenbaues in den Ostalpen aber war in jüngster Zeit die Widerlegung des 1960 gestarteten Versuchs der Rückkehr zur gebundenen Tektonik mit Pilzfaltenmuster statt Deckschollen (am Beispiel der westlichen Kalkalpen) seitens der deutschen Geologen E. KRAUS, C. W. KOCKEL, M. RICHTER, R. SCHÖNENBERG, W. ZACHER, V. JACOBSHAGEN usf. (vgl. Bd. II, S. 13) durch die feldgeologischen Beobachtungen an den Schlüsselstellen durch den Verfasser (1970 c) wesentlich. Dann kam die allgemeine Umstellung der Vorstellung vom Fixismus zum Mobilismus durch den Vormarsch der Theorie der Plattentektonik dieser Bestrebung sehr entgegen, und schließlich sind in den letzten Jahren durch zahllose großtechnologische Tiefenaufschlüsse (Wasserstollen, Autobahntunnels, vor allem aber Erdöltiefbohrungen in den Alpen ab Urmansau, 1966 – vgl. Bd. II, Abb. 59 und Tab. 9) die letzten Zweifel an großzügigem Deckenbau ausgeräumt worden. Jüngst schließlich haben die verfeinerten geophysikalischen Methoden der ÖMV-AG durch die Zurücktrassierung der Alpenrandzonen wie Molasse und Flysch bis unter den Südrand der Kalkalpen für weitere Überraschungen in Richtung Ultranappismus gesorgt (vgl. Bd. II, S. 108, 169, 301).

12. Eine Forschungsära neuer Dimension in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts

Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts hat sich überraschend schnell zu einer Forschungsära neuer Dimensionen entwickelt. Die Fortschritte in der Methodik entwickeln sich explosiv. In immer kürzeren Abständen stehen immer weitere, subtilere Methoden bereit. Es sind nicht nur quantitative Fortschritte, sondern echte qualitative Sprünge. Hinzu kommt, daß jetzt erst die von E. SUSS als wesentliches Prinzip erachtete vergleichende Methodik voll zum Tragen kommt, da nun durch die gleichzeitig ebenso rasant anwachsende Kenntnis der rezenten relevanten Vorgänge erst die nötige subtile Vergleichsbasis gegeben ist. Die wichtigsten dieser neuen Dimensionen unserer jetzigen Epoche sollen im folgenden wenigstens an Hand einiger Beispiele erhellt werden.

a) Die Mikro- und Nano-Dimension. Die Rasterelektronenmikroskopie hat heute ein Auflösungsvermögen von $10^{-3} \mu\text{m}$ (ein Millionstel mm) im Durchlicht (TEM) und von $10^{-2} \mu\text{m}$ (ein Hunderttausendstel mm) im Auflicht (REM) erreicht und liegt damit bis zu vier Zehnerpotenzen höher als jene des Lichtmikroskopes. Dazu gibt das Stereoscan die Möglichkeit der räumlichen Betrachtung auch bei stärkster Vergrößerung. Das eröffnet ein Neuland in der Mikropaläontologie einschließlich Strukturforschung, Sedimentologie u. a. Allein die Mikropaläontologie mit neuen Lös- und Schlamm-Methoden, die eine umfangreiche Heranziehung neuer Mikrofossilgruppen (Conodonten, Radiolarien etc.) für feinstratigraphisches Arbeiten ermöglicht hat, hat ungeheure Impulse für verschiedenartige Auswertungen gegeben.

Die Mikrosonde ist das Gegenstück in der petrographischen Methodik, durch die feinste chemische Unterschiede in zonar gebauten Kristallen, Anwachssäumen etc. unmittelbar analysiert werden können. Das Erfassen der kleinsten Mengen von Spurenelementen durch Atom-Absorptions-Spektralphotometrie (AAS), Röntgenfluoreszenzanalyse, Neutronenaktivierungsanalyse etc. gestattet präzise geochemische Aussagen, die von der Einordnung eines Krustenstückes im Schema der Plattentektonik bis zur Entdeckung tiefliegender, schwer faßbarer Lagerstätten führen. Differentielle Thermoanalyse und Röntgenographie etc. ermöglichen exakte Tonmineralanalysen, die ihrerseits – derzeit etwa gerade am Beispiel der zwei Millimeter dünnen Kreide/Tertiär-Grenztonlage im Gosaubecken erprobt – wichtige Rückschlüsse auf die Vorgänge während bestimmter Events, im genannten Beispiel des Asteroiden-Einschlages vor 66,670.000 Jahren, und die Auswirkungen dieses Impaktes gestatten (S. 266 ff).

Die neuen Wege der Geochronologie seit dem Zweiten Weltkrieg mit ihren verschiedenen radiometrischen Methoden, mit Anwendung der paläomagnetischen Reversions-Skala, mit der Schwefelisotopenmethode, der Thermolumineszenzmethode (TL-Alter) usf. haben neue Perspektiven bei der exakten Datierung der geologischen Ereignisse eröffnet. Die Massenspektrometrie mit ihrer Möglichkeit, unvorstellbar kleine Mengen von Isotopen quantitativ zu erfassen, liefert heute eine reiche Palette von unterschiedlichen Methoden, die absolute Datierung im Kristallin und Sedimentgestein vorzunehmen. So wurde jüngst der im Gelände erarbeitete Ablauf des alpidischen orogenetischen Geschehens und der Metamorphosephasen, besonders am Beispiel der Zentralalpen, mit solchen Methoden in die absolute Zeitskala eingeordnet.

Darüber hinaus bietet uns die erwähnte Paläomagnetik ein neues, unabhängiges Instrument zur Prüfung geotektonischer Vorgänge in der Zeit, sodaß alte großtektonische Fragen nun exakt beantwortet werden können: etwa die Frage nach dem ja beträchtlichen Ausmaß der Verschärfung der Gebirgsbögen in Alpen und Karpaten im Zuge der Orogenese, die Frage nach der Verstellung oder Eindrehung bestimmter Abschnitte der Kalkalpen wie jener der Weyerer Bögen oder aber auch der Gesamtanlage der Kalkalpen, Fragen nach dem Ausmaß von Schollen-Rotationen und jüngst bereits auch nach dem Ausmaß der Einengung des Ostalpen-Karpaten-Stranges auf dem Weg von der Geosynklinale zum Orogen (vgl. Kap. J).

Die Verfeinerung der Zeitmessung – die etwa vom Observatorium Lustbühl bei Graz mittels einer Caesiumfrequenznormal-Atomuhr so weit vorangetrieben ist, daß erst in je 300.000 Jahren ein Fehler von einer Sekunde auftreten würde – ermöglicht mit Hilfe von Laserstrahlimpulsen zu Satelliten (Lageos-Satellit: 8000 km entfernt, OTS 2: 30.000 km) die Berechnung des Weges des Strahles aus der Dauer bis zu seiner Rückkunft auf 3 bis 4 cm genau und damit eine ebenso genaue Vermessung von Fixpunkten auf der Erde, die als Kontrollpunkte tektonischer Bewegungen verwendet werden. Diese Reihe subtiler Beispiele soll zeigen, daß durch die neue Dimension der Präzision immer weitere neue Methoden verfügbar werden.

b) Der Vergleich geologischer Strukturen mit exakt studierten rezenten vergleichbaren Phänomenen, deren Genese man mitverfolgt hat, stellt die Deutung der Entstehung geologischer Gegebenheiten auf eine neue Basis. Es begann mit Vergleichen in der Rifforschung zwischen dem bestens studierten lebenden Riff der Bahamas und fossilen Riffen – etwa in den Nördlichen Kalkalpen –, die

exakt gleiche Strukturen aufweisen. Nach den Karbonatsedimenten hat man auch bei den Klastika denselben Rezentvergleich angewendet: subaquatische Fächer, Turbidite etc. sind in ihrer Entstehung in Meeresräumen, auch in großen Seen, erforscht und für die Deutung fossiler Strukturen mit Erfolg ausgewertet worden. In neuerer Zeit sind Erdwissenschaftler aus der Teildisziplin der (Mikro-)Paläontologie dazu übergegangen, die Lebensbedingungen der nächsten Verwandten ihrer Untersuchungsobjekte im rezenten Milieu selbst zu studieren, um gültige Rückschlüsse ziehen zu können. Einen anderen Anwendungsbereich stellt die Ozeanbodenforschung dar, wo man mit Tauchbooten, mit submarinen Bodenschlitten und anderen Geräten in jeder Tiefe des Meeres Beobachtungen über die gegenwärtigen Vorgänge sammelt, filmt, analysiert, mit dem Ergebnis, daß die submarinen Vulkanitstrukturen einschließlich der Pillowlaven genetisch geklärt sind, daß das Öffnen der Riffsysteme der Plattenränder als Bestätigung der Theorie der Plattentektonik überprüft worden ist und mit dem spektakulären Erfolg der direkten Beobachtung von Erzlagerstättenbildung am Ozeanboden im Bereich der „Schwarzen Raucher“ (W. TUFAR et al., 1984), zugleich eine Bestätigung der syngenetischen Erzbildung, die ja im großen Streit um Bleiberg und analoge ostalpinen Lagerstätten noch vor kurzer Zeit von den Epigenetikern so heftig abgelehnt worden ist. Auch die Methodik der Vermessung ist so weit fortgeschritten, daß man heute die tektonische Mobilität der Kruste direkt erfassen kann, die bei vertikalen Bewegungen in verschiedenen Regionen Österreichs ein Ausmaß von 1 bis 3 mm/Jahr betragen kann.

c) Auch das Experiment wird nun in bestimmten Teilbereichen der Erdwissenschaft in ernstzunehmender Art eingesetzt. Die schönsten Erfolge sind zunächst bei mineralogisch-petrographischen Fragen (etwa durch die „Bomben“-Versuche von H. G. WINKLER in Göttingen) erzielt worden, bei denen Drucke durch Gewichtspresen bis zu 100 kbar und mehr erreicht worden sind, wobei bereits Bedingungen des äußersten Erdmantels zur Beobachtung des Auskristallisierens bestimmter Schmelzen imitiert werden konnten (H. G. WINKLER, 1973). In neuerer Zeit aber konnten BELL et al. (1975) in Washington mit Hilfe einer Diamantzange mit extrem langem Hebelarm und einem Laserstrahl zum Aufheizen in der sogenannten Diamantfenster-Hochdruckzelle sogar Drucke zur Beobachtung von Schmelzen von 500 kbar bei Temperaturen von 2000° bis 2500° erzielen und damit bereits Bedingungen, wie sie tief im Mantel herrschen, künstlich schaffen. Auch in der Tektonik nehmen die altbekannten Verformungsexperimente durch Verwendung geeigneter, oft mehrschichtiger Medien sehr konkrete Gestalt an, unterstützt durch mathematische Simulation der Strukturen mittels Computer, lassen hierdurch tatsächlich auch spezifische Großstrukturen der Erdrinde im Experiment imitieren und dabei die Vorgänge studieren. Ja sogar die Lagerstättenbildung nach dem Muster jener der mittelozeanischen Rücken ist jüngst durch Hydrothermalversuche im Experiment erprobt worden, durch Laugung von heißem Basalt durch Meerwasser bei anschließender Sulfidbildung.

d) Der Einsatz der modernen Großtechnologie hat naturgemäß ebenfalls eine neue Dimension der Forschung eröffnet. Es wurde schon mehrfach darauf hingewiesen, welche phantastischen Ergebnisse die Vibroseis-Vermessungen unserer Erdölfirmen in den letzten Jahren über Tiefenstrukturen der Kruste erzielt haben. Der Einsatz der geophysikalischen Vermessung vom Flugzeug aus hat die Erstellung einer äroma-

gnetischen Spezialkarte Österreichs ermöglicht. Durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Tektonikern und Geophysikern können dann „Anomalien“ gedeutet werden oder kann umgekehrt die Geophysik die Antwort auf tektonische Fragen liefern. Beispiel 1: Die Frage, ob Zentralgneis-„Kerne“ der Tauern im Abschnitt Obersulzbachtal und Felbertauerngebiet nicht doch Decken sind, konnte durch den gravimetrischen Nachweis von überschweren, demnach basischen Gesteinen einer tieferen Schieferhülle im Untergrund positiv beantwortet werden – U. ROSENBACH und Mitarbeiter: H.-J. GÖTZE et al., 1976 (vgl. Bd. I, S. 36). Beispiel 2: Die in der Tiefe unter dem Wechsel vermutete Fortsetzung des Rechnitzer Pennins konnte durch die Anomalien der magnetischen Messungen von G. WALLACH (1977) zufolge der Einlagerung mächtiger ultrabasischer Körper (Serpentinite) in der penninischen Schieferhülle bestätigt werden (vgl. Bd. I, S. 88). Gerade auf diesem geologischen Sektor hat die rasche Verfeinerung der Präzisionsmeßgeräte bei Gravimetern, Strain-Seismographen, bei der Geodimeter-Methode usf. den Einsatz zur Beantwortung von Fragen rezenter Tektonik erst möglich gemacht und ähnlich bei Umweltgeologie-Problemen geholfen.

e) Besonders ergebnisträchtig ist die eben jetzt einsetzende Phase der „globalen“ Betrachtung auffälliger Ereignisse und ihrer Auswirkungen im wahrsten Sinne des Wortes: Der weltweite, möglichst persönliche Vergleich bestimmter Fossilgruppen, Schichtglieder, Sedimentsondertypen, tektonischer Strukturen und charakteristischer „Events“ ist erst durch die günstigen Reisemöglichkeiten in einer „klein gewordenen Welt“ ermöglicht worden und hat sehr rasch in vielen Bereichen ganz neue Aspekte gezeitigt. Es soll auf die stupenden Ergebnisse der Plattentektonik, des Anknüpfens heute weit voneinander entfernter Länder mit bestimmten Strukturen und Eigenheiten erinnert werden; oder an die von E. SUESS zuerst erkannte Bedeutung der eustatischen Meeresspiegelschwankungen (A. HALLAM, 1984), die heute ungeahnte Erfolge in Sicht rücken; an die erstaunliche Tatsache, daß typische Schichtglieder und Schichtabfolgen weltweit wiedererkannt werden: so etwa bestimmte Triasteilsequenzen von Österreich bzw. Europa bis Südchina, Hallstätter Kalke noch über die gesamte Tethys hinaus; daß germanische Juraeigenheiten in Südamerika wiederzufinden sind usf.; und dann das unerwartet große Ausmaß von weltweitem oder großregionalem Auftreten gleicher Fossilarten, die vielfach mit Lokalnamen belegt worden waren, was nun neue Aspekte für die Frage der Faunenprovinzen eröffnet. Und zuletzt bahnt sich in der Event-Stratigraphie eine besondere Überraschung an, die tatsächlich weltweite Auswirkung der Groß-Impakt-Katastrophen, zunächst einmal in Iridium-Konzentrationen etwa an der Kreide/Tertiär-Grenze von der Salzburg-Reichenhaller Gosau und jener des Gosaubeckens bis hinüber nach Amerika erfaßt, hinter der aber tatsächlich phantastische Erkenntnisse in Fragen der Bio-Evolution und der Erdgeschichte stehen, die eine zögernde Geologenschaft von heute noch nicht so recht zu denken wagt. Die neue Linie der Event-Forschung wird in unserem Jahrhundert nach der Deckenlehre und der Plattentektonik die neue Geologie der Jahrtausendwende bestimmen und den Erdwissenschaftlern mit ungeahnten Überraschungen aufwarten. Das bisher so rätselhafte Aussterben großer Tiergruppen an und nahe der Formationsgrenzen kann nun als multikausal erkannt und in einer Reihe spezifischer Fälle teils auf Impakte von Asteroiden, teils auf Reversionen, teils auf kräftige Temperaturänderungen und teils auf markante weltweite Regressionen zurückgeführt werden.

f) Und schließlich brachte das Satellitenzeitalter – die Landung auf dem Mond liegt nun gerade fünfzehn Jahre zurück – eine noch bedeutendere, eine noch zünftiger Erweiterung des Gesichtsfeldes des Geologen in die kosmische Dimension – mit der gerade die Wiener Schule gedacht und gelebt hat, seit E. SUESS' Einleitung zum „Antlitz der Erde“ und L. KOBERS „Kosmisch-geologischer Schau“ Die wunderbaren Bilder der Planeten und ihrer Monde mit großer Präzision der Oberflächenstrukturen, die Meßwerte, die von diesen Weltkörpern in großer Zahl vorliegen, dazu die Ergebnisse der Atomphysik, die die Erklärung der Evolution der Materie in den Sonnen und ihren Trabanten verständlich gemacht haben – all das bringt mannigfaltige gegenseitige Anregung: Neue Grundlagen zum Verständnis der Entwicklung des Aufbaues des Planeten Erde und seiner physikalischen Eigenschaften in allen Bereichen bis zum Wärmefluß, bis zur Nutzung dieses Wärmeflusses durch Geothermie-Techniken. Auf der anderen Seite werden Petrographen, Tektoniker und Geomorphologen für die richtige Deutung der faszinierenden Strukturen der Weltkörper des Sonnensystems unabkömmlich sein.

Aber auch die Sicht der Erde selbst von den Satelliten her – aus 915 km Höhe vom LANDSAT oder aus etwa 250 km vom Spaceshuttle – hat viele neue Zusammenhänge sehen gelehrt. Sie hat z. B. für die Bruchtektonik – gerade auch in Österreich – einen sprunghaften Fortschritt in der Kenntnis des Inventars, der großräumigen Zusammenhänge, aber auch in der Deutung der Strukturen erbracht. Zuvor unbekannte Züge im tektonischen Landschaftsbild werden durch die Betrachtung des Antlitzes der Erde aus entsprechender Entfernung sichtbar, wie symbolhaft das Beispiel der Erfassung des Südrandes der alpidisch „unverdauten“ Böhmisches Masse unter den Nordalpen im Raum der Grauwackenzone belegen kann: Von Norden her werden bis dorthin die voralpidischen, variszischen, anders orientierten Bruchstrukturen durch das überschobene alpidische Deckengebäude jung durchgepaust und sind im Satellitenbild sichtbar. Der zentralalpine Raum hingegen, in dem die einstige Fortsetzung der variszischen Masse alpidisch total umgestaltet ist, wird durch ein andersartiges, neu angelegtes Bruchsystem klar abgegrenzt (S. 142 ff., Abb. 142).

g) Als letzte Dimension der gegenwärtigen Ära schließlich muß noch die heutige enge Praxisbezogenheit ganzer Zweige der Geologie Erwähnung finden. Auch hier ist aus dem Anwachsen der Bedeutung der Geologie fast eine neue Qualität entstanden: Die Geologen sind heute in der Gesellschaft keine kleine, unbekannte Gruppe von Außenseitern, von weltfernen Spezialisten mehr, sie sind vielmehr vielfach tief verwurzelt im praktischen Leben. Die Anlage technischer Großbauten muß geologisch fundiert sein. Die Energie- und Rohstoffversorgung hängt von ihnen ab, wobei die Bedeutung am klarsten durch die Macht der daraus resultierenden Erdölkonzerne und der Atom-Lobby symbolisiert ist. Immer mehr wird der Geologe mit Fragen der Rohstoff-Versorgung einschließlich der immer prekärer werdenden Wasserversorgung samt Abwasserbeseitigung befaßt, daneben aber mit dem rapiden Anwachsen der Zerstörung unseres Planeten durch die rücksichtslose Raubbaugesellschaft unserer Generation und mit den Fragen der geordneten Abfallbeseitigung einschließlich dem ungelösten Problem der Endlagerung hochradioaktiver Abfallprodukte der Menschheit über den Kopf gewachsenen friedlichen und kriegerischen Atomtechnologie. Was E. SUESS in seiner Abschiedsvorlesung nach 88 Semestern Lehrtätigkeit am 13. Juni 1901 im Geo-

logischen Hörsaal der Wiener Universität als Vermächtnis mit besorgten und mit beschwörenden Worten im Schlußsatz an die kommende Geologenschaft adressiert hat, gilt heute mehr den je: „Hier erwächst der heranwachsenden Generation von Forschern eine hohe Pflicht. Diese Pflicht besteht darin, daß sie an die Ethik ihrer eigenen persönlichen Lebensführung einen immer strengeren Maßstab anzulegen hat, damit bei der steigenden Einwirkung der Naturforschung auf alles gesellschaftliche und staatliche Leben auch der Naturforscher selbst sich mehr und mehr würdig fühle, teilzunehmen an der Führung der geistigen Menschheit“ Durch das Maß an Verantwortungsbewußtsein gerade der Naturforscher und Erdwissenschaftler, die heute in entscheidendem Ausmaß die Entwicklung bestimmen, wird über die Frage des Überlebens der Menschheit in Kürze mit entschieden werden.

13. Literatur

G. AGRICOLA, 1557; O. AMPFERER, 1906, 1940, 1941, 1944; M. ANKER, 1835; H. APFELBECK, 1959; P. ARBENZ, 1933; E. BAILEY, 1935; M. BERTRAND, 1884; J. BOHADSCH, 1782; A. BÖHM, 1899; A. BOUÉ, 1824, 1826, 1830 a bis c, 1831 a bis b, 1832, 1835; E. BRAUMÜLLER, 1983; L. v. BUCH, 1802; T. CERNAJSEK, 1980; E. CLAR, 1958; H. P. CORNELIUS, 1940; F. CZEDIK-EYSENBERG, 1959; W. DEL-NEGRO, 1972; C. DIENER, 1904, 1907, 1914; K. EHRENBERG, 1975; G. FETTWEIS, 1975; CH. EXNER, 1954, 1957; M. FISCHER et al., 1976; H. FLÜGEL, 1977 b, 1980 c, d, 1984; W. FREH, 1969; O. FRIEDRICH, 1959; WILH. FUCHS, G. HALTMEYER et al., 1843; G. GASSER, 1913; J. GATTNAR, 1925; S. GÜNTHER, 1907; Z. GYULAY et al., 1975; B. HACQUET, 1784, 1785, 1789, 1791; J. HADITSCH & H. MAUS, 1974; K. HAIDINGER, 1782; W. HAIDINGER, 1845, 1859, 1864, 1869; A. HALLAM, 1984; G. HAMANN, 1976; H. HASSINGER, 1949; F. v. HAUER, 1850, 1861, 1871, 1875; H. HÄUSLER & R. SCHWINGENSCHLÖGL, 1982; G. HEILFURTH & L. SCHMIDT, 1975; E. HENNIG, 1934; F. HERITSCH, 1923, 1929 c; F. HERNECK, 1964; H. HOLDER, 1960; G. HORNINGER, 1975; A. HUBER, 1897; M. v. ISSER, 1904; G. JAKOB, 1913; H. JENNY, 1924; E. JÜNGER, 1951; CH. KEFERSTEIN, 1821 a, b, 1828, 1829, 1840; A. KIESLINGER, 1958, 1965; M. KIRCHMAYER, 1961; F. KIRNBAUER, 1968, 1972; R. v. KLEBELSBERG, 1935, 1949, 1954; L. KOBER, 1909, 1922, 1923, 1925, 1932; C. KOCKEL, 1957; L. KÖLBL, 1949, 1968; E. KRAUS, 1944; O. KÜHN, 1952, 1954, 1957, 1958, 1981; H. KÜPPER, 1959; G. KYRLE, 1918; M. LABURDA, 1951; R. LEIN, 1982 b; A. LILL v. LILLENBACH, 1830; H. LOBITZER, 1981, 1982; L. LOCZY, 1915; W. MEDWENITSCH, 1972; R. MEISTER, 1947; A. MEIXNER, 1958; A. v. MORLOT, 1847; F. MORTON, 1959; L. MÜLLER-SALZBURG, 1980; G. MUTSCHLECHNER, 1936; P. PARTSCH, 1843 a, 1844; W. PETRASCHECK, 1949; A. PILGER, 1978; R. PITTIONI, 1947; I. PODBRANY, 1951; K. POLL, 1967; F. POSEPNY, 1880; H. PRESCHER, 1985; E. PREUSCHEN, 1967; F. PUCK, 1950; M. RICHTER, 1950 b; F. v. RICHTHOFEN, 1859; F. RÖGL & H. HANSEN, 1984; G. ROSENBERG, 1958; A. ROTHPLEITZ, 1905; A. RUTTNER et al., 1980; W. SARJEANT, 1980; O. SCHAUBERGER, 1960, 1968; H. SCHLITTER, 1921; M. SCHWARZBACH, 1980; R. SCHWINNER, 1920, 1940, 1942, 1947; A. SEDGWICK & R. MURCHISON, 1831; J. v. SENGER, 1806; A. SENGÖR, 1981, 1982; J. v. SPERGES, 1765; G. SPERL, 1977, 1985; R. v. SRBIK, 1929, 1931, 1935, 1937; G. STACHE, 1900; R. STAUB, 1924; W. STEINER, 1969; F. STEININGER & E. THENIUS, 1973;

G. STEINMANN, 1906, 1911; W. STIPPERGER, 1968; O. STOLZ, 1928; E. SUESS, 1875, 1902, 1903; ERH. SUESS, 1916; F. E. SUESS, 1941, 1949, 1981; P. TERMIER, 1903; E. THENIUS, 1980, 1982 b; E. TIETZE, 1900, 1905, 1917; A. TOLLMANN, 1958, 1959, 1962 d, 1963 a, e, 1970 c, 1976 b, 1981 c, 1983 a, b; E. TOZER, 1984; R. TOWNSON, 1797; W. TUFAR et al., 1984; V. UHLIG, 1906; M. VACEK, 1900; J. VALVASOR, 1689; K. VOHRYZKA, 1968; L. WAAGEN, 1935; O. WAGENBRETH, 1967, 1980, 1982; L. WEBER & A. WEISS, 1983; A. WEISS, 1982 a, b; R. v. WETTSTEIN et al., 1914; H. G. C. WINKLER, 1973; M. v. WOLFSTRIGL-WOLFSKRON, 1903; H. WUNDERLICH, 1964; J. v. ZAMBONI, 1823; H. ZAPPE, 1964 c, 1971, 1981; K. v. ZITTEL, 1899; K. ZSCHOCKE & E. PREUSCHEN, 1932.

C DIE VORALPIDISCHE ENTWICKLUNGS GESCHICHTE

Zwei grundverschiedene geologische Großräume sind am Aufbau Österreichs beteiligt: Zur Hauptsache der mehrphasig gestaltete Ostalpenbogen, in den voralpidische Elemente in sehr unterschiedlichem Ausmaß einbezogen sind, andererseits aber der Südtteil der Böhmisches Masse als alpidisch nicht mehr umgestalteter Südrand der Eurasiatischen Platte, in dem die variszischen und älteren Strukturen unversehrt erhalten sind.

1. Der Anteil an der Böhmisches Masse

Ein Überblick über die derzeit vertretenen Vorstellungen vom Alter und Aufbau des österreichischen Anteils an der Böhmisches Masse ist bereits in Bd. II, S. 644 ff., gegeben worden (vgl. A. TOLLMANN, 1982 a, S. 36, Tab. 1; 1985, S. 124 ff.).

Die kazonale Prägung der Gesteine der Gföhler Decke erfolgte bereits in der Sardischen Phase des Tiefordoviciums. Sie steht offenbar als späte Bildung des Assyntischen Zyklus im Zusammenhang mit dem fast europaweit zu spüren den Ereignis um rund 500 Millionen Jahre (Wende Kambrium/Ordovic), das noch vor der kaledonischen Gebirgsbildung abließ, räumlich, zeitlich und strukturell unabhängig von dieser Nordwesteuropa betreffenden kaledonischen Orogenese – Abb. 11. Die Prägung der Granulite etwa in diesem mittel- und westeuropäischen Raum ist altersmäßig gut vergleichbar: Aus dem Waldviertel, Niederösterreich, liegen Daten von 482, 469 und 445 Millionen Jahre vor, vom Sächsischen Granulitgebirge 452 Millionen Jahre, von den Vogesen 526 Millionen Jahre, vom Französischen Zentralmassiv 415 Millionen Jahre, aus der galizischen Region Spaniens 487 Millionen Jahre (H. BEHR, 1978).

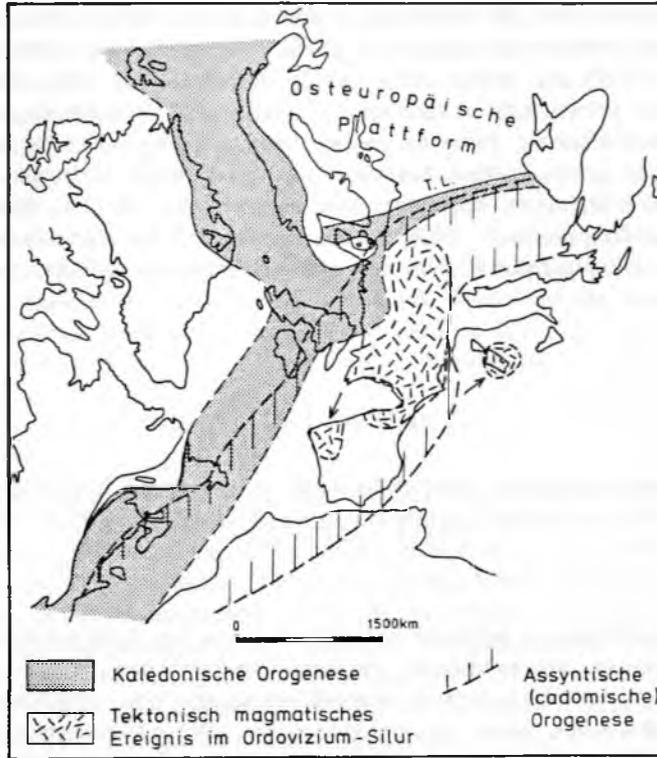


Abb. 11: Die räumliche und zeitliche Unabhängigkeit der assyntischen bis sardischen Orogenese im mittel- und südeuropäischen Raum von der kaledonischen Orogenese in NW-Europa und Nordamerika; nach H. HEINISCH & K. SCHMIDT (1982, Abb. 9).

Der großzügige südostvergente Deckenbau im Moldanubikum mit über 300 km Schubweite ist – wie dort ausgeführt – altvariszisch, während die diese Strukturen diskordant schneidende jüngere ostvergente moldanubische Überschiebung über das Moravikum dem jungvariszischen Zyklus angehört. Dieses Deckensystem ist Teilstück der „Zentraliden“ des Südstammes des europäischen Variszikums, der über Schwarzwald, Vogesen, Französisches Zentralmassiv und das Armorikanische Gebirge bis zu den galizischen Deckschollen in Nordspanien verfolgt werden kann, die Schubweiten mit 100 bis 150 km gegen das südliche Vorland hin aufweisen — Abb. 12.

Der vom Verfasser 1982 a, Taf. 2, erstellte regionale Überblick über das Variszikum Europas hat ebenso wie der 1983 von H. MARTIN & F. EDER herausgegebene Band über das deutsche Variszikum und die Schrift von W. FRANKE, 1984, gezeigt, daß dieses Variszische Gebirge ganz im Sinne der alten, so lange geleugneten Vorstellungen der alpinen Geologen — allen voran F. KOSSMAT (1927, 1931) — in seinem Bau klare alpinotype Züge trägt.

Auch die am Aufbau der inneren Zone des Nordstammes in Mitteleuropa beteiligten Decken weisen beträchtliche Schubweiten in der Größenordnung von 70 bis

100 km und mehr auf, so etwa die ultrasachsothuringische Schollenreihe des „Sächsischen Zwischengebirges“, der Deckenstapel der Münchberger Gneismasse, die Schubdecken des Harzes, die Gießendecke im Rheinischen Schiefergebirge, die Dinantdecke etc. All die nun aufgedeckten Phänomene wie gigantische Einengungen, Verschlukungen und Subduktionen, Hochschürfen tiefster hochmetamorpher Krustenteile im weitgespannten Deckenbau, eugeosynklinale altpaläozoische Beckensedimente reich an Vulkaniten als geosynklinale Vorbereitung der Orogenese, das Wandern der Bewegung und Metamorphose im Prozeß der Gebirgsbildung symmetrisch in beiden Stämmen gegen die Randzonen bzw. Vorländer — all das kann man heute auch im Variszischen Gebirge Europas (einschließlich des österreichischen Anteiles) nur durch den Mechanismus der Plattentektonik erklären.

Aus der paläomagnetisch bestimmten Lage der die variszische Geosynklinale rahmenden Großkontinente im Norden und Süden ergibt sich die Notwendigkeit einer Einschaltung breiter ozeanischer Krustenstreifen im variszischen Geosynklijalstadium. Im Zuge der variszischen Orogenese aber, die bezüglich Einengung und Deckenschubweiten das alpine Maß noch übertrifft, sind allerdings von diesen Ozeanböden nur mehr geringe Reste in Form von Schürflingen von Ultramafiten im Nordstamm (Beispiel: Basis der Siegener Decke) und Südstamm (Beispiel: Serpentinite an alten Bewegungsflächen im Mittelostalpin) erhalten geblieben.

2. Der alpine Raum

Ungleich schwieriger als im Böhmischem Vorland ist die voralpidische Gestaltung des alpinen Raumes mit seiner intensiven jungen, alpinen orogenetischen Umgruppierung zu entziffern. Obgleich wir heute durch die Abwicklung des alpidischen Deckenbaues den endvariszischen Zustand dieses Raumes gut rekonstruieren können (Abb. 18), gibt es bei der Erfassung des variszischen und älteren Geschehens noch reichlich Schwierigkeiten. In den nur fragmentarisch erhaltenen älteren Resten lassen sich vorerst nur grobe Umrisse der voralpidischen Strukturen und Prozesse herauslesen. Besonders in den tieferen Einheiten des alpinen Orogens hat die kräftige alpidische Metamorphose und Gefügeprägung die älteren Züge stark verwischt. So gelingt etwa im tiefen Stockwerk des Tauernpennins trotz Radiometrie noch keineswegs eine Auflösung der alt- und voralpidischen Orogenesen und Metamorphosen. Aber auch in höheren Einheiten einschließlich des Mittelostalpins müssen die alten Angaben über voralpidische Strukturen und Prozesse überprüft werden: Eine Reihe von radiometrisch fundierten Untersuchungen (S. SCHARBERT et al., 1980; M. THÖNI, 1980, 1981, 1982, 1983; W. MORAUF, 1980, 1981, 1982; W. FRANK et al., 1981, 1983; G. JUNG, 1982; W. FRANK, 1983; G. HOINKES & M. THÖNI, 1983; CH. MILLER & W. FRANK, 1983 etc.) hat das Aufsteigen einer kräftigen alpidischen Kristallisation mit Neusprossung von Stauolith etc. auch noch im Mittelostalpin westlich und östlich des Tauernfensters erwiesen. Wir werden daher in den altkristallinen Bauteilen, besonders östlich der Tauern, die alten Angaben über nordvergente variszische Kleintektonik ebenso überprüfen müssen wie die noch immer nicht geklärte Vergenz der variszischen Dek-

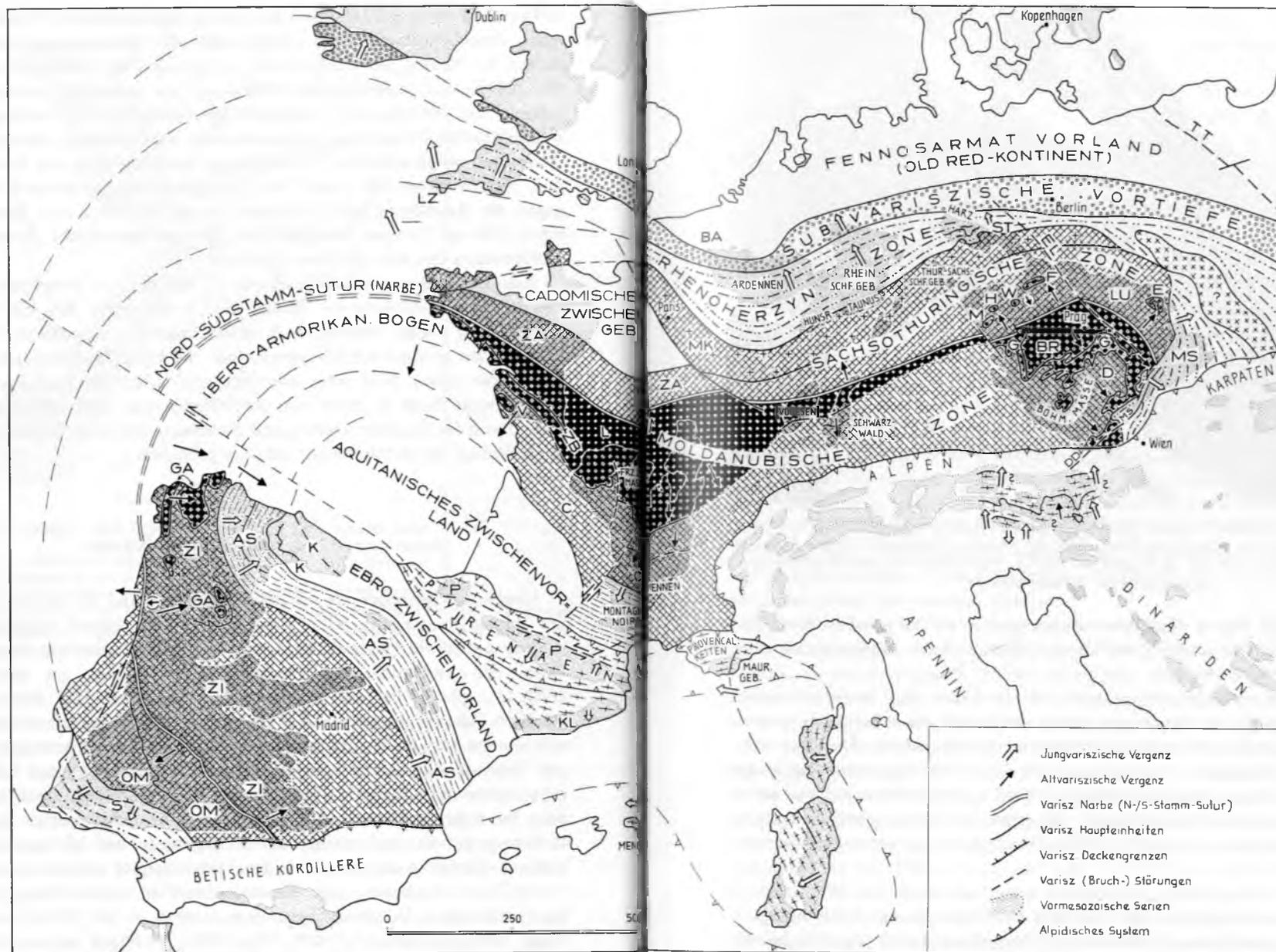


Abb. 12: Der variszische Gebirgsbogen in Europa; nach A. TOLLMANN (1982 a, Taf. 2). Die Innenzone des Südstammes mit ihren weiträumig überschobenen Decken ist dunkel hervorgehoben. Abkürzungen: AS – Westasturische Zone, BA – Brabanter Massiv, BR – Barrandium-Decke, D – Drosendorfer Decke, DD – Diendorfer Störung, E – Eulengebirgs-Deckscholle, EL – Elbelineament, F – Frankenberger Deckscholle, G – Gföhler Decke, GA – Galizischer Komplex (Ordenes-Decke), H – Hirschberger Deckscholle, K – Kantabrische Zone, KL – Katalanisches Variszikum, L – Ligerische Zone, LU – Lugische Zone, LZ – Lizard-Zone, M – Münchberger Deckscholle, MK – Mitteldeutsche Kristallinzone, MS – Moravosilesische Zone, NP – Nordpyrenäische Störung (Biskaya-Fraktur), OM – Ossa-Morena-Zone, P – Pyrenäen-Variszikum, S – Südportugiesische Zone, ST – Stieger Decke (Ostharz-Decke), TT – Tornquist-Teisseyre-Lineament, W – Wildenfelser Deckscholle, ZA – Zentralarmorikanische Zone, ZI – Zentraliberische Zone.

Jungvariszische Vergenz
 Altvariszische Vergenz
 Varisz Narbe (N-/S-Stamm-Sutur)
 Varisz Haupteinheiten
 Varisz Deckengrenzen
 Varisz (Bruch-) Störungen
 Vormesozoische Serien
 Alpidisches System



Abb. 13: Devonkalk des Sockels der Kellerwand in den Zentralkarnischen Alpen mit nordvergenger Großfalte (Photo E. CLAR). Das Alter dieser Falte ist unsicher. Neuebeobachtungen haben gezeigt, daß in den Karnischen Alpen in variszischer und in alpidischer Ära sowohl nordvergente wie südvergente Faltung auftritt.

ken in den Karnischen Alpen, über deren Richtungssinn auf italienischer Seite (Südvergenz) das Gegenteil von dem auf der österreichischen Seite (Nordvergenz) ausgesagt wird (Bd. II, S. 275) – Abb. 13.

Es ist demnach noch immer nicht gesichert, ob der Raum der Ostalpen in variszischer Zeit, wie nahe liegt, zur Gänze den breiten Außenteil des südvergenten variszischen Südstammes darstellt, oder aber einen weiteren Ast einschließt, da in den bisherigen Angaben meist variszische Nordvergenz aufscheint. Die Argumente für letztgenannte Auffassung sind vom Verfasser (1982 a, S. 67 ff.) in theoretischer Weise zusammengestellt worden, obgleich der Auffassung der generellen südvergenten variszischen Prägung des Ostalpenraumes eine höhere Wahrscheinlichkeit zukommt (A. TOLLMANN, 1986 b).

Die Kernstücke in den Ostalpen, in denen man variszische und ältere Bauteile noch einigermaßen gut überblickbar antrifft, sind im Pennikum der schwächer metamorphe Teil der paläozoischen Schieferhülle (Habachserie etc.) im Norden des Tauernfensters, der alpidisch wenig beeinflusste mittlere und nördliche Teil der Ötztal-Silvretta-Masse im Mittelostalpin (Bd. I, S. 376; Tab. 14; S. 411, Tab. 16), das oberostalpine Paläozoikum der Grauwackenzone mit einer variszisch und alpidisch ungefähr gleich starken Metamorphose in Grünschieferfazies, weniger die alpidisch intensiv geschuppte Gurktaler Decke, wohl aber die Karnischen Alpen auf Grund der sehr gut erhaltenen, nicht metamorphen, fossilreichen Serien.

Zusammenfassungen über die bisher bekannten Daten zur voralpidischen Entwicklungsgeschichte des Raumes der Ostalpen liegen in folgenden Arbeiten vor: H. BÖGEL et al. (1979), E. CLAR (1971, 1976), H. FLÜGEL (1964, 1970, 1975 b, 1976, 1977 a, 1978 a, b, 1980 a, b, 1981). W. FRISCH et al. (1984), F. NEUBAUER et al. (1984), E. NIGGLI (1977), A. RAU & M. TONGIORGI (1981), S. SCHARBERT & H. SCHÖNLAUB (1980), R. SCHÖNENBERG (1970, 1973, 1977), H. SCHÖNLAUB (1979), A. TOLLMANN (1982 b), G. B. VAI (1974) etc. Auskunft über die globale Situation dieses Raumes im Laufe der voralpidischen Entwicklungsgeschichte geben im Sinne der Kontinentalverschiebungstheorie zuletzt die Arbeiten von H. OWEN (1983), CH. SCOTESE et al. (1979), A. G. SMITH (1981), A. G. SMITH et al. (1981) und A. M. ZIEGLER et al. (1979).

Als Ergebnis dieser Überlegungen in Kombination mit Daten aus dem europäischen variszischen Südstamm läßt sich die auf Tab. 1 ausgedrückte Gliederung vornehmen. Sie zeigt in der voralpidischen Ära zwei große Zyklen geosynklynal/orogener Gestaltung: 1. Einen älteren, vorkaledonischen, sardischen Zyklus mit Höhepunkt im Oberkambrium/Untersilur. 2. Einen variszischen Zyklus mit bedeutenden Teilakten in alt- und jungvariszischer Ära.

Die kaledonische Orogenese im klassischen und klar definierten Sinne von H. STILLE (1924, S. 63 ff.) ist tatsächlich, wie schon lange vermutet, in den Ostalpen nicht ausgeprägt. Unsere in den Zentralalpen greifbare sardische Orogenese ist räumlich und zeitlich vom kaledonischen Orogen als selbständiger Akt getrennt (Abb. 11). Das Kaledonische Gebirge in NW-Europa wurde ja durch erste Deckenüberschiebung in der altkaledonischen Phase (takonische Phase an der Wende Ordovic/Silur, um 440 Millionen Jahre) eingeleitet und während der Hauptfaltungs- und Überschiebungs-Ära der jungkaledonischen Phasen (ardennisch-erische Phasen zu Ende des Silur, um 410 Millionen Jahre) entscheidend gestaltet.

Das europaweit erfaßbare Metamorphose-Ereignis in der Zeit um 500 Millionen Jahre fällt hingegen in die Sardische Phase STILLES (1939) an der Wende vom Kambrium zum Ordovizium (entspricht zugleich etwa der Sandomirischen Phase). Die Prozesse in dieser Zeit sind nach ihrer Wirksamkeit außerhalb des Raumes der kaledonischen Orogenese als eigenes metamorphes-tektonisches Geschehen aufzufassen und nicht einfach dem letztgenannten, von STILLE ja auch für einen späteren Zeitabschnitt definierten kaledonischen Zyklus zuzuordnen, der – wie erwähnt – mit der Takonischen, altkaledonischen Phase um 440 Millionen Jahre einsetzt. Die Sardische Phase hingegen bedeutet nach ihrer regionalen Verbreitung eher den Abschluß des vorangehenden orogenetisch-metamorphosemäßigen Zyklus in der Zeit des ausgehenden Präkambriums mit Schwerpunkt vor etwa 620 Millionen Jahren (700 bis 600 Millionen Jahre), der ja eine Reihe lokaler Bezeichnungen erhalten hat, wie z. B. cadomische Orogenese M. BERTRAND 1921 (650 Millionen Jahre), assyntische H. STILLE 1944 (620 Millionen Jahre), armorikanische (650 bis 530 Millionen Jahre), baikalische, panafrikanische, katangische und Brasil-Orogenese etc.

Folgende Etappen der voralpidischen Entwicklung der Ostalpen lassen sich heute erfassen.

1 Präkambrische Daten. Die ältesten Hinweise auf thermische Ereignisse im Bereich der Ostalpen geben Altersdaten nach der U-Pb-Methode aus Zirkonen, die sich umgelagert in Paragneisen finden und Alterswerte von 2300 bis 2000 Millionen

Tab. 1: Der Einbau der voralpidischen orogenen Zyklen der Ostalpen in jene des europäischen Südstammes. Altersangaben in Mio. Jahren.

	VARISZISCHE INNENZONE (FRÜHSTADIUM) Moldanubikum bis Mittelostalpin	VARISZISCHE AUSSENZONE (SPÄTSTADIUM) Oberostalpin, Südalpin
PEN- TEVR.	2000–1000 Bretagne-Zyklus 2300–1500 Umlagerte Zirkone im Silvrettagneis	
CADOMISCH-ASSYNTISCHER ZYKLUS Sardische Phase	1. GEOSYNKLINALE J.PRÄKAMB. Kantabr. Grauwacke, Iber. Alcudien, Ollo Sapo-Porphyruid 700–540 WEND.-KAMB. Sedim. d. Silvretta, Ötztaler Alpen, Steinkogelschf. – Mittelostalpin	Vor O.ORDOV. Edukt d. oberostalpinen Kristallins KAMB.-U.ORDOV. Fleonsschichten in Karnia?
	2. OROGENESE U. METAMORPHOSE 600–550 WEND.-U.KAMB. Orthogneis Galizien (Span.) vor 550 vor M.KAMB. Armorikanische Faltung 540–530 M.KAMBRIUM Armorikan. Granulit 490 U.ORDOV Galizien (Span.) Granulit 475–470 Tief-ORDOV. Moldanub. Granulit nach 500 U.ORDOV. Silvretta Orogenese u. Eklogit-Metamorphose	≈ 500 Wende KAMBRIUM/ORDOV. Sardische Orogenese und Metamorphose im oberostalpinen Kristallin
	3. SYN- BIS POSTOROGENE GRANITOIDE 500–420 ORDOV.-SILUR Saure Intrusiva u. Effusiva Ötztal, Schober, Gleinalm etc. 427 Tief-SILUR Fluella-Granit, Silvretta	445 O.ORDOV. Blasseneckporphyroid Grauwackenzone
	4. MOLASSE 490 U.ORDOV. Diskord. Quarzite, Kongl. Zentraliberia	440 O.ORDOV. Polsterquarzit Grauwackenzon, Himmelberger Quarzit Karnia
VARISZISCHER ZYKLUS	1. GEOSYKLINALE ORDOV.-DEVON Eugeosynkl. mit Spilit: Armorikanisches Gebirge, Bunte Serie Moldanub. – fossilführend, Bunte vulkanosed. Serie Mittelostalpin: Gleinalm: Speik-Rappolt-Almhaus-Serie Niedere Tauern: Wölz-Bretstein-Serie	ORDOVIC-U.KARBON Seichtwasser-; später Becken-, Schwellen-, Plattform-Fazies Karnia, Graz, Grauwackenzone

VARISZISCHER ZYKLUS	2. OROGENESE u. METAMORPHOSE 420–375 O.SILUR-M.DEVON Innerar- morik. Orogenese u. Metamorph. 385–350 U.-O.DEVON Inneramorik. An- tektite Altvarisz. Schlingentektonik im Mittelostalpin-W Um 350 VISÉ Metam. im Mittelostalpin	Tief-O.KARB. Hochwipfelflysch Karnia, Nötsch, Karawanken O.KARB. Deckenbau in Karnischen Al- pen, Tektonik in der Grauwackenzone
	3. SPÄTOROGENE SAURE MAGMA- TITE 360–345 O.DEVON-TOURNAI Innerar- morikanische Granite 375–280 O.DEVON-U.PERM Moldanub. Granite 340 Ob. U.Karb. Grobgranit Semme- ring 296–236 O.KARBON-M.PERM Tauern- zentralgranit 290–260 O.KARBON-U.PERM Alte Peri- adriat. Granitoide 260–243 O.PERM Pegmatite Ostalpin	315–280 WESTF.-STEPH. Außenarmori- kanische Granite 295–270 O.KARBON-PERM Zentraliberi- sche Granite ≈260 M.PERM Quarzporphyr Südalpen
	4. MOLASSE O.VISÉ Transgression Vogesen O.KARB.-U.PERM Varisz. Molasse am Böhmischem Kristallin unter der alpinen Molasse und bei Zöbing	WESTF.(A–D)-PERM Kongl. u. Sst. der U. Grauwackend., Gurktaler Decke-W STEPHAN-U.PERM Griffener Schichten in Gurktaler Decke-SE PERM Prebichlschi. O. Grauwackendecke STEPHAN Auernigschichten Karnia -PERM Rattendorfer, Grödener Schichten in Karnia M.STEPHAN Molasse Montagne Noire

Jahre sowie 1700 bis 1500 Millionen Jahre erhalten haben (B. GRAUERT et al., 1973, S. 119). Vergleichswerte aus den Schweizer Alpen erwähnen P. NUNES et al. (1974) und H. BÖGEL et al. (1984, S. 95).

2. Das Alter der sedimentär-vulkanogenen Bildungen des assyntisch-sardischen Zyklus. Eine Reihe von Daten über die Bildungsalter des Ausgangsmaterials von Para- und Orthogesteinen des Mittelostalpins weisen besonders auf den Zeitraum des Vendiums (670 bis 590 Millionen Jahre) und Kambriums (590 bis 505 Millionen Jahre). Dabei scheint das aus Grauwacken und Sandsteinen bestehende sedimentäre Ausgangsmaterial besonders im Zeitraum von 700 bis 540 Millionen Jahre abgesetzt worden sein, wie entsprechende Rb/Sr-Daten an den Steinkogelschiefern des Kellerjochgneisuzuges nördlich vom Tauernfenster (M. SATIR & G. MORTEANI, 1979, S. 25) belegen oder Werte der Paraserien der Silvretta mit 550 Millionen Jahre (B. GRAUERT, 1969). W. FRANK et al. (1983, S. 266) leiten aus dem Rb/Sr- und Sr⁸⁷/Sr⁸⁶-Verhältnis der Paragneise des Koralm-Kristallins ebenfalls ein jungproterozoisches bis kambrisches Sedimentalter ab, sogar bis 800 Millionen Jahre zurückgreifend – Abb. 14.

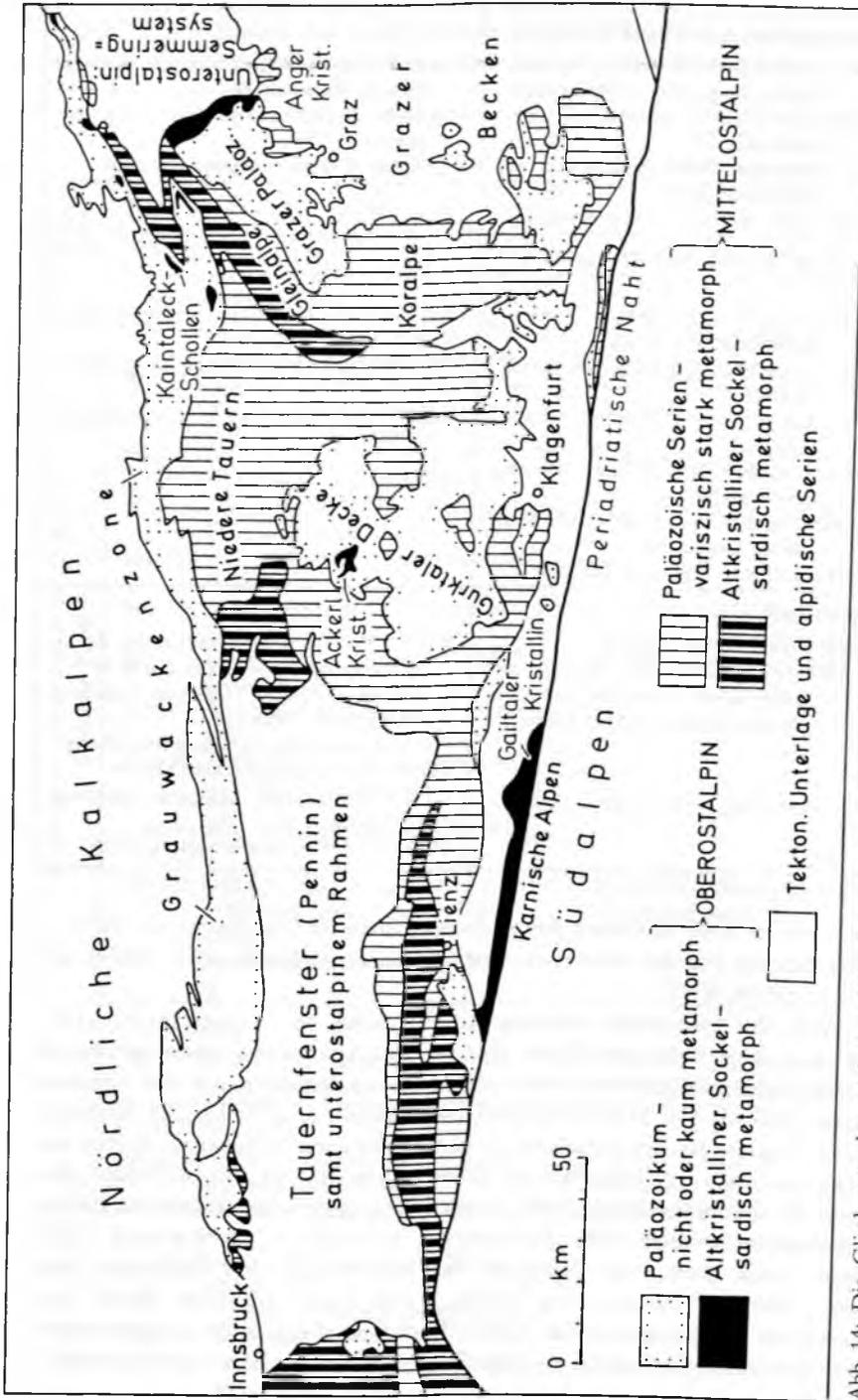


Abb. 14: Die Gliederung des östlichen Kristallins; vgl. W. FRISCH et al. (1984, Abb. 1). Der Großteil des mittelostalpinen Kristallins, besonders östlich vom Tauernfenster, stellt ein durch die variszische Orogenese metamorph gewordenes Altpaläozoikum dar. Proterozoisches bis kambrisches Material steckt in den Para- und Orthogneisen von Silvretta, Ötztaleralpen, den Steinkogelschiefern, auch in den Schladminger Tauern etc. Dieser ältere Anteil ist - ebenso wie das nur spärlich erhaltene oberostalpine Kristallin - bereits von der sardischen Orogenese und Metamorphose („kaledonisches Ereignis“ der früheren Autoren) erfaßt worden.

Hangend davon stellt sich im Mittelostalpin westlich, südlich und östlich des Tauernfensters ein eigenartiger saurer Orthogneis, eng von Amphibolit-Lagen durchsetzt, ein. W. FRANK et al. (1976, S. 195 und später) haben diesen Orthogneistypus von der Gleinalm mit 518 ± 45 Millionen Jahre, also Oberkambrium, datiert. Man sieht darin – ebenso wie in dem lithologisch ähnlichen Dobragneis des Moldanubikums im Waldviertel – eine primäre Abfolge von basaltischen und dazitischen Tufflagen. Der Augengneis darüber wird in der Gleinalm von H. HERITSCH & TH. TEICH (1976) bzw. TH. TEICH (1978) als metamorphe Quarzporphyroideplatte gedeutet, altersmäßig dem gut eingestuften, oberordovizischen Blasseneckporphyroid des Oberostalpins vergleichbar. Viele der Augengneiszüge des Mittelostalpins werden heute in dieser Weise gedeutet. Allerdings haben H. HEINISCH & K. SCHMIDT (1982) darauf aufmerksam gemacht, daß ja zwei altersmäßig nahe Horizonte weithin über Mittel- und Südwesteuropa verbreitet bekannt sind, in denen Ignimbrite auftreten: Neben dem oberordovizischen noch ein Komplex im Kambrium oder Jungproterozoikum, dem die oberkambrischen Vulkanite von Böhmen, der Ollo de Sapo in Nordspanien, Prophyroide Sardiniens etc. angehören.

3. Die Sardische Orogenese. Am deutlichsten ist die sardische Orogenese an ihren Auswirkungen wie Metamorphose und syn- bis spätorogener Plutonismus/Vulkanismus im Oberostalpin und im südalpinen Raum in den Karnischen Alpen zu erfassen, also in Regionen, in denen das kaum metamorphe, ab Oberordovic fossilführende Paläozoikum einem metamorphen Sockel transgressiv auflagert. Am Beispiel der Grauwackenzone haben A. DAURER & H. SCHÖNLAUB (1978, S. 80) einen relativ ungestörten Verband der Norischen Decke mittels ihres Basalkonglomerates, des Kalwanger Gneiskonglomerates, auf den unterlagernden Kristallinspänen vom Typus Kaintaleck festgestellt. Den Beweis für die primäre Auflagerung in diesem Raum hat jüngst F. NEUBAUER (1985, S. 50) erbracht. Damit aber ist nun endlich klargelegt, warum die vorige Generation kambrische Fossilien in den Ostalpen stets vergeblich gesucht hat, wie O. KÜHN immer betonte. Die älteren Serien einschließlich des Kambriums sind metamorph geworden in einer Phase, die ungefähr an der Wende Kambrium/Ordovic oder vielleicht auch noch innerhalb des tiefen Ordovic gewirkt hat. Einen zweiten, unabhängigen Hinweis auf dieses Ereignis geben uns die zahlreichen Metamorphose- und Magmatit-Alter von rund 500 Millionen Jahren, die auch über die Ostalpen hinaus in weiten Teilen Mittel- und Südwesteuropas anzutreffen sind. Schwierig hingegen ist es, auch die damit verbundenen Strukturen einer Orogenese in diesem polymetamorphen Komplex zu erfassen.

Die noch an die Ostalpen heranreichenden südalpinen Phyllite sind jüngst durch Acritarchen gerade noch als kambrisch (unterkambrisch bis event. frühordovicisch) datiert worden (F. SASSI, A. DEL MORO et al., 1984; F. SASSI, R. KALVACHEVA et al., 1984), sodaß sie zufolge des Fehlens einer Metamorphose im späteren Altpaläozoikum ihre Metamorphose ebenfalls dieser Sardischen Phase verdanken.

Es ist daher jüngst in Mitteleuropa bei manchen Autoren modern geworden, dieses fälschlich als „alkaledonisches Ereignis“ bezeichnete Geschehen bloß auf Ausdünnung und Dehnung der kontinentalen Kruste über einem System von „Spreading-Zonen“ zurückzuführen (K. SCHMIDT, 1976, S. 394; 1977, S. 130; H. FLÜGEL, 1977 a, S. 661; H. HEINISCH & K. SCHMIDT, 1982, S. 234 ff. u. a.). Nach der straff gere-

gelten Gneis- oder Granulitstruktur der metamorphen Produkte dieser Phase hat man aber sicherlich mit den gewohnten Prozessen einer Orogenese zu rechnen. Allerdings ist es nicht die in unserem europäischen Raum aus der variszischen und alpidischen Ära bekannte Kontinent-Kontinent-Kollision mit den hunderte Kilometer weit transportierten Decken im Gefolge. Vielmehr ist zu dieser Zeit auf Grund der weiten Entfernung der Europäischen und Afrikanischen Platte mit einer Subduktion von ozeanischer Kruste unter den europäischen Kontinent zu rechnen, sodaß wie im andinen Typus magmatische Prozesse im Vordergrund stehen, die tektonische Beanspruchung der kontinentalen Kruste hingegen zurücktritt.

Als Beispiele von Datierungen dieser Vorgänge im zentralalpinen Kristallin seien erwähnt: Altersbestimmungen der Metamorphose ergaben an Gneisen der Schweizer Alpen und der Cenerizone der Westalpen vielfach 500 Millionen Jahre (H. BÖGEL et al., 1979, S. 96), am Paragneis des Pustertales 497 ± 38 Millionen Jahre (BORSI et al., 1973, S. 560), an der Eklogit-faziellen Metamorphose des Silvretta-Kristallins Werte zwischen 500 und 418 Millionen Jahre (Bd. I, S. 411 f.) und entsprechende Strukturen. Aus dem benachbarten außeralpinen Bereich Österreichs seien vergleichsweise die Granulite des Moldanubikums in Erinnerung gerufen mit ihren Alterswerten um 475 bis 470 Millionen Jahre (vgl. F. KOSSMATS „Böhmische Phase“ von 1936). Zusammenstellungen der Altersdaten haben H. SCHÖNLAUB (1979, Abb. 15, Tab. 2), W. FRISCH et al. (1984, Abb. 2) u. a. vorgelegt.

Als spätorogene Migmatite und Granitoide dieses Zyklus seien aus den Ötztalern Alpen Migmatite mit 465 Millionen Jahre (F. SÖLLNER & K. SCHMIDT, 1981, S. 188) und Plutonite mit 485 bis 415 Millionen Jahre (Bd. I, S. 376) angeführt. Alterswerte dieses Magmatismus auch außerhalb der Alpen sind in weiten Teilen Europas vom Ordovicium zwischen 450 bis 430 Millionen Jahre erbracht worden (Zusammenstellung H. HEINISCH & K. SCHMIDT, 1982, S. 212). Andererseits fällt in diese späte Phase auch die Bildung der Ignimbritdecke des Blasseneckporphyr(oids) und seiner Äquivalente mit einem Alter von 445 Millionen Jahren.

4. Der variszische Sedimentationszyklus umfaßt in den Ostalpen den beträchtlichen Zeitraum vom Ordovic bis Unterkarbon, da ja die am NW-Rand Europas wirksame kaledonische Orogenese nicht mehr bis hier herüber reicht. Die Serienabfolge ist im kaum bis schwach metamorphen Paläozoikum des Oberostalpins und der Südalpen durch die gut erhaltene Fossilführung leicht erfaßbar und wurde im Band I eingehend dargelegt. Als zusammenfassende Kurzcharakteristik dieser Serie ergibt sich (H. FLÜGEL, 1977, Abb. 2) folgendes: Das Ordovic umfaßt eine feinklastische siltig-pelitische Flachwasserablagerung mit Einschaltung mächtiger basischer Effusiva und dem erwähnten oberordovizischen Porphyroid, im Silur nimmt die Einschaltung von Karbonaten in der klastischen Entwicklung zu, karbonatreiche Hochzonen wechseln mit Zonen feinklastischer Sedimente. Im Devon bilden sich breite Karbonatplattformen mit Riffkalken im mittleren Abschnitt. Ein klarer Umschlag ergibt sich im Oberdevon zu einer pelagischen Kalkfazies in einem Tiefwassertrog, die bis in das Unterkarbon anhält – vom Grazer Paläozoikum bis in die Karnischen Alpen. Ab Oberkarbon stellt sich in den Südalpen Flysch ein, mit ozeanischen Vulkaniten verbunden. Ab dem Westfal D schließlich setzt mit wechselnder, abschnittsweise jüngerer Transgressionsbasis die Molasse diskordant über dem variszischen Deckenbau auf. Die

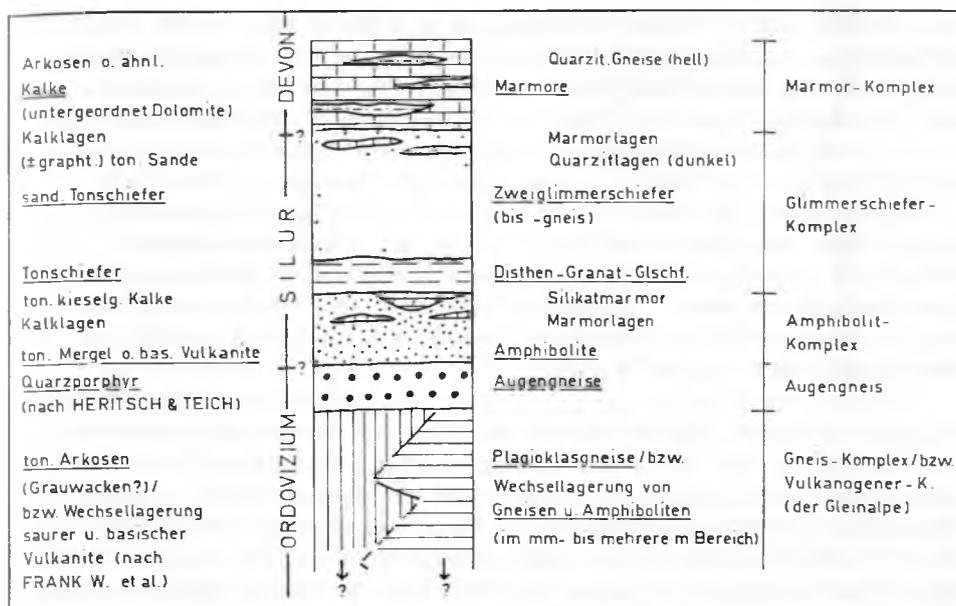


Abb. 15: Schematisches Säulenprofil durch das Stubalpenkristallin mit lithostratigraphischer Einordnung; nach L. P. BECKER (1977, Abb. 3).

regionalen Variationen in den Schichtfolgen sind vielfältig, auch spezifische Gesteinstypen, Vulkanite, Kieselschiefer etc. stellen sich in verschiedenen Niveaus ein (Zusammenstellung bei H. SCHÖNLAUB, 1979, Abb. 12 etc.).

Erst in jüngerer Zeit ist es gelungen, auch in den metamorphen Serien des Mittelostalpins und der Böhmisches Masse die entsprechenden paläozoischen Serien vom Ordovic bis Devon zu erfassen. In den Niederen Tauern hatte ja z. B. K. METZ seit langem den Wölzer Glimmerschieferserien und den Bretsteinmarmoren altpaläozoisches Materialalter zugeschrieben. Die Arbeitsgruppe „Sausalpe“ hatte bei ihrer Kartierung eine Seriengliederung herausgearbeitet, in der sich analoge paläozoische Serien, allerdings in metamorpher Gestalt, durch Schuppung mehrfach wiederholt, erkennen ließen (W. FRITSCH, 1962, Abb. 1; N. WEISSENBACH, 1975, Abb. 1 – s. Bd. I, S. 249 ff.). In der Folge wurde diese Gliederung auch in der Bunten Serie im Gebiet des Gleinalpen-Stubalpen-Zuges erkannt (L. P. BECKER, 1977, Abb. 3; 1981, Abb. 4; F. NEUBAUER in H. FLÜGEL et al., 1984, S. 61 ff. usf.) – Abb. 15.

Die vom Verfasser 1977 (Bd. I, S. 293) vorgenommene Parallisierung dieser metamorphen altpaläozoischen Serien mit jenen der Niederen Tauern wurde von L. BECKER (1981, S. 15 f.) des näheren bestätigt und im Detail belegt. Im Gleinalpenzug aber paßt übrigens das allgemeine Schema nicht perfekt, da dort der Augengneiszug, in dem man vorwiegend metamorphe oberordovicische saure Effusive vermutet, im Liegenden des ja sonst meist in das (tiefere bis) mittlere Ordovic gestellten Amphibolitkomplexes mit seinen metamorphen basischen Gesteinsmassen auftritt. Drei Lösungen stehen vorderhand hierfür zur Auswahl: 1. Der metamorphe Quarzporphyr hat doch im Sinne

von H. SCHÖNLAUB (1979) oder H. HEINISCH & K. SCHMIDT (1982, S. 232 f.) hier so wie in bestimmten anderen Regionen kambrisches Alter. 2. Der auflagernde Amphibolitkomplex hat im wesentlichen silurisches Alter. 3. Die Basis des Amphibolitkomplexes mit Ozeanbodensplittern – in Form von Serpentiniten bei Kraubath, aber auch bei Hohentauern und am Hochgrößen in den Niederen Tauern (A. EL AGEED et al., 1979; E. STUMPFL et al., 1981) – ist überschoben (W. FRISCH et al., 1984, S. 53).

Vergleichsweise sei daran erinnert, daß die in lithologischer Hinsicht in vielem vergleichbare „Bunte Serie“ des Moldanubikums mit ihren Glimmerschiefern, Amphiboliten und Marmoriten in neuerer Zeit durch Fossilien wie Chitinozoen, Acritarchen und Gefäßpflanzenresten – entgegen S. SCHARBERT & H. SCHÖNLAUB (1980, S. 12, Abb. 5: „Kambrium“) – als Silur-Devon erkannt ist (D. ANDRUSOV & O. ČORNÁ, 1976; B. PACLTOVÁ, 1981 – vgl. Bd. II, S. 637).

5. Die variszische Orogenese lief in den Ostalpen in mehreren Phasen im Zuge des Karbons ab. Aus der Position der Alpen im Südstamm des variszischen Orogens (Bd. II, Abb. 267) ist ein südvergenger Deckenbau zu erwarten, wobei die Bewegungen gegen außen, gegen Süden hin – etwa im Vergleich zu den Verhältnissen in Südfrankreich, der Montagne Noire etc. – jünger werden sollten. Die großen altvariszischen Deckenbewegungen dieses Südstammes haben wir ja am Beispiel der weiträumigen Überschiebungen im Inneren des Moldanubikums, also der Innenzone, kennengelernt (Bd. II, S. 644 ff.). Bedeutende tektonische Strukturen aus der Zeit des variszischen Orogens stecken im mittelostalpinen Stockwerk, z. B. in der Schlingentektonik der Ötztaler Alpen und der Silvretta (Bd. I, S. 359, 389, 414) oder in der vielfachen Materialwiederholung durch Schuppentektonik im Bereich von Saualpe und Koralpe (Bd. I, S. 265 f.).

Durch die Erkenntnis des hohen Grades der noch gute Teile des Mittelostalpins – besonders auch im Osten – erfassenden alpidischen Metamorphose (W. MORAUF ab 1979; W. FRANK ab 1981, vgl. S. 104) erscheint heute die Frage nach dem Alter mancher Strukturen in neuem Licht. Es muß die bisher häufig für variszisch erachtete große, über 50 km weite, nordvergente, durch eine Reihe von Fenstern belegte Überschiebung des Koralm-Kristallins über das Stubalpen-Kristallin, also der Koriden über die Muriden (bei der der Verfasser zwischen alpidisch – 1971 d, S. 994 – und jungvariszisch – Bd. I, S. 265 f. – geschwankt hat) wieder einmal neu überdacht werden: Trotz des Fehlens jeglicher Reste von Mesozoikum an dieser Überschiebungsfäche spricht bei der tektonisch zu fordernden Südvergenz einer variszischen Bewegung in diesem Raum die klare Nordvergenz dieser Deckenbewegung eher für alpidische Gestaltung (W. FRANK et al., 1983). Aber auch die Vergenzrichtungen der Falten-, Schuppen- und Deckenstrukturen in den übrigen paläozoischen und kristallinen Gesteinskomplexen einschließlich des Oberostalpins, von der Grauwackenzone angefangen bis zum Südalpin der Karnischen Alpen, müssen im Hinblick auf variszisches oder alpidisches Alter neu überprüft werden.

Der bisher weitverbreitete Glaube von einer beherrschenden variszischen Nordvergenz in den Zentralalpen ist aus historischen Gründen leicht verständlich. Galt doch unter dem Einfluß von R. SCHWINNER und anderen Vertretern der Grazer Schule das – besonders von ihnen studierte – Paläozoikum und Kristallin der Zentralalpen stets als alpidisch gering bewegt, sodaß aus diesem Blickwinkel die nordvergenten Strukturen

in diesem Raum meist für alt, für variszisch, gehalten wurden: Werden doch das Grazer Paläozoikum und die Grauwackenzone bis heute unter ebendiesem Gesichtspunkt betrachtet, daß die alpidische Tektonik nur einen Ausbau gleichartig gerichteter variszischer Tektonik darstellt, während in Wahrheit dieser Raum in der herzynischen Ära einen Teil des südvergenten Südstammes des großen variszischen Gebirgsbogens bildete, hingegen in der alpidischen Ära dem nordvergenten Nordstamm des mediterranen Kettengebirges angehört hat. Gerade heute, nach Kenntnis der gewaltigen, konträr gerichteten Deckenbewegungen in Österreich in der Zeit der beiden orogenen Zyklen (Gföhler Decke 300 km variszisch südostbewegt, Ostalpin-Decken bis fast 200 km alpidisch nordbewegt) verliert diese alte, noch nachwirkende Vorstellung eines einfachen alpidischen gleichsinnigen Weiterbaues schon vorhandener variszischer Strukturen jegliche Wahrscheinlichkeit, da sie der großtektonischen Gestaltung des Raumes im Grundsätzlichen widerspricht.

Im Raum der Ostalpen wird die variszische Beanspruchung des Abschnittes nördlich der Periadriatischen Linie von Norden nach Süden jünger: 1. Im mittelostalpinen Kristallin weist die Metamorphose mit Werten um 350 Millionen Jahre (360 bis 300 Millionen Jahre) auf die altvariszische Bretonische Phase hin (H. FLÜGEL, 1977, S. 667). 2. Südlich davon folgte nach der Lage unter der Front des oberostalpinen Paläozoikums die Veitscher Decke (mit der man wohl mit Recht das fazielle Äquivalent, die allseits isolierte – H. SCHÖNLAUB, 1984 – Nötscher Karbonscholle, als eine vielleicht primär in Nachbarschaft über dem Südrand des mittelostalpinen Kristallins abgelagerte Visé-Serie in Beziehung bringt). Im Hangenden des Visé treten hier nach einer Lücke im Namur – Sudetische Phase – die ersten postorogenen Serien auf: In der Veitscher Decke der Grauwackenzone transgrediert die variszische Molasse bereits mit dem Westfal A bis C (Bd. I, S. 506 f.), über dem NW-Teil der Gurktaler Decke im Bereich der Stangalm mit Westfal D (Bd. I, S. 433), weiter im Südosten und Süden im Raum Griffen, Magdalensberg etc. (Bd. I, S. 434 ff.) mit Stephan oder Unterperm (vgl. H. FLÜGEL, 1978 b, Tab. S. 173; L. RATSCHBACHER, 1984 a, S. 449). In diesem oberostalpinen Raum kommt demnach der Sudetischen bis Asturischen Phase das Hauptgewicht zu. In den Karnischen Alpen und Südkarawanken allerdings läßt sich das Flyschstadium mit einem zeitlichen Umfang vom tiefen Namur bis Westfal B erfassen und zeigt den Einsatz der Umstellung von ruhigen Geosynklijal-Verhältnissen zu kräftigen Krustenbewegungen ab der Basis des Oberkarbon an. Die variszische Hauptorogenese erfolgte aber auch hier im hohen Westfal, vor der Auernig-Transgression an der Basis des Stephan (Bd. II, S. 261, 289) – Abb. 16, 17.

Ganz so eindeutig allerdings, wie häufig geschildert, ist das Wandern der Bewegung gegen Süden, verfolgbar am Jüngerwerden der Molasse, nicht: Das zeigen etwa die unterpermische Molasse von Zöbing über dem Moldanubikum, die verschiedenen Reste von Jungpaläozoikum im Molasseuntergrund der Nordalpen, darunter der außerordentlich mächtige Steinkohlenflöze führende Karbonopermtrog im Schweizer Alpenvorland, der nun unter der Trias erbohrt wurde, aber auch die permische Prebichlischicht-Transgression im Eisenerzer Raum über der Norischen Decke der Grauwackenzone, die allesamt eine Vielfalt in das theoretische Schema bringen. Von Interesse ist auch das Auftreten und Wandern des spätorogenen variszischen Plutonismus in diesem Raum: Dieser spätvariszische syn- bis postorogene Magmatismus



Abb. 16: Konglomerate und Sandsteine der variszischen Molasse in Form der oberstkarbonen (stephanischen) Auernigschichten in den Karnischen Alpen.

äußert sich in allen Regionen im Zeitraum von (Oberdevon-)Karbon bis maximal in das obere Perm in vielfacher Weise: In der Böhmisches Masse dringt auch im österreichischen Abschnitt der Südböhmische Pluton mit vielen Einzelschüben in der Zeit vom Oberdevon bis zum untersten Perm (375 bis 280 Millionen Jahre) auf. In der weit im Süden anschließenden Zone des Pennins entstehen die Tauern-Zentralgranitoide zwischen Oberkarbon und Mittelperm (296 bis 236 Millionen Jahre), der Grobgranit des unterostalpinen Semmeringsystems weist Oberes Unterkarbon-Alter auf (340 Millionen Jahre). Pegmatite im Mittelostalpin haben ein oberpermisches Alter (260 bis 243 Millionen Jahre), die alten Granitoide im Periadriatischen Bogen reichen vom Oberkarbon bis ins Unterperm (290 bis 260 Millionen Jahre), in dem am weitesten im Süden gelegenen südalpinen Raum dringt der Quarzporphyr im oberen Unterperm schubweise als Ignimbrit an die Oberfläche (um 260 Millionen Jahre). Ein Jüngerwerden des sauren Magmatits von der innersten Zone des variszischen Süd Stammes (Moldanubikum ab Oberdevon) bis zum Außenraum (Südalpen: Oberes Unterperm) ist in großen Zügen gegeben.

6. Die ursprüngliche Anordnung der variszischen Sedimentationszonen ist bisher noch nicht einhellig und zufriedenstellend geklärt. Zwar kann durch die heute im einzelnen erkannte Abwicklung der alpidischen Decken der Endzustand nach der variszischen Ära unschwer rekonstruiert werden, aber die nicht unbedeutenden deckenförmigen Umgruppierungen durch die variszische Orogenese selbst sind noch nicht hinreichend analysiert. Es werden zwar immer wieder Versuche unternom-



Abb. 17: Die über dem variszisch gefalteten Untergrund in den Karnischen Alpen auflagernde oberstkarbone bis permische Serie leitet bereits den alpidischen Sedimentzyklus ein. Beispiel des unterpermischen Trogkofel-Riffkalkes vom Trogkofel (Photo E. CLAR).

men, durch einfaches Zusammenfügen der „passenden“ Faziesstücke des Paläozoikums diese Ausgangssituation zu rekonstruieren (zuletzt H. FLÜGEL 1977, S. 668; 1980 a, S. 30; H. SCHÖNLAUB, 1979, S. 101; F. NEUBAUER & J. PISTOTNIK, 1984 – vgl. Abb. 19). Gerade aber die Erfahrung der Rekurrenz der Hallstätter Beckenfazies in den Kalkalpen oder die gegen NE gerichtete rasche fazielle Abwandlung von der Seichtwasserplattform zum Becken im zusammenhängenden Paläozoikum der Karnischen Alpen muß uns warnen, derartige Rekonstruktionen auf die Fazies allein ohne entsprechende Berücksichtigung des alpidischen und variszischen Deckenbaues abzustellen, wie zuletzt durch H. SCHÖNLAUB (1979, Abb. 75) bzw. S. SCHARBERT & H. SCHÖNLAUB (1980, S. 10, Abb. 3) geschehen: Gegen eine alpidische Verfrachtung der Grauwackenzone über die Gurktaler Decke etwa im Sinne der letztgenannten Autoren spricht eine Reihe von alpidischen Merkmalen eindeutig: So ist die Licische Fazies in Mittelkärnten vom Grifener-Grödener-Schichtkomplex angefangen (G. NIEDERMAYR et al., 1978) bis über die Trias hinaus ganz zweifellos dem südalpinen Mesozoikum in etlichen lithologischen Zügen, dem Auftreten der Vulkanite, den Faunen-Aspekten u. a. (Bd. I, S. 624 ff.) enger benachbart als etwa die Fazies der Nördlichen Kalkalpen. Dadurch aber ist auch die endvariszische Ausgangssituation im oberostalpinen Paläozoikum festgelegt, da die nördlicher beheimateten Kalkalpen auf der Grauwackenzone transgredieren, während die Licische Fazies über Gurktaler Decke und dem Paläozoikum des Drauzuges aufruft. Zusätzlich zeigt der Drauzug keinerlei Anzeichen einer Überschiebung durch den gesamten mächtigen Stapel von Grauwackenzone samt Kalkalpen, weder nach Meta-

morphose (die in der Kalkalpenbasis schon höhere Werte annimmt), noch nach Faltenbaustil. Im Drauzug reicht der Lavanter Flysch ja noch bis in das Oberalpbereich (Bd. I, S. 623), keine Anzeichen einer solchen bedeutenden, hierfür erforderlichen Verenkung und Auflasteinwirkung zeigend.

Ohne hier ausführlich auf die Einzelheiten der Begründung der Rekonstruktion des endvariszischen Zustandes der Ostalpen samt Vorland eingehen zu können, sei an Hand von Abb. 18 eine Vorstellung von der Paläogeographie der Einheiten nach der variszischen Orogenese zu Ende des Jungpaläozoikums gegeben. Wir sehen auf dieser Darstellung den Wechsel von stark metamorphen Kristallzonen (Moldanubikum, Tauern-Dachgesteine, Twenger Kristallin, Muriden-Koriden-Gesellschaft) mit solchen schwächerer Umprägung (Moravikum, Habachserie, Innsbruck-Radstädter Quarzphyllit-Serie, nachmaliges oberostalpinisches Paläozoikum sowie Karnia und Südkarawanken) – vgl. auch Abb. 1 bei H. FLÜGEL 1978 a. Man erkennt bei dem hier vorgestellten Bild ein breites variszisches Deckenland mit komplexer, schwer durchschaubarer mehrphasiger Tektonik und Metamorphose im Nord- und Mittelteil und mit einer im künftigen Oberostalpin und Südalpin gegen Süden hin abnehmenden, nur schwach metamorphen variszischen Beanspruchung. Im nachmaligen Oberostalpin sind schräg gegen ENE ziehende Schwellen mit kalkreicher Entwicklung gegenüber dazwischengeschalteten schieferreichen Trögen spürbar (H. FLÜGEL, 1977, S. 662 f.). Das Grazer Paläozoikum nimmt eine gewisse Sonderstellung ein und scheint weit aus dem Südosten ableitbar (vgl. auch Abb. 19).

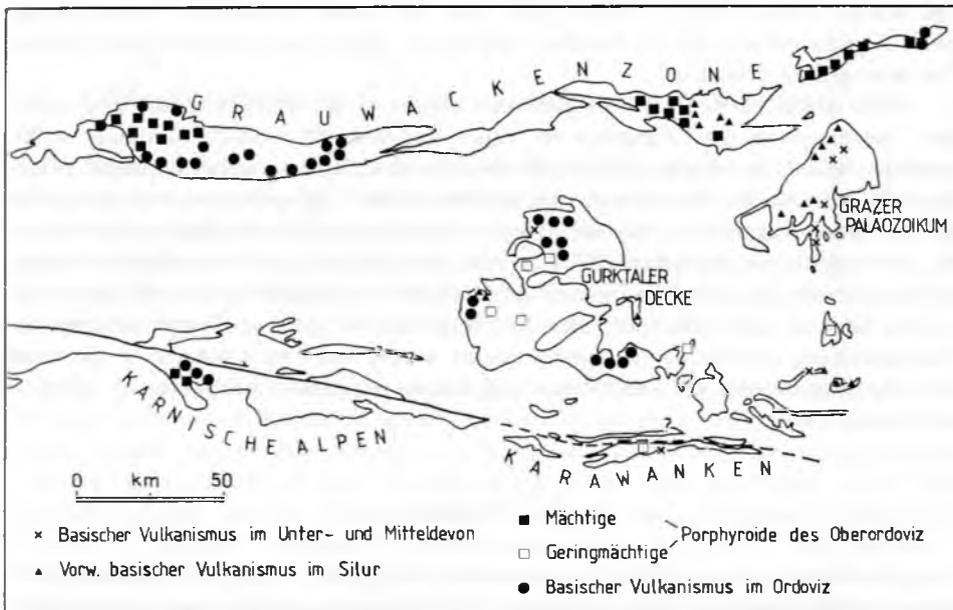


Abb. 19: Die räumliche und zeitliche Variabilität des paläozoischen Vulkanismus im Oberostalpin; nach F. NEUBAUER & J. PISTOTNIK (1984, Abb. 9). Die Eigenständigkeit des Grazer Paläozoikums fällt sogar bei ausschließlicher Betrachtung dieses Faktors auf.

Wie sehr in diesem Nord- und Mittelteil des Variszikums mehrphasiges orogenes Geschehen im Spiel ist, zeigt gut die alpidisch nicht mehr beanspruchte Böhmisches Masse, bei der von Nordwesten gegen Südosten die nicht metamorphe Barrandium-Decke die katazonal metamorphe Gföhler Decke überlagert, diese wiederum die mesozonalen altvariszisch metamorphen und überschobenen Drosendorfer Teildecken (Bunte und Monotone Serie) und diese schließlich jungvariszisch das Moravikum mit seinen schwach metamorphen, fossilführenden Teilen überwältigt haben! Und im mittleren Sektor dieses voralpidischen Arrangements von Abb. 18 kann man auch nicht einfach mit einer verschieden tief erodierten Deckenserie rechnen, deren tiefe Anteile jeweils die höher metamorphen Streifen darstellen und deren weniger beeinflusster Rücken die schwach umgeprägten Zonen repräsentiert, da ja vielfach sowohl in den schwach metamorphen Streifen (z. B. Radstädter Quarzphyllitzone) als auch in den stark metamorph geprägten Zonen (z. B. Mittelostalpin), die gesamten altpaläozoischen Serien vertreten sind, also nicht nur der höhere und tiefere Anteil einer Decke!

Reste von vorvariszischer ozeanischer Kruste sind in Form der oben erwähnten Ultramafite von Kraubath etc. und Hochgrößen an der Basis der amphibolitreichen Speikserie (Bd. I, S. 220) sowie in der Plankogelserie der Saualpen im Mittelostalpin vorhanden. Da sie heute über kontinentaler Kruste liegen, werden sie wohl im Zuge des variszischen Deckenbaues verschleppt worden sein. Hinweise auf einen von H. FLÜGEL (1978 a, Abb. 1) im Bereich des ultrahelvetisch-pienidischen Raumes postulierten variszischen Ozeanboden liegen hingegen nicht vor (während in der alpidischen Geosynklinale in dieser Zone bzw. der damit verbundenen alpin-karpatischen Flyschzone ein breiter Streifen ozeanischer Kruste aus allgemein-geologischen Überlegungen zu fordern ist).

In den tektonisch tieferen voralpidischen Einheiten ist durch die zusätzliche alpidische Metamorphose die Deutung noch weiter erschwert, da vielfach voralpidische Altersdaten fehlen: So könnte z. B. das Wechselkristallin den vorvariszisch (sardisch) metamorph gewordenen Sockel zum darüber sedimentär auflagernden altpaläozoischen Wechselschiefer darstellen, oder aber Wechselkristallin und Wechselschiefer sind gleich alt und variszisch überschoben (Bd. I, S. 166). Das gleiche gilt vom amphibolitreichen Altkristallin der penninischen Unteren Schieferhülle im Liegenden der Habachserie.

Hier ist noch viel Arbeit an Altersdatierung und vor allem an Vergenzanalysen im Zusammenhang mit solcher Altersdatierung zu leisten, um feste Konturen in die heute nur sehr vagen Bilder der variszischen und älteren orogenen Geschichte der Ostalpen zu bringen.

3. Literatur

- A. EL AGEED et al., 1979; D. ANDRUSOV & O. ČORNÁ, 1970; L. P. BECKER, 1977, 1981; L. P. BECKER & G. KLEINSCHMIDT, 1982; H. BÖGEL, G. MORTEANI et al., 1979; S. BORSI et al., 1973; E. CLAR, 1971, 1976; A. DAURER & H. SCHÖNLAUB, 1978; F. EDER, 1983; H. FLÜGEL, 1964, 1970, 1975 b, 1976, 1977 a, 1978 a, b, 1980 a, b, 1981 a, b; H. FLÜGEL & F. NEUBAUER, 1984; W. FRANK, 1983; W. FRANK et al., 1976, 1981, 1983;

W. FRANKE, 1984; W. FRISCH et al., 1984; W. FRITSCH, 1962; B. GRAUERT, 1969; B. GRAUERT et al., 1973; H. HEINISCH, 1981; H. HEINISCH & K. SCHMIDT, 1982, 1984; H. HERITSCH & TH. TEICH, 1976; G. HOINKES & M. THÖNI, 1983; E. JÄGER, 1977; G. JUNG, 1982; H. MARTIN & F. KOSSMAT, 1927, 1931; CH. MILLER & W. FRANK, 1983; W. MORAU, 1980, 1981, 1983; F. NEUBAUER, 1985; F. NEUBAUER & J. PISTOTNIK, 1984; G. NIEDERMAYR, R. SEEMANN & E. SCHERIAU-NIEDERMAYR, 1978; E. NIGGLI, 1977; P. NUNES & H. STEIGER, 1974; H. OWEN, 1983; B. PACLTOVÁ, 1981; A. RAU & M. TONGIORGI, 1981; L. RATSCHBACHER, 1984 a; F. SASSI et al., 1984; F. SASSI, R. KALVACHEVA et al., 1984; F. SASSI, A. DEL MORO et al., 1984; M. SATIR & G. MORTEANI, 1979; S. SCHARBERT & H. SCHÖNLAUB, 1979: s. u. H. SCHÖNLAUB, 1979; S. SCHARBERT & H. SCHÖNLAUB, 1980; K. SCHMIDT, 1976, 1977; H. SCHÖNLAUB, 1979, 1985; U. SCOTESE et al., 1979; A. G. SMITH, 1981; A. G. SMITH et al., 1981; F. SÖLLNER & K. SCHMIDT, 1981; H. STILLE, 1924; 1935; E. STUMPFL & A. EL AGEED, 1981; TH. TEICH, 1978; M. THÖNI, 1980 a, b, 1981, 1982, 1983; A. TOLLMANN, 1963 a, 1971 d, 1977 c, 1980 f, 1982 a, b, 1985, 1986 b; G. B. VAL, 1974; A. M. ZIEGLER et al., 1979.

D DIE EINBINDUNG DER OSTALPEN IN DEN ALPEN KARPATEN BOGEN

1. Die Ostalpen als Teil des mediterranen Nordstammes

Die Ostalpen bilden einen Ausschnitt aus dem Nordstamm des mediterranen Kettengebirges (Abb. 20), der vom Rifbogen in Spanien über die Betische Kordillere, die Westalpen, Ostalpen, die Karpaten, den Balkan und die Pontischen Ketten gegen Osten weiterzieht. Vom Südstamm dieses Gebirgssystemes am Mittelmeer, zu dem Atlas, Apennin, Südalpen, Dinariden, Helleniden und Taurus gehören, reichen nur geringe Anteile in den Karnischen Alpen und Südkarawanken nach Österreich herüber.

Dieses alpine Gebirgssystem bringt in großartiger Weise das Grundprinzip der Gestaltung der irdischen Kruste in Zonen extremer Einengung bei gegeneinander driftenden Platten kontinentaler Kruste zum Ausdruck: Das Prinzip des weitgespannten, intensiven Deckenbaues, bei dem die tieferen, mobileren Teile der Kruste in die Tiefe abgepreßt werden und als „Gebirgswurzel“ in geophysikalischem Sinn aufscheinen, während die rigidere Außenhaut in überdimensionalen Schuppen – den Decken – übereinandergehäuft wird. Fünf große Deckensysteme mit insgesamt mehr als einem Dutzend bedeutender Decken liegen in den Ostalpen aufgetürmt übereinander geschoben und sind später durch weitere Einengungsphasen als Ganzes zu einem Deckengewölbe geformt worden. Durch die folgende Erosion ist nun ein zwiebelschalenartiger Bau zum Vorschein gekommen.

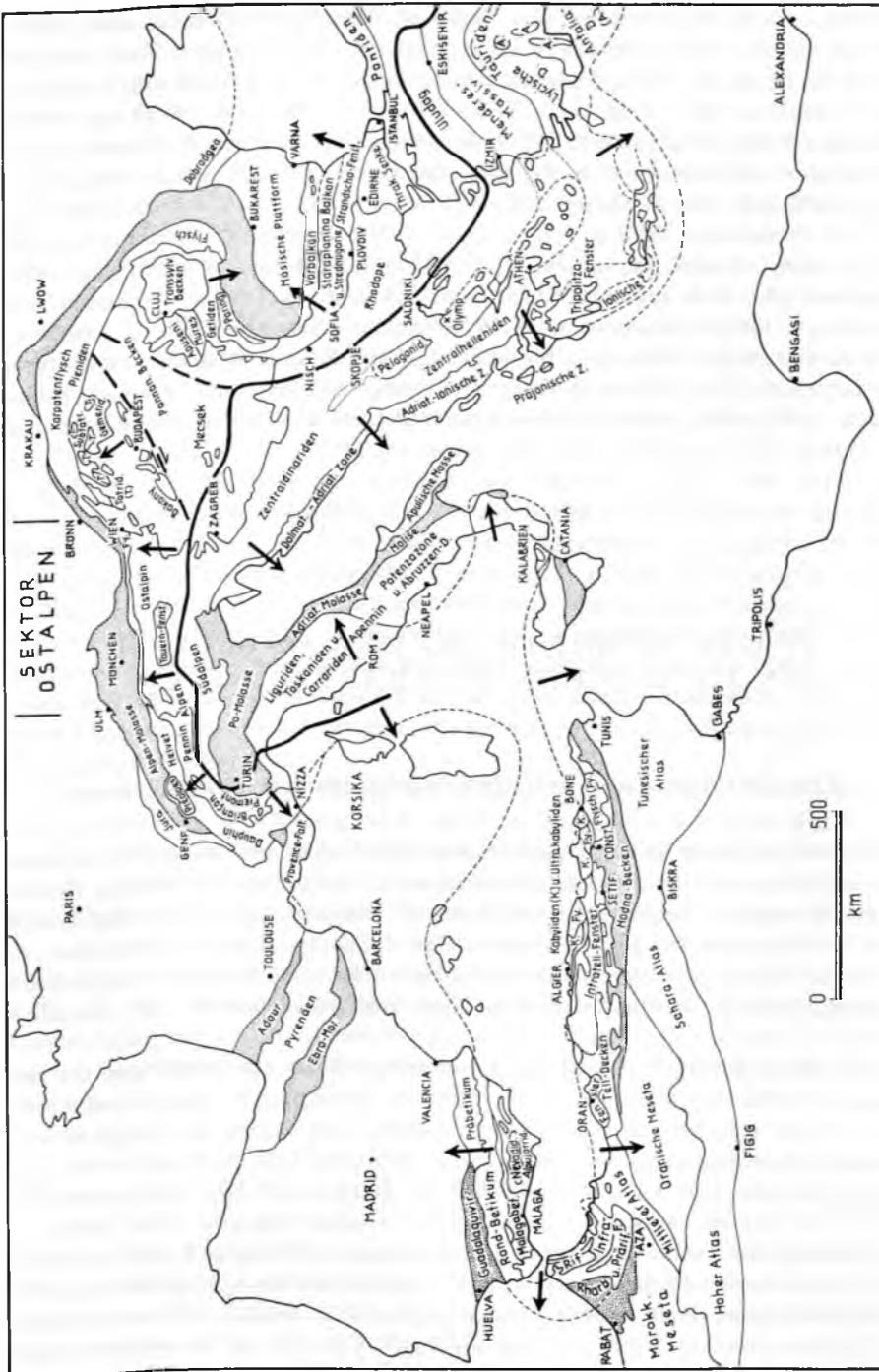


Abb. 20: Die Ostalpen als Teilstück des mediterranen Kettengebirges; nach A. Tollmann (1978 b, Abb. 7), ergänzt.

Die Einbindung der Teilregionen der Geosynklinale der Ostalpen in die benachbarten Faziesräume in Westalpen und Westkarpaten zeigt Abb. 21. Wir erkennen die Vormacht des helvetischen und penninischen Troges in den Westalpen gegenüber den erst im Ostabschnitt des mediterranen Raumes markant hervortretenden zentralen Faziesregionen: Die Teiltröge des Ostalpins lassen sich als breite Elemente gegen Osten hin in die Karpaten weiterverfolgen.

2. Der Anschluß an die Westalpen

Die Einbindung der Ostalpen in den Alpen-Karpaten-Bogen erfolgt durch das Weiterlaufen bestimmter Elemente des jeweiligen Nachbargebirges in der angrenzenden Gebirgskette (Abb. 22 und beilieg. tekt. Kt.). So ist etwa der Anschluß der Ostalpen gegen die Westalpen über die Rhein-Quertallinie hinweg durch folgende gemeinsame Einheiten geknüpft (vgl. A. TOLLMANN, 1969; A. SPICHER, 1972; R. TRÜMPY, 1960, 1980, 1985): Das Schweizer Helvetikum setzt mit der Säntisdecke breit das helvetische Gewölbe des Bregenzer Waldes fort. Der in den Ostalpen auflagernde Rhenodanubische Flysch der „Flyschzone“ ist gegen Westen hin nur noch in Form einiger weniger Deckschollen erhalten, so hart westlich vom Rhein auf der Fähnerrnspitze E Appenzell, in der östlichen Wildhauser Mulde NW Grabs (vgl. Bd. II, Abb. 175) und schließlich am weitesten nach Westen hin in der Fliegenspitz-Synklinale der Amdener Mulde, 32 km vom Westende der zusammenhängenden Flyschzone entfernt. Über die weitere Fortsetzung gegen Westen, etwa im Wägital-Flysch, wird berichtet (W WINKLER et al., 1985, S. 18 f.).

Die Fortsetzung des Schweizer Nordpennins, des Valais, stellt sich in den Ostalpen nur noch als Inhalt des Engadiner Fensters ein und keilt gegen Osten hin im Untergrund der Kalkalpen aus. Das Mittelpennin der Westalpen, das Briançonnais, findet seine Fortsetzung in den Zentralgneisdecken des Tauernfensters mit ihrer schmächtigen Sedimenthülle in Hochstegenfazies. In den Bündener Schieferen der Glocknerdecke des Tauernfensters (und im Rechnitzer Pennin am Ostrand der Alpen) ist aber ohne Schwierigkeiten das Südpennin, das Piemontais der Westalpen, wiederzuerkennen, sogar mit Details wie der begleitenden brekzienreichen Serie des Präpiemontais in der Brennkogeldecke.

Das Ostalpin als spezifische Note der Ostalpen nimmt gegen Westen hin an Bedeutung rasch ab und zieht in Form einer schmalen „Wurzelzone“ südlich des mächtig entfalteten penninischen Deckenlandes dahin. Während das Unterostalpin im Rahmen des Engadiner Fensters und des Prätigau-Halbfensters als tektonisch unterdrückt und völlig ausgequetscht gilt, erscheint mächtigeres Unterostalpin auf Schweizer Boden noch in der Sella- und Err-Bernina-Deckengruppe, setzt sich mit einem schmalen Span bis südlich des Bergell fort, wird dann abgequetscht und stellt sich weiter im Westen erst wieder in der Sesia-Lanzo-Zone und der davon abgeleiteten Dent-Blanche-Decke ein. Das mächtige Mittelostalpin reicht mit der Silvretta, den Engadiner Dolomiten und dem Campo-Kristallin auf Schweizer Boden, hebt aber gegen Westen hin aus und keilt auch in der Wurzelzone westlich von Tirano sehr bald endgültig aus. Das Oberostalpin schließlich, das mit dem kalkalpinen Deckenland der

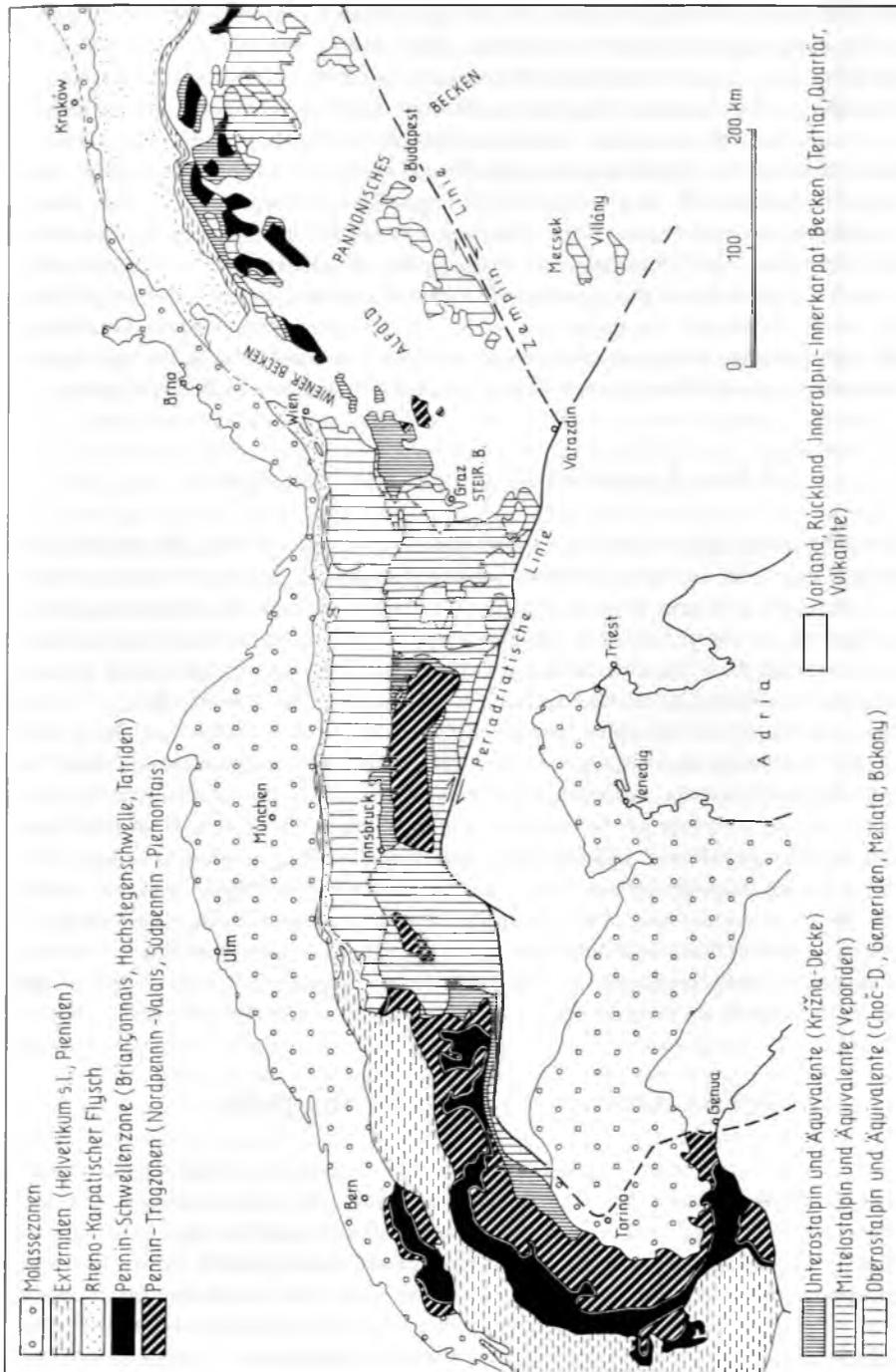


Abb. 22: Die Einbindung der Ostalpen in den Alpen-Karpaten-Bogen; nach A. TOLLMANN (1969 c, Abb. 1), ergänzt.

Ostalpen mit dem Rhätikon bis zum Rhein nach Westen vorstößt, hebt dort gegen Westen hin endgültig aus. In der wurzelnahen Zone hat es mit dem geringmächtig erhaltenen Klemmspan an der Periadriatischen Linie in Westfortsetzung des Drauzuges, dem sogenannten Winnebacher Zug, der in Osttirol bis Unterplanken fortsetzt, bereits fast 200 km vor dem Westende der Ostalpen, tektonisch amputiert, aufgehört.

Dieser Vergleich der Einheiten über die West/Ostalpen-Grenze hinweg zeigt demnach zugleich deutlich die Eigenart der Gebirgszüge im Westen und Osten: Grandiose Entfaltung und komplexer Deckenbau mit reichlich Überfaltungsdecken im Pennin und Helvetikum der Westalpen, Prägung des Wesens der Ostalpen hingegen durch die Reduktion der genannten beiden Schweizer Haupteinheiten auf Kosten des riesig entfalteten Ostalpins mit seinen drei Deckenstockwerken, die vorwiegend als Abscherungsdecken ausgebildet sind und in den fossil- und schichtgliederreichen Kalkalpen eine für die gesamte Tethys spezielle, bezeichnende Note erhalten.

3. Die Abgrenzung gegen die Südalpen

Gegen Süden hin, gegen den Südalpen-Dinariden-Strang, ist zwar durch die Periadriatische Linie eine markante, vieldiskutierte Begrenzung gegeben, an der Fazieswechsel stattfindet und an der eine weit über 100 km messende Rechtsseitenverschiebung erfolgt ist, zu der noch eine mäßig, nordvergente, aufschiebende Komponente hinzukommt. Aber diese Grenze ist jung, erst ab dem Oligozän in Bewegung geraten und schneidet den kretazischen Deckenbau glatt durch (vgl. Bd. I, S. 582 ff.).

Suchen wir die ältere alpidische Grenze zwischen Nord- und Südstamm, dann müssen wir den nordvergenten Schuppen- und Deckenbau der Südkarawanken noch zu den altalpidischen Nordalpen zählen und die Grenze nach Süden in den Scheitel verlegen, an dem der südvergente Schuppenbau in den Südalpen ab den Dolomiten einsetzt und in den grandiosen südvergenten Deckenbau der Dinariden überleitet. Die Nichtidentität der Periadriatischen Linie und der Alpin-Dinarischen Naht hat zuletzt H. BOGEL (in G. ANGENHEISTER, 1975, S. 86) zu Recht herausgearbeitet, ist allerdings in der Annahme, daß in Süd- und Nordalpen Bereiche gleicher geodynamischer Entwicklung vorliegen, zu weit gegangen: Die gegensätzliche Vergenz der beiden Stämme des mediterranen Orogens ist ja als Prinzip seit L. KOBER (1912 a, S. 480) bekannt.

4. Die Bindung mit den Westkarpaten

Die Anknüpfung der Ostalpen an die Karpaten über den schrägen Grabeneinbruch des Wiener Beckens hinweg ist durch den mannigfaltigen Wechsel der Züge der Einheiten und den geringeren Erforschungsgrad der Einzelheiten schwieriger durchzuführen, sodaß hierüber eine etwas ausführlichere Auseinandersetzung vonnöten ist. So wie im Westen war auch im Osten der fundierte Anschluß der Zonen der Ostalpen an jene des Nachbargebirges erst bei entsprechend fortgeschrittenem Erforschungsgrad, hier demnach mit zeitlicher Verzögerung, möglich geworden. Das Beispiel des Vergleiches der Ostalpen mit den Schweizer Alpen

zeigt, daß hier bereits sehr früh die großen Zusammenhänge klar geworden sind, indem z. B. schon B. STUDER (1851, S. 116 u. Kt.) das Wiederauftauchen der Bündener Schiefer der Schweiz, also des nachmaligen „Pennin“, am Brenner erkannt hatte. Die detaillierte Verknüpfung zwischen westalpinen Penninzonen und den Einheiten im Tauernfenster erfolgte aber erst 113 Jahre später – und zwar wieder durch persönlichen Vergleich: Nun wurde die Korrelation Briançonische Schwellenfazies/Mittelpennin mit Hochstegen-Entwicklung, Präpiemontesische Brekzienfazies/Südpennin-Nordrand mit brekzienreicher Brennkogelfazies der Unteren Schieferhülledecke, Hochpiemontesische vulkanitreiche Bündnerschiefer-Beckenfazies/Südpenninische Glocknerfazies der Oberen Schieferhülledecke durch den feldgeologischen Vergleich ermöglicht (A. TOLLMANN, 1964 e).

Auf der anderen Seite war durch die tektonische Neugliederung der Zentralalpen durch den Verfasser im Jahre 1959 unter Ausgliederung des Mittelostalpins eine tragfähige Basis zur Revision der Gliederung der Zentralkarpaten gegeben worden, in denen zwar bereits eine vielfache deckentektonische Aufgliederung vorgenommen worden war, aber die Relationen einer Reihe von Deckenkomplexen noch nicht klargestellt worden waren. Die Ergebnisse aus den Ostalpen wurden in der Folge sofort (Würzburger Tagg. 1960) und unabhängig von D. ANDRUSOV (1961) und A. TOLLMANN (1961) auf die Westkarpaten übertragen und hierdurch eine in den wesentlichen Zügen übereinstimmende Korrelierung der Gemeinsamkeiten erzielt.

In neuerer Zeit haben sich um diese Frage der Fortsetzung der Einheiten der Ostalpen in die Karpaten im Anschluß an diesen Umbruch (1959/1960) besonders folgende Autoren bemüht: K. BIRKENMAJER (1961), A. TOLLMANN (1963 a, S. 141 bis 148, 1969 c, 1972 a, 1975 a), M. MAHEL (1963, 1968, 1973, 1983), D. ANDRUSOV (1968, S. 170 bis 174), S. PREY (1965 a, 1978), Z. ROTH (1967), F. CHMELÍK (1971), G. WESSELY (1975), F. NĚMEC & A. KOCÁK (1976), B. LEŠKO et al. (1980), B. LEŠKO & I. VARGA (1980), R. JIŘÍČEK (1981, 1982, 1984).

Vor der Erläuterung der Gemeinsamkeiten Ostalpen – Westkarpaten seien zur Klarstellung der Individualität der beiden Gebirgsketten auch noch die spezifischen Unterschiede kurz vorgestellt:

1. Die Fortsetzung des Ostalpins weist in den Westkarpaten ein relativ geringeres Ausmaß an Schubweite auf, sodaß die Hauptmasse des Oberostalpins nicht nördlich der Zentralzone liegt, sondern noch in großen Lappen über dieser selbst erhalten ist und sich daher die Herkunft dieses Deckenkomplexes aus der im Inneren des Gebirgsbogens gelegenen Heimat besser erfassen läßt. Die Flyschzone, die in den Karpaten noch dazu eine entscheidend größere Breite und reichere Gliederung erlangt, liegt daher dort nicht begraben unter ostalpinen Decken, sondern zieht mächtig freiliegend am Nordsaum dahin.

2. Da die Subduktion des Vorlandes und damit die Überschiebungsbewegung in den Karpaten gegen Osten fortschreitend länger angedauert hat, sind dort am Außenrand weitere Flyschrandeinheiten (Silesische und Subsilesische Decke) und subalpine Schubmassen (wie etwa das karpatische Element der Waschbergzone/Ždánice-Einheit) angegliedert worden, die in den Ostalpen fehlen. Auch in der Pienidischen Zone und in den Zentralkarpaten stellen sich zusätzlich individuelle Einheiten neben den gut vergleichbaren Elementen ein.

3. Durch eine verschieden rasche Faziesabwandlung im Streichen mancher gut durchverfolgbarer Zonen ergeben sich beträchtliche Eigenheiten des karpatischen Ensembles. Diese Umstellung auf „karpatische“ Fazieszüge setzt in etlichen Zonen schon deutlich innerhalb der Ostalpen an, sodaß hierdurch eine sehr gute Verknüpfung der beiden Ketten gegeben ist. Über diesen karpatischen Fazieseinfluß am Ost- rand der Alpen hat der Autor speziell berichtet (1972 a), graphisch ist das Ergebnis auf Abb. 55 in Bd. II festgehalten – vgl. Abb. 21.

4. Der jungalpidische Baustil der Karpaten ist durch zahllose kleine Aufkuppelungen charakterisiert, die eine Vielzahl einzelner Fenster entstehen ließen. Dieser Stil greift schon auf den Ostabschnitt der Zentralalpen im Raum Bucklige Welt – Wechsel – Rechnitz über, wo sich die für die Ostalpen sonst so bezeichnende zentrale Längsaufwölbung (mit dem Tauernfenster im Kern) schon in eine Reihe von Teilkuppeln mit den Fenstern der Wechseldecke und des Pennins auflöst (vgl. A. TOLLMANN, 1978 e, Abb. 1).

5. Hinzu kommt die bis in die jüngste Zeit fortdauernde gewaltige Überschiebung des Vorlandes am Außenrand des Karpatenbogens, der seit dem Einsetzen des Arbeitens des Manteldiapirs unter dem Pannonischen Becken im Oligozän (vgl. S. 75) zur Gestaltung des Karpatenbogens als Ganzes von einer wohl wenig geschwungenen Ausgangsform zur scharfen heutigen Bogenform beigetragen hat.

Zur Übersicht über die verbindenden Elemente – über die durch den Quereinbruch des Wiener Beckens verdeutlichte Alpen/Karpaten-Grenze hinweg – seien die wichtigsten gemeinsamen Züge, von Norden gegen Süden fortschreitend, erwähnt (Tab. 2, Abb. 21, 22; vgl. Bd. II, Abb. 113; ferner beilieg. text. Kt.).

1. Die ungefaltete Molassezone der Ostalpen setzt als äußerer Teil der Externzone der karpatischen Vortiefe ungestört gegen Osten fort, wobei sich der Sedimentationszeitraum gegen Osten hin in die jüngere Zeit verlagert: Statt Obereozän bis Ottwang der Ostalpen treffen wir Eggenburg bis Pannon in den Karpaten.

2. Die gefaltete und geschuppte Molasse der Alpen setzt aus der St. Pölten-Vorzone über die Waschberg-Vorzone in der Pouzdřany-Zone fort, das Hauptelement des aufgeschuppten Molasseuntergrundes, die Waschbergzone, läuft in der Ždánice-Einheit weiter. Diese Waschberg-Ždánice-Schuppenzone ist im Übergangsbereich Alpen – Karpaten breit entwickelt, fehlt aber westlich und östlich davon. Sie entstand in diesem Abschnitt offensichtlich durch die starke Einengung der Molassezone vor dem ansetzenden und auseinanderdriftenden Karpatenbogen, wodurch hier die sonst breite restliche Vortiefenfüllung auf engsten Raum reduziert ist.

3. Die ultrahelvetische Grestener Klippenzone, bei der bereits innerhalb der Ostalpen im Wienerwald die Buntmergelserie in der Hauptklippenzone (Schöpfel-Klippenzone) gegenüber den Klippen die absolute Vormacht erhält, setzt wohl in der Subsilesischen Decke mit ihrer Buntmergelfazies fort, in der die Klippen von Andrychow in Polen wiederum die gleiche Eigenart der Klippenführung zeigen.

4. Die Rhenodanubische Flyschzone, erst im Wienerwald in weitere, faziell unterschiedene Decken gegliedert, leitet von ihrem Hauptelement, der Greifensteiner Decke (die die direkte Fortsetzung der ungeteilten Flyschzone der Ostalpen darstellt) in die nördliche Decke der Magura-Deckengruppe, der sogenannten Rača-Einheit, über – Bohrprofil vgl. E. HANZLÍKOVÁ (1976, Abb. 1, S. 160). Ihre Kreide-Eozän-Abfolge ist in Einzel-

Tab. 2: Korrelation der tektonischen Einheiten von Ostalpen und Westkarpaten; nach A. TOLLMANN (1975 a).

	OSTALPEN-E	WESTKARPATEN
MOLASSEZONE	Ungefaltete Molasse	Ungefaltete Molasse
	Gefaltete Molasse: St. Pöltener-Waschberg-Vorzone	Pouzdřany-Zone
	Aufgeschuppte Molasse: Waschbergzone	Ždánice-Einheit
ULTRA-HELVET.	Grestener und Schöpfl-Klippenzone	Subsilesische Decke mit Andrychower Klippen
		Silesische Decke
FLYSCHZONE	Rhenodanubische Flyschzone: Greifensteiner Decke Laaber Decke	Magura-Flyschdecken Rača-(N); Bystrica-(M) und Biele Karpaty/Krynica-Decke (S)
	Kahlenberger Decke	Pienidische Klippenzone
PIENID.	Ybbsitzer, Sulzer, St. Veiter Klippen	Czorzstyn-, Pieninen-Kysuca-Zone
	Ultrapienidischer Rücken	Ultrapienidischer (Exotischer) Rücken
PENNIN	Nordpennin: Engadiner Fenster	–
	Mittelpennin: Zentralgneis mit Hochstengenserie, Hainburger Berge	Manín Tatriden („Hochtatrikum“)
	Südpennin: Tauern, Rechnitz, Var	–
OSTALPIN – SUBTRATIKUM	UNTER: Semmering-Wechsel-System	Vysoká- und Krížna-Decken
	MITTEL- Mittelostalpin Kristallin mit Stangalm-Thörl Mesozoikum	Veporiden-Kristallin mit Velký-bok-Serie und Föderata-Serie
	OBER- Kalkvoralpine Deckengruppe Frankenfelse, Lunzer, Ötscher-Decke	Choč- und Strážov-Decke
		Grauwackenzone
Kalkhochalpine Deckengruppe Mürzalpen-, Schneeberg-, Hallstätter Decke		Nord- und Südgemeriden Murán Slovakischer Karst Meliatazone
	Licische Zone: Nordalpine Schollen der Zentralalpen, Drauzug	Bükk und Bakony

heiten vergleichbar (S. PREY, 1965 a, S. 89 f). Die detaillierte Parallelisierung der südlichen Magura-Teileinheiten (Bystrica-Einheit etc.) mit den südlichen Elementen im Wienerwald (Laaber und Kahlenberger Decke) steht noch zur Diskussion.

5. Die karpatischen Pieniden, die südlich der Hauptmasse des Flysches beheimatet sind, entsprechen, wie vom Verfasser stets betont, in tektonischer Hinsicht nicht der Grestener Klippenzone, sondern der St. Veiter-Zone. In den Ostalpen stellen sich enge Gemeinsamkeiten zwischen Ybbsitzer Klippenzone, der Klippenzone von Sulz am Südrand des Wienerwald-Flysches und dem St. Veiter Klippenraum samt dem heute diesem zugehörig gedachten Flysch der Kahlenberger Decke einerseits und der faziellen Entwicklung etwa der Kysuca-Einheit der Pieniden ein, wo die Jungschichten-Entwicklung ebenfalls über rote Kreidemergel in unterturonen bis untersantonen Flysch umschlägt.

6. Der Versuch, auch das Pennin in die Westkarpaten weiterzutrassieren, der in neuerer Zeit zu gar manchen eigenartigen Ad-hoc-Annahmen geführt hat (B. LEŠKO et al., 1980 etc.), baut auf der Existenz von basischen und ultrabasischen Geröllen und Chromspinell in der Klippenzone auf und hat zu Spekulationen eines dort einst angrenzenden „süd“-penninischen „vahischen“ Troges (M. MAHEL, 1983, S. 136) gegeben. Der äußerst geringe Gehalt der Geröllserie der Klippenzone an derartigem Material ist aber jüngst in sehr eingehender Studie durch R. MARSCHALCO et al. (1976, S. 101) dargelegt worden. Eine mögliche geröllführende Obduktion von Ozeanbodenspänen hatte in dieser Position nördlich der Tatriden, ebenso wie bei uns im analogen Ybbsitz/St. Veiter Raum, den Charakter von Ausläufern des nordpenninischen Stranges, nicht vergleichbar mit der Position des Südpennin, das ja wesentlich weiter im Süden bis nach Rechnitz am Alpenostrand verfolgt werden konnte.

7. Den mittelpenninischen Zentralgneisdecken der Tauern mit ihrer lückenhaften, geringmächtigen mesozoischen Hülle in Hochstegenfazies entspricht nach Position, Gesteinszusammensetzung und lückenhafter Sedimenthülle und dem nun auch durch M. MAHEL (1983, S. 137) erkannten internen alpidischen Deckenbau (analog den Zentralgneisdecken des Tauernfensters) das System der Tatriden, das ja mit den Hainburger Bergen bereits auf österreichischem Boden einsetzt und über die Kleinen Karpaten gegen Osten weiterzieht.

8. Das Südpennin endet wohl nicht weit östlich vom Ostalpenrand und kann von Rechnitz noch durch die Bohrung Vat in Westungarn ein Stück gegen Osten verfolgt werden. Die Meliatazone der Westkarpaten, die in neuerer Zeit von etlichen Autoren als Fortsetzung des Südpennins betrachtet worden ist, kann auf Grund ihrer eigenständigen Triasfazies und der extrem internen Position nicht als Fortsetzung dieser Einheit gewertet werden. Die Meliatazone gehört nicht dem erst ab Lias aufreißenden penninischen Ozeanbodenstreifen, sondern einer weiter innen gelegenen (dem Hochoberostalpin zuzuordnenden) Zone an, in der bereits ab der Trias durch Ophiolithe und Radiolarite Hinweise auf Ozeanboden vorliegen. Zu dieser inneren, nicht penninischen, älteren, unabhängigen Riftzone gehören neben der Meliataserie der Westkarpaten offenbar die Schollen der Transsylvanischen Decke der Ostkarpaten mit Hallstätter- und Pillowlava-Entwicklung ab der Mitteltrias (A. TOLLMANN, 1984 a, S. 104).

9. Die Homologie zwischen dem unterostalpinen Semmeringsystem und dem Krížna-Deckensystem (Krížna-Decke, Visoká-Decke) wird nun nach an-

fänglichem Widerspruch mancher Autoren doch deutlich: Auch M. MAHEL (1983, S. 133) sieht heute, daß dieser Triastypus mit seiner Keuperfazies und weiteren in unserem Sinn zentralalpiner Merkmalen nicht der Frankfurter Decke im Sinne von S. PREY (1965 a, S. 100, 102) gleichgestellt werden kann, sondern in Verwandtschaft mit den Tatriden steht oder, wie D. ANDRUSOV (1968, S. 88 f.) ausgeführt hat, auch der Veporiden-Trias vergleichbar ist, also zentralalpiner und nicht kalkalpiner Charakter aufweist. Auch ihrer Position nach hat die Krížna-Decke als unterstes zentralkarpatisches Ferndeckensystem, das stets unmittelbar den Tatridenkernen auflagert, unterostalpine Stellung.

Das 50 km breite Krížna-Deckensystem mit seinem Baustil aus liegenden Faltendecken – gleich jenem im unterostalpinen Semmeringsystem – und seiner Keuperfazies hat nicht das geringste mit der Frankfurter Decke zu tun, die ja ein faziell andersartiges Stück der Kalkvoralpen darstellt und zwischen der Cenomanrandschuppe und der Lunzer Decke in den Kalkalpen-Keil mit basalem Schrägzuschnitt (Abb. 29) genau hineinpaßt. Auch die fazielle Verbindung der Frankfurter Decke in Trias und Jura an das übrige Bajuvarikum ist seit alters im einzelnen belegt und wohlbekannt. Gerade eine Spekulation über die Herausnahme des Frankfurter-Ternberg-Allgäu-Deckensystems aus dem oberostalpinen Ensemble (zuletzt W. FUCHS, 1985, S. 593 f.: „Mittelostalpin“) ist bei einer einigermaßen vorhandenen Kenntnis von Schichtfolge, Fazies, Baustil und Einpassung in den kalkalpiner Gesamtkeil mit seinem spezifischen basalen Schrägzuschnitt hinfällig.

10. Das Mittelostalpin der Ostalpen setzt zweifellos in den Veporiden der Westkarpaten fort, wie neben dem Verfasser besonders D. ANDRUSOV und M. MAHEL wiederholt betont haben: Die Veporiden zeigen wie die ostalpine Einheit ein mächtiges Kristallin, welches in der Förderatserie eine permomesozoische Hülle mit vielen zentralalpiner Merkmalen wie Alpiner Verrucano, Semmering-Quarzit, Lias-Dolomitbrekzien etc. trägt. Daß das Mittelostalpin in den Karpaten nicht bis an die Pieniden-Klippenzone vorstößt, sondern weiter im Süden zurückbleibt, darf nicht verwundern, da es schon im östlichen Sektor der Alpen in der Stirnzone über dem Semmeringsystem fast vollkommen ausdünt und dort auf geringe Reste von Deckschollen über dem Unterostalpin der Buckligen Welt bis ins Gebiet der Pennin Fenster Rechnitz/Eisenberg reduziert ist, wo Oberostalpin bis in die Nachbarschaft von Pennin herankommt. Das Abtauchen der Veporiden an der Lubenik-Margecany-Linie unter das Gemeridensystem mit seinem nicht metamorphen Paläozoikum und Mesozoikum von oberostalpinem Charakter entspricht genau der Unterlagerung des Mittelostalpins unter der Überschiebungsfläche der Grauwackenzone samt Kalkalpen in den Ostalpen.

11. Dem Oberostalpin als Ganzes entspricht in den Karpaten das Ensemble Choč (tiefste Deckengruppe, nördlichere Heimat), Strážov (mittlere Einheit) und Gemeriden (oberste Deckenmasse, südlichste Heimat). Dabei ist heute im Gegensatz zu manchen früheren Einwänden (S. PREY, 1965 a, S. 100; G. WESSELY, 1975, S. 277) auch M. MAHEL – wie erwähnt – klargeworden, daß zum Choč-System nicht nur die an Reiflinger Kalk reiche Lunzer Fazies (= Weißwaag-Fazies) und die dolomitreiche Rohrer Fazies (= Schwarzwaag-Fazies) gehören, sondern auch die bajuvarische Frankfurter Decke (M. MAHEL, 1983, S. 133). Die ursprünglich an die Choč-Deckengruppe südlich anschließende Strážov-Einheit mit ihrer wettersteinkalkreichen Fazies entspricht bestens der in den Kalkvoralpen südlich anschließenden Triestingfazies und greift in die Kalkhochalpen der Schneebergdecke über. Die Gemeriden schließlich, mit Muránpla-

teau im Norden und dem Slowakischen Karst im Süden, entsprechen nach ihrer Dachsteinkalkfazies und der Hallstätter Fazies im Süden dem Tief- und Hochjuvavikum der Kalkhochalpen.

Die Übereinstimmung ist in vielen Zügen sehr eng: Auch im Paläozoikum, das in den Gemeriden die gleichen Eigenheiten wie in der Grauwackenzone zeigt – mit spezifischen Schichtgliedern wie dem oberordovizischen Blasseneckporphyroid bis zum Karbon, den gleichen Vererzungstypen, dem gleichen permischen Melaphyr-Vulkanismus in der auflagernden alpidischen Basisserie.

Es kommt der gleiche Baustil des Oberostalpins und des Ensembles Choč bis Gemeriden in diesem Vergleich hinzu: Gegen vorne, Norden, aufsteigender Basalzuschnitt, durch den das Paläozoikum erst im Süden mächtig erhalten ist (Abb. 30). Ferner hat D. ANDRUSOV bereits seit 1931 den Gleitdeckentransport des Gemeriden-Mesozoikums in altalpidischer Zeit verteidigt und vielfach die Trennfläche im Werfener Niveau (z. B. Murán) aufgezeigt (D. ANDRUSOV, 1968, S. 86 f.). In den Ostalpen ist ein derartiger Gleitmechanismus des Juvavikums ja erst in den letzten Jahren mit vielen Argumenten sichergestellt worden.

Interessant sind schließlich noch die südlichsten Teile des Gemerikums, die nach Ungarn hinübersetzen. Die nun folgende Meliata-Decke mit ihrer – noch über die Verhältnisse in der Hallstätter Zone hinausgehenden – Krustenausdünnung, die bereits in der Trias zur Ophiolith- und Radiolarit-Bildung geführt hat, ist bereits zuvor (Pkt. 8) als eine gegenüber dem Pennin internere, ältere Riftzone charakterisiert worden. Gegen Osten hin gibt es äquivalente Zonen in den – triadische basische Eruptiva führenden – Hallstätter Kanälen der Transsylvanischen Decke. Gegen Westen hin aber bietet sich nur der südliche Hallstätter Kanal als eine – hier gegen das Westende der Tethys hin – allerdings nicht so weit fortgeschrittene Zerrungsregion der oberostalpinen Kruste zum Vergleich an.

Der südlichste Abschnitt des Gemerikums setzt im Anschluß an die Meliata-Decke über die Silica-Decke, über Szendrő und Uppony zum Bükk-Gebirge fort und leitet schließlich zum Bakony über. Aus diesen südlichsten Einheiten wird seit langem und erneut wiederum der kräftige südalpine Fazieseinfluß gemeldet (zuletzt bis zum Bükkgebirge durch H. MOCK, 1979 und H. KOZUR & R. MOCK, 1979 – durch diese Autoren allerdings durch unzutreffende tektonische Schlußfolgerungen belastet; letzte deckentektonische Deutung bei K. BALOGH et al., 1984). Auch jüngst wiederum hat M. MAHEL (1983, S. 137) die Zugehörigkeit der Bükk-Gebirgsgruppe zum Nordstamm, belegt durch „ihre ausdrucksvolle nördliche Vergenz“, betont. In den Ostalpen mehren sich ja auch in den ganz im Süden gelegenen oberostalpinen Schollen – wie etwa dem Drauzug – kräftig die Anzeichen der südalpinen Fazieseinflüsse (A. TOLLMANN, 1978 a).

Der Überblick über die Gemeinsamkeiten zwischen Ostalpen und Westkarpaten zeigt, daß hier sehr enge Verbindungen gegeben sind, die bei zahlreichen Einheiten eine sichere Parallelisierung zulassen, während andere Zonen vorerst nur mit Vorbehalt korreliert werden können. Die Grundzüge in der Gestaltung und Funktionsdauer der Geosynklinale und des Deckenfernschubes ab der Mittelkreide mit anschließender Metamorphose, die späte, tertiäre Einbeziehung der Randzone mit ihrem Flysch in die Subduktion, dafür das Aussetzen einer strengen Faltung in dieser Zeit in den Jungserien der intramontanen Becken vom Typus der Gosau (Senon-Eozän) und des eozänen zentralkarpatischen Flysches und manche weiteren Grundzüge stimmen trotz aller individuellen Spezialitäten in dieser großen Gebirgskette sehr gut überein.

Demgegenüber sind die Unterschiede zwischen West- und Ostkarpaten sogar stärker ausgeprägt, namentlich zufolge des gewaltigen Scheitelkeil-Einschubes an der Grenze dieser beiden karpatischen Hauptstücke, welcher Keil an der Zagreb-Zemlin-Seitenverschiebung tief gegen Süden vorgedrungen ist. Dieses Süddrängen des Scheitelstückes der mittleren Karpaten muß nach dem zentralkarpatischen kretazischen Deckenbau, aber vor der kaum mehr betroffenen tertiären Gestaltung der Randzonen ab der Flyschzone erfolgt sein. Aus zeitlichen Gründen paßt allerdings die naheliegende Erklärung dieses Blattverschiebungssystems als Scheiteleinbruch des Frontstückes des sich verschärfenden, im konvexen Teil gezerrten Karpatenbogens nicht recht. Diese Verschärfung des Bogens, bedingt durch den Manteldiapir im Pannonischen Back-arc-basin, setzt ja wohl erst mit dem Oligozän ein. Die Tendenz des Mechanismus der Bogenbildung und -verschärfung – mit der der bis nach Österreich hereinreichende karpatische Innenbogenvulkanismus direkt zusammenhängt – hält dann in gemäßigtem Ausmaß bis in die Gegenwart an, wie etwa auch die mittelsteil tief unter den Karpatenbogen einfallende Herdfläche des Vrancea-Bebens von 1977 zeigt (S. 140 ff.).

5. Literatur

D. ANDRUSOV, 1961, 1968; G. ANGENHEISTER et al., 1975; K. BALOGH et al., 1984; K. BIRKENMAJER, 1961; F. CHMELÍK, 1971; E. HANZLÍKOVÁ, 1976; R. JIŘÍČEK, 1981, 1982, 1984; L. KOBER, 1912 a; H. KOZUR & R. MOCK, 1979; B. LEŠKO et al., 1980; B. LEŠKO & I. VARGA, 1980; M. MAHEL, 1963, 1968, 1973, 1983; R. MARSCHALCO et al., 1976; H. MOCK, 1979; F. NĚMEC & A. KOCÁR, 1976; S. PREY, 1965 a, 1978; Z. ROTH, 1967; A. SPICHER, 1972; B. STUDER, 1851; A. TOLLMANN, 1959, 1961, 1963 a, 1964 e, 1969 c, 1972 a, 1975 a, 1978 a, 1984 a; R. TRŮMPY, 1960, 1980, 1985; G. WESSELY, 1975; W. WINKLER et al., 1985.

E DIE ENTWICKLUNG DER ALPIDISCHEN GEOSYNKLINALE

Am Boden des abgetragenen Variszischen Gebirges entwickelte sich, von der Innenzonen der nachmaligen Alpenin Region ausgehend, bereits ab dem obersten Karbon (Stephan) und Perm schüchtern einsetzend, die alpidische Geosynklinale. Während in den Westalpen manche Schweizer Geologen das Geosynklijalstadium des westlichen Alpenanteiles erst mit dem Lias beginnen lassen, setzt die Entwicklung in den Ostalpen deutlich früher ein. Das Meer dringt zur Zeit des Stephan und Perm, von Südosten kommend (Abb. 23), bis in das Gebiet der Karnischen Alpen, im Zechstein bis an die westliche Landesgrenze von Salzburg – besonders im Raum der späteren Kalkhochalpen einschließlich der Hallstätter Zone – vor. Es hinterläßt hier

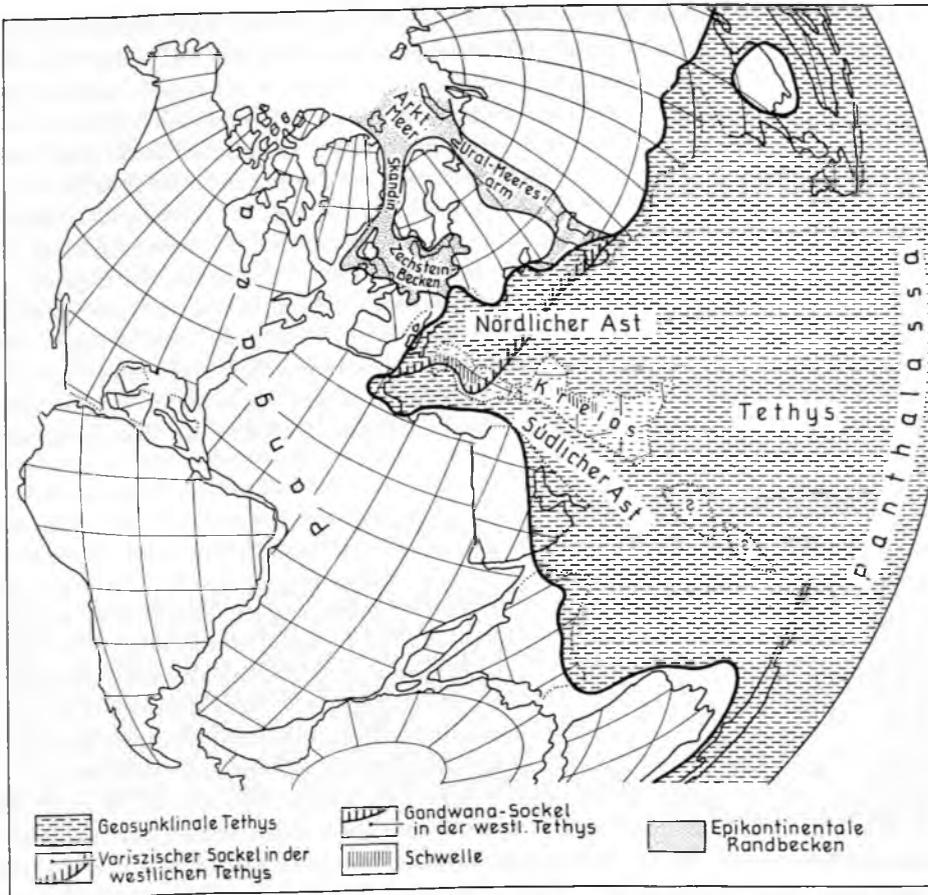


Abb. 23: Die Tethys zur Zeit des höheren Perm; nach A. TOLLMANN (1984 a, Abb. 1).

die Ablagerungen des permischen Salinars. Mit dem Beginn der Trias wird auch im übrigen Raum der Ostalpen die kontinentale aride Schuttperiode des dort vielfach noch herrschenden permischen Alpenen Verrucano mit seinen unausgereiften Restschotter- und Fanglomeratserien des variszischen Abtragungsrumpfes beendet und durch die vollmarine Entwicklung der Trias abgelöst (Abb. 24).

In der Untertrias dominiert in Form der Werfener Schichten das detritische Material weiterhin. Aber ab Beginn der Mitteltrias, ab dem Anis, setzt in dieser tropischen Meeresregion die Karbonatbildung in großem Umfang ein. Nach den anfänglich schlecht durchlüfteten, bituminösen seichten Becken-Sedimenten des tieferen Anis in Form der Gutensteiner Kalke beginnt noch innerhalb dieser Stufe die Bildung der faziell in Riff, Schwelle und Becken differenzierten Karbonatplattformsedimentation, die in der Trias mehrere tausend Meter mächtige, überwiegend organogen gebildete typische Seichtwasserablagerungen hinterließ.

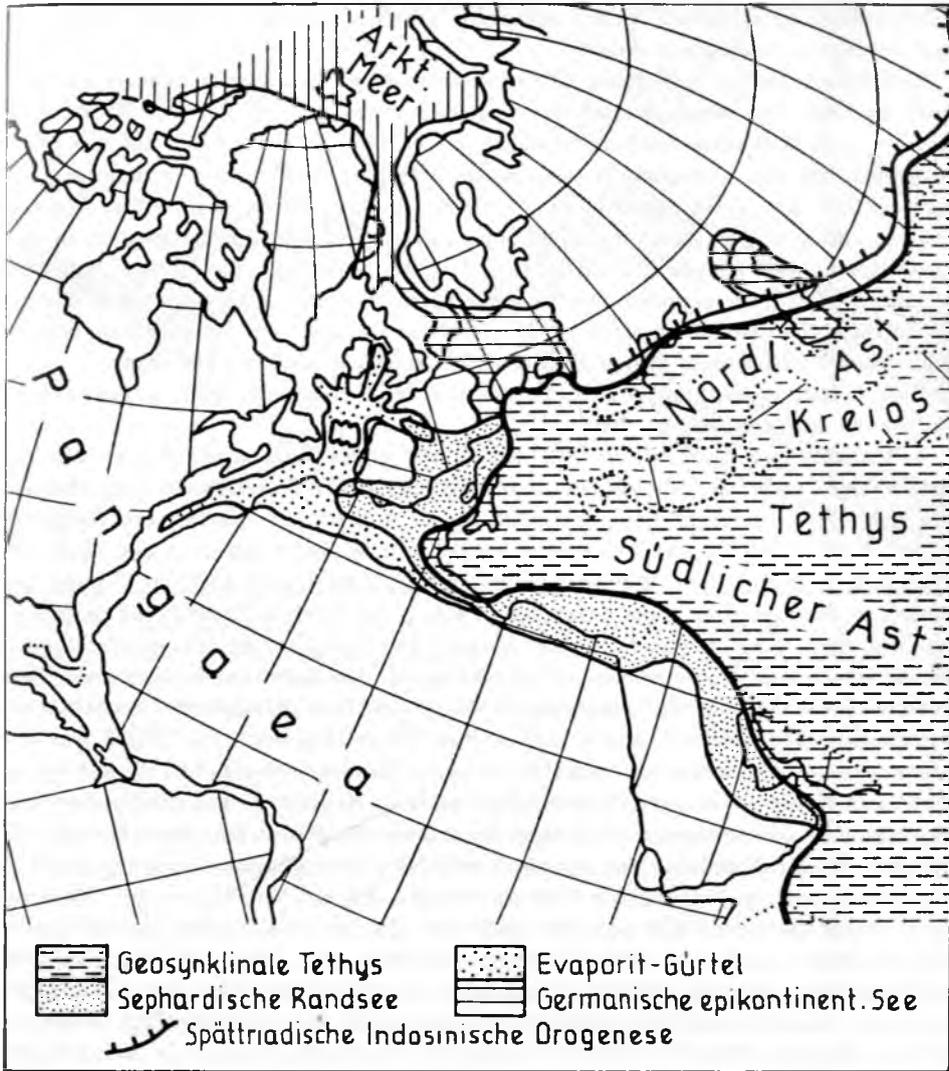


Abb. 24: Die Konfiguration der westlichen Tethys zur Zeit der Trias; nach A. TOLLMANN (1984 a, Abb. 3).

Zweifellos ist diese rasch absinkende Karbonatplattform durch das Ausdünnen der sauren Kruste über einem sich langsam öffnenden Ozean induziert worden. Diese Krustenausdünnung leitet zunächst aus isostatischen Gründen (höheres spezifisches Gewicht der basischen Kruste bedingt deren tiefere Absenkung) das Absinken des Bodens ein, das der Seichtwasserkalk-Entwicklung Raum gibt. Durch die nun mögliche Anhäufung der organogenen Kalkmassen wird der einmal eingeleitete Prozeß durch

Selbstverstärkung isostatisch weiter gesteigert, sodaß es zu der mächtigen triadischen Karbonatplattformbildung kommt.

Der Prozeß setzt im zentralen Teil der nachmaligen Gesamtgeosynklinale ein und greift im Laufe des Mesozoikums immer weiter gegen außen hin vor. Die Krustenausdünnung und Karbonatanhäufung ist daher in der Trias in erster Linie auf den oberostalpinen und den angrenzenden südalpinen Abschnitt (Dolomiten) konzentriert, wo auch ein kräftiger Vulkanismus in der mittleren Trias – einsetzend im Anis, Paroxysmus im Ladin – diese Krustenausdünnung bezeugt. Die Schichtmächtigkeiten in der zentralalpinen und penninischen Region sind in der Trias noch gering, ihre Fazies ist in vielem noch vom germanischen Vorland beeinflusst. Die noch externeren Partien des Schelfes von Eurasien werden in der Trias der Ostalpen erst zum kleinen Teil als „Helvetikum“ einbezogen, dessen Nordrand in Österreich noch trocken liegt.

Zwei Gesichtspunkte sollen zum Verständnis der Gliederung dieser Triaskarbonatmasse kurz erläutert werden.

1. Während sich im zentralen Teil der Tethys in der Trias gegen Westen hin ein Becken mehr und mehr eintieft, das durch Sedimente der Euhallstätter Zone (Mittelanis-Rhät) gekennzeichnet wird, schließen gegen „außen“ hin zunächst ein Riffgürtel in den Kalkhochalpen, dann eine sehr breite, sehr seichte Lagune in den Kalkvoralpen und in der nördlich folgenden zentralalpinen Faziesregion an (Abb. 27), die besonders in der Obertrias gegen außen hin (Pennin, Helvetikum) bereits stark germanotyp beeinflusst wird, was sich in der Bildung von Keuper statt Hauptdolomit oder Dachsteinkalk äußert. Die nun in den Kalkalpen in der Mitteltrias in Form der Wettersteinkalkriffe und in der Obertrias in Form der Dachsteinkalkriffe entstehenden Seichtwasserkarbonatmassen zeigen eine interne Gliederung durch eine Reihe von ungefähr west-östlich ziehenden kanalförmigen Becken tieferen Wassers, in denen sich Beckensedimente (Partnachschichten bzw. Hallstätter- und Zlambachschichten) und Schwellensedimente (Reiflinger Kalke bzw. Hallstätter Knollenkalke etc.) abscheiden. In der Mitteltrias sind es bei Abwicklung der kalkalpinen Decken im Westen drei hintereinander liegende Partnach-Kanäle (Bd. II, Abb. 55), in der Obertrias im Mittelabschnitt der Kalkalpen drei Hallstätter Kanäle (Bd. II, Abb. 55), die sich in unregelmäßiger Gestalt in diese Plattform einsenken. Die lange rätselhafte Ursache der Entstehung, die man vielfach fälschlich im Salzauftrieb zu sehen glaubte, können wir heute im Sinne der Plattentektonik voll verstehen: Das unregelmäßige Netz von Kanälen, das sich immer wieder neu bildet, ist das Abbild des bei der meridionalen Dehnung und Zerreißen des Untergrundes immer wieder aufreißenden „Spalten“-Netzes der Kruste, das sich in der Sedimentation nachzeichnet.

2. Ebenso unverständlich blieben lange die auffälligen und eigenartigen Sedimentationsunterbrechungen innerhalb der Trias, besonders aber zur Zeit des von W. SCHLAGER & SCHÖLLNBERGER (1974) zunächst einmal als „Wende“ bezeichneten einschneidenden Ereignisses innerhalb des Unterkarn, durch welches eine flächenmäßige Zuschüttung der Riffe durch detritisches Material vom Land her (Lunzer, Raibler Schichtkomplex) erfolgt ist. R. BRANDNER (1984) hat mit seiner Studie viel zum Verständnis dieser Zäsuren beigetragen. Durch die nunmehrige Anerkennung der so lange bestrittenen SUESS'schen eustatischen Meeresspiegelschwankungen durch die gegenwärtige Geologenschaft ist der Weg für die zutreffende Erklärung frei: Welt-

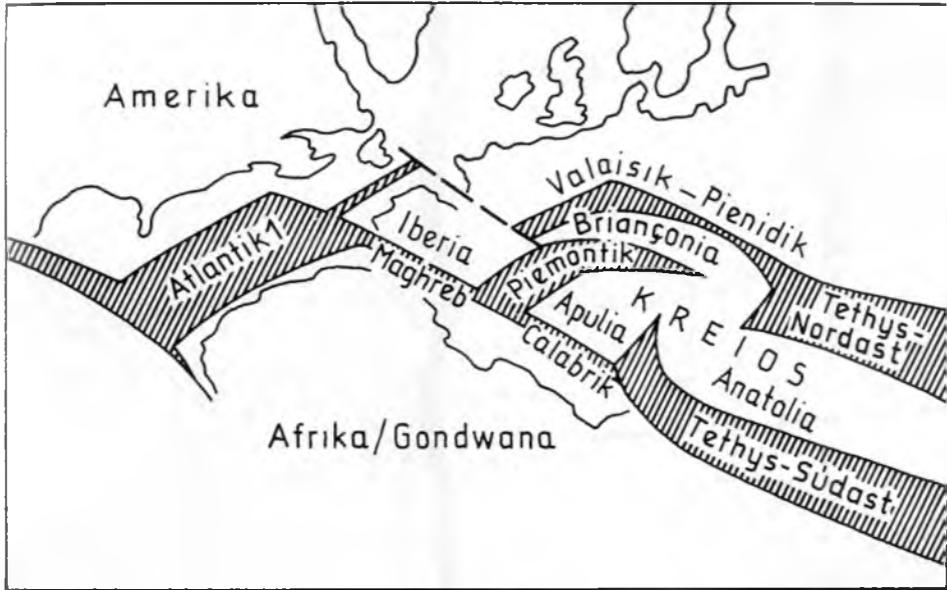


Abb. 25: Das Aufreißen der Kruste im Bereich von Nord- und Südpennin unter Ozeanisierung des Bodens muß als gleichzeitiger und kongenetischer Prozeß zur Öffnung des mittleren Atlantik unter ostwärts gerichtetem Abdriften Afrikas von Nordamerika verstanden werden. Der Prozeß setzt im Lias ein und erreicht im Oberjura seinen Höhepunkt. Modifizierte Darstellung im Sinne von B. Biju-DUVAL et al. (1977, Abb. 3 bzw. 1980, Abb. 1) und späteren Autoren.

weite Trans- und Regressionen sind am Umschlag der Sedimentation in diesem Seichtwassergebiet neben lokaler Tektonik entscheidend beteiligt. An der Permoskyth-Grenze stellt sich zunächst weltweit eine bedeutende Regressionsphase mit kräftiger Absenkung des Meeresspiegels ein. Auf die Transgressionsphase im Oberskyth (Werfener Kalk) folgt dann eine Regression an der Skyth/Anis-Grenze (mit Gips- und Rauh-wackenbildung), ferner im Oberanis, im oberen Wettersteinkalk (Cordevol), in entscheidendem Ausmaß aber im Unterkarn an der Cordevol/Jul-Grenze (Reingrabener Wende). Durch solche kräftige Regressionen kam es vorübergehend sogar zur Trockenlegung der Riffe, zur Verkarstung und Spaltenbildung, in welche dann das klastische Material eingespült wurde (vgl. A. TOLLMANN, 1966 a, S. 47; 1976 a, S. 106).

Dieses Zusammenspiel von Krustenausdünnung und der damit verbundenen Subsidenz und von eustatischen Meeresspiegelschwankungen mit ihren vielfältigen Folgen, wie Schollenkipfung, Schollenabsenkung, Sedimenttypus, Sedimentmächtigkeit, Spaltenbildung, Spaltenfüllung etc., ist in neuerer Zeit – besonders seit J. WILSON (1975), mehr und mehr als eine gesetzmäßig gerichtete Entwicklung bei der Geosynklinalbildung herausgearbeitet worden (jüngst J. WIEDMANN, 1983; R. BRANDNER, 1984; R. LEIN, 1985). Hierdurch ist der vom Verfasser (1968 a, S. 214 a; 1976 b, S. 462 ff.; 1978 b, S. 305 ff.) für das bezeichnende Frühstadium der Geosynklinale mit seiner spezifischen inneren Position im Gesamtgeosynklinalraum und seinen spezifischen Eigenheiten in Mächtigkeit, Fazies und Fauna eingeführte Begriff „Aristogeosynklinale“ heute auch genetisch klar definiert.

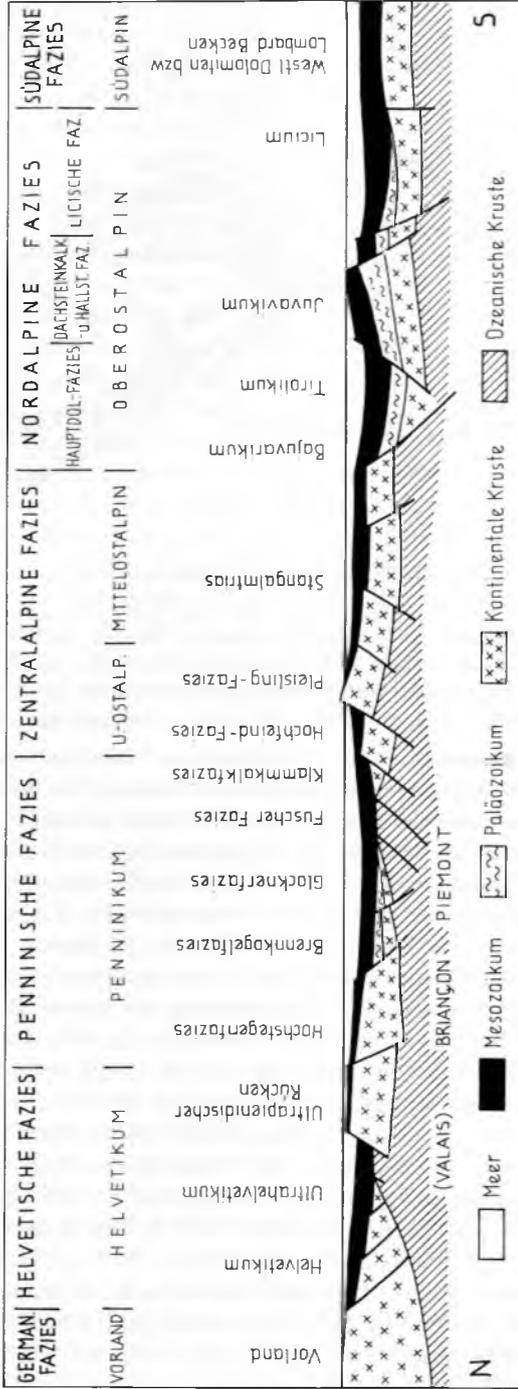


Abb. 26: Geosynkinalprofil durch den Raum der Ostalpen im Oberjura, das den Höhepunkt der Krustenzerrung zeigt. Ozeankruste erscheint im Bereich des Pennin. Dickere, saure Krustenschollen und -streifen schwimmen dank geringeren spezifischen Gewichts auf und bilden als Nannokontinentalstreifen Schwellenzonen mit geringer Sedimentationsrate – z. B. die Zentralgneis-Hochstegegen-Schwelle. Die bei der Krustenzerrung gekippten Schollen des Ostalpins geben Anlaß zu gravitativ transportierten submarinen Schuttströmen (z. B. Unterostalpin) und Gleitdecken (z. B. Kalkhochalpen).

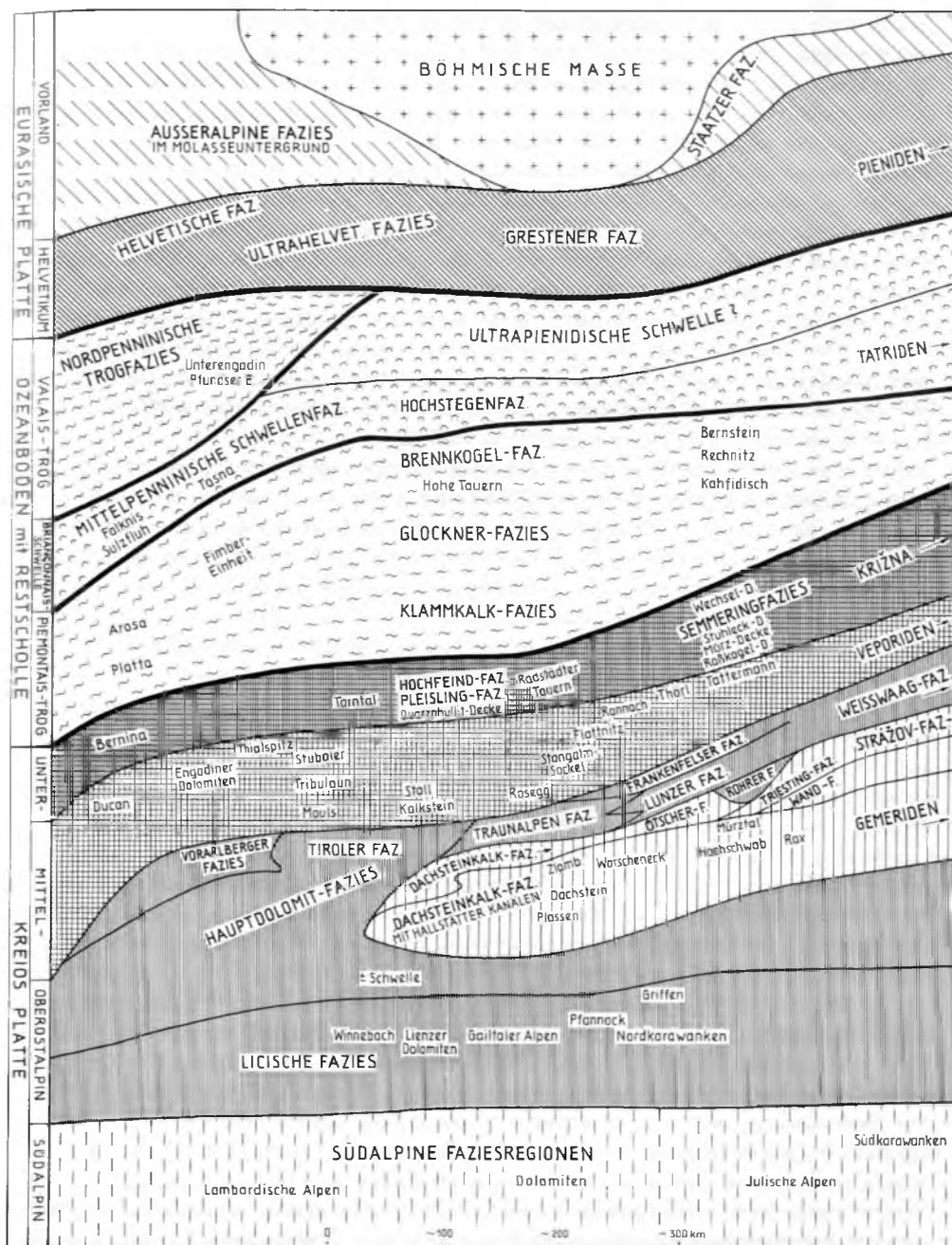


Abb. 27: Die Gliederung der alpidischen Geosynklinale in den Ostalpen; nach A. TOLLMANN (1978 b, Abb. 2).

Im Jura setzt – im Zusammenhang mit dem Abdriften Afrikas von Nordamerika unter Bildung eines ersten Abschnittes des Atlantiks und Aufreißen paralleler ozeanischer Spalten im Mediterrangebiet (Abb. 25, 26) – die Ozeanisierung des Bodens der Tethys in den Alpen ein. Eine generelle Verdünnung der sauren Kruste sorgt zunächst durch ein rascheres Absinken des Bodens aller Teilbereiche der gesamten Geosynklinale für das Erlöschen des Riffwachstums bereits im tieferen Lias (das dann erst wieder im Malm einsetzen kann). Der Höhepunkt der Absenkung wird im Untermalm, Oxford, erreicht, in welcher Zeit in allen Teilgeosynkinalzonen Tiefseeradiolarit-Sedimentation, bis hinaus auf das Helvetikum, herrscht. Der Faziesausgleich ist in dieser Zeit am vollständigsten gediehen. Ab dem Lias beginnt aber in einer neuen Zone zwischen Ostalpin und Mittelpennin die rapide Öffnung des Ozeanbodens: Der mächtige Jura der südpenninischen Glocknerdecke liegt unter Vermittlung nur geringer Triasschürflinge direkt am Ozeanboden auf. In der Kreide wiederholt sich der Prozeß im Nordpennin, das in Österreich nur im Engadiner Fenster von Westen hereinreicht und gegen Osten hin ausspitzt.

Die Fazieszonen-Gliederung in den Ostalpen gibt Abb. 27 wieder. Als generelle Prinzipien sind hervorzuheben: 1. Zunahme des Einflusses der außeralpinen Litho- und Biofazies in den äußeren, nördlichen, der germanischen See näheren Zonen – allerdings unter Abschirmung der Region südlich des Festlandes der Böhmisches Masse, die weniger germanotyp beeinflusst wird. 2. Wandern der Mächtigkeiten der Sedimentation von der Trias gegen den Jura hin von innen gegen außen, von Süden gegen Norden, sowohl innerhalb der Kalkalpen als auch in der Gesamtgeosynklinale gegen das Pennin hin. 3. Bildung von submarinen Mass-flow-Brekzien mit Bergsturzschuttmassen im Jura der Zentralalpen vom Typus der Türkenkogelbrekzie und Schwarzeckbrekzie in den Radstädter Tauern und der Tarntaler Brekzie im Zusammenhang mit der Krustendehnung und Schollenkippen während des Riftings der Kruste. Die Hauptphase der analogen Brekzienbildung in den Kalkalpen liegt im Oxford (Rofanbrekzie bis Oberseebrekzie) – vgl. S. 96. 4. Einsetzen der Subduktion ab der Unterkreide in den inneren Zonen, durch Flysch oder Turbidite markiert: Solche Indikatoren sind die Roßfeldschichten des Hauterive-Barrême im Oberostalpin, der Flysch der Unterkreide (?) des Tauernnordrandes im Südpennin und die flyschoide Serie der Wolfpassinger Schichten ab Barrême in der Rhenodanubischen Flyschzone.

Auf die Einzelheiten der Individualität der mesozoischen Faziesregionen ist schon bei der regionalen Schilderung der Einzelabschnitte eingegangen worden. Die Kreidesedimentation schließlich ist in den tektonisch tieferen Einheiten der Ostalpen durch frühes Einsetzen der großen Überschiebungen weitgehend unterdrückt worden. Am markantesten kann das Geschehen in der Kreide aus der Entwicklung der entsprechenden oberostalpinen, kalkalpinen Serien abgelesen werden: An der Tithon Neokom-Grenze vollzieht sich noch ein fugenloser, ungestörter Übergang der Ablagerungen. In der Unterkreide stellt sich ein Zurücktreten der Kalkbildung zugunsten der mergelreichen Entwicklung größerer Wassertiefen ein, wobei die schon im Jura herrschende Tendenz des Nordwanderns der Trogachse weiter anhält, sodaß weite Teile der Kalkhochalpen sehr bald keine Kreideablagerungen mehr empfangen haben. Ab der höheren Unterkreide setzt die Ausbildung von Tief-

seerinnen mit entsprechenden Turbiditserien (Roßfeldschichten) durch die Auswirkung der Subduktion im Untergrund ein (A. TOLLMANN, 1978 b, S. 317). Im Laufe der Oberkreide erfaßt dann das Absacken über subduziertem Untergrund große nördliche Teile des kalkalpinen Areals, sodaß der Boden des Gosautroges in der höheren Oberkreide und im Alttertiär auf weiten Strecken unter die Kompensationstiefe zu liegen kommt. Die frühere Auffassung von der Existenz einzelner, kleiner Gosaubecken in dieser Region ist zufolge der über den ganzen Großraum reichenden durchgehenden Schüttungsrichtung und Fazieszonengliederung im Paläozän vom Riffsaum aus Kambühelkalk im Süden weg zugunsten eines einheitlichen, abgesenkten Großraumes gewichen, von dem – besonders durch die nachgosauische tektonische Zerstückelung und Einsenkung – nur einzelne Teile („Becken“) erhalten geblieben sind.

Die zusammenhängende Flyschbildung in der südlich vom Ultrahelvetikum folgenden Tiefseerinne setzt mit dem Alb ein und hält bis zur Trockenlegung zu Ende des Eozäns an. Da die Subduktionsfront hier schräg zu den alten Fazieszonen verlief (Bd. II, Abb. 181), entsteht der hierher gehörige Rhenodanubische Flysch im Westen über nordpenninischem Untergrund, im Osten aber bereits über südultrahelvetischem Sockel. Mit der Flyschbildung wird der Umschlag vom geosynklinalen zum orogenen Stadium angezeigt.

F DIE ALPIDISCHE OROGENESE

1. Der plattentektonische Mechanismus

Der Alpenbogen repräsentiert auch im Weltmaßstab wohl das komplexeste, komplizierteste orogene System, das in einem vielphasigen Prozeß der Kreide- und Tertiärzeit in der Einengungszone zwischen den kollidierenden Platten Afrika und Eurasien geformt worden ist. Überblick über den großtektonischen Bau in Karte und Profil geben Abb. 1 und 4 in Band I dieser „Geologie von Österreich“

Die Komplexität geht zum ersten auf eine ebenso vielfältige Entwicklungsgeschichte der Kruste in der vorangegangenen geosynklinalen Phase zurück, in der eine Vielzahl verschieden mächtiger und faziell vielgestaltiger Sedimentzonen entstanden war, die dann bei der Gebirgsbildung naturgemäß materialabhängig verschieden reagiert haben. Der gewaltige Deckenbau aber ist bedingt durch die enorme Pressung, die dort auftritt, wo nicht Ozeanplatte unter die steife, dicke Kontinentalplatte absinkend subduziert wird, sondern wo bei Kontinent/Kontinent-Kollision mächtige und starre kontinentale Krustenplatten mit hoher Bewegungsintensität gegeneinander prallen. In unserem speziellen Fall des mediterranen Gebirgssystems kam noch hinzu, daß im Ostmediterraneanraum ein in wechselndem Maß isolierter, selbstständiger, langgestreckter, später in Teile zerfallender Zwischenkontinent (Kreios – A. TOLL-

MANN, 1978 b, S. 341) zwischen der Eurasiatischen und Afrikanischen Platte zwischen-geschaltet lag, der unter dem Druck der Großplatten beidseitig an den Rändern ausgehoben und zusammengeschopt worden ist. Kreios, nicht Afrika, ist die Oberplatte in diesem Subduktions-System. Europa und Afrika werden im Laufe der Entwicklung beide zu Unterplatten, die am Nord- und Südrand von Kreios abtauchen. Auf diese Art entsteht das (seit L. KOBER, 1911, S. 68; 1912 a, erkannte) System des zweiseitig gebauten Orogens, des bipolaren Systems mit beiderseits gegen „außen“ hin, gegen die abtauchenden Vorland-Schollen, ausgeschobenen Gebirgsstreifen. Bei dieser gewaltigen Zerquetschung von Kreios fahren demnach dessen Ränder unter Zersplitterung in Einzeldecken über die Vorlandplatten, dabei die jeweiligen „Zentraliden“-Decken bildend (im Norden das ostalpine Deckensystem, im Süden die großen zentralen Dinari-den-Helleniden-Ferndecken), dann, nach Überwältigung und Verschluckung der nördlichen und südlichen Ozeanbodenstreifen, die Kreios begleitet haben (Pennin im Norden, dinarische Ophiolith-Radiolarit-Zone im Süden), splittern auch die Ränder der Vorlandplatten deckenförmig ab und werden als Metamorphiden (Pennin) und Externiden (Helvetikum) unter dem Ostalpin gegen außen hin mitgenommen.

Die für das Verständnis der Gesamtthethys wichtige Wirksamkeit der voralpidischen, obertriadisch-jurassischen indosinischen („altkimmerischen“) Orogenese im Bereich des Nordastes dieses Meeres kann für unseren Abschnitt außer Betracht bleiben, da sich ihre Auswirkungen im wesentlichen auf den asiatisch-osteuropäischen Raum beschränken.

Wie bereits V UHLIG zu Beginn des Jahrhunderts am Beispiel der Ostalpen erkannt hatte, greift die orogene Bewegung von innen gegen außen vor, werden durch die Verlagerung der Subduktionsfront gegen das Vorland hin immer weitere Randzonen in den Prozeß der Orogenese, der Deckenbildung, einbezogen, zunächst der Vortiefenstreifen, der sich als Flyschtrog im nordpenninisch-südhelvetischen Raum mit dem Einsetzen der orogenen Bewegungen entwickelt hatte, dann der helvetische Schelf selbst, zuletzt noch der innere Teil der jüngsten Randtiefe, der Molasse, die bereits den Schutt des werdenden Orogens empfangen hatte, aber zuletzt auch noch in die Deckentektonik involviert worden war – wie deutlich das Beispiel der Waschbergzone zeigt.

2. Das Ausmaß der Einengung und die Geschwindigkeit des Deckentransportes

All diese Prozesse sind in den Ostalpen, die einen kleinen Abschnitt des nordvergenten Nordstammes des mediterran-mesogäischen Kettengebirges bilden, von österreichischen Forschern schon lange vor Einzug des Konzeptes der Plattentektonik an den alpinen Strukturen – ebenso wie ihre zeitliche Einstufung – abgelesen worden (vgl. S. 30 ff.). In visionärer Schau hat in erster Linie L. KOBER diese grandiosen Prinzipien des Deckenbaues als Ereignisse in kosmisch-geologischer Dimension erfaßt und hat seit 1912 a, b, besonders in seinen Büchern von 1923 („Bau und Entstehung der Alpen“), 1938 und 1955, immer weitere Leitlinien dieser komplexen Struktur herausgearbeitet. Es ist bezeichnend für das Ausmaß der Umgestaltung dieses

Orogens, daß die noch vor wenigen Jahrzehnten von der Fachwelt meist als „ultra-nappistisch“ abgetanen Vorstellungen von L. KOBER von den inzwischen erzielten Forschungsergebnissen noch weit in den Schatten gestellt werden: Während L. KOBER noch im Jahre 1955 (S. 13, 316, 342) für die heute rund 150 km breiten Alpen nach „Abwicklung“ des Deckenbaues keine größeren Ausgangsbeträge der Geosynklinale als 270 km für die Westalpen und 300 km für die Ostalpen anzunehmen wagte, mußte R. TRÜMPY 1958 (S. 88) bereits mit 500 bis 800 km, der Verfasser 1963 a (S. 183) mit mindestens 600 km allein für den Nordstamm der Ostalpen rechnen, für dessen abgewinkelte Breite heute rund 1000 km veranschlagt werden müssen (Bd. I, S. 4 f.).

Die häufig gehörte Prognose von außeralpinen Fachkollegen aus den sechziger Jahren: „Je mehr Details aus den Alpen bekannt werden, desto mehr werden diese phantastischen Vorstellungen von einem derartigen Deckenbau verschwinden“, ist durch die Praxis der nun mit exakten Methoden arbeitenden Forschung der letzten Jahrzehnte nicht nur widerlegt worden, sondern die Situation hat sich ins Gegenteil verkehrt. Mit jedem weiteren Jahr der Forschung „wächst“ die erzwungene Breite des Ausgangsareals der Gebirgsbildung, kommen weitere Decken zum ohnehin bereits hochkomplexen Gebäude hinzu. So ist etwa seit der Ausgliederung des Mittelostalpins, durch dessen Schubweite von 185 km eine erste bedeutende Verbreiterung der Geosynklinale erforderlich geworden war, eine lange Liste weiterer gleichsinniger Entdeckungen hinzukommen (vgl. A. TOLLMANN 1978 b, S. 297 ff.), aus der die markantesten Daten auf Tab. 3 zusammengestellt sind, die das beständige „Breitenwachstum“ der Rekonstruktion der alpidischen Geosynklinale anzeigt.

In welcher Art, mit welchem Tempo ist nun ein derart grandioser Deckenbau entstanden? Das Geschehen lief vielphasig ab. Zeiten stärkerer Einengung, revolutionärer Gestaltung mit geologisch gesehen rascher Entstehung von Deckensystemen, wechselten mit Phasen ruhigerer Entwicklung. Das ist aus zahlreichen Fakten abzulesen, sehr schön etwa an der lange anhaltenden oligozän-ältestmiozänen Augensteinlandschaft als Zeugnis tektonischer Ruhe, die dann im Aquitan durch orogenetische Bewegungen rasch und gründlich zerstört worden ist (S. 190), oder an der über lange Zeiträume hindurch ruhigen Entwicklung der Gosauablagerungen, die nur an bestimmten Schnitten intragosauische Ereignisse sekundärer Natur ankünden. Deutlich wird das phasenweise Geschehen auch an der völlig diskordanten Auflagerung der Gosaubasis im Coniac über einem soeben entstandenen kompletten kalkalpinen Deckenbau, in dessen nördlichen Elementen noch eine durchlaufende Sedimentserie bis ins Turon erhalten ist, sodaß kalkalpine Deckenbildung und Gosautransgression an der Grenze Turon/Coniac ein auffällig kurzfristiges, rasch ablaufendes Ereignis im Gegensatz zur davorliegenden Sedimentationsperiode darstellen.

Versuche, die Geschwindigkeit des Deckenschubes innerhalb dieses phasenhaften Geschehens zu ermitteln, haben in den Ostalpen Beträge von etwa 1,5 cm pro Jahr für die großen Transversaldecken ergeben (A. TOLLMANN, 1972 b, S. 968); ähnliche Beträge wurden damals von D. ANDRUSOV für die Karpatendecken, von R. TRÜMPY für die schweizerischen Decken ermittelt. Diese aus der Einengung errechneten Beträge können größenordnungsmäßig stimmen, da man bei dem komplexen Deckensystem in den Alpen mit rund einem Dutzend gleichzeitig bewegter, zusam-

Tab. 3: Historische Übersicht über das schrittweise Anwachsen der Breite der alpidischen Geosynklinale in unserer Vorstellung. Die zusätzlich erfaßten Schubweiten tragen zur Berechnung der Gesamtbreite der Geosynklinale nur mit Teilbeträgen bei.

Datum	Entdeckung	Zusätzliche wahrsch. Schubweite
1959 A. TOLLMANN	Abgliederung des Mittelostalpins	185 km
1961 A. TOLLMANN	Fünf Decken in „schlichter“ penninischer Schieferhülle erfaßt.	120 km
1962 E. KRISTAN-T. & A. TOLLM.	Mürzalpendecke über dem Tirolikum erfaßt.	20 km
1963 A. TOLLMANN	Gurktaler Decke in 2 Teildecken aufgegliedert (bestätigt 1982 v. GOSEN, 1984 v. NEUBAUER et al.).	60 km
1971 CH. EXNER	Storzdecke (pennin. Alte-Dach-Decke) erfaßt (jüngst bis SW Gmünd verfolgt).	25 km
1973 P. FAUPL	Buchdenkmalgranit = Moravischer Kristallin-Schürfling.	40 km
1975 P. FAUPL	Kaumberger Trog im Wienerwald erfordert nach distaler Fazies 80–100 km urspr. Breite.	90 km
1975 A. TOLLMANN	Ozcanbodenreste deuten auf subduzierten Ozean unter Glocknerdecke im Tauernfenster.	80 km
1975 A. TOLLMANN	Zwei penninische Zentralgneis-Faltendecken statt „parautochthone Kerne“ im Tauernfenster (bestätigt durch Maltastollen, EXNER, 1982).	40 km
1975 A. TOLLMANN	Kalkalpen nicht aus Rücken der Gurktaler Decke ableitbar, da dort Licische Fazies.	60 km
1977 A. TOLLMANN	Böhmische Masse reicht nach durchgepausten Brüchen nach Satellitenbildern unverdaut unter alpinen Decken bis zur Grauwackenzone.	65 km
1978 A. TOLLMANN	Wechseldecke als neue, tiefunterostalpine Decke an Hand von acht Fenstern abgegliedert.	50 km
1979 ÖMV AG	Bohrung Berndorf/Triesting trifft Flysch 15 km hinter Kalkalpenfront und Molasse 34 km hinter Flyschfront.	34 km
1980 F. NEUBAUER	Ackerldecke im Kärntner Oberostalpin erfaßt.	35 km
1981 ÖMV AG	Bohrung Zistersdorf ÜT erfaßt Molasse unter Flysch im Wiener Becken-Untergrund.	30 km
1981 A. TOLLMANN	Malmgleittektonik im gesamten Juvavikum verringert SPENGLERS Abwicklungswerte.	– 40 km
1983 W. FRANK	Koriden über Muriden alpidisch (?) nordvergent überfaltet.	50 km
1983 ÖMV AG	Seismik in Tirol bringt Abtauchen der Jungschichten-Unterlage der Kalkalpen noch unter Ötztal-Kristallin.	50 km
1984 G. WYSSLING	Hohenemser Decke unter Säntisdecke im Vorarlberger Helvetikum aufgestellt.	30 km
1987 A. TOLLMANN	Friesacher Decke unter der Murauer Decke	35 km

mengestauter Decken und daher mit einer Größenordnung von rund zwei Dezimeter Einengung pro Jahr rechnen müßte. Und dieser Betrag stimmt wiederum mit dem Ausmaß an Subduktion an den rezenten großen Subduktionsrändern im Westen der Pazifischen Platte überein. Entscheidend höhere Geschwindigkeiten allerdings sind bei Gleittransporten von Schollen oder auch Decken anzunehmen, denen ja alle Möglichkeiten von kriechender Bewegung über Schlipfe bis zur raschen Abfahrt auf geneigtem Meeresboden zur Verfügung stehen. Hier ist es in den Ostalpen noch nicht gelungen, solche ja erst jüngst mit Sicherheit in der Hallstätter Zone erfaßten Großgleitvorgänge geschwindigkeitsmäßig zu fixieren.

3. Die orogenen alpidischen Phasen

Die Gebirgsbildung ist demnach in der Ostalpenregion phasenhaft abgelaufen. Die Hauptphasen der Gestaltung während des geosynklynen und orogenen Stadiums stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Bewegung der angrenzenden Großkontinente Laurasia und Gondwana. Während die Geosynklynebildung in Perm und Trias auf eine scherenförmige Öffnung des Mittelmeerraumes unter Krustenausdünnung zurückgeht, steht die Öffnung der quer bzw. schräg dazu angelegten penninischen Tröge mit ozeanischer Kruste ab dem Lias in direktem Zusammenhang mit der gleichzeitig parallel dazu erfolgten Öffnung eines mittleren Atlantik-Stückes, beides bedingt durch das östliche Abdriften von Afrika gegenüber Europa entlang der Iberisch-Maghrebinischen Transform-Störung mit ihrem linksgerichteten Seitenverschiebungssinn (vgl. Abb. 25).

Durch die Öffnung des Südatlantiks aber ab der mittleren Kreidezeit kehrt sich der Bewegungssinn um. Durch den Beginn der Öffnung dieses Ozeans im Süden schwenkt nun Afrika unter leicht rotationeller Bewegung zurück gegen Europa, die Einengung des Alpenraumes unter Subduktion des penninischen Ozeans und unter Deckenbildung auch im Ostalpin bewirkend.

Die nächste große Phasengruppe stellte sich mit dem Eozän ein, als sich der Nordatlantik zwischen Grönland und Europa öffnete und damit wiederum Europa schräg an Afrika gepreßt wurde. Auch diese Ära ab der Pyrenäischen Phase bedeutet wiederum weitere Einengung des alpinen Raumes, nun unter Subduktion der nächstfolgenden Zonen, also der Rhenodanubischen Flyschzone und des Helvetikums über dem nördlichen Ozeanbodenstreifen und ausgedünnter kontinentaler Kruste des Schelfs.

Die Ursachen für das mit Gewißheit vorhandene phasenweise Geschehen im Zuge der großen Subduktions- und Transversal-Schubbewegungen sind nur bedingt verständlich. Wir können zwar den Wechsel in der Geschwindigkeit der Plattenbewegungen der Erde an dem wechselndem Ausmaß des Zuwachses der Ozeankruste auf den zugeordneten Ozeanböden erkennen, wir wissen auch aus den paläomagnetischen Kurven von Afrika und Europa um ein kürzerfristiges Schwanken in Annäherung und wieder Entfernung dieser beiden Kontinente, aber für stärkere phasenhafte Bewegungen wird wohl noch zusätzlich das Prinzip der Speicherung und Auslösung von Spannungen mitwirken.

Eine eingehende Analyse über Einsetzen und phasenhafte Wirkung der Orogenese in den Ostalpen liegt in der Studie über die alpidischen Gebirgsbildungsphasen in einem eigenen Heft der „Geotektonischen Forschungen“, Nr. 21, vom Verfasser (1966 a) vor. Im Anschluß daran haben sich mit dieser phasenweisen Ausgestaltung des Orogens R. OBERHAUSER (1968, 1973, 1978, 1980), S. PREY (1978) und P. FAUPL (1979 b) befaßt.

Die Existenz des phasenhaften Rhythmus in der Orogenese ist heute durch eine wachsende Zahl von Detailuntersuchungen gut gesichert. Wir wissen, daß diese phasenhaften Prozesse zwar nicht im Sinne von H. STILLE weltweit korrelierbar sind, daß aber im Sinne der Plattentektonik riesige Räume dann gleichem phasenhaftem Geschehen unterliegen, wenn sie etwa einem gleichzeitig von der Bewegung erfaßten Rand einer Großplatte angehören. Die noch zur Zeit STILLES von seinen Gegnern lange wiederholte gegenteilige Meinung, es gäbe keine Phasen mit wesentlich beschleunigtem Abrollen der Bewegungen, hat gerade wiederum durch den Nachweis von lückenlosen tiefoberkretazischen Profilen am Rücken der Lechtaldecke in den Bayerischen Alpen durch K. WEIDICH (1984 b) einen Vertreter gefunden, der aus dem dortigen Fehlen einer sedimentären Lücke zwischen Turon und Coniac auf die Nichtexistenz der vorgosauischen Mediterranen Phase – in der der Hauptdeckenbau der Kalkalpen entstanden ist – schloß. K. WEIDICH schließt dieser Überlegung gleich die Forderung an, auch alle übrigen Phasen der Erdgeschichte bzw. den Begriff der Phase an sich aufzugeben. Hierbei hat K. WEIDICH den durchaus unzutreffenden Schluß gezogen, daß eine Schichtlücke Bedingung für den Nachweis einer Phase sei – das war vielleicht die Meinung zur Zeit von H. STILLE. Wir wissen aber nun schon seit geraumer Zeit, daß phasenhafte orogene Prozesse vielfach auch unter Meeresbedeckung vor sich gehen und eben dann in jenem Fall, wo Partien einer Decke (wie im Beispiel Lechtaldecken-Stirnzone) nie von höheren Decken überschoben worden sind, bei submarinem Geschehen natürlich auch durchgehend Sedimente empfangen können. Wir haben ferner darauf aufmerksam gemacht (1976 a, S. 22), daß sich der Schwerpunkt der kalkalpinen Absenkung im Jura und besonders in der Kreide gegen Norden, gegen die voralpine Region hin, verlagert hat, sodaß dort trotz submariner phasenhafter orogener Prozesse selbstverständlich Sedimente am Rücken der freiliegenden Deckenabschnitte geradezu zu erwarten sind.

In der Serie der alpidischen Bewegungsphasen im Raum der Ostalpen müssen wir zwei genetisch durchaus verschiedene Perioden unterscheiden: Der erste Abschnitt in der Zeit vom Perm bis in die tiefste Kreide fällt in die Phase der Krustendehnung. In dieser Epoche des Riftings läuft die Öffnung der Geosynklinale phasenhaft ab, sodaß zu bestimmten Zeiten ein Aufreißen der Kruste, Schollenkipfung und damit verbunden gravitativ gesteuerte Brekzienbildung verstärkt auftritt. Die zweite Periode von der Unterkreide bis zur Gegenwart umfaßt die orogenen Bewegungsstöße im Gefolge der Subduktionsphasen – Tab. 4.

Die Subduktion und damit die orogenetische Einengung setzte – wie heute immer mehr anerkannt werden muß – im Untergrund des Ostalpins bereits in der Unterkreide ein. Erste Hinweise auf eine in der Zeit des Oberhauertive bis Barrême bereits kräftig wirksame Phase, die vom Verfasser (1963 a, S. 193) als Austroalpine Phase bezeichnet worden ist, lieferten die „orogenen“ Sedimente der Roßfeldschich-

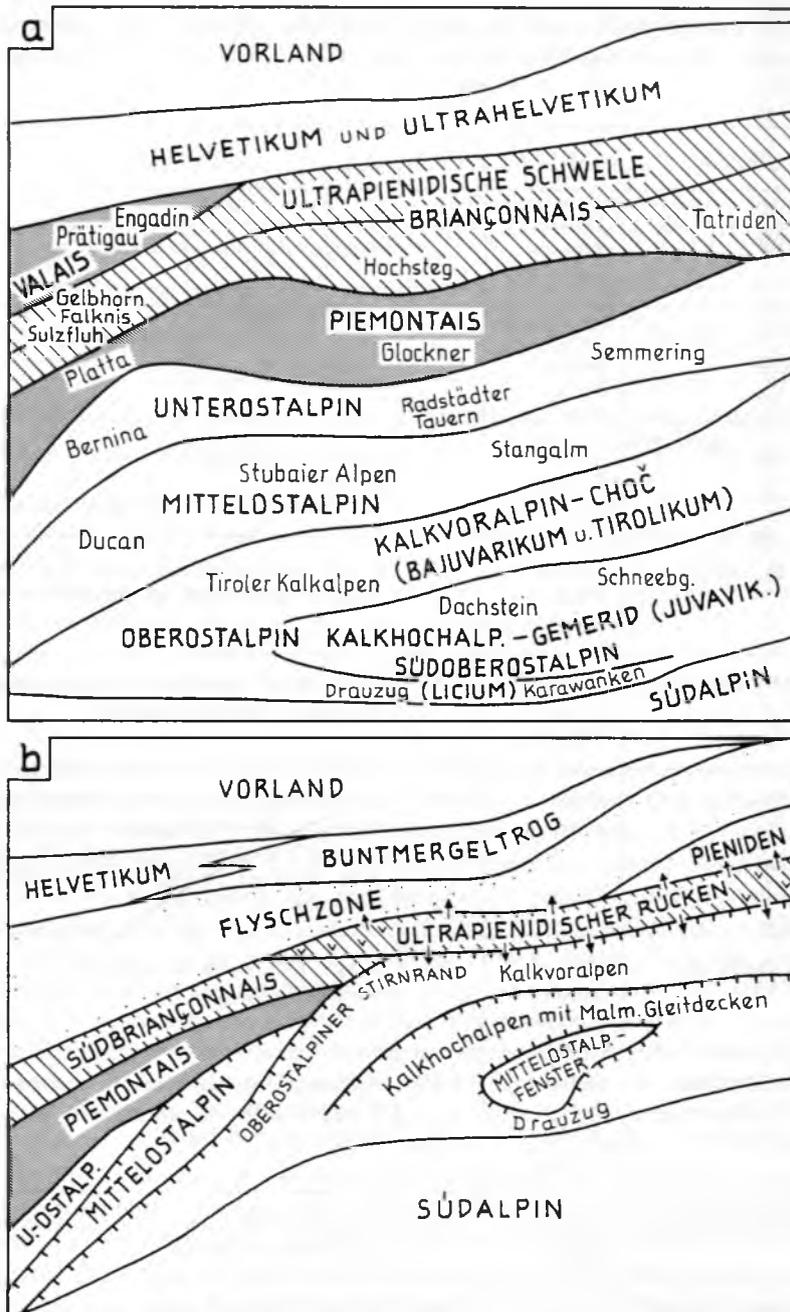


Abb. 28: Die Entwicklung des Deckenbaues in den Ostalpen während der Kreidezeit; nach A. TOLLMANN (1966 a, Abb. 3). In der Kreidezeit bleibt der Westteil des Ostalpins in den Ostalpen noch weit im Süden zurück; a) Ausgangszustand im Malm, b) Situation in der Oberkreide.

Tab. 4: Die geosynklinalen und orogenen alpidischen Phasen in den Ostalpen; nach A. TOLLMANN (1966 a, Tab. 1). Jede der Hauptphasen läßt wiederum Teilbewegungsstöße erkennen.

OROGENE PHASEN (Subduktion)	PHASE	ALTER	MIO. J.	BEDEUTUNG
	JÜNGSTALPIDISCHER ZYKLUS	Pliozän, Pannon, Sarmat	12	Diskordanzen im Sarmat und Pannon Kippung des Alpenvorlandes gegen E
	„MOLDAVISCHER PHASE“	Grenze Baden/ Sarmat	14	Lücke im Oberbaden (Rotalien-Zone) nur Regression
	STEIRISCHE PH.	Grenze Karpas/ Baden	17	Letzter Nachschub in Flysch- und Wasch- bergzone Basaldiskordanz des steirischen Badenien
	SAVISCHER PH.	Grenze Chatt/ Aquitain	23	Flyschdeckenschub, Gleitschollen in Molasse, Augensteinlandschaft tektonisch zerstört
	HELVETISCHE PH.	Grenze U./M.- Oligozän	33	In Ostalpen unwirksam (Deckenbildung im Schweizer Ultra-Helvetikum)
	PYRENÄISCHE PH.	Ober- eozän	40	Hauptumstellung der Externzonen: Trocken- legung u. Überschiebungsbeginn in Flyschzone und Helvetikum, Neuanlage der Molasse- zone, kräftiger „nachgosausischer“ Nachschub der kalkalpinen Decken
	LARAMISCHE PH.	Grenze Maastr./ Paleozän	65	Lokale Lücken im Gosaubecken Geringe Bedeutung
	SUBHERZYNISCHE PH., bes. RESSEN PH.	Intragos., bes. U./O.- Campan	78	Kräftige Diskordanz in den Gosaubecken; Umstellung der Schüttungsrichtung, nun von Süden statt von Norden
	MEDITERRANE PH.	Hohes Turon	90	Hauptdeckenbildung und Deckenschub in den Kalk(vor)alpen
AUSTRISCHE PH.	Grenze Alb/ Cenoman	98	Transport der Deckensysteme des Ostalpins; kräftige Faltung und Diskordanzen in Kalkal- pen	
AUSTROALPINE PH.	Ober- Hauter., Barrême	125	Anlage und Transport der großen Deckensy- steme des Ostalpins; Roßfeld-Tiefseerinne in den Kalkalpen über Subduktionszone	

GEOSYNKLINALE PHASEN (Rifting)	JUNGKIMMERISCHE PH.	Malm	160	Gleitdeckenbau und Schuttstrombrekzien im Tief- und Hochjuvavikum und lokal in Kalkvoralpen ab Oxford-Radiolaritbecken bis ins Tiefneokom, Schwarzeckbrekzie der Zentralalpen
	MESOKIMMERISCHE PH.	Lias	195	Schollenkipfung mit Brekzienbildung (Brennkogel-, Türkenwand-, Tarntaler, Penkenbrekzie)
	ALTKIMMERISCHE PH.	Grenze Rhät/Lias	204	Rhätlücken im Mittelostalpin-W, Diskordanzen im Unterostalpin
	LABINISCHE PH.	Grenze Ladin/Karn	229	Karnischer Event in Sedimentation der Kalkalpen, Brekzien in Zentralalpen
	MONTENEGRISCHE PH.	Tiefanis	238	Richthofenkonglomerat der Südalpen
	PFÄLZISCHE PH.	Perm/Skyth	245	In Ostalpen unwirksam

ten dieses Zeitraumes in den Kalkalpen, die den Charakter einer Tiefseerinnen-Abtragung an einem tektonisch aktiven Beckenabhang aufweisen (P. FAUPL & A. TOLLMANN, 1979) – vgl. Bd. II, Abb. 47. In dieser Zeit war bereits auch auf Grund des Aussetzens der Sedimentation in der penninischen und den tieferen ostalpinen Einheiten im zentralen und östlichen Teil der Ostalpen die Subduktion des Pennins und der tieferen ostalpinen Elemente im Gange und steigerte sich weiter bis an die Wende Unter-/Oberkreide, wo in der Austrischen Phase STILLES wiederum an der diskordanten Auflagerung z. T. grobdetritischer Serien des Cenomans über verschiedenem kalkalpinem Untergrund ein nächster kräftiger Bewegungsstoß abgelesen werden kann.

Lange Zeit ist von vielen Seiten kräftig an dieser Auffassung des frühen Einsetzens der Orogenese in den Ostalpen gezweifelt worden und wurde das Pennin des Tauernfensters als erst an der Wende Eozän/Oligozän überschoben angenommen (R. OBERHAUSER, 1964, S. 48, Abb. 2 u. a.). Heute sind durch eine große Zahl von radiometrischen Altersbestimmungen in verschieden hoher Position im ostalpinen Deckensystem kräftige Metamorphosewirkungen (in demnach bereits in Subduktion befindlichen Krustenteilen) aus dem Zeitraum von rund 120 bis 85 Millionen Jahren, also aus der Zeit vom Ende Barrême bis in das Santon bekannt – vgl. etwa M. THÖNI (1981 a, S. 155 f.; 1982, S. 29; 1983, S. 228 ff.) für die Zentralalpen, M. KRÁLIK (1982, 1983 a, b) für die Kalkalpen (hier vereinzelt bis 135 Millionen Jahre = Valendis). So wurde nun auf ganz anderem Wege die zunächst so lange bestrittene frühe Umstellung in das Orogenstadium bestätigt!

Ursache für diese vom Westen her kommende (CORNELIUS, CLAR, TRÜMPY, OBERHAUSER etc.) Fehleinschätzung war die ständig postulierte altersmäßige Gleichsetzung des Geschehens im Hauptabschnitt der Ostalpen und seinem ja viel später flexurartig nachgezogenem Westende, das im Prätigau sogar noch Nummuliten-Eozän überfährt. Der Vorschub des Ostalpins erfolgte in seiner Gesamtlänge nicht gleichzeitig, der Mittel- und Ostabschnitt sind wesentlich früher vorgeprescht – nach dem von D. ANDRUSOV scherzhaft als „Foxtrott-Tektonik“ bezeichneten bekannten Prinzip (Abb. 28).

In dieser unter- bis mittelkretazischen Ära waren demnach zunächst die großen Deckensysteme Unter-, Mittel- und Oberostalpin als Ganzes abgehoben und in Bewegung gesetzt und war ebenso die tektonische Gestaltung des bereits in den Subduktionsprozeß einbezogenen Pennins begonnen worden. Der interne Deckenbau im oberostalpinen Kalkalpensystem aber ist nachweislich später erfolgt: Die Schichtplatte der Kalkalpen muß zufolge eines gegen die Front der Decken hin aufsteigenden basalen Stirnzuschnittes als Ganzes geformt und transportiert worden sein, die Übereinanderstapelung der internen kalkalpinen Decken kann auf Grund des südgerichteten regelmäßigen Abstieges der Deckenbasen in immer tiefere Horizonte (A. TOLLMANN, 1971 b, Abb. 3) nur nach diesem ersten Schritt erfolgt sein (Abb. 29). Die Transgressionskonglomerate der basalen Gosau mit Komponenten aus den jeweils angrenzenden kalkalpinen Deckenrändern plombieren den in der Mediterranen, vorgosauischen Phase des Turon erfolgten Deckenbau. Cenoman hingegen, das lokal auch auf Faltenstrukturen übergreift, verschleißt noch keine Deckengrenzen.

In der Zeit der Gosau macht sich eine erste Herauswölbung der Zentralalpen mit Geröllschüttungen ab dem Campan bemerkbar, große Transversalbewegungen aber sind in dieser Zeit, auch an der Wende zum Tertiär (Laramische Phase), nicht nachweisbar.

Der dritte Haupttakt nach der mittelkretazischen und vorgosauischen Gebirgsbildung trat in den Ostalpen zur Zeit des Pyrenäischen Phasenzklus innerhalb und zu Ende des Obereozäns ein. Nun tritt die bedeutendste Umgestaltung der subalpinen Zonen ein: Flyschzone und Helvetikum/Ultrahelvetikum werden trockengelegt und ihre Subduktion bzw. Überschiebung an ihrem Südrand wird eingeleitet. Die Restgeosynklinale wird als Molassetrog gegen Norden hinaus verlagert, der ab dem Obereozän marine Sedimente empfängt. Die Einengung des penninisch-ostalpinen Deckenstapels schreitet in der Pyrenäischen Phase zu Ende des Eozäns weiter fort und äußert sich z. B. in der Nachbewegung von kalkalpinen Deckengrenzen, die lokal mäßig weit Gosasedimente (samt deren Alttertiäranteil) überfahren, ferner in der tiefen Einfaltung von Gosaubecken, schließlich bezeichnenderweise auch in den südvergenten Rückschuppungen der großen Einheiten auf der Südseite der Kalkalpen und auf der Nordseite des Tauernpennins (A. TOLLMANN, 1963 a, S. 197 f.).

Durch die radiometrische Alterseinstufung der „Tauernkristallisation“ SANDERS mit rund 40 Millionen Jahren (Obereozän) – vgl. Bd. I, S. 34 – wird auch im Pennin dieser zweite große Subduktionsstoß zur Zeit der Pyrenäischen Phase nachgewiesen. Die erste alpidische Kristallisation hatte sich hier ja unter Hochdruckmetamorphose-Bedingungen während der kretazischen Subduktion vollzogen.

Unter den jüngeren tertiären Phasen wirkte sich die Savische Phase durch einigemale weitere Schuppungen innerhalb der Kalkalpen (Kaisergebirgs-Nordschuppung,

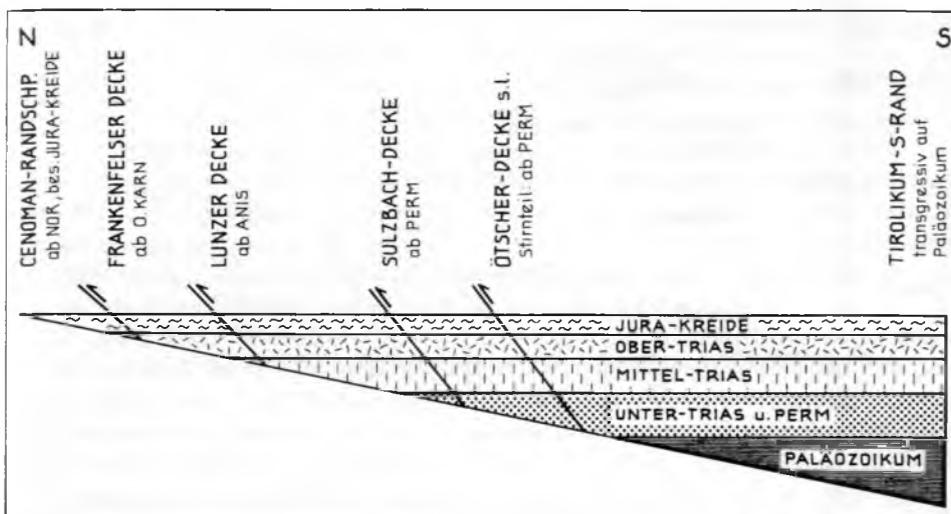


Abb. 29: Der basale Schrägzuschnitt und Transport der noch zusammenhängenden Kalkalpen-Platte muß nach dem Schichtumfang der einzelnen Decken gegen unten hin noch vor der Deckenteilung erfolgt sein; nach A. TOLLMANN (1971 b, Abb. 3).

Ennstal) aus, besonders aber durch erste Verfaltungen des Molasse-Südrandes. Die Steirische Phase an der Grenze Karpat/Baden machte sich nicht nur durch Diskordanzen in den Ostrandbecken (Wiener Becken bis Steirisches Becken) bemerkbar, sondern auch durch letzte Nachschübe an der Flysch-Molasse-Grenze, vor allem aber durch kräftige Überschiebungen am Nordrand von Flyschzone und Waschbergzone nördlich der Donau. Die noch späteren Phasen äußerten sich nur mehr in unbedeutenden Aufpressungen am ungefalteten Molasserand, an leichten Kippungen und Schollenbewegungen, an Bruchlinien und an Schichtlücken in den inneralpinen Tertiärbecken. In der Gegenwart dominiert die Vertikalbewegung mit Werten von 1 bis knapp 3 mm/Jahr, aber in wurzelnahen Regionen sind noch beträchtliche horizontale Spannungen meßbar und lösen sich besonders bei Eingriffen in das Gebirge aus.

Eine ausführliche Information über das phasenhafte Geschehen auch in den jüngeren Entwicklungsstufen der Ostalpen liefert die erwähnte Spezialstudie des Verfassers (1966 a).

4. Deckenstrukturen, Schubweiten und Transportmechanismus

Die großtektonischen Strukturen, die während dieser alpidischen Orogenese in den Ostalpen entstanden sind (Bd. I, Abb. 4), sind in erster Linie Abscherungsdecken, die weithin dominieren. Liegende Faltendecken, die beim Schweizer Deckenbau bei weitem vorherrschen, sind in den Ostalpen in größerem Umfang nur bei den Zentralgneisdecken des Tauernpennins (Abb. 30) und im unterostalpinen System des Semmerings vorhanden. Unter den Abscherungsdecken herrschen in Österreich

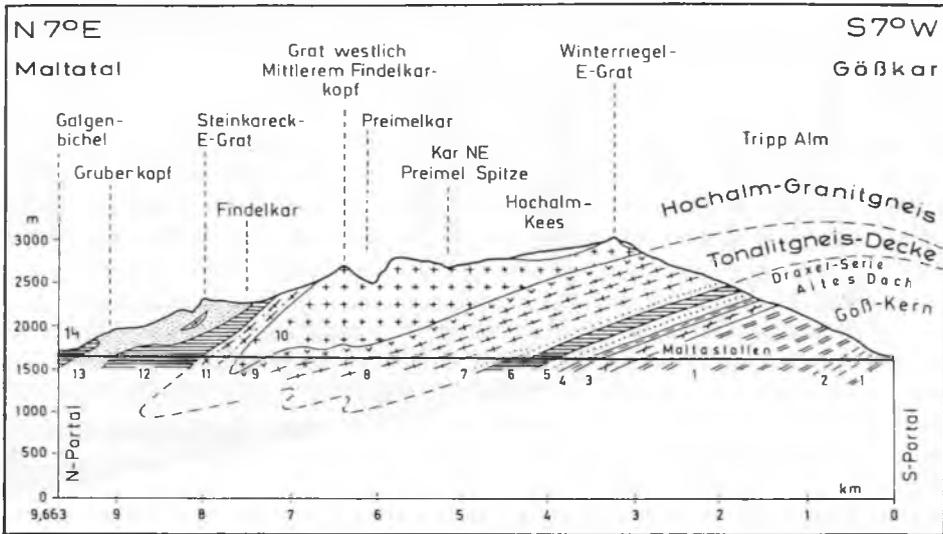


Abb. 30: Die Zentralgneisdecken des Penninikums in den Hohen Tauern stellen im Sinne des Autors (1975 c) nordvergente liegende Faltendecken alpidischen Alters dar. Beispiel der Faltendeckenstruktur der Gasteiner Decke im Abschnitt des Hochalmgneises auf Grund des Maltastollenprofils; nach CH. EXNER (1982, Abb. 2). Die Faltenform ergibt sich aus aufrechtem und liegendem Schenkel der Granit-/Tonalitgneisserie einerseits und der Wiederholung der metamorphen Bündnerschiefer im Hangenden (Findelkar) und Liegenden (Draxel-Serie). Erläuterung: 1 – Gran(odior)itgneis des Gößgrabens, 2 – Bändergneislagen, 3 – Amphibolite des Alten Daches, 4 – Bändergneis des Alten Daches, 5 – Aplitgneise und Migmatite dieser Einheit, 6 – Granatglimmerschiefer der Draxel-Serie (Bündnerschiefer?), 7 – leukokrater Granitgneis an der Basis der Gasteiner Decke, 8 – Tonalitgneis, 9 – Übergangsserie, 10 – Hochalm-Granitgneis, 11 – Tonalitgneis-Deckenstirnzone, 12 – Granatglimmerschiefer der Findelserie, 13 – Aplit- und Granitgneis der Randzone der Gasteiner Decke, 14 – Bändergneis und Glimmerschiefer der Findelserie.

wiederum bei weitem die Deckgebirgsdecken, bei denen die Sedimenthaut vom Kristallinsockel abgetrennt und selbständig überschoben worden ist: Hierzu zählen z. B. das Deckensystem des Helvetikums und Ultrahelvetikums, die große, im Osten weiter untergeteilte Flyschdecke, das gesamte Oberostalpin – einerseits die Kalkalpen mit ihren Teildecken (Abb. 29), andererseits die großen Einheiten vorwiegend aus Paläozoikum in den Zentralalpen wie Gurktaler Decke, Grazer Paläozoikum, Steinacher Decke etc., ferner auch ein guter Teil der unterostalpinen Decken im Raum des Tauernfensters (während jene im Semmering Mischgebirgsdecken darstellen). Schließlich aber sind auch alle penninischen Schieferhülledecken dem Sedimentabscheringstypus zuzuordnen. Eine Sockeldecke par excellence hingegen stellt die riesige mittelostalpine kristalline Masse mit ihrer so geringmächtigen oder weithin fehlenden sedimentären Bedeckung dar. Das einzige weitere Beispiel für Sockeldecken in den Ostalpen liefern die penninischen Zentralgneisdecken.

Ausführlich wird das Thema der Strukturformen im alpinen Orogen im System der Deckgebirgsdecken am Beispiel der Nördlichen Kalkalpen zuletzt in einem eigenen Band vom Verfasser (1973 b) behandelt.

Die so verschiedenartige Ausbildung von Sockel- oder Sedimentdecken geht bereits auf die Gestaltung der Kruste in der Geosynklinale zurück: Wo die saure Kruste kräftig ausgedünnt oder sogar direkt zugunsten ozeanischen Bodens aufgerissen worden war, lagerten sich auf rasch sinkendem Boden mächtige Sedimentstöße ab, während die unveränderten sauren Krustenstücke dazwischen als streifenförmige Nannokontinente aufschwammen und durch die Hochlage eine lückenhafte oder geringmächtige Sedimenthülle empfangen. Die Art der Deckenbildung war dann nur eine logische Konsequenz der vorgefundenen Krustenstruktur: Kilometermächtige Sedimentstapel der Beckenablagerungen wurden zu Deckgebirgsdecken, kristalline Schwellen mit lückenhafter Hülle zu Sockeldecken.

Die Schubweiten der Decken überschreiten in den Ostalpen mehrfach 100 km, im Fall des oberostalpinen Deckensystems über dem Mittelostalpin 185 km. Diese anfangs nach ihrer Entdeckung vor einem Vierteljahrhundert wegen des damals noch ungewohnten Betrages und der in Europa überwiegend noch nicht akzeptierten mobilistischen Auffassung der Plattentektonik noch vielfach angezweifelte Großüberschiebung ist in der Zwischenzeit durch die Untersuchung der noch kritischen verbliebenen Stellen und durch immer weitere neue Beweise (Bd. I, S. 193 bis 206 und dieser Bd., S. 100 ff.) so gut abgesichert, daß nicht der geringste Zweifel mehr an der tektonischen Eigenständigkeit der großen ostalpinen Deckenkomplexe Unter-, Mittel- und Oberostalpin (einschließlich ihrer Fortsetzung in den Karpaten) möglich ist.

Den Haupttransportmechanismus der Decken der Ostalpen liefert die Subduktion des gegen unten und innen abströmenden Untergrundes oder, vice versa, der transversale Ausschub der hangenden Einheiten. Dieser Mechanismus beherrscht fast alle kretazisch-tertiären Deckensysteme der Ostalpen, nur unter bestimmten seltenen Voraussetzungen kam es auch – sogar schon vor dem Stadium der Orogenese – zum Gleittransport von Gebirgsmassen, der Schwerkraft Folge leistend. Ein seit langem bekannter Fall ist der Gleitfaltenbau im Malm des Sonnwendgebirges beim Achensee in der bajuvarischen Lechtaldecke der Tiroler Kalkalpen (vgl. A. TOLLMANN, 1973 b, S. 181). Ein viel grandioseres Beispiel liegt im malmisch-unterkretazischen Gleittransport des Juvavikums der Kalkalpen vor (A. TOLLMANN, 1973 b, S. 47; 1986 a; vgl. Bd. II, Abb. 96, 100). Der nächste berühmte Fall ist im eingeglitteten und einsedimentierten Schuppenpaket der Bohrung Perwang in der Molassezone gegeben (Bd. II, Abb. 219). Ein weiterer und zugleich ganz exzeptioneller, da subaerischer Gleitvorgang ist durch das Eingleiten von Großschollen von Karawanentrias in die sarmatischen Flußschotter des vorgelagerten Klagenfurter Beckens gesichert, von D. v. HUSEN erkannt (Bd. II, Abb. 259).

In all diesen Fällen, am deutlichsten beim Gleittransport der Hallstätter Schollen, ist eine Reihe von Voraussetzungen erfüllt und feldgeologisch erfaßbar: Ein deutliches Gefälle zu einer Vortiefe, die an ihren Sedimenten erkennbar ist; ein Gleit- und Schmiermittel als Ablösungshorizont (das Salinar im Falle der Hallstätter Gleitschollen); ein buntes Chaos der im Zielgebiet zusammengeklitterten eintreffenden verschiedenartigsten Schollen und Deckenteile und schließlich sedimentäre Grenzen der Gleitdecken und -schollen im umgebenden Milieu (näheres bei A. TOLLMANN, 1981 a, 1986 a). Demnach ist heute die Unterscheidung zwischen transversaler Schubtektonik und Gleittektonik nicht mehr schwierig. Im Falle der Ostalpen wird wiederum deut-

lich, daß sich Gleittektonik unabhängig von der phasenhaften, zyklisch und systematisch weiterbauenden, etappenweise gegen das Vorland hinausgreifenden „normalen“ Orogenese beliebig in Raum und Zeit einschalten kann, wenn lokal die Abgleit-Bedingungen gegeben sind. In unseren Beispielen hauptsächlich noch im unteren Malm, vor dem Beginn der Orogenese, dann wohl im Zusammenhang mit der Bodenunruhe in der Savischen Phase an der Wende Chatt/Aquitain, im letztgenannten Fall im Sarmat gänzlich außer Programm in einem kontinentalen Becken über Rollkies

Bezeichnend für die Phase der Schollenkipfung und Gleittektonik in den Kalkalpen zur Zeit der größten Dehnung der Geosynklinale im Oxford, im Radiolarit-Niveau, ist auch der als Begleitung vielerorts stattgehabte, der Schwerkraft gehorchende Massentransport in Form von Großblöcke führenden Brekzienmassen. Sie sind in dem erwähnten Radiolaritniveau als Schuttströme (Debris flow), auch durch Kornfließen (Grain flow) eingesedimentiert, häufig von Turbiditen begleitet. Dabei erodiert der gravitativ bedingte Brekzienstrom im proximalen Bereich die Unterlage und nimmt aus dieser Komponenten auf, während die Masse des Schuttstromes im distalen Bereich im Radiolaritniveau zur Ruhe kommt. Beispiele derartiger (unter-) malmischer Brekzienströme sind fast über die gesamten Kalkalpen hin verbreitet: von der Rofanbrekzie im Westen über die Schwarzbergklambrekzie, die Unken-, Taugboden-, Strubbergbrekzie, Brekzien N vom Sandling, vom Radlingpaß bei Bad Aussee, bis hinüber in die Mürtzaler Alpen und die ebenfalls in das Radiolaritniveau einzuordnende Oberseebrekzie im Raum SE Lunz mit kräftiger Erosion im proximalen Bereich (Obersee bei Lunz).

5. Die Bedeutung des Porenwassers

Die Bedeutung der bis tief in die Erdkruste in Poren und Klüften hinabreichenden Poren-, Berg- und Kluftwasser für grundlegende Prozesse der Geotektonik und der Metamorphose ist erst in jüngster Zeit allmählich für bestimmte Teilbereiche des Geschehens erfaßt und begriffen worden. Gesteuert sind hierdurch Prozesse wie Schub- und Gleitdeckenbau, plattentektonische Großstrukturen wie Inselbogenbildung, Auslösung von Erdbeben an Bruchflächen, bestimmte Lagerstättenbildungen durch Auslaugung des Gesteins über Ozeankruste, Metamorphose u. a. Die Mechanismen, die zur Bildung der erwähnten Strukturen geführt haben, waren bis vor kurzem mechanisch weitgehend unverständlich gewesen. Jetzt hilft die Erkenntnis von der Bedeutung des Porenwassers, das so vielfältig im Spiele ist, entscheidend weiter. Zur Erläuterung dieser Behauptung seien im folgenden einige Beispiele aus dem alpinen Orogen angeführt.

a) Der Mechanismus der großartigen transversalen Deckenüberschiebungen in den Alpen war bis vor zwei Dutzend Jahren unverständlich gewesen. Noch vor kurzem wurden von deutschen Forschern Laborversuche angestellt, die ergaben, daß bei einer seitlichen Schubbeanspruchung einer Decke die Fortleitung des erforderlichen Druckes durch den relativ dünnen lamellenförmigen Deckenkörper bis zu ihrer Stirne durch den Reibungswiderstand an der Basis unmöglich sei und die Decke in ei-

nem Trümmerhaufen zerfallen müßte oder jedenfalls nur wesentlich geringere Transportweiten als in der Natur beobachtet zurücklegen könnte (Beispiel: Experimentelle „Widerlegung“ einer in der Natur an Deckschollengruppen absehbaren großräumigen Überschiebung des Stubaier Mesozoikums durch das oberostalpine Deckensystem zu Beginn der siebziger Jahre seitens deutscher Forscher). Seit M. HUBBERT & W. RUBEY (1959) aber hat man erkannt, daß dem allgegenwärtigen Porenwasser gerade auch bei solchen Großüberschiebungen eine entscheidende Rolle zukommt – und zwar sowohl im Sedimentgestein als auch im Kristallin: An der durch Abscherung unter dem Seitendruck der Vorlandplatten neu gebildeten Trennfläche „schwimmt“ die Decke auf einem Porenwasserfilm gleichsam ohne Reibungswiderstand weg, sodaß alle früheren Berechnungen auf Grund von Laborversuchen über die Festigkeitsgrenzen an trockenem Fels für diese Frage hinfällig sind. Dazu kommt noch, daß die Mobilität an solchen, von überhitzten gespannten Wässern überzogenen Flächen noch weit über die normale Wirkung eines Filmes aus kühlem Wasser hinaus erhöht wird. Hier spielt also noch der Überdruck des Porenwassers eine wichtige Rolle, der bei Abdichtung durch eine geringe Erhöhung des Seitendruckes rasch gesteigert wird.

Nur so sind die unglaublich weit gespannten flachen Überschiebungen ganzer Gebirgsmassen an und über 300 km weiten Schubbahnen in den Appalachen, der nordamerikanischen Küstenkette, dem variszischen Nordstamm in Frankreich, dem variszischen Südstamm in der Böhmisches Masse und dem mediterranen Orogen in Nord- und Südstamm erklärbar, die heute durch geophysikalische Methoden erfaßt und streckenweise durch Bohrungen bestätigt sind.

b) Auch beim Gleittransport von Decken, wie wir ihn aus den Ostalpen an Hand der zuvor erwähnten Beispiele, besonders aber auf Grund jenes aus den Kalkhochalpen mit Gleitdeckentektonik in Hallstätter-, Dachstein- und Schneebergdecke, kennengelernt haben, kommt dem Wasser in mehrfacher Hinsicht eine entscheidende Rolle zu. In erster Linie natürlich beim Gleitvorgang der abgelösten Großschollen über dem jungfräulichen, unverfestigten, höchst wasserreichen Sedimentschlamm am Meeresboden: Die Auswirkung einer Einschaltung einer solch beträchtlichen Wassermenge im Liegenden einer Gleitscholle mag in bestimmten Fällen tatsächlich solch extreme Auswirkungen für den Gleittransport besitzen, wie sie J. GOGUEL an Hand des Beispiels der Gleitschollen im Hodna-Ouarsenis-Becken des Atlas abgeleitet hat; diese von Norden stammenden Gleitmassen haben die Beckentiefe passiert und sind am Südrand bis in die seichte Randfazies aufgebrandet, woraus J. GOGUEL auf eine schnellzugartige Geschwindigkeit zur Erhaltung der nötigen kinetischen Energie für das Aufwärtsgleiten im Süden geschlossen hat und als Mechanismus sogar ein Verdampfen des Wasserfilms bei derartigen Geschwindigkeiten annimmt, sodaß der Mechanismus des Luftkissenbootes als Vergleich herangezogen werden kann. Der Gedanke ist nicht von der Hand zu weisen, da ja auch obertage abgehende Bergstürze streckenweise sich auf einem Luftpolster dahinbewegen.

c) Die plattentektonische Großstruktur der girlandenförmigen, vom Plattenrand hinausgedrifteten Inselkettenbögen und den dahinter entstehenden Back-arc-basins, wie wir sie im Alpen-Karpatenbogen und dem einsackenden Pannonischen Becken mit seiner ausgedünnten Kruste in abgewandelter Form vorliegen haben, verdanken, wie auf S. 75 bereits ausgeführt, wiederum dem erhöhten

Porenwassergehalt der subduzierten Vorlandplatte ihre Entstehung. Der stark erhöhte und rapide beschleunigte Wärmetransport im Bereich des Manteldiapirs dieser Becken wird ja durch diesen hohen Porenwassergehalt bewirkt.

d) Bei der Auslösung von Erdbeben entlang der großen tiefreichenden Bruchstrukturen ist in den Ostalpen bisher noch nicht an den Faktor „Porenwasser“ gedacht worden. Es ist in höchstem Maße wahrscheinlich, daß auch in diesem Fall die Ansammlung von Porenwässern, deren Aufheizung und vor allem deren durch Krustenbewegung entstehender Überdruck entlang von steil stehenden, aber abgedichteten Bruchflächen, für die entscheidende Erhöhung der Mobilität der Kruste, die sich in der Auslösung eines Erdbebens äußert, verantwortlich ist – vgl. auch CH. KING, 1985. Indirekte Hinweise hierfür liegen einerseits in der Methode der Erdbeben-Vorhersage mit Hilfe von Messungen über die Änderung des elektrischen Widerstandes im Gestein bei steigendem Druck vor: Die Abnahme des Widerstandes vor Auslösung des Bebens wird ja auf eine Füllung der aufreißenden Gesteinsklüfte durch Bergwässer zurückgeführt. Es ist daher naheliegend, daß solche Annahmen über die Bedeutung des Porenwassers für den Zustand der Kleinststörungen im Nebengestein auch für den Zustand der Hauptstörungen dieses Krustenstückes anwendbar sind. Andererseits weiß man ja aus dem unfreiwilligen Experiment des Einpumpens von flüssigen Abfällen in ein bebenanfälliges Bruchsystem bei Denver in Colorado, daß dies eine Auslösung von Erdbebenschwärmen zur Folge hatte. Auch im Falle der Erdbebenauslösung kommt demnach dem Porenwasser eine entscheidende Rolle zu.

e) Auch im Verständnis der Metamorphose bahnen sich unter stärkerer Berücksichtigung der fluiden Phase neue Lösungen an. Nicht nur, daß das Ausmaß der Bedeutung dieser Lösungen für den Grad der Umsetzungen oder Erhaltung reliktscher Partien und auch im Prozeß der Homogenisierung von Isotopen im Hinblick auf radiometrische Altersbestimmung erst allmählich erkannt worden ist, es bringt der Gedanke des Wärmetransportes bei der regionalen Metamorphose durch Konduktion mittels aufsteigender Porenwässer anstelle der früheren Vorstellung der thermischen Konvektion entscheidende Fortschritte im Verständnis: Wärmeleitung durch das als guter Isolator wirkende Gestein über größere Entfernungen hat nach unserer Vorstellung Jahrzehntmillionen gebraucht. Zur Erreichung hoher Temperaturen mußte eine Überlagerung von mächtigen Gesteinspaketen angenommen werden. Im Tauernpennin etwa kam man zur Erzielung der nötigen Druck-Temperatur-Verhältnisse auf Überlagerungsmächtigkeiten von mehreren Zehnerkilometern, die zufolge des primären Auskeilens des sonst mächtigen mittelostalpinen Kristallins und der Reduktion des Unterostalpins über diesem Fenster niemals vorhanden waren (A. TOLLMANN, 1963 a, S. 190 f.). Nun hat die nicht unansehnliche Metamorphose am Südrand der Kalkhochalpen, die bereits epizonales Ausmaß erreicht (etwa 300°), bereits in der Zeit der Austroalpinen Phase um 130 Millionen Jahre bei noch geringer tektonischer Überlagerung durch die hochalpinen malmischen Gleitdecken die Berücksichtigung des Wärmetransportes durch relativ raschen Aufstieg von erwärmten Porenlösungen nahegelegt: Nur so kann in kurzer Zeit nach Beginn der Subduktion und Anlaufen der Orogenese in dieser Austroalpinen Phase (S. 88) eine namhafte Metamorphosewirkung erzielt werden, indem bei einem raschen Wärmetransfer nach oben hin noch eine zwar nicht mächtige, aber durch die basalen Schieferhorizonte gegen oben hin abdich-

tende tektonische Gleitschollenabdeckung des betroffenen Raumes zu Hilfe kommt (Diskussion M. KRÁLIK, Mai 1985).

Während heute demnach erste Ansätze zum Verständnis der kräftigen Temperaturerhöhung im Orogen auch ohne allzu große Überlagerungsmächtigkeiten vorliegen, ist die Erklärung der etwa im Tauernfenster erforderlichen bedeutenden Drücke zur Bildung von Eklogit trotz Fehlens der theoretisch erforderlichen Mächtigkeiten noch nicht gefunden. Vielleicht hilft auch hier die Berücksichtigung des erhöhten Wassergehaltes der relevanten juvenilen Serien weiter.

Auf die vielen übrigen Fragen allgemeiner Art über Baustil und Mechanismus der Orogenese (Struktur der Wurzelzonen, tektonische Bauformen, Vielfalt der Deckenstrukturen und der untergeordneten Gefüge, Alpenlängsprofil etc.) kann hier nicht nochmals eingegangen werden, da hierüber in eigenen Abhandlungen (Ostalpensynthese, 1963 a, S. 141 ff.; Grundprinzipien der alpinen Deckentektonik, 1973 b, S. 404) vom Verfasser bereits eingehend berichtet worden ist.

6. Magmatismus und Orogenese

Schließlich erscheinen noch einige Bemerkungen über das Verhältnis des Magmatismus zur Orogenese angebracht. In groben Zügen gilt hier weiterhin das STILLESCHES Schema mit dem basischen initialen Vulkanismus beim Krustenaufreißen im Geosynklinalstadium, mit dem sauren syn- bis spätorogenen Magmatismus mit Aufdringen der granitisch-tonalitischen Plutone in der Zeit des Oligozäns im Raum der Periadriatischen Linie und mit dem Rückschlagen des finalen Vulkanismus über Andesite, Trachyte des Karpat bis Unterbaden in den Ostrandbecken zu den Basalten des Pliozäns.

Wir haben im einzelnen hierüber bereits in den entsprechenden Kapiteln berichtet: Vom geosynklinalen Vulkanismus im penninischen Jura (Bd. I, S. 27 f.) und im Mesozoikum der Kalkalpen (Bd. II, S. 17, 22, 33, 39, 79); vom spätorogenen Plutonismus vom Rieserferner Tonalit bis zum Eisenkappeler Tonalitgneis und den entsprechenden Ganggefolgen in Bd. I, S. 355 f., 361, 624, 651 etc.; vom miopliozänen oststeirischen Vulkanismus in Bd. II, S. 487 f. und 491 f.

Der Zentralgneis der Tauern hat sich ja nach langer Diskussion auf Grund der radiometrischen Messungen als jungvariszisch, nicht alpidisch erwiesen. Daß der alpidische Gürtel aus sauren Intrusiva weiter nach Süden verschoben nahe der Periadriatischen Linie liegt, hat seine Ursache in der – auch heute noch geophysikalisch bis weit südlich dieser Linie zurückverfolgbaren – Krustenverdickung. Die „Gebirgs Wurzel“ liegt hier gegen Süden verschoben. Die Anhäufung von saurem Krustenmaterial in der Tiefe verdankt besonders der tiefgreifenden Subduktion der penninischen Zone ihre Entstehung. Die Aufschmelzungsprodukte der sauren Kruste sind dann von dieser tief im Süden gelegenen Zone im Zuge der ab rund 30 Millionen Jahre aufreißenden Seitenverschiebung der Periadriatischen Linie im Bereich dieser Schwächezone aufgestiegen.

7. Regionale Neuergebnisse in den Zentralalpen seit 1977

Zur Abrundung der Gesamtdarstellung der Geologie von Österreich erscheint noch ein Überblick über die wichtigsten Neuergebnisse aus dem Raum der Zentralalpen seit Abschluß des I. Bandes, also seit 1977, angebracht. Da sich eine solche Besprechung hier auf das Wesentlichste beschränken muß, wird zur näheren Information auch über die hier nicht zur Sprache gekommenen Arbeiten noch ein Nachtrag zur Literatur über die Zentralalpen seit 1977 auf S. 433 ff. beigelegt.

In dieser jüngsten Forschungsperiode stehen in den Zentralalpen drei Themenkreise im Vordergrund: 1. Eine rasch vorangetriebene Verfeinerung der Stratigraphie der paläozoischen Serien des Oberostalpins, besonders mittels Conodonten, und eine bereits in großen Zügen gelungene altersmäßige Aufgliederung des voralpidischen „Altkristallins“, die aus der vergleichenden Seriengliederung erfließen ist und z. T. schon durch radiometrische Bestimmungen unterstützt wird. Bei dieser Forschung im Paläozoikum stehen die Grazer Schule und deutsche Arbeitsgruppen im Vordergrund. 2. Die radiometrische Datierung der alpidischen und voralpidischen Metamorphose-Akte im Kristallin und im schwächer metamorphen Oberostalpin. Dies hat in Verbindung mit Gefügestudien einen raschen Fortschritt in der Auflösung des vielphasigen Geschehens ermöglicht. Diese Arbeitsrichtung wird vor allem in Wien von W. FRANK und Mitarbeitern, außerdem von deutschen Forschern betrieben. 3. Die Klärung von einzelnen noch offen gebliebenen Fragen in bezug auf die tektonische Selbständigkeit von Mittelostalpin und Oberostalpin hat auch jüngst wertvolle Beiträge zur Kenntnis der Großtektonik der Zentralalpen erbracht.

Über die Fortschritte in der Gliederung des voralpidischen Komplexes der Zentralalpen ist im Kapitel C, S. 45 ff., bereits getrennt berichtet worden. Hier sollen daher die Ergebnisse, die zur tektonischen und paläogeographischen Vorstellung über die alpidischen Strukturen dieses Raumes beitragen, summarisch Erwähnung finden. Erhöhtes Interesse fanden dabei namentlich neue Belege zur großtektonischen Selbständigkeit des mittelostalpinen Deckensystems. In Band I sind S. 192 ff. die Hauptargumente, die für die tektonische Abgliederung dieser 1959 aufgestellten Großeinheit entscheidend waren, zusammengefaßt und durch weitere, bis 1977 hinzugekommene Belege ergänzt worden. Der Anstoß zur Ausgliederung des Mittelostalpins war ja ursprünglich durch fazielle Fakten in Kombination mit tektonischen Gegebenheiten gekommen.

In den letzten Jahren sind nun mit Erforschung des Kristallins mit Hilfe moderner Methoden gerade von dieser Seite unumstößliche neue Beweise für die Selbständigkeit des mittelostalpinen Deckensystems gekommen, wie das Folgende zeigt (vgl. A. TOLLMANN, 1986 b).

a) In sämtlichen großen Einheiten des Oberostalpins (Grauwackenzone, Grazer Paläozoikum etc.) ist eine paläozoische Serie bis zum Ordovicium hinab, vielfach fossilführend, in nur gering metamorpher Ausbildung, nachgewiesen. Diese Serien liegen nun in der gesamten Breite der Zentralalpen einem mittelostalpinen Kristallin auf, das, vielfach belegt, außer durch abschnittsweise erfaßbare ältere Metamorphosen durchgehend noch in variszischer Ära im Karbon amphibolitfazial geprägt worden ist.

Hierdurch ist der gesamte zeitliche Umfang des Altpaläozoikums noch in diesem mittelostalpinen Kristallin enthalten. Jüngst konnten wichtige Abschnitte dieses Kristallins durch eine Reihe von Autoren (L. P. BECKER, F. NEUBAUER u. a.) übereinstimmend in großen Zügen in die einzelnen altpaläozoischen Formationen untergliedert werden (S. 55 f.). Was vom Anfang an bei der Aufstellung des Mittelostalpins vom Verfasser vermutet worden war, daß nämlich im Mittelostalpin das „Paläozoikum, kaum mehr als solches erkennbar, vorliegt“ (1963 a,

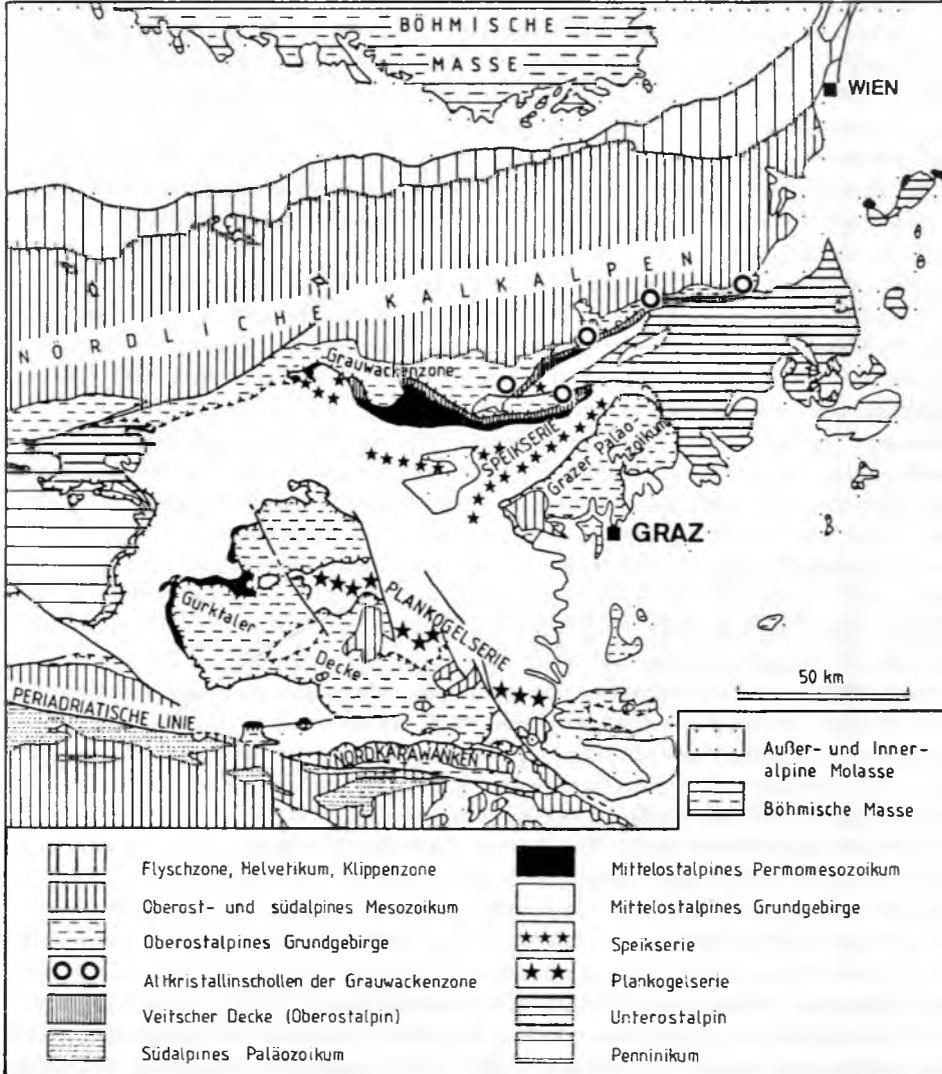


Abb. 31: Das vorvariszische, sardische oberostalpine Altkristallin der Grauwackenzone steht im Gegensatz zum variszisch metamorphen Kristallin des Mittelostalpins; nach F. NEUBAUER (1985, Abb. 6).

S. 5), ist nun in breitem Maß gesichert und daher für die Frage mitentscheidend geworden: Damit ist ein natürlicher Schlußpunkt unter eine zunächst lange andauernde Diskussion um die Selbständigkeit des Mittelostalpins gesetzt – nun nicht von der Fazies und Tektonik des Mesozoikums her, wie im ersten Akt, sondern vom Kristallin und Paläozoikum her, mit gleichem Ergebnis. Es kann nämlich nicht das komplette Altpaläozoikum im Kristallin (des Mittelostalpins) inkorporiert sein und zum anderen Mal zugleich eine gleichaltrige nichtmetamorphe (oberostalpine) altpaläozoische Serie nochmals über diesem unterlagernden Komplex normal auflagern – s. Abb. 14!

Kenner des Paläozoikums und des Kristallins der Ostalpen, wie etwa F. NEUBAUER (1985, S. 58), fassen als Ergebnis der heute fortgeschrittenen Kenntnis über diese Serien zusammen: „Wegen der variszischen Amphibolitfazies, speziell auch im Speik-Komplex und in der Plankogelserie, erscheint es nun ausgeschlossen, daß das Altkristallin und das schwachmetamorphe Altpaläozoikum mit diesen Serien in Verbindung gebracht werden könnte. Vielmehr muß das Oberostalpin vollständig bis in den Bereich der Periadriatischen Naht zurückgenommen werden.“ – Abb. 31.

Daß es trotz allem jüngst noch eine Renaissance der autochthonistischen Auffassung von E. CLAR im Sinne einer primären, gebundenen Auflagerung von oberostalpinem Paläozoikum auf mittelostalpinem „Altkristallin“ durch W. FRANK (1983) bzw. W. FRANK und Schüler (1983) gegeben hat, ist heute ähnlich anachronistisch wie seinerzeit in den sechziger Jahren der Versuch deutscher Bearbeiter, den Deckenbau der Kalkalpen in einer Renaissance gebundener Tektonik wieder einzuziehen. W. FRANK konnte seine nochmals wiederholte Behauptung, daß das mittelostalpine „Kristallin seit jeher von mächtigen paläozoischen Serien überlagert war, die auf dieser Unterlage dann zwar verschoben und ausgedünnt, aber nicht erst in kretazischer Zeit Platz genommen haben“ (1983, S. 253) bzw. daß Kristallin und Oberostalpin im Querschnitt östlich der Tauern „schon primär verbunden waren“ und erst in der vorgosauischen Tektonik entkoppelt wurden (1983, S. 257), durch keine beobachtbaren Fakten belegen. Es ist hingegen – wie erwähnt – allgemein klar geworden, daß ein variszisch metamorph gewordener kristalliner Komplex, der selbst reichlich altpaläozoisches Material enthält, nicht gleichzeitig von jeher von einem zweiten, kaum metamorphen kompletten Altpaläozoikum überlagert gewesen sein kann. In diesem Sinne brachten auch alle weiteren neuen Detailuntersuchungen in bisher diskutierten Grenzabschnitten von Mittel- und Oberostalpin klare Abgrenzungen (s. Punkt e).

b) Der bereits 1959 (S. 19, Taf. 1) vom Verfasser in großen Zügen erfaßte und 1963 a, S. 47 f., näher begründete interne Aufbau der breiten Gurktaler Decke aus ganz flach gelagerten großräumigen alpidischen Teildecken (tiefere Murauer Decke und höhere Stolzalpendecke, vgl. Bd. I, S. 424 ff.) ist jüngst durch umfassende Conodontenbelege der sich übereinander wiederholenden paläozoischen Serien nicht nur bestätigt worden (Zusammenfassung von F. NEUBAUER & J. PISTOTNIK, 1984 – vgl. Abb. 32) und durch sorgfältigste Gefügeuntersuchungen durch W. v. GOSEN (1982, S. 91 f.) und W. v. GOSEN & F. THIEDIG (1982, S. 25) altersmäßig als alpidisch gesichert worden, sondern die großräumige Überschiebung zwischen den beiden Teildecken konnte über die gesamte Breite der Gurktaler Decke von 60 km weiterverfolgt werden (F. NEUBAUER & J. PISTOTNIK, 1984,

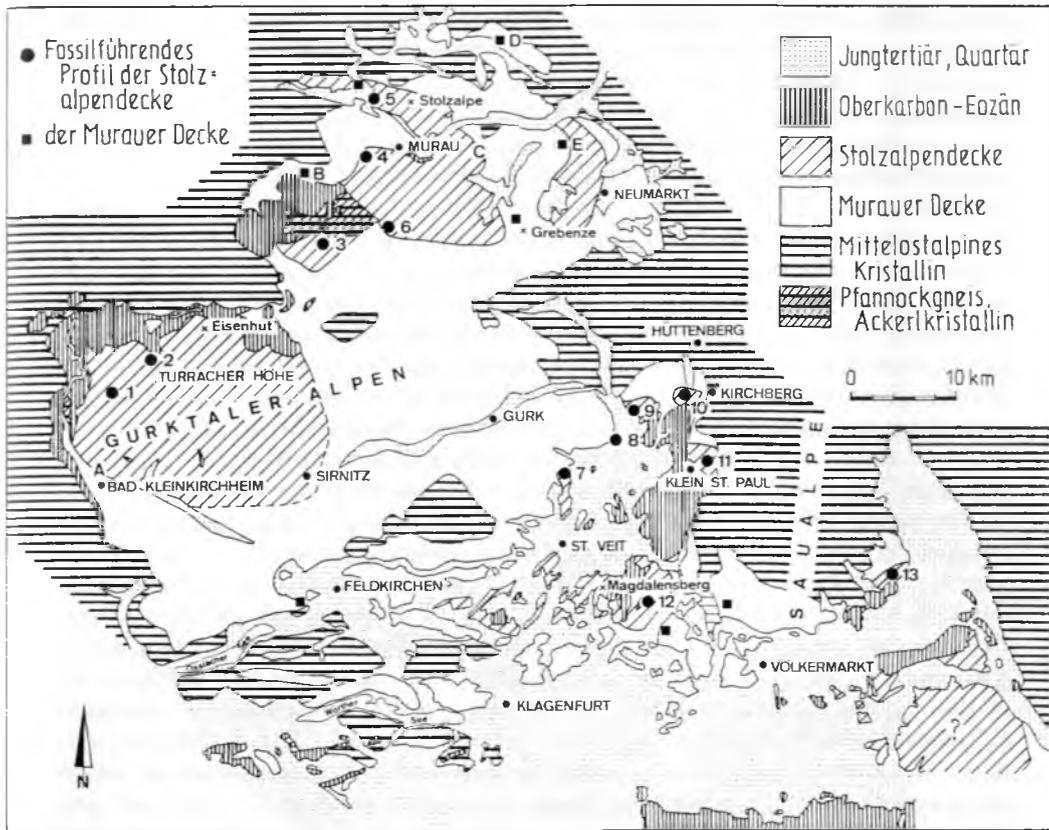


Abb. 32: Die Gliederung der Gurktaler Decke in die beiden alpidisch übereinander geschobenen Teildecken Murauer Decke (liegend) und Stolzalpen-Decke (hängend) ist heute durch Fossilien im sich übereinander wiederholenden Paläozoikum gut belegt. Die Skizze zeigt die Teildeckengliederung und die durch Conodonten eingestufteten Profilabschnitte. Nach F. NEUBAUER & J. PIŠTOTNIK (1984, Abb. 1 und 6).

Abb. 6; W. GOSEN et al., 1985, Taf. 1). Damit ist bereits durch die Gurktaler Decke allein nicht nur eine einfache alpidische tektonische Überlagerung über einem zum guten Teil gleichaltrigen, aber kristallinen Sockel gegeben, sondern eine doppelte alpidische Überschiebung, sodaß die Abwicklungsbeiträge bei Rekonstruktion der Ausgangsverhältnisse noch wesentlich bedeutender werden, als ursprünglich angenommen (Tab. 3).

c) Seit E. CLAR (1953 a, S. 227) galt als Haupteinwand gegen die in der Folge aufgestellte alpidische Gurktaler Decke, daß in diesem Raum der östlichen Zentralalpen eine solche Überschiebung in der alpidischen Ära unmöglich sei, weil die Metamorphose, die im Sockelkristallin amphibolitfaziellen Charakter trägt und mit Grünschieferfazies noch bis in die Gurktaler Decke emporgreift, variszisch oder älter sei und es auch nach Schlibbfunden keine Hinweise für eine

vergleichbare alpidische aufsteigende Metamorphose gäbe. Daher müsse die Verschweißung von „Gurktaler Decke“ und kristallinem Untergrund schon voralpidisch sein.

Noch 1977 war hier vom Verfasser (Bd. I, S. 199) nur die Anmeldung eines begründeten Mißtrauens gegen diese für die Frage gravierende Behauptung des Fehlens einer aufsteigenden, übergreifenden alpidischen Metamorphose möglich. Erst durch die radiometrischen Altersbestimmungen durch W. MORAU (1979, 1980, 1981, 1982) und W. FRANK et al. (1981, 1983) konnte gerade hier im Ostteil der Zentralalpen östlich der Gurktaler Decke das bedeutende Ausmaß einer amphibolitfaziellen alpidischen Metamorphose erfaßt werden (Abb. 38), die mit epi- bis anchizonalen Auswirkungen noch bis in die Gurktaler Decke hineinreicht (W. v. GOSEN & F. THIEDIG, 1982, S. 23: Überprägung der alpidischen Überschiebung der Gurktaler Decke durch eine mäßige Grünschiefermetamorphose). Da das Alter dieser alpidischen Metamorphose bei 110 bis 80, ja bis 71 Millionen Jahren liegt, fällt sie in die Zeit nach den ersten großen ostalpinen Überschiebungen, die ja bereits in der Unterkreide beginnen und in der Mittelkreide bedeutendes Ausmaß erreicht haben – wie seit langem vom Verfasser gegen den einst vielfältigen Widerstand begründet (S. 91).

Die metamorphe und tektonische Durcharbeitung auch des Ostabschnittes der Zentralalpen ist um ein Vielfaches stärker als von vielen vermutet: Vier getrennte alpidische Deformationsakte sind im Paläozoikum der Gurktaler Decke jüngst durch W. v. GOSEN (1982, S. 91 f.) – Abb. 33 – nachgewiesen worden. Diese alpidische Tektonik hat aber auch bis in das der Gurktaler Decke auflagernde Mesozoikum durchgegriffen und dort einen kretazischen Überschiebungsbau bewirkt, sowohl in der St. Pauler Trias, als auch im Mesozoikum des Krappfeldes in Kärnten (W. v. GOSEN & F. THIEDIG, 1980; F. THIEDIG, 1981; M. SEEGER & F. THIEDIG, 1983). Andererseits wird durch W. FRANK et al. (1983) ein bedeutender alpidischer Faltendeckenbau im mittelostalpinen Kristallin im Bereich von Stub- und Koralm vertreten (Abb. 37) und auch für den Abschnitt der Schladminger Tauern abgeleitet. Bei einer Verifizierung dieser Vorstellung (vgl. S. 111) würde sich das Ausmaß der alpidischen Deckentektonik auch in diesem Teil der Ostalpen wieder einmal um ein Beträchtliches erweitern.

d) Diaphthorese ist seit F. BECKE (1909, S. 373) die absteigende Umprägung von kristallinen Gesteinsserien, die bei niedrigeren Druck- und Temperaturbedingungen als jenen des Ausgangsgesteins unter zusätzlicher Durchbewegung stattfindet. Daß gerade die Durchbewegung für diesen Prozeß wesentlich ist, versteht man erst heute so richtig, da ja gerade hierdurch die für den Vorgang wesentliche fluide Phase erhöhte Beweglichkeit erlangt. Solche Bewegungen vollziehen sich in erster Linie an Deckenbahnen und den ihnen assoziierten inneren Bewegungsflächen und -fugen der angrenzenden Serien. Retrograde Umbildungen entlang von Bruchsystemen, Klüften und anderen für Porenwässer wegsamen Gefügen ohne nennenswerte Bewegungskomponente hat man auch nomenklatorisch abgetrennt (W. FRITSCH, 1967, S. 29; 1970, S. 164).

Diaphthoresezonen registrierten verschiedene Autoren im Raum der östlichen Zentralalpen – bereits bevor eine Erklärung hierfür möglich war – im mittelostalpinen Kristallin, und zwar nicht willkürlich verteilt, sondern in bevorzugtem Maß entlang der (später erkannten) großen Bewegungsbahn zwischen Mittel- und Oberostalpin, zusätzlich auch dort, wo die mesozoischen Reste über dem Kristallin mitbewegt oder abgeschert sind. Nach Erkenntnis der großen Bewegungsbahn am Oberrand des Mittel-

ostalpins war endlich auch die an diesem Grenzsäum auftretende Diaphthorese verständlich geworden.

In der ersten Phase des Negierens einer großräumigen Überschiebung des Oberostalpins durch die Schule CLAR war daher auch gegen die Existenz von Diaphthoresezonen an dieser Bewegungsfläche angekämpft worden, man verwendete andere Namen für den rückschreitenden Metamorphoseprozeß, man fand natürlich auch Abschnitte, wo eine solche Diaphthorese zurücktrat oder fehlte – was heute bei Kenntnis der Wirksamkeit eines hohen Grades der alpidischen Temperaturen in Wärmedomen noch in spätkretazischer Zeit nach der Hauptbewegung verständlich ist. An Hand solcher Abschnitte wollte man das regionale Ausmaß der Diaphthorese, die von der Grädener Serie unter dem Grazer Paläozoikum bis zur Gurktaler Decke und weiter reicht, bestreiten. Gerade aber am stärksten kritisierten Beispiel des Ostrandes der Gurktaler Decke konnte J. NEUGEBAUER (1970, S. 85) nach eingehender Neuaufnahme dieser Region zusammenfassend feststellen, daß sich die 3. Kristallisation „als alpidische Metamorphose (,Diaphthorese‘) deuten läßt“ (vgl. Bd. I, S. 203 f.).

Nun hat W. FRANK (im Sinne von E. CLAR) nochmals Einwände gegen die bekannte wesentliche Bedeutung der Bewegung für die Diaphthorese vorgebracht (1983, S. 252): Maßgeblich für das Auftreten von Diaphthoresen sei die Durchbewegung nicht. Gerade aber die neuesten, überaus sorgfältigen Untersuchungen über die Gurktaler Decke machen einmal mehr den Bezug zwischen Deformation und retrograder Umwandlung deutlich. W. v. GOSEN (1982, S. 127) führt hierzu aus: „Die Umregelungen und gefüllte str-Höfe mit parallel ablaufenden Umwandlungen belegen zum einen die enge Verbindung von Deformation und rückschreitender Metamorphose, zum anderen geben sie aber auch Auskunft über den Grad der abgelaufenen Diaphthorese. Dabei zeigt sich von den hangenden Kristallinanteilen bis in die Decke eine einheitliche Tendenz der diaphthoritischen Umprägung.“ Und weiter: „Die Diaphthorese nimmt zur Deckengrenze hin deutlich zu. Sie ist unabhängig von den unterlagernden Anteilen (Übergangsserie oder Kristallin). Die Gesteine sind mit BECKE (1909: 374) überwiegend als ‚diaphthoritisch‘ zu bezeichnen.“

Den Diaphthoresezonen in diesem Zusammenhang jegliche Aussagekraft absprechen zu wollen („Gänzlich untaugliches Argument“), steht in krassem Widerspruch zu den langjährigen allgemeinen Erfahrungen seit F. BECKE im Jahre 1909 bis zu den modernsten kristallingeologischen Untersuchungen.

e) Als nächstes sind für die angeschnittene Frage die jüngst erarbeiteten Neuerngebnisse zu bisher umstrittenen Grenzabschnitten zwischen Mittel- und Oberostalpin und zu Internstrukturen dieser Deckenkomplexe von Interesse.

e1) Zunächst verdient die Erkenntnis Beachtung, daß neben den bisher bekannten geringen Resten von oberostalpinem Kristallin – wie Gailtal-Kristallin, Phyllitgneiszone und Pfannockgneis (?) – noch in drei weiteren Abschnitten Kristallinspäne im Verband der großen Deckgebirgsdecke des Oberostalpins erfaßt werden konnten, die Reste eines sardisch metamorph gewordenen, dem oberostalpinen Paläozoikum primär zugehörigen Sockels darstellen. Der wichtigste Nachweis eines derartigen oberostalpinen Kristallins ist jüngst für die Kaintaleck-Vöstenhofer Schollenreihe an der Basis der Norischen Decke der Grauwackenzone durch F. NEUBAUER (1985) geführt worden. Er beruht auf der transgressiven Auflagerung des

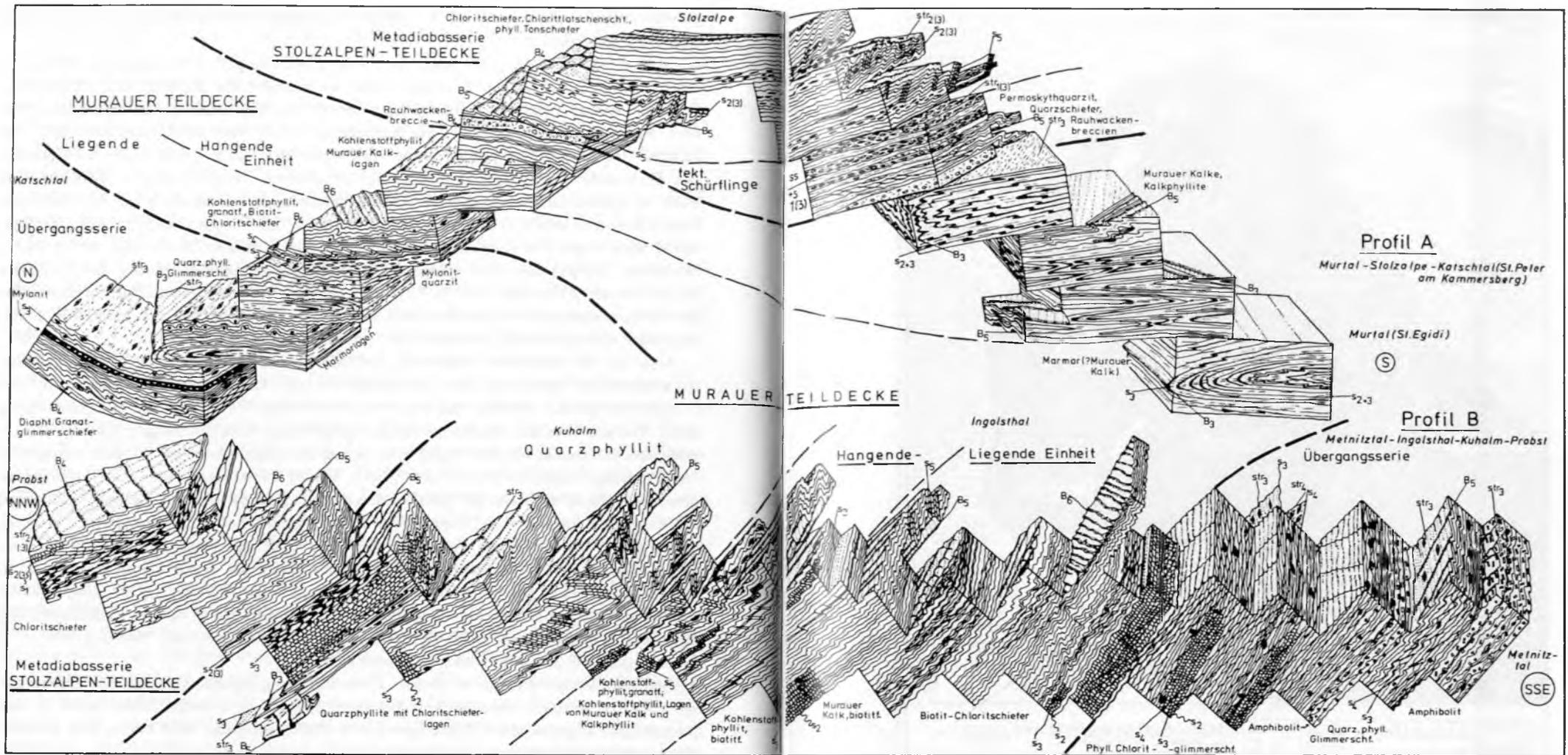


Abb. 33: Schematische Blockprofile durch die Teileinheiten der Gurktaler Decke im Gebiet von Murau, die die tektonische Stapelung und die kleintektonische Beanspruchung zeigen. Das Beispiel zeigt ferner die moderne sorgfältige Methode der Gefügeanalyse, durch welche hier die Trennung von zwei voralpidischen und vier alpidischen Prägungsphasen mit Hilfe der lokalen Einschaltung von Permtrias möglich geworden ist; nach W. v. GÖSEN (1982, Abb. 16).

ordovicischen Kalwanger Konglomerates auf dem Kaintaleck-Kristallin, worüber bereits auf S. 53 berichtet worden ist. Dieses oberostalpine Altkristallin hat übrigens durch den Gehalt einer Amphibolit-Ultrabazit-Serie vorsardischen Alters des Ausgangsgesteins eine eigene Note gegenüber dem mittelostalpinen Kristallin.

Ein zweiter Abschnitt, in dem die Verbindung vom oberostalpinen Altpaläozoikum zum Rest seines kristallinen Sockels erfaßt werden konnte, liegt am Ostrand des Grazer Paläozoikums. Dort hat F. NEUBAUER (1981, 1982) nachgewiesen, daß die zutiefst

liegenden altpaläozoischen Phyllite dieser Einheit mit dem östlich anschließenden Angerkristallin verknüpft sind. Die logische Konsequenz davon ist keineswegs: „Eine Primärverbindung des Grazer Paläozoikums mit dem Koralmkristallin durch die variszische Metamorphose kann damit als gesichert gelten“ (W. FRANK et al., 1983, S. 291). Es hat vielmehr der beste Kenner des Grazer Paläozoikums nach einer tektonischen Analyse des Deckenbaues dieser Einheit auf Grund neuer Daten (H. FLÜGEL, 1980 e, S. 87; 1981 b, S. 106) die Fernüberschiebung auch dieses Abschnittes des Oberostalpins über dem variszisch metamorphen mittelostalpinen Sockel in die alpidische Orogenese verlegt. Damit ergibt sich als Konsequenz – die H. FLÜGEL & F. NEUBAUER (1984, S. 60 und Kr.) gezogen haben –, daß es sich bei diesem gegenüber dem Mittelostalpin abgrenzbaren Angerkristallin ebenfalls um einen mitgeschleppten oberostalpinen Kristallinspan handelt (Abb. 34).

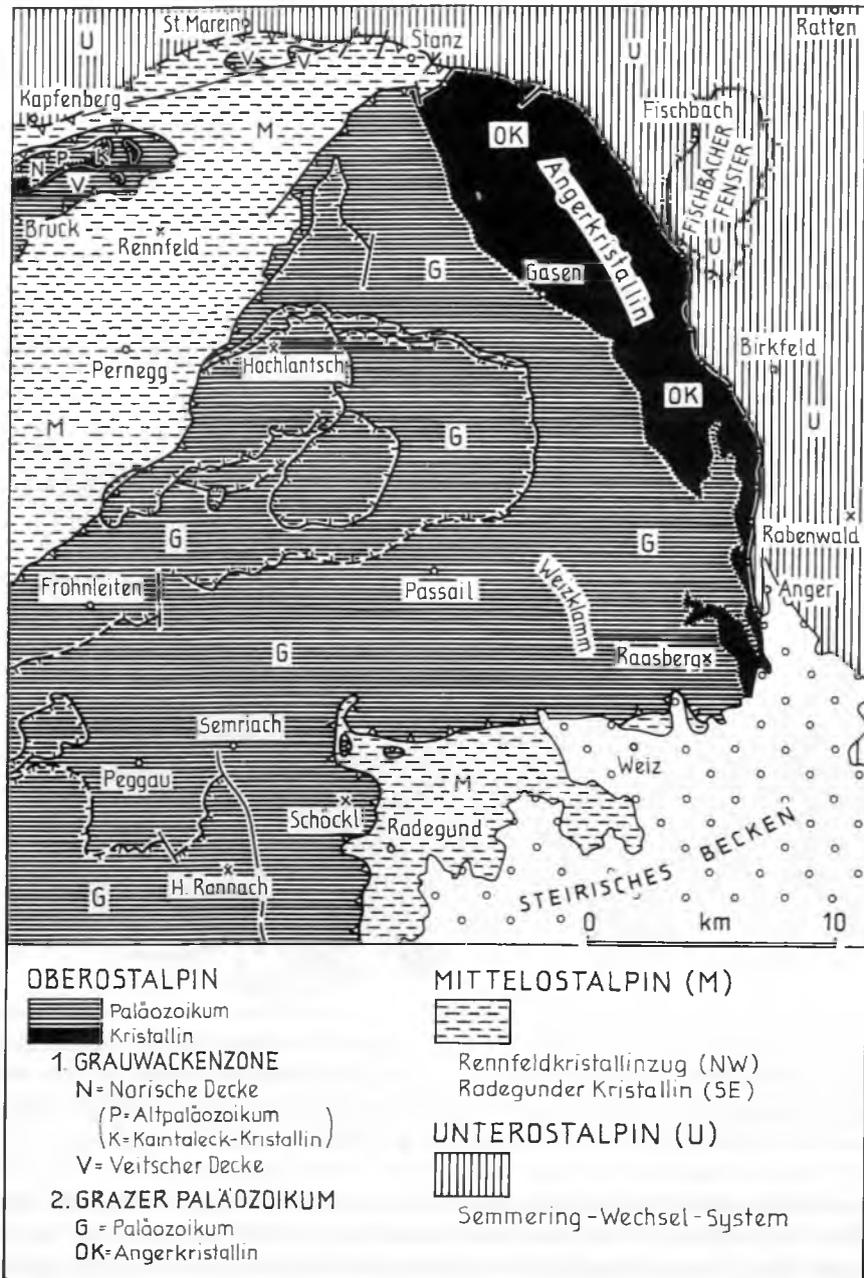


Abb. 34: Die tektonischen Verhältnisse an der Ostgrenze des Grazer Paläozoikums. Das Angerkristallin stellt nach den Untersuchungen von F. NEUBAUER einen Rest des oberostalpinen Sockels dar, die tektonische Grenze zum mittelostalpinen Kristallin liegt darunter; nach H. FLÜGEL & F. NEUBAUER (1984, Kt.).

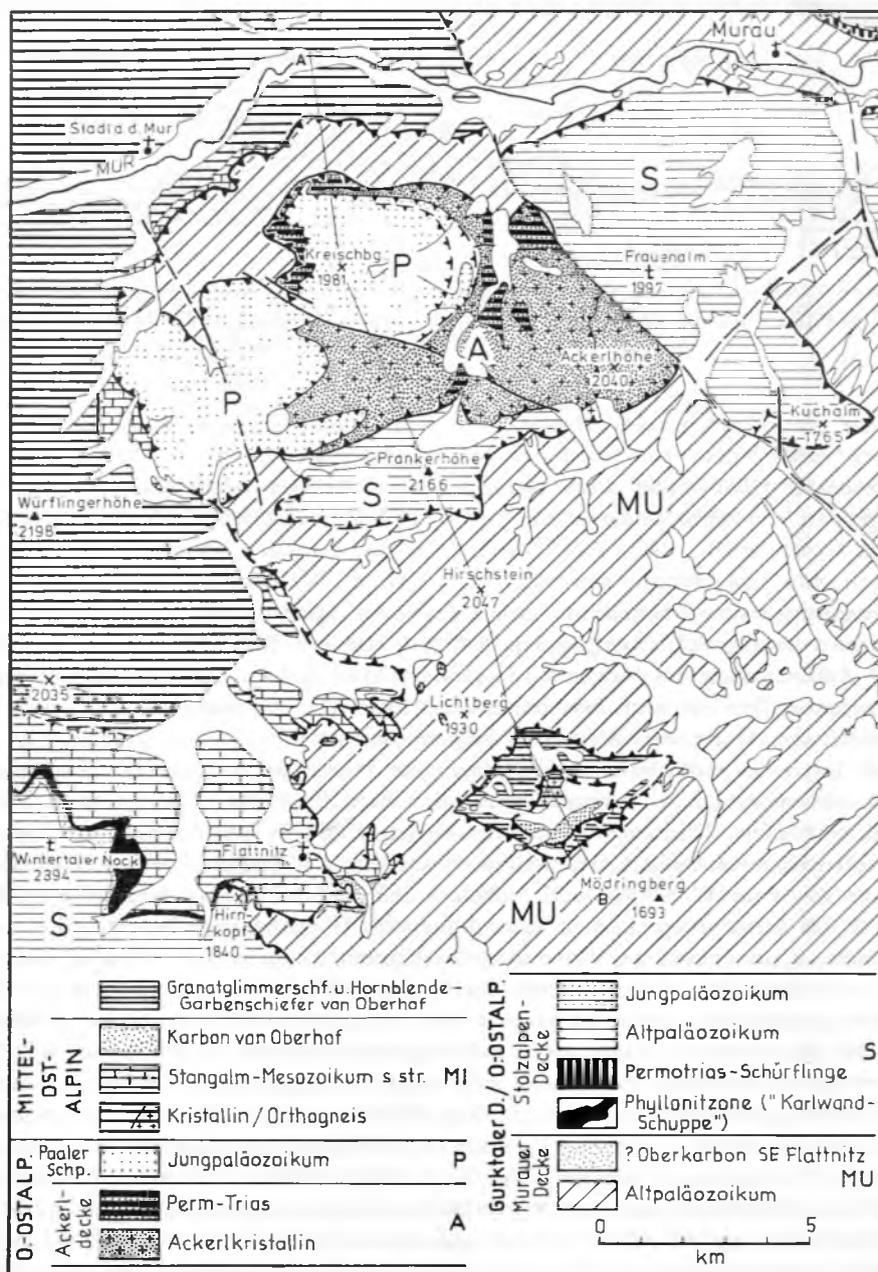


Abb. 35: Die Ackerldecke und das Oberhofer Fenster im Bereich des NW-Abschnittes der Gurktal-Decke; nach W. v. GÖSEN et al. (1985, Taf. 1).

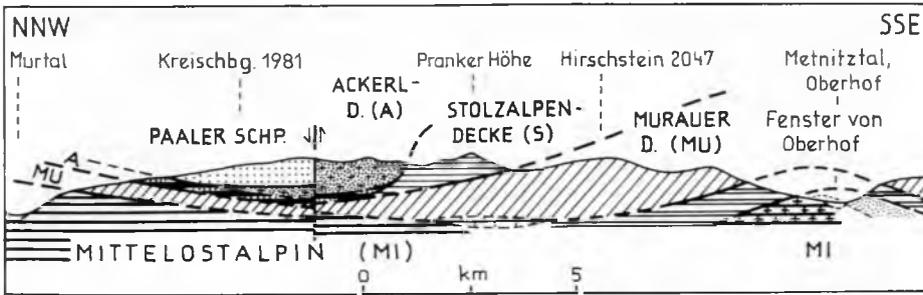


Abb. 36: Profil durch die Ackerldecke und das Fenster von Oberhof am NW-Rand der Gurktaler Decke; nach W. v. GOSEN et al. (1985, Taf. 1).

Eine dritte neu erfaßte oberostalpine Kristallinscholle liegt in der „Ackerldecke“ SW Murau am NW-Rand der Gurktaler Decke vor – Abb. 35 und 36. F. NEUBAUER (1980 c) hat diese Decke als eigenständiges tektonisches Element im Hangenden von Stolzalpendecke (im Süden) und Murauer Decke (im Norden) erfaßt (W. v. GOSEN et al., 1985, S. 697) und als einen tektonisch selbständig gewordenen Lappen von Oberostalpin gewertet (H. FLÜGEL & F. NEUBAUER, 1984, S. 59). Ein Hochschleppen dieser Scholle durch die Gurktaler Decke hindurch aus dem mittelostalpinen Untergrund ist entgegen J. PISTOTNIK (1980, S. 363) auf Grund des Fehlens einer Aufbruchzone im Raum der Gurktaler Decke südlich der Ackerlscholle nicht anzunehmen. Ihre Herkunft könnte vielmehr im Raum Viktring gesucht werden, wo Kristallin über Gurktaler Paläozoikum aufgeschoben ist.

e2) Durch die radiometrische Erfassung einer hochgradigen alpidischen oberkretazischen Metamorphose in Amphibolitfazies im Bereich der Kor- und Saualpe durch W. MORAU (ab 1979) und W. FRANK et al. (ab 1981) ist grundsätzlich eine höhere Mobilität des mittelostalpinen Kristallins dieser Region gegenüber früheren Vorstellungen zu erwarten. W. FRANK et al. (1983, S. 283, 291) nehmen nun für diesen Abschnitt des Mittelostalpins zwar keine alpidische Überschiebung von Koriden über Muriden an, sondern einen ersten Akt der Krusteneinengung und Metamorphose in der variszischen Ära, nach welchem das muride Gleinalm-Kristallin über jenem der Koralm gelegen war, und einen zweiten Akt in der Oberkreide, bei dem es zur Inversion der Serien durch Bildung einer nordvergenten liegenden Großfalte mit Koralm-Kristallin im Kern und Stubalmserie mit ihrem Marmorcomplex als Hülle darunter und darüber gekommen sei – Abb. 37. Die Entstehung dieser supponierten Großfalte steht nach W. FRANK et al. (1981, S. 17) in unmittelbarem Zusammenhang mit der Stainzer Plattengneistektonik im Kern dieser Struktur, die nach Quarzgefüge-regelung und anderen Indizien als kretazisch, und zwar endkretazisch, gedeutet wird. W. FRANK et al. (1983, S. 283) stellen zugleich die Fensternatur der niedriger metamorphen muriden Serien im Wolfsberger Fenster und den begleitenden übrigen Fenstern unter einer Koriden-Faltendecke in Frage – was allerdings keineswegs berechtigt ist, da es ja neben Überschiebungsfenstern bekanntlich auch Überfaltungsfenster gibt (A. TOLLMANN, 1973 b, S. 312), denen man deswegen nicht ihre Fensternatur absprechen kann.

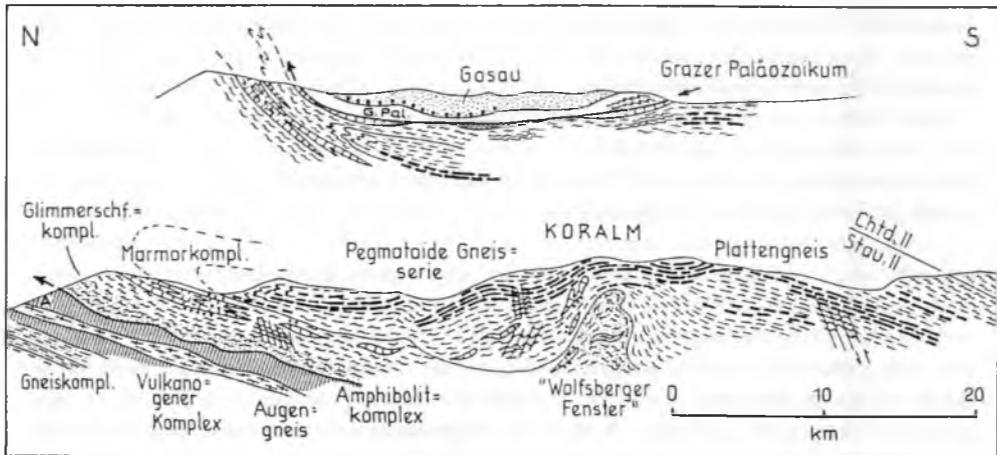


Abb. 37: Die von W. FRANK et al. (1983, Abb. 7) angenommene alpidische Liegendfaltenstruktur im mittelostalpinen Kristallin im Koralmen-Stubaufen-Profil W des Grazer Paläozoikums.

Die Auffassung, daß auch im Hauptkörper des mittelostalpinen Kristallins großräumige alpidische Überschiebungs- und Überfaltungsstrukturen stecken können, gewinnt durch die radiometrisch nachgewiesene kräftige alpidische Aufwärmung höhere Wahrscheinlichkeit. Während wir auf Grund der digitierenden Stirn dieser Einheit (im Sinne L. KOBERS) bereits seit langem um die etliche Kilometer breite tektonische Zerlegung in der Frontalzone im Bereich von Schladminger, Wölzer und Seckauer Tauern wissen (Bd. I, S. 289, 304; Abb. 92, 95), ist vergleichsweise der Hauptkörper des Mittelostalpins westlich des Tauernfensters mit seinem Schlingenbau trotz kräftiger alpidischer Metamorphose im Südteil durch die kretazische Orogenese keineswegs in Teildecken zerschlitzt oder in Faltendecken geworfen. Ausmaß und Zeitpunkt einer internen alpidischen Umgestaltung des mittelostalpinen Deckenkörpers östlich des Tauernfensters werden zunächst auch vergenzmäßig ernstlich zu prüfen sein, bevor hier sicherer Boden erreicht wird. Das Alter der Überschiebung von Koriden über Muriden ist ja nach wie vor nicht gesichert. Der Indizienbeweis für das endkretazische Alter einer supponierten Koralm-Kristallin-Faltendecke mit ihrem Plattengneiskern ist nur ein Anfang: Die Plattengneise als angeblich erst alpidisch geprägter, damals stärk durchbewegter Komplex, weisen auf Grund der radiometrischen Daten gerade abweichend zur Umgebung voralpidische Alterswerte auf. Außerdem war zu Ende der Kreide das Oberostalpin über dieser Region wohl eher bereits überschoben, auch wenn der alpine Bau mehrphasig vor sich ging. Daß sich dann ein solcher Bau aus liegenden Faltendecken unter dieser Überlagerung vollzogen haben soll, ohne daß Teile von oberostalpinem Paläozoikum in diese Einfaltung einbezogen worden wären, ist unwahrscheinlich. Es ist daher die Einstufung dieses großräumigen Transportes von koridem Kristallin samt Plattengneistektonik an das Ende der Kreidezeit verschiedentlich auf Ablehnung gestoßen (W. FRISCH et al., 1984, S. 63; P. BECK-MANNAGETTA et al., 1985, S. 184). Andererseits gibt es bei der Annahme großräumiger nordvergenger

variszischer Tektonik hier im grundsätzlich südvergenten variszischen Südoststamm noch größere Schwierigkeiten, sodaß alpidische Formung wahrscheinlicher ist. Mangel an datierten Vergenzrichtungen kennzeichnet auch diesen Abschnitt der Zentralalpen.

e3) Weitere interessante neue Beobachtungen liegen hinsichtlich der Begrenzung und Ausdehnung der Gurktaler Decke vor. Zunächst hat eine Neubearbeitung des Oberhofer Fensters W Metnitz in Kärnten – dessen Existenz ebenso wie die seines größeren südlichen Gegenstückes, des Wimitzfensters, durch P. BECK-MANNAGETTA heftig bestritten worden war – nun durch K.-H. HAIGES (1982, S. 189 und Abb. 1) erbracht, daß im Rahmen dieses Fensters sogar zwei großtektonische Bewegungsflächen austreichen und der Überschiebungsbau eindeutig ist – Abb. 35–36.

Sodann hat die Neuuntersuchung der Viktringer Permotrias, rund 5 km SW von Klagenfurt über mittelostalpinem Kristallin südlich vom erosiven Südrand der Gurktaler Decke gelegen, durch M. SCHÜNEMANN et al. (1982, S. 203 f., Abb. 3) ergeben, daß dort auch noch ein Rest eines Paläozoikums, vermutlich Äquivalent der Magdalensbergserie, als Deckscholle über der Trias erhalten geblieben ist. Dieses neu entdeckte Viktringer Paläozoikum „muß als Rest der Gurktaler Decke angesehen werden. Die Gurktaler Decke ist daher in den Viktringer Raum zu erweitern, ihre Wurzel wird im Bereich der Karawanken vermutet.“ Die seinerzeit bei Abgliederung der Gurktaler Decke sich aus der Geometrie zwingend ergebende Folgerung für den wurzelnahen Raum wird damit heute konkret bestätigt.

Wichtig für die Frage der tektonischen Abgrenzung des früher umstrittenen Südostteiles der Gurktaler Decke („Phyllitgruppe“) im Raum von Haimburg am Südrand der Saualpe zum unterlagernden Saualpenkristallin („Glimmerschiefergruppe“) sind die Ergebnisse von W. NOWAK (Arbeitstagg. Geol. Inst. Wien, 6. 1985): Er konnte im Raum NW Haimburg die einst von G. KLEINSCHMIDT (1968, S. 109) vom Südrand der Saualpe beschriebene Überschiebungsbahn zwischen Glimmerschiefer- und Phyllitgruppe und auch die kräftige tektonische Amputation des Hangendeiles der polymetamorphem Glimmerschiefergruppe (Mittelostalpin) unter der auflagernden Phyllitgruppe (Oberostalpin, Gurktaler Decke) im Sinne von J. NEUBAUER (1970, S. 76) bestätigen, nun aber auch den bisher noch nicht geführten Altersnachweis dieses Vorganges durch die Einstufung der letzten, übergreifenden Metamorphose mit 90 Millionen Jahren als alpidisch erbringen.

e4) Schwierigkeiten hingegen stellen sich nach wie vor bei der Deutung und Beheimatung des oberen, tektonisch selbständigen Teiles des Stangalm-Mesozoikums s. l. ein, das am Westrand der Gurktaler Decke liegt. Dieses Mesozoikum war zunächst für K. HOLDHAUS (1921, 1922), L. KOBER (1923) und H. STOWASSER (1956) entscheidend für die Abtrennung der hangend auflagernden Gurktaler Decke (Bd. I, S. 309 f.). Von besonderer Bedeutung aber war dieses Mesozoikum nach Klarstellung seiner zentralalpinen Fazies für die grundsätzliche Trennung von Mittel- und Oberostalpin (A. TOLLMANN, 1958; 1959). Der nächste Schritt vollzog sich mit der Abtrennung eines selbständigen oberen Anteiles dieses Permomesozoikums in Form der „Pfannockschuppe“, die von der transgressiv dem Mittelostalpin auflagernden tieferen Permotrias, der sogenannten „Melitzenscholle“ (A. TOLLMANN, 1975 b), durch einen Phyllonit-Streifen („Karlwandschuppe“) getrennt ist (Bd. I, Abb. 100, S. 320). Der Oberteil dieses Permomesozoikums, also der Pfannockschuppe, wurde damals vom Verfasser

auf Grund ihres sandigen Anis als ein von der östlichen Fortsetzung des Drauzuges abstammender, eingewickelter Span gedeutet.

In der Zwischenzeit ist durch W. FRANK (1983, S. 251) auf Grund der Beobachtung von K. LIEGLER (1973, S. 40 ff.), daß auch im Anis der transgressiv dem mittelostalpinen Kristallin auflagernden Melitzenscholle beim Ochsenstand 10 km NNE Radentheiner ein beträchtlicher Sandgehalt auftritt, die Schlußfolgerung gezogen worden, daß beide permotriadischen Schollen im Raum der Stangalm in ursprünglicher Nachbarschaft lagen.

Die neueste Detailuntersuchung vom Permoskyth der beiden Schollen des Stangalmzuges unter vergleichender Einbeziehung von altersgleichen Serien am Rücken der Gurktaler Decke durch K. KRAINER (1984) sowie Beobachtungen zur Tektonik dieses Raumes durch W. v. GOSEN et al. (1985) haben folgende neue Gesichtspunkte erbracht: Die Phyllonitzone („Karlwandschuppe“) repräsentiert vorwiegend das ausgedünnte und verschleifte Altpaläozoikum der Murauer Decke, wie vom Verfasser (1975, S. 29) vermutet. Die problemreiche Pfannockschuppe liegt demnach als fremder tektonischer Span im Liegenden der Stolzalpendecke. Die sedimentologischen Beobachtungen von K. KRAINER (1984, S. 169 f.) lassen sich wie folgt zusammenfassen: Das Permoskyth der Pfannockschuppe, der Melitzenscholle und der Gurktaler Decke weisen eine lithologisch und faziell stark unterschiedliche Entwicklung auf. Auch eine Anknüpfung des Pfannockprofils an die Drauzugfazies ist nicht möglich. Ein sandiges Anis sei für eine fazielle Verbindung zu wenig aussagekräftig, es findet sich außer in der Stangalmtrias s. l. auch im Drauzug, im Brenner-Mesozoikum, am Jaggl und in der Krabachjochdecke. Ferner ist nach KRAINER ein Transgressionsverband der Permotrias zum Karbonkonglomerat nicht gegeben, ja sogar zum angrenzenden Pfannockgneis nicht wahrscheinlich, da keine Gerölle von diesem Gneis im Permoskyth der Pfannockscholle vorkommen. Interessant ist ein bezeichnender Gehalt von Staurolith (bis 9 Prozent) und Disthen (bis 2 Prozent) im Schwermineralspektrum des roten Permsandsteins der Pfannockschuppe. Dadurch sollte das Gailtalkristallin nicht als Liefergebiet für den Detritus herangezogen werden, da diese Minerale dort variszisch diaphthoritisiert und nicht erhalten sind und daher auch im dort auflagernden Permoskyth-Komplex fehlen. Auf Grund der genannten Schwerminerale denkt K. KRAINER vielmehr an ein kristallines Liefergebiet von der Zusammensetzung der Radentheiner Serie.

Auf Grund dieser neuen zusätzlichen Beobachtungen läßt sich über die Herkunft der Pfannockschuppe folgendes schließen: Setzt man auf Grund gewisser makroskopischer Ähnlichkeiten (im Sinne von W. FRANK) das Permoskyth der Pfannockschuppe (trotz der sedimentologischen Daten von K. KRAINER) in eine engere Beziehung zu jenem der Melitzenscholle, so wäre die Pfannockschuppe auf Grund ihres nordvergente Transportes südlich der mit dem mittelostalpinen Kristallin verbundenen Melitzenscholle beheimatet. Das heißt, sie käme in diesem Fall am äußersten Südrand des einstigen Mittelostalpins über einem Kristallin vom Typus der Radentheiner Serie zu liegen. Diese Zone könnte bereits einen Übergangstreifen zwischen mittel- und oberostalpinem Faziesraum im nun tektonisch amputierten Bereich der Periadriatischen Naht darstellen, mit gewissen eigenständigen Zügen. Die tiefere und mittlere Trias der Pfannockschuppe paßt demnach mehr zum mittelostalpinen Stangalm-Vergleichs-

profil der Melitzenscholle, die Obertrias mit Hauptdolomit, Plattenkalk und Kössener Schichten ist weniger aussagekräftig, paßt aber durchaus vor die Kalkalpenfront mit einer derartigen Entwicklung im Bereich der Hauptdolomitzfazies in den Kalkvoralpen.

Eine ähnliche Situation, aber besser überschaubar, hat ja J. GEYSSANT (mündl. Mitt.) in der Maulser Trias am äußersten Südrand des Mittelostalpins im Westen der Ostalpen vorgefunden, wo der mittelostalpine Faziescharakter der Gesamtserie noch deutlich ist, aber erste Anzeichen kalkalpinen Einflusses an bestimmten Merkmalen, etwa dem Auftreten von Reiflinger Kalken, spürbar sind. Auf einen solchen südlichsten Streifen des Mittelostalpins mit Beziehungen zur oberostalpinen Stirnpartie weist im Bereich des Drauzuges wahrscheinlich auch das Nötscher Karbon hin. Die kristallinen Komponenten der oberkarbonen Badstubbekrie und der Konglomerate der Nötschformation zeigen entgegen dem heute benachbarten, bereits variszisch diaphthoritisierten oberostalpinem Gailtal-Kristallin kaum Spuren retrograder Überprägung und wurden auch nicht vom heute angrenzenden Granit von Nötsch geliefert. Sie heben sich ferner deutlich von den Geröllen des Permoskyth-Sandsteines des oberostalpinen Drauzuges ab (CH. EXNER, 1983, S. 217; H. SCHÖNLAUB, 1985, S. 683, 689). Das legt die Vorstellung nahe, daß dieses gegenüber dem Drauzug tektonisch isolierte Nötscher Karbon primär eher am südlichsten Teil des mittelostalpinen Kristallins als im Verband des Oberostalpins abgelagert worden ist. Die faziell enge Beziehung zum Veitscher Karbon, das ja vom Verfasser seit langem als abgesplitteter, überfahrener Stirnteil des oberostalpinen Paläozoikums als Ganzes angesehen wird, käme dann bei Abwicklung des Oberostalpins in eine Zone unmittelbar südlich vom Hinterrand des Mittelostalpins, also in die einstige Nachbarschaft von Nötsch zu liegen, ohne daß das Nötscher Karbon als tektonisch weit verschürfter oberostalpinen Span gedeutet werden müßte (vgl. H. FLÜGEL, 1980 a, S. 27 ff.).

Die zuletzt hier mitgeteilten Überlegungen über die Rekonstruktion eines heute im Bereich der Periadriatischen Naht fehlenden Krustenstreifens zwischen Mittel- und Oberostalpin tragen vor weiteren Detailuntersuchungen zu diesem Thema noch hypothetischen Charakter.

f) Vom Ostalpin westlich des Tauernfensters hat zuletzt wiederum die noch unzureichend studierte Phyllitgneiszone im Grenzbereich von Mittel- und Oberostalpin Interesse erweckt. Diese Phyllitgneiszone samt dem Landecker Phyllit wird vom Verfasser als oberostalpinen Kristallin betrachtet, vielfach rückschreitend metamorphosiert, das trotz aller Verschuppung die Basis des lokal erhaltenen Karbons und der permomesozoischen Serie der Nordkalkalpen bildet (Bd. I, S. 510 f.). Durch eine Steilstellung des Grenzstreifens zum Mittelostalpin, durch ein jüngeres, tertiäres Nachrücken dieser Einheit, besonders der Ötzaldecke, ist die Grenzzone tektonisch kompliziert gestaltet. Ein Zusammenhang zwischen Phyllitgneiszone und mittelostalpinem Kristallin besteht nicht. Nur sehr wenige mesozoische Späne markieren die Grenze zwischen den beiden Kristallingebieten verschiedener Zugehörigkeit. Es sind dies die seit den Zeiten HAMMERS (1919) nicht neu untersuchten Permotrias-Reste von Puschlin im Abschnitt von Piller und jene der Thialspitze im Raum von Landeck. W. HAMMER (1919, S. 233 f.) hat diese Reste mit zentralalpinen Trias verglichen, wir sind ihm 1963 (a), S. 79, gefolgt.

Nun hat eine Neuuntersuchung dieser Phyllitgneiszone samt ihrer Permotrias bei Landeck durch L. KRECZY (1981) und M. ROCKENSCHAUB et al. (1983) ergeben, daß die Phyllitgneiszone im breitesten Profilstreifen im Bereich des Venetberges eine nordvergente breite Antiklinalstruktur aufweist und daß die geringfügigen Permotriasreste im Süden unter Zwischenschaltung von fraglichem Karbon in Form von Graphitphylliten noch am ehesten als tektonisch stark beanspruchte kalkalpine Reste aufzufassen sind. Die Autoren folgern aus den spärlichen verfügbaren Daten, daß der Südrand der Phyllitgneiszone hier mit auflagernder Jungschichtenserie aufrecht unter das Silvretta-kristallin abtaucht. Damit wäre nach diesen – allerdings nur als möglich dargestellten – Ergebnissen eine noch klarere Abgrenzung der Phyllitgneiszone zum benachbarten mittelostalpinen Kristallin gegeben als bei der früheren Version. Diese Deutung vom Abtauchen kalkalpiner bzw. oberostalpinen Elemente unter den sekundär nachrückenden mittelostalpinen Stirnrand steht übrigens in Übereinstimmung mit der im aufgeschlossenen Queranschnitt am Westrand der Silvrettadecke vom Verfasser (1970 d) klargestellten Spurschollenreihe aus eingewickelter kalkalpinem Material unter der Silvrettadecke, dort in Form der Madrisazone, bestätigt durch P. HALDIMANN (1975), der die Madrisazone als Fortsetzung der hinteren, südlichen Partien der Lechtaldecke sieht. Auch das durch die geophysikalischen Arbeiten der ÖMV-AG jüngst konstatierte kräftige Eintauchen des Kalkalpensüdteiles und deren Jungschichtenunterlage unter die Ötztaldecke (Bd. II, S. 108) harmonisiert mit diesem Bild.

g) Nicht eingegangen kann in diesem Rahmen auf die jüngst erschienene „Großtektonische Neuorientierung in den Ostalpen“ von W. FUCHS (1985) werden, da hierin durch ein Übermaß an unbegründeten Behauptungen die Basis für eine Diskussion fehlt: Wenn die Nördlichen Kalkalpen als orogenetisches Gebilde aus Unter-, Mittel- und Oberostalpin deklariert werden, wenn keine Faziesunterschiede in der unter-, mittel- und teilweise oberostalpinen Trias zugelassen werden, wenn eine augenfällige Belanglosigkeit der Trias als paläogeographischer oder tektonischer Bezugshorizont für alpidische Strukturen propagiert wird, wenn Teile des Kerngebietes des Unterostalpins im Tauernrahmen als Südpennin bezeichnet werden usw., ohne die entsprechenden Belege dazu liefern zu können, so besteht keine Möglichkeit, sich hier mit solchen Ideen sinnvoll auseinanderzusetzen.

h) Im Vorstehenden wurde eine Reihe neuer Gesichtspunkte zur Betrachtung der Gliederung des Ostalpins und zur Bestätigung des großräumigen alpidischen Ferntransportes des Oberostalpins über die unterlagernden Einheiten im Ausmaß von 185 km vorgebracht – darunter einzelne Punkte (wie etwa Absatz a), die für sich allein als Beweis bereits völlig genügen. Nicht zu vergessen ist natürlich die noch größere Zahl der ursprünglichen, weiterhin wichtigen und gültigen Argumente, die hier nicht wiederholt wurden, da sie in Band I, S. 194 ff., dargelegt worden sind.

Zum Abschluß dieser Betrachtung soll aber doch noch der aus der Tiefe der Vergangenheit herauf wirkende, meist nicht ausgesprochene Haupteinwand Erwähnung finden, nämlich die Unglaublichkeit solcher großer Überschiebungen. Gerade aber solche Zweifel werden in neuester Zeit durch immer weitere, noch größere, noch verblüffendere Belege für die hohe Mobilität der Kruste im Zusammenhang mit der Plattentektonik hinweggeschwemmt. Mit der feldgeologischen Erfassung von 185 km Schubweite im Ostalpin und über 200 km weiten Überschiebungen im

mediterranen Südstamm in den Helleniden begann die Phase des Wissens um eine neue Mobilität, mit dem ebenfalls feldgeologisch erbrachten Beleg der 300-km-Überschiebung der Gföhler Decke im Moldanubikum wurde sie fortgesetzt (A. TOLLMANN, 1982 a; 1985; Vergenzbeweis auch bei PH. MATTE et al., 1985) – Bd. II, S. 651.

Die gegenwärtigen großen geophysikalischen, besonders seismischen Erfolge auf diesem Gebiet stellen aber auch diese Dimensionen bereits wieder in den Schatten, da hierdurch 350 km und mehr an Transportweite soeben vielfach erfaßt werden: In den USA schwimmen die Appalachen nach seismischer Auskunft in ihrer gesamten Breite bis zum Atlantik allochthon über dem Schild, in der westlichen Küstenkette der USA stellt sich eine flach ostfallende Überschiebungsbahn bis unter das Great Basin ein, im variszischen Nordstamm Europas wird gerade die altberühmte „faille du midi“ geophysikalisch unter dem Pariser Becken durch bis Orléans trassiert (M. CAZES et al., 1985), in den Ostalpen wird durch die Geophysik der ÖMV-AG die Molasse und das ruhig unterlagernde autochthone Mesozoikum des Vorlandes unter der ganzen Breite der Kalkalpen in Tirol und noch weiter unter die Front der zentralalpinen Ötzmasse verfolgt (Bd. II, S. 108), in den Karpaten beginnt die Geophysik eine flache Unterteufung guter Teile des Westkarpatenbogens durch die Molasse zu erfassen. Dort ist eine noch großartigere Unterfahrung des Deckenlandes durch das Vorland als in den Alpen zu erwarten, da sich in diesem Raum die Ausgestaltung des Karpatenstranges zum Karpatenbogen unter lang anhaltender Bewegung im Tertiär durch den dauernd wirksamen Motor des Manteldiapirs unter dem Ungarischen Becken vollzogen hat, den Bogen immer weiter verschärfend und über das Vorland hinausdrängend (vgl. S. 140 f.).

So fällt heute auch jene emotionelle letzte Barriere der „Unglaublichkeit“ großer Überschiebungen und läßt uns die Großartigkeit des alpinen orogenen Geschehens, diese Gestaltung wahrhaft globalen Ausmaßes im Sinne von L. KOBER, ungetrübten Sinnes bewundern. Der großartige Deckenbau der Orogene ist mit zunehmender Detailkenntnis und mit zunehmendem Einsatz exakter Methoden nicht – wie von außeralpiner Seite oft prophezeit – zusammengebrochen, sondern noch beeindruckender geworden (Tab. 3). Unsere Achtung vor den Pionieren der Deckenlehre in den Alpen aber, die in der Vergangenheit seit E. SUESS (vgl. A. TOLLMANN, 1981 c) auf unvergleichlich schmalerer Basis den richtigen Weg erkannt haben, ist hierdurch nur noch weiter gestiegen.

8. Literatur

- P. BECK-MANNAGETTA & M. KIRCHMAYER, 1985; F. BECKE, 1909; E. CLAR, 1953 a, 1965; M. CAZES et al., 1985; P. FAUPL, 1979 b; P. FAUPL & A. TOLLMANN, 1979; H. FLÜGEL, 1980 a, e, 1981 b; H. FLÜGEL & F. NEUBAUER, 1984; W. FRANK, 1983; W. FRANK et al., 1981, 1983; W. FRISCH et al., 1984; W. FRITSCH, 1967, 1970; W. FUCHS, 1985; J. GEYSSANT, 1973; W. v. GOSEN, 1982; W. v. GOSEN & F. THIEDIG, 1980, 1982; W. v. GOSEN et al., 1985; K.-H. HAIGES, 1982; P. HALDIMANN, 1975; W. HAMMER, 1919; M. HUBBERT & W. RUBEY, 1959; CH. KING, 1985; L. KOBER, 1911, 1912 a, b, 1923, 1938, 1955; K. KRÄINER, 1984; M. KRÁLIK, 1982, 1983 a, b; L. KRECZY, 1981; K. LIE-

GLER, 1973; PH. MATTE et al., 1985; W. MORAUF, 1979, 1980, 1981, 1982; F. NEUBAUER, 1979 a, 1980 c, 1981, 1982, 1985; F. NEUBAUER & J. PISTOTNIK, 1984; J. NEUGEBAUER, 1970; R. OBERHAUSER, 1964, 1968, 1973, 1978, 1980; J. PISTOTNIK, 1980; S. PREY, 1978; M. ROCKENSCHAUB et al., 1983; M. SCHÜNEMANN et al., 1982; M. SEEGER & F. THIEDIG, 1983; F. THIEDIG, 1981, 1982; M. THÖNI, 1981 a, 1982, 1983; A. TOLLMANN, 1958, 1959, 1963 a, 1966 a, 1970 d, 1971 b, 1973 b, 1975 b, 1977 c, 1978 b, 1981 a, c, 1982 a, 1986 a, b; R. TRÜMPY, 1958, 1985; K. WEIDICH, 1984, 1985; L. WOLTER et al., 1982.

G DIE ALPIDISCHE METAMORPHOSE

1. Entwicklung und Stand der Metamorphoseforschung

Die moderne, mit den übrigen geologisch-tektonischen Fakten und Fragestellungen engstens verknüpfte Metamorphoseforschung ist in Österreich noch sehr jung. Zuvor hat im Sinne eines ihrer verdienstvollsten Vertreter, F. ANGEL, eine vorwiegend petrographisch orientierte Behandlung der metamorphen Gesteine das Feld beherrscht. Demgegenüber hat das Schweizer Vorbild mit Forschern wie E. WENK seit den dreißiger Jahren, E. NIGGLI, P. BEARTH, in jüngerer Zeit schließlich A. ARNOLD bis M. FREY den entscheidenden Anstoß gegeben, Metamorphose nur kombiniert mit der tektonischen Feinstruktur, dem großtektonischen Geschehen, dem Bestreben der Phasentrennung, schließlich der Kombination mit radiometrischer Datierung zu betreiben. Diese kombinatorische Untersuchungsmethode hat in Österreich zunächst in Innsbruck (F. PURTSCHELLER, S. HOERNES), zweifelsohne auch unter dem unmittelbaren Eindruck dieser Arbeitsweise im Silvretta-Kristallin im Grenzgebiet, in den späten sechziger Jahren Platz gegriffen, schließlich auch im Osten bis Wien Fuß gefaßt, wo W. FRANK diese moderne Methodik der Kristallinuntersuchung unter Einbeziehung der Radiometrie betreibt.

Vier weitere Ereignisse haben diese Entwicklung gefördert, abgesehen vom Schweizer Vorbild: 1. Eine Reihe von Forschungsgrößprojekten quer durch die Ostalpen und darüber hinaus, zunächst von Deutschland initiiert und begonnen, wie das Projekt der Geotraverse IA und die Beteiligung am internationalen Projekt „Geodynamik des mediterranen Raumes“ in den siebziger Jahren, später die österreichischen Hochschulschwerpunkte „Geologischer Tiefbau der Ostalpen“ (N 25) und „Frühalpiner Geschichte der Ostalpen“ (S 15). 2. Die rapide Entwicklung der Methodik und die Verfeinerung der Untersuchungsmöglichkeiten über die Mi-

krosonde bis zur Radiometrie und zur subtilen Geochemie nach Spurenelementen. Untersuchungen über den Zonarbau der Kristalle, über die Mineralparagenesen, die Phasengleichgewichte, sodann die Mikrothermometrie der fluiden Einschlüsse im Quarz (vgl. B. LUCKSCHEITER & G. MORTEANI, 1980) oder Temperaturmessungen mittels Sauerstoffisotopen – all das half entscheidend weiter. 3. Die allgemeinen Erkenntnisse aus dem plattentektonischen Modell in Kombination mit geochemischen Analysen haben wesentlich zur Klärung der Genese besonders der basischen Gesteinskomplexe beigetragen – ob vom Ozeanboden, von Geosynklinalbeckenfüllungen, von Inselbögen oder aus „within-plate“-Positionen ableitbar. 4. Schließlich ist das große Vorbild der lange unerreichten subtilen Präzisionsarbeit der Phasenauflösung mit geologischem Hintergrund, wie es G. VOLL namentlich an Querprofilen durch die Schweizer Alpen geliefert hat, ebenfalls von entscheidendem Einfluß gewesen.

Die Ergebnisse dieser modernen Metamorphoseforschung in Österreich sollen nochmals kurz zusammengefaßt werden. Zusammengefaßt, weil dieses Thema bereits in den regionalen Kapiteln der Zentralalpen erörtert worden ist und hier nur ergänzend die jüngste Entwicklung Erwähnung finden soll. Dabei können die Fragen der voralpidischen Metamorphosezyklen und jene der Metamorphose der Kalkalpen hier weitgehend ausgeklammert werden, da sie schon in Bd. I, Tab. 15 (S. 383), Tab. 16 (S. 411) etc. und in Bd. II, S. 83 ff., ausführlich diskutiert worden sind.

Als Gesamtbilanz aller Bemühungen ergibt sich heute folgendes Bild: In allen Teilregionen der Ostalpen, die auch voralpidisches Gesteinsmaterial umfassen, war es möglich gewesen, zwei oder mehrere Phasen der Metamorphose im Zusammenhang mit Orogenesen zu unterscheiden. Innerhalb der alpidischen Metamorphose ließ sich meist ebenfalls eine Abfolge mehrerer metamorphoser Prozesse herauschälen, mit höherem Metamorphosegrad im altalpidischen Geschehen, mit schwächeren Überprägungen in späteren Phasen. Im Maximalfall sind bis zu sechs Teilphasen der alpidischen Metamorphose oder des tektonisch-metamorphen Geschehens herausgearbeitet worden (CH. MILLER, 1977; CH. MILLER et al., 1980, an Eklogiten des Tauern-Pennins; G. VOLL, 1977, am Unterostalpin der Radstädter Tauern). Im Penninikum sind – abgesehen von allen Teilphasen – zwei Höhepunkte der Metamorphose zu fassen gewesen, ein altalpidischer druckbetonter, dessen Beginn altersmäßig noch nicht fixiert ist, der aber jedenfalls in die Kreidezeit fällt und eine Blauschiefer- bis Eklogitfazies prägte, und ein jüngerer Akt von Grünschiefer- bis maximal Amphibolit-Fazies während der sogenannten Tauernkristallisation, mit thermischem Maximum zwischen 40 bis 25 Millionen Jahren (M. SATTIR, 1975) und Abkühlaltern von 18 bis 12 Millionen Jahren. Für manchen Geologen bildete die größte Überraschung der nunmehr erfaßte hohe alpidische Metamorphosegrad der sogenannten „Schneeberger Kristallisation“ im Mittelostalpin, der im Gefolge der offensichtlich in der Zeit von 130 bis 100 Millionen Jahren bereits ablaufenden Subduktion und Deckenstapelung im Kristallin W des Tauernfensters im Schneebergerzug und Umgebung sein Temperaturmaximum um 100 bis 90/85 Millionen Jahren erreicht hat und um 90/85 bis 70 Millionen Jahre schon Abkühlalter liefert (M. THÖNI, 1982). Im Abschnitt östlich des Tauernfensters hat dieser Metamorphoseakt mit Schwerpunkt im Korralpen-Saualpen-Kristallin unter Erreichung der Amphibolit-Fazies mit Staurolith-Neubildung einen allerdings noch nicht so scharf eingegrenzten Höhepunkt erreicht, der zwischen rund

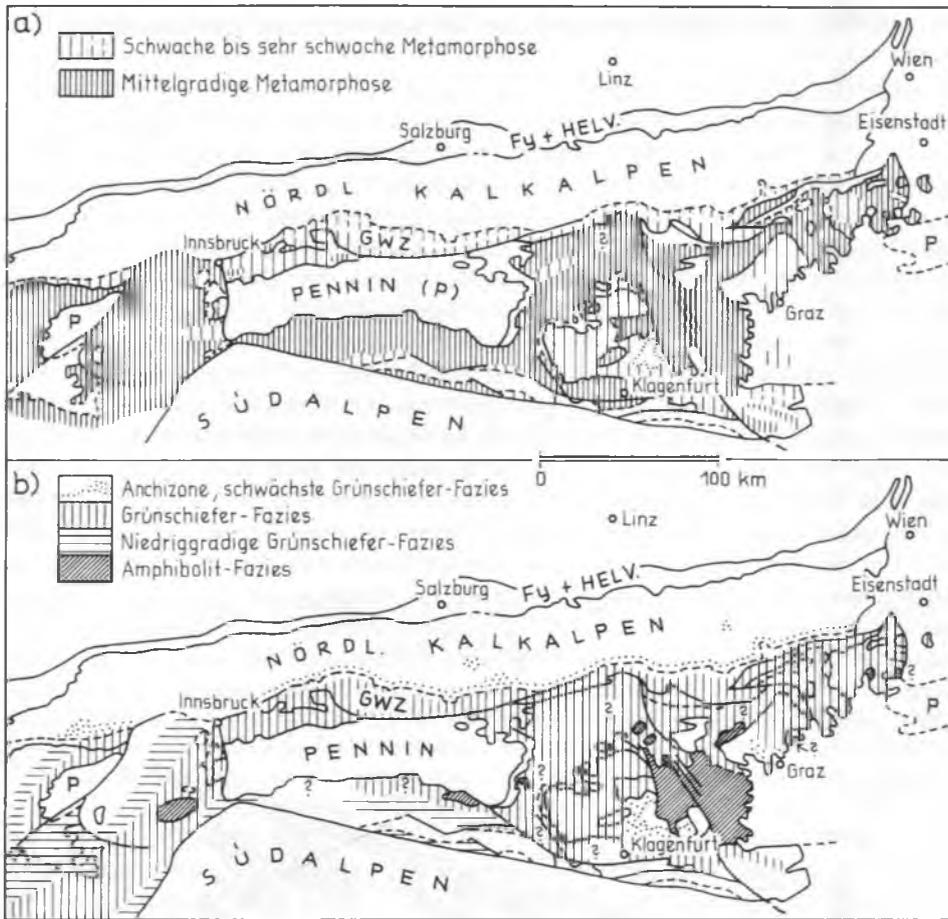


Abb. 38: Das Ausmaß der voralpidischen (a) und der alpidischen kretazischen (b) Metamorphose im ostalpinen Deckensystem der Ostalpen; nach W. FRANK (1983, Abb. 2–3), leicht modifiziert nach M. THÖNI (1982 b, Abb. 1 etc.). Das Ausmaß der amphibolitfazialen alpidischen Prägung des mittelostalpinen Kristallins östlich des Tauernfensters erweist sich heute bereits wesentlich umfangreicher als hier dargestellt.

120 bis 70 Millionen Jahre (W. MORAUF, 1981, 1982) oder ähnlich (W. FRANK et al., 1983) liegt.

Mit dem raschen Fortschreiten dieser Untersuchungen sind auch die Grundlagen für eine exakte Metamorphosekarte der Ostalpen im Werden, sodaß bereits erste Übersichten und Skizzen mit Isograden der Metamorphosenprägung über den Gesamt- raum (W. ERNST, 1973, Kt.; H. ZWART, 1973; W. FRANK, F. PURTSCHELLER et al., 1978; W. FRANK, 1983, S. 262, Abb. 3) – Abb. 38 – oder über Teilgebiete, wie etwa das Tauernfenster (V. HÖCK, 1980, Abb. 1 bis 3; V. HÖCK & G. HOSCHEK, 1980, Abb. 1; G. HOSCHEK, 1980, Abb. 1, etc.), existieren.

2. Der frühe Höhepunkt der Metamorphose im Ostalpin

Die Ursachen für den frühen thermischen Höhepunkt im Ostalpin einschließlich des Oberostalpins werden diskutiert, seit H. LAUBSCHER (1970), besonders E. OXBURGH & D. TURCOTTE (1974), E. OXBURGH & PH. ENGLAND (1980) und L. RATSCHBACHER (1983) die Problematik dieses Themas klargestellt haben: Einige wenige Millionen Jahre nach Einsetzen der großen Subduktionen sinken die Temperaturen durch die Abführung des kühlen Materials unter der überschobenen Kruste ab, es kommt zu druckbetonter Blauschiefermetamorphose, in unserem Fall im Pennin. Bei Anhalten der Subduktion und weiterer Deckenstapelung im Ostalpin und Pennin kommen wohl die tektonisch tieferen Einheiten in entsprechend tiefe Position, aber außer der erforderlichen Versenkung von rund 15 km, um Temperaturen von etwa 500° zu erreichen, wären nach den genannten Autoren Zeiträume von 25 bis 30 Millionen Jahren unter normalen Bedingungen erforderlich. E. OXBURGH et al. (1974) haben daher für die erforderliche schnellere Wärmezufuhr noch einen zusätzlichen Beitrag vom oberen Mantel gefordert. Diese Vorstellung ist von W. FRANK jüngst (1983, S. 259) näher ausgeführt worden, der dem allgemeingültigen Prinzip der „paired belts“ (s. u.) in den Ostalpen trotz der entsprechenden Situation im Pennin/Ostalpin jegliche nennenswerte Bedeutung abspricht, vielmehr die Hochlage der Isothermen während der kretazischen Metamorphose auf die Krustenausdünnung in der Unterkreide zurückführen will. Dem widerspricht allerdings seine Annahme (S. 259) einer Krustenverdickung im Oberjura zur Erklärung von Metamorphose-Erscheinungen in der Koralpe: Denn gerade aus der Unterkreide haben wir ja im Gegensatz zu dieser Auffassung

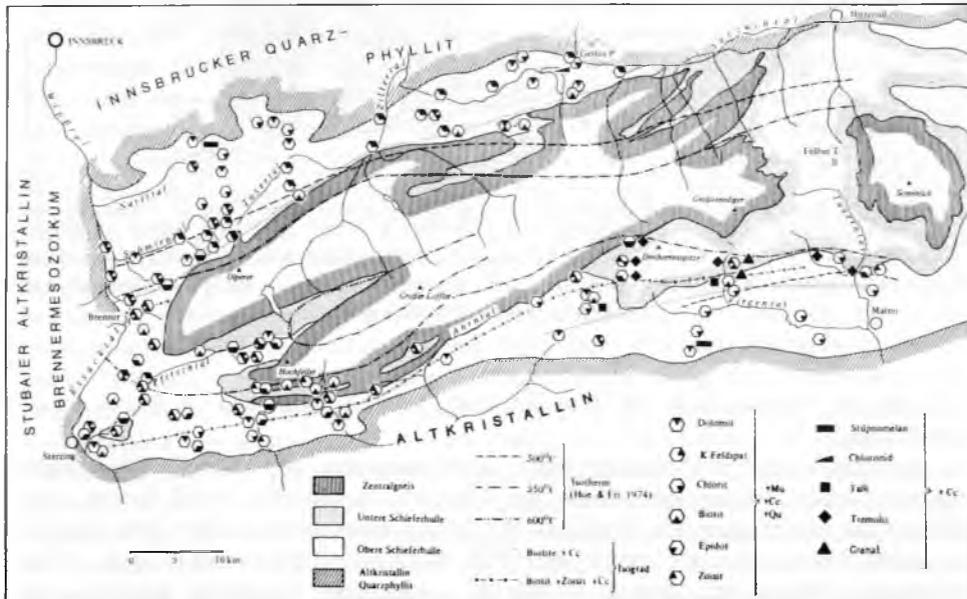


Abb. 39: Das Ausmaß der alpidischen Metamorphose im westlichen Tauernfenster auf Grund der Mineralassoziation; nach V. HÖCK & G. HOSCHKEK (1980, Abb. 1).

über eine Krustenausdünnung bereits handfeste Zeugen des Beginns der Subduktion in den Tiefseerinnensedimenten der Roßfeldschichten zur Verfügung (s. S. 88 ff.), sodaß die maximale Ausdünnung der Kruste im Jura, nicht in der Unterkreide lag. Es mußte ja schon lang vor der Diskussion des plattentektonischen Modells aufgrund der im Sediment ablesbaren Prozesse der kräftig einsetzenden Orogenese in der Unterkreide eine eigene orogene Phase, die mit Deckenbildung im Ostalpin verbundene Austroalpine Phase, in der „Ostalpensynthese“ (1963 a, S. 193) eingeführt werden.

Es paßt also das Prinzip des paarigen Gürtels der Metamorphose (A. MIYASHIRO, 1975) sehr wohl für den Ostalpenraum, also des druckbetonten Außengürtels im Pennin mit Blauschiefer- bis Eklogitfazies in der alpidischen Ära und des temperaturbetonten Innengürtels im Ostalpin, der die Amphibolitfazies erreichte. Da der Prozeß der Krustenabfuhr durch Subduktion in die Tiefe bereits in der Unterkreide eingesetzt hat, wurde so die eine Voraussetzung für die folgende Metamorphose geschaffen; die andere Voraussetzung ist in der Subduktion von bedeutenden Massen wasserhältiger penninischer Schieferhülle und wasserhältiger, unterostalpinere Sedimente gegeben, die für einen wesentlich rascheren Wärmetransfer in höhere Stockwerke sorgt (S. 98).

3. Der alpidische Metamorphoseablauf in den einzelnen Zonen der Ostalpen

a) Pennin/Tauernfenster: Die Grundzüge der Metamorphoseprozesse in dieser Region sind in Bd. I, S. 31 ff., dargelegt. In neuester Zeit kamen noch die folgenden Beobachtungen hinzu. Am intensivsten war die Beschäftigung mit den Ophiolithen und anderen Metabasiten der Hohen Tauern: V HÖCK (1980 a, 1981, 1983 a, b) und V HÖCK & CH. MILLER (1980) haben auf Grund der geochemischen Untersuchung dieser (Ultra-)Mafite nach Haupt- und Spurenelementen (Nb, Ta, La, Ce, Zr, Y, Hf) vier unterschiedliche Züge solcher Gesteine in den Tauern ausgegliedert: Zwei Züge mit klarer Ophiolithabfolge vom Ultrabazit bis zur Pillowlava und Meta-Hyaloklastiten, einen Zug aus Tuffen, Tuffiten und Laven und eine Linsenreihe aus Metabasiten gabbroider Textur. Während sie früher hieraus eine Herkunft aus verschiedenen Regionen (Ozeanboden-Basalt, „within-plate“-Basalt) ableiteten, liegt ihnen heute (V HÖCK, 1983 b) die Annahme von Mantelheterogenitäten näher, die durch eine Verarmung des Mantels an bestimmten Elementen mit Fortschreiten der Öffnung des Ozeans in Zusammenhang stehen könnten. Weitere Schwerpunkte bei der Untersuchung dieser Metabasite lagen in der erwähnten Erfassung mehrerer metamorpher Phasen (CH. MILLER, 1977 a, b; M. RAITH et al., 1977) und in der Analyse von Randbildungen von Ultrabasiten (M. BERNROIDER & V HÖCK, 1983; F. KOLLER, G. GRUNDMANN et al., 1983; F. KOLLER & W. RICHTER, 1984).

Eine zweite Gruppe neuer Untersuchungen im Tauernpennin betraf die Auswertung der Mineralparagenesen in den metamorphen Sedimenten der Schieferhülle, um einerseits die Druck- und Temperaturbedingungen in ihrer räumlichen Anordnung während der alpidischen Metamorphose zu ermitteln, andererseits durch Isogradenkarten diese Ergebnisse festzuhalten – Abb. 39 (V HÖCK, 1977, 1980 b; V HÖCK &

G. HOSCHEK, 1980; G. HOSCHEK, 1980, 1981, 1982, 1984). Analoge Überlegungen an Hand der Mineralassoziationen im z. T. radiometrisch bestimmten variszischen und alpidischen Bestand der Zentralgneise im mittleren und westlichen Tauernfenster haben R. CLIFF (1977), V. HOCK (1980 b) und M. SATIR & G. MORTEANI (1982) durchgeführt.

In der Schlußphase der alpidischen Metamorphose reißen in dem bereits relativ starren Gestein Gangspalten und Klüfte auf, in denen einerseits erzführende Gangfüllungen auftreten, die ihre Stoffe aus azendenten und vadosen Wässern und aus Lösungen aus dem Nebengestein beziehen. Andererseits sorgt die Lateralsekretion für die Ausbildung reichhaltiger Kluftmineralfüllungen in den offen bleibenden Klüften – besonders reich in den Hohen Tauern entwickelt. Nach G. NIEDERMAYR (1980) begann die Kluftmineralausscheidung bereits im Anschluß an den Höhepunkt der jungalpidischen Metamorphose mit einer Abfolge von Quarz, Feldspat, Glimmer, Karbonat, Epidot, Prehnit, Laumontit, Desmin – eine Sukzession also, wie sie für die retrograde Entwicklung von der niedrig temperierten Amphibolitfazies zur Zeolithfazies bezeichnend ist.

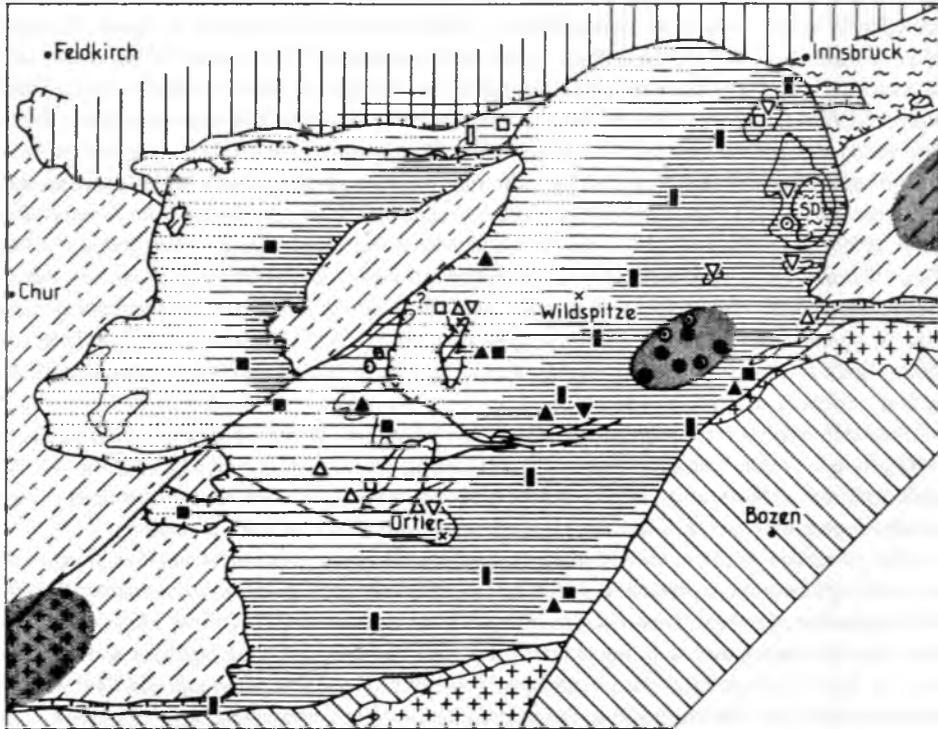
Im Zeitalter des zum Sport gewordenen Mineralsammelns hat sich über die alpinen Kluftminerale und ihre Vorkommen eine reiche, vielfach populär gehaltene Literatur entwickelt. Hier sei stellvertretend für viele auf die eingehende, durch Karten veranschaulichte Zusammenstellung der Fundorte dieser Kluftminerale der österreichischen Alpen durch H. WENINGER (1974) verwiesen.

b) Unterostalpin: Die alpidische Metamorphose im Unterostalpin der Radstädter Tauern im Rahmen des Tauernfensters bleibt im Bereich der Grünschieferfazies. Das Twenger Kristallin und der Granit im tieferen Teil dieser Einheit (Hochfeindgruppe) erlitten unter Neubildung von Chlorit, Zoisit, Epidot, auch Stilpnomelan etc. eine diaphthoritische Umprägung (CH. EXNER, 1971, S. 103 ff.). Noch am Oberland des unterostalpinen Systems der Radstädter Tauern wird bei mehrphasiger alpidischer Deformation und Metamorphose im Forstautal (Bd. I, S. 121) eine Temperatur von 450° C bei 4,5 kb erreicht (Disthen-, Chloritoid-Neubildung) – G. VOLL (1977).

Die alpidische Kristallisation im Bereich des unterostalpinen Semmeringsystems hatte geringeres Ausmaß, erreichte bloß die Chlorit-Muskovit-Subfazies der Grünschieferfazies, führte im Permoskyth zur Bildung des Phengits und ließ im absteigend geprägten Grobgnais Temperaturen von rund 380° C ablesen (Bd. I, S. 160).

c) Mittelostalpin-Westabschnitt Durch eine minutiöse moderne petrographische Untersuchung des Ötztaler-Stubai Kristallins durch die Innsbrucker Schule, zuletzt durch G. HOINKES (1981, 1983), G. HOINKES & F. PURTSCHELLER (1979), G. HOINKES & M. THÖNI (1983) und F. PURTSCHELLER & D. RAMMLMAIR (1982) einerseits und durch umfangreiche radiometrische Datierungen – nach Aufbau des Wiener Geochronologischen Labors im Jahre 1977/78 (W. FRANK et al., 1977, 1979) und den Arbeiten von R. PESCHL (1979) und J. MAURACHER (1980) – durch M. THÖNI (1980 b, 1981 a, 1982 b, 1983) hat sich das folgende Bild der Metamorphose dieser Region ergeben. Die variszische Metamorphoseachse liegt mit W-E-Streichen im nördlichen Bereich der Ötztaler Masse; es wurden bei der hierbei erfolgten amphibolitfaziellen Umprägung Temperaturen bis maximal 670° C erreicht, gegen Norden und Süden ist an die zentrale Andalusit- und umgebende Sillimanitzone anschließend eine Disthenzone zu erfassen. Der alpidische Wärmedom liegt etwa 35 km weit

gegen Süden verschoben im Bereich des Schneeberger Zuges mit SW-NE streichender Achse. In seinem Zentrum wurde bei amphibolitfaziellen Bedingungen in der Zeit des Cenoman bis Unterturon bzw. Untersenon (100 bis 90/85 Millionen Jahre) auf Grund des Auftretens von neu gesproßtem Staurolith, Disthen etc. ein Temperaturmaximum von über 550°, auf Grund der Paragenese von Paragonit-Quarz aber maximal 570°, er-



MINERALZONEN

- a) Variscische Zone
- b) Stilpnomelan-Zone
- c) Chloritoid-Zone
- d) Staurolith-Zone
- Nördl. Kalkalpen
- Ostalp. Quarzphyllit
- Pennin
- Südalpin

MINERALNEUBILDUNGEN

	Meta-sedimente	Alt-kristallin
Stilpnomelan	□	■
Phengit	△	▲
Biotit	▽	▼
Chloritoid	▮	▮
Staurolith	○	●
Disthen	⊙	⊙

Abb. 40: Das Ausmaß der alpidischen Metamorphose im Mittelostalpin westlich des Tauernfensters nach der Mineralzonenkarte von M. THÖNI (1982 b, Abb. 1).

reicht. In zentralen Regionen stellen sich rein alpidische Glimmeralter ein, die Drucke haben 5 kbar überstiegen und liegen nach dem Phengitbarometer bei 6 kbar. Von diesem Metamorphoseherd mit niedriger Amphibolitfazies nimmt die Überprägung des variszischen Kristallins gegen NW hin konstant ab (Abb. 40), sodaß im zentralen Ortler-Campo-Kristallin mittlere Grünschieferfazies, in den Engadiner Dolomiten schwächste Grünschieferfazies bis tiefe Anchizone und im westlichen Silvrettakristallin schließlich keine alpidische Beeinflussung mehr anzutreffen ist. Im Brenner-Mesozoikum wurden bei der altalpidischen Metamorphose nach H. DIETRICH (1983) im Süden (Tribulaun) noch an die 490° (Bd. I, S. 381), im Norden 450° C erreicht, bei Drücken von 3,5 bis 4 kbar, wie das Auftreten von Disthen erweist. Allein schon diese Tatsache weist übrigens – um solche Druck- und Temperaturverhältnisse erreichen zu können – eindeutig auf die Notwendigkeit einer einstigen tektonischen Überlagerung dieses mittelostalpinen Abschnittes durch die oberostalpine Deckenmasse, da ja im Tribulaun selbst die Schichtfolge noch bis zum Malm/Neokom erhalten ist (Bd. I, S. 383, Tab. 15) und die primäre Sediment-Mächtigkeit für eine derartige Metamorphoseentwicklung absolut unzureichend wäre! Diese zwingende theoretische Forderung wird hier ja durch den Beleg der in nicht geringen Resten im Hangenden noch erhaltenen Reste dieses Oberostalpins in Form der Steinacher Decke und zugehörigen mesozoischen Schollen unmittelbar bestätigt.

Aus den schmalen Resten des Mittelostalpins nördlich des Tauernfensters liegen neue Studien von D. ACKERMAN et al. (1977), M. SATIR et al. (1980) und R. ROTH (1984) vor, durch welche im Kellerjochgneis-Steinkogelschieferzug zwei voralpidische und ein alpidischer Metamorphoseakt erfaßt werden konnten.

Die moderne Analyse des Metamorphosegeschehens im Ostabschnitt des Mittelostalpins geht zunächst auf die umfangreichen geologischen Untersuchungen der Arbeitsgruppe „Saaualpe“ zurück, die in den Jahren zwischen 1957 und 1975, vornehmlich von Clausthal und Tübingen aus, im Raum der Saaualpe durchgeführt worden waren. In Band I, S. 249 ff., wird ausführlich darüber berichtet. Als Ergebnis ließ sich im Hinblick auf die Metamorphose zusammenfassen: Ein altpaläozoisches Ausgangsmaterial wird (1.) in einem ersten Akt durch eine kräftige, temperaturbetonte, präkinematische Niederdruck-Metamorphose mit Bildung von Andalusit, Staurolith und Sillimanit erfaßt, sie wird sodann (2.) von einer druckbetonten, synkinematischen Metamorphose vom Barrow-Typus der Almandin-Amphibolitfazies unter intensiver tektonischer Deformation überholt, wobei Disthen, Staurolith und Granat typische Neubildungen sind. Diese beiden Akte wurden von der Saaualpengruppe als variszisch (alt- bis jungvariszisch) eingestuft. Eine kaledonische Orogenese wird ausgeschlossen. (3.) Der jüngste Akt ist hier wiederum eine Niederdruckmetamorphose mit retromorphen Vorgängen, dessen Alter (jungvariszisch, alpidisch) offengelassen wird (A. PILGER & N. WEISSENBACH, 1970, S. 19; A. PILGER, 1975).

Dieses Schema war von der Saaualpengruppe noch ohne absolute Alterseinstufung erarbeitet worden. Heute ist durch radiometrische Daten aus der Saaualpe und ihrer östlichen Fortsetzung, der Koralpe samt nördlichen Ausliegern, durch die Arbeiten von W. MORAUF (1979 bis 1982) sowie W. FRANK und Mitarbeitern (1981, 1983) eine Datierung möglich geworden. Der Ablauf der Metamorphosephasen, die im Koralpen-Stubalpen-Kristallin von G. JUNG (1982), J. WEBER (1982) und W. FRANK, M. ESTERLUS

et al. (1983) neu untersucht worden sind – von der radiometrisch erfaßbaren starken alpidischen Metamorphose abgesehen – haben ein analoges Bild wie in der Saualpe ergeben (W. FRANK et al., 1983, S. 263 ff., 273): Auf eine (1.) hochgradige Metamorphose mit Andalusit und Sillimanit, wahrscheinlich des Altvariszikums, folgt (2.) eine Mitteldruckfazies vom Barrowtyp mit Granat, Disthen, Staurolith, vermutlich karbonpermischen Alters. Das dritte Ereignis aber stellt in dieser Darstellung abweichend von früheren Auffassungen nochmals eine Mitteldruck-, z. T. auch Hochdruck-Fazies dar, die nach Aussage der Quarzgefüge der Plattengneise alpidisches, kretazisches Alter aufweisen soll. Eine kräftige alpidische Metamorphose, die bereits Amphibolitfazies erreicht, ist nun durch die erwähnten absoluten Datierungen vielfach belegt worden (rund 120 bis 70 Millionen Jahre nach W. MORAUF, 1979 bis 1982). Sie verschleiert durch ihre Stärke derzeit noch eine sichere und exakte Einstufung der voralpidischen Phasen, die aber wohl (zum Hauptteil) in die variszische Ära fallen und nicht, wie vom Verfasser in Bd. I, S. 268, vermutet, noch einen namhaften kaledonischen Anteil haben. Die nachgewiesene hochgradige alpidische Metamorphose aber legt nahe, daß auch eine stärkere tektonische Mobilität in diesem Abschnitt des Mittelostalpins zu erwarten ist, wie W. FRANK (1983) ausführt und besonders am Beispiel der – in ihrer Alterszuordnung allerdings durchaus nicht unwidersprochenen (W. FRISCH et al., 1984, S. 63) – Plattengneistektonik demonstriert.

Wichtige Fortschritte in der Metamorphosegliederung des Mittelostalpins der Schladminger Tauern sind jüngst von E. HEJL (1983) und E. HEJL & P. SLAPANSKY (1983) erzielt worden: Neben einer variszischen amphibolitfaziellen Prägung konnten zwei alpidische Kristallisationen ausgegliedert werden, die retrograden Charakter aufweisen. Dabei ist in der älteren alpidischen Phase Aktinolith und Biotit stabil, in der jüngeren wird der Biotit instabil. Auf Grund der höheren altalpidischen Metamorphose in den Wölzer Glimmerschiefern gegenüber den unterlagernden Schladminger Gneisen wird von den Autoren – wohl zu Unrecht – eine nordvergente alpidische Überschiebung der Wölzer Glimmerschiefer über den Gneisen vermutet.

d) Oberostalpin Die jüngsten Ergebnisse über das Ausmaß der Metamorphose in den Nördlichen Kalkalpen werden in Band II, S. 123 ff. mitgeteilt: Es hat sich gezeigt, daß die Kalkalpen an ihrem Nordrand nicht metamorph beeinflußt sind, in der mittleren Längszone (Göstling, NÖ.) die Anchimetamorphose beginnt, die südliche Längszone anchimetamorph geprägt ist und am unmittelbaren Südrand gerade epizonale Metamorphose einsetzt. Das hohe Alter dieser Umprägung am Salzburger Südrand von ungefähr 125 bis 90 Millionen Jahren ist auffällig (M. KRÁLIK, 1983 – vgl. Bd. II, S. 124). Dieses hohe Alter der Metamorphose steht wohl mit der hier bereits im Malm einsetzenden gleittektonischen Deckenbildung und damit der frühen Überlagerung der tieferen kalkalpinen Anteile im Zusammenhang.

Über die Tatsache, daß die Grauwackenzone sowohl variszisch als auch alpidisch von einer niedrig temperierten Grünschieferfazies betroffen worden ist, ist im Band I, S. 508 f., berichtet worden. Neuere Untersuchungen bestätigen an Hand der Illitkristallinität diese schwache altalpidische Grünschiefermetamorphose im Gesamt- raum der Grauwackenzone, lassen im Mittelabschnitt drei Hellglimmergenerationen erkennen (J. SCHRÁMM, 1977, 1980; D. BECHTOLD et al., 1981) und lassen in der westlichen Grauwackenzone an Metabasiten eine wohl alpidische Grünschieferfazies des

unteren Bereiches mit Stilpnomelan, phengitischem Muskovit, Chlorit, Aktinolith und Epidot mit Bildungsbedingungen von 350° bis 400° und 3 bis 4,5 kbar erfassen (E. COLINS et al., 1980; G. HOSCHEK et al., 1980).

Aus dem Oberostalpin der Gurktaler Decke in Kärnten schließlich wurde auf Grund der Illitkristallinität und der metamorphen Mineralneubildung noch in höherer Position eine sehr schwache, anchizonale Metamorphose gemeldet, die in der auflagernden Trias im karnischen Niveau ausklingt (J. SCHRAMM, W v. GOSEN et al., 1982).

4. Literatur

- D. ACKERMAND & G. MORTEANI, 1977; F. ANGEL, 1940; D. BECHTOLD et al., 1981; A. BERAN, 1969; M. BERNROIDER & V. HÖCK, 1983; W. CADAJ, 1973; R. CLIFF, 1977; E. COLINS et al., 1980; H. DIETRICH, 1983; W. ERNST, 1973; W. FRANK, 1983; W. FRANK et al., 1976, 1977, 1979, 1981, 1983; W. FRISCH et al., 1984; E. HEJL, 1983; E. HEJL & P. SLAPANSKY, 1983; H. HERITSCH, 1978, 1980; V. HÖCK, 1977, 1980 a, b, 1981, 1983 a, b; V. HÖCK & G. HOSCHEK, 1980; V. HÖCK & CH. MILLER, 1980; V. HÖCK & F. ZIMMERER, 1978; G. HOINKES, 1981, 1983; G. HOINKES & F. PURTSCHELLER, 1979; G. HOINKES & M. THÖNI, 1983; G. HOSCHEK, 1980, 1981, 1982, 1984; G. HOSCHEK et al., 1980; G. JUNG, 1982; F. KOLLER & W. RICHTER, 1984; F. KOLLER et al., 1983; H. LAUBSCHER, 1970; B. LUCKSCHEITER & G. MORTEANI, 1980; J. MAURACHER, 1980; CH. MILLER, 1977 a, b; CH. MILLER & W. FRANK, 1983; CH. MILLER et al., 1980; A. MIYASHIRO, 1975; W. MORAU, 1980, 1981, 1982; G. NIEDERMAYR, 1980; E. NIGGLI, 1950, 1970, 1977; W. NOWY, 1978; E. OXBURGH & PH. ENGLAND, 1980; E. OXGURGH & D. TURCOTTE, 1974; R. PESCHEL, 1979; A. PILGER & N. WEISSENBACH, 1975; F. PURTSCHELLER & D. RAMMLMAIR, 1982; M. RAITH et al., 1977; L. RATSCHBACHER, 1983; R. ROTH, 1984; F. SASSI & A. SCOLARI, 1974; M. SATIR & G. MORTEANI, 1982; M. SATIR et al., 1980; J. SCHRAMM, 1977, 1980; J. SCHRAMM et al., 1982; R. STADLER, 1979; TH. TEICH, 1979; M. THÖNI, 1980 b, 1981 a, b, 1983; G. VOLL, 1977, 1980; J. WEBER, 1982; H. WENINGER, 1974; H. G. F. WINKLER, 1976; H. ZWART, 1973.

H DIE BRUCHTEKTONISCHE ORDNUNG IM OSTALPENOROGEN

1. Die bisherige bruchtektonische Forschung

Die Betrachtung der Bruchtektonik in Österreich hat erst in neuerer Zeit versucht, das komplexe und zunächst nicht leicht durchschaubare Gesamtbild der Bruchstörungen im alpinen Raum und im Vorland in eine sinnvolle genetische Ordnung zu bringen. Ursprünglich, vor Einzug der Deckenlehre, hatte man zunächst keine grundsätzliche Unterscheidung zwischen Bruchstörungen und Überschiebungen getroffen und auch kartenmäßig ein homogenes Netz von Linien gezeichnet. In der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts, zur Zeit des Ringens um die Anerkennung des Deckenbaues, waren die Kräfte der mobilen Tektoniker durch die Analyse der Deckentektonik gebunden, die Bruchtektonik blieb lange vernachlässigt, auch wenn man sich gelegentlich mit einzelnen großen, besonders markanten Störungszonen beschäftigte (z. B. A. KIESLINGER, 1928: Die Lavanttaler Störungszone – Bd. I, Abb. 75; E. CLAR, 1951: Die Görttschitztaler Störungszone – Bd. I, Abb. 78, 82, 85, 138; O. THIELE, 1961: Das Alter der Donaustörung etc.). Jene Geologen aber, die weiterhin auf dem Boden der Autochthonie arbeiteten und die sich noch am ehesten mit Fragen der bruchtektonischen Systeme befaßten, stellten unter Negation der großen Überschiebungsdecken immer noch Brüche, Aufschiebungen und Überschiebungen in ein System, wie etwa die Abbildung des Störungssystems der Zentralalpen in SCHAFFERS „Geologie von Österreich“ im Jahre 1951 zeigt, die R. SCHWINNER entworfen hat (1951, S. 211, Abb. 12).

Sehr sorgfältig hingegen waren die Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten der Bruchstörungen (Klüfte, Schlechten, Lassen, Wechsel etc.) seit alters durch den Bergbau und die damit befaßten Geologen herausgearbeitet worden. E. SUESS widmete seine letzte Publikation aus dem Jahre 1913 „Über die Zerlegung der gebirgsbildenden Kräfte“ der Entstehung der paarigen Diagonalscherflächen, dort neu als „Diaklassen“ bezeichnet (Abb. 41). Besonders sein Schüler H. v. HÖFER, erster Inhaber der erdwissenschaftlichen Lehrkanzel an der Montanistischen Hochschule in Leoben, hat sich in etlichen Publikationen, auch in Buchform, mit den Verwerfungen befaßt (1915, 1917 etc.). L. WAAGEN (1927) hat an diese HÖFERSCHE Tradition angeknüpft.

Die genetisch völlig eigenständige Stellung der Bruch/Kluft-Tektonik gegenüber der Überschiebungstektonik ist aber erst in neuerer Zeit durch die Deckentektoniker selbst herausgearbeitet worden. Der Bruchtektonik liegt eine andere Mechanik als der Deckentektonik zugrunde. Sie hat einen anderen zeitlichen Schwerpunkt ihrer Entwicklung: Ihre Bedeutung liegt vor und nach dem orogenen Paroxysmus, während ihr in der Phase während der Deckenüberschiebung nur geringe Bedeutung zukommt. Der Verfasser hat, um diesem Mangel an Klarheit über Wissen und Genese der Bruchtektonik abzuwenden, im Jahre 1969 (b) und 1970 (a) die bruchtektonische Zyklenordnung im Ostalpenorogen in ihren einzelnen Phasen des näheren durchleuchtet. In diesem Zeitraum sind bereits auch Flugbilder zur bruchtek-

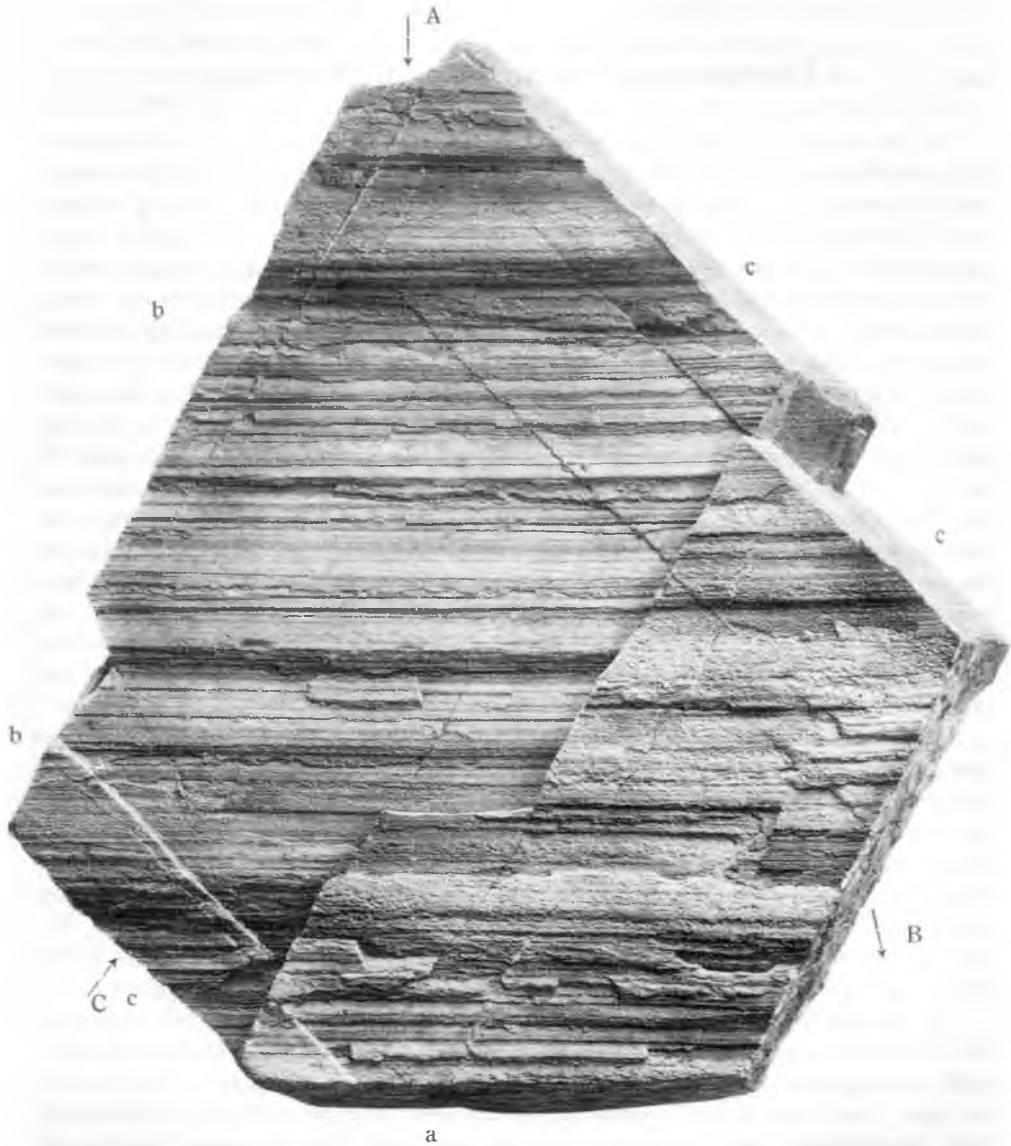


Abb. 41: Das von E. SUSS (1913, Taf. 1) in seiner letzten Arbeit „Die Zerlegung der gebirgsbildenden Kräfte“ abgebildete altpaläozoische Stück Bänderkalk aus den Karnischen Alpen bei Hermagor zeigt in idealer Ausbildung die zur erzeugenden Kraft symmetrisch angeordneten Diagonalscherflächensysteme, von SUSS als Diaklasen bezeichnet.

tonischen Auswertung, zunächst besonders durch H. HOLZER (1958 a, b, 1960, 1964 c), herangezogen worden. In jüngster Zeit standen den Geologen die Satellitenbildaufnahmen der NASA zur bruchtektonischen Analyse zur Verfügung und haben hier geradezu einen Durchbruch neuartiger Vorstellungen über Dichte, Ausmaß, Tiefgang, Wirksamkeit und auch Genese der großen Bruchstrukturen in Alpen und Vorland ermöglicht, wie der Verfasser bei der ersten derartigen umfangreichen Auswertung für unser Land im Jahre 1977 (a) dargelegt hat – Abb. 42. In der Folge hat sich um die eingehende bruchtektonische Auswertung der Satellitenbilder M. BUCHROITHNER (1982, 1984 a, b) angenommen.

Im folgenden wird eine kurze Übersicht über die Hauptphasen des Bruchgeschehens in der alpidischen Ära der Ostalpen gegeben.

2. Der Ablauf des bruchtektonischen Zyklus

a) Die Zeit der Geosynklinale im frühen Mesozoikum war für die Alpen die Zeit der Krustendehnung bis Zerreißung, des Auseinanderdriftens der Vorländer und der Schwächung und Zerrung des Erdkrustenstreifens zwischen Eurasien und Afrika. Sie war demnach im Hinblick auf die Bruchtektonik eine Ära der Zerrspaltenbildung, die in der Trias z. B. durch streifenförmige Krustenzerrung in der Tiefe für die Entstehung der Längskanalsysteme der Partnachbecken in der Mitteltrias und der Hallstätter Becken in der Mittel- und Obertrias der Kalkalpen sorgte (S. 78). Eine weitere Auswirkung dieser in der Tiefe verborgenen Vorgänge sind die unregelmäßig aderförmig das betroffene Gestein durchsetzenden Zerrspalten- und Kluftsysteme, die sich an den Rändern dieser Senken, an der Grenze Riffplattform/Kanal – z. B. Dachsteinkalk/Hallstätter Kalk – einstellen. Wesen und Bedeutung dieser oft mit Rotkalk mehrphasig erfüllten Zerrspaltensysteme ist besonders durch W. SCHWARZACHER (1948, S. 40), W. SCHLAGER (1969), L. KRYSZYN et al. (1969) und J. WENDT (1971 c) geklärt worden. Im Jura und in der tiefen Kreide sind dann die großen Krustenerreiungen vor sich gegangen, die zur Ozeanbodenbildung im Pennin geführt haben. Diesem Vorgang direkt zuordenbare Spaltenstrukturen sind bisher nicht erfaßt worden, wohl aber die indirekten Auswirkungen, wie etwa durch Bruchstafelränder verursachte Riesenblockbrekzien vom Typus der jurassischen Türkenkogel- und Schwarzeckbrekzie in den Radstädter Tauern, ferner Äußerungen des Vulkanismus und der Vererzung, die in Trias und Jura durch diese Krustenerreiung ihre Wege nach oben fanden.

b) In der Zeit der Orogenese, der transversalen Einengung durch Subduktion und dem damit verbundenen Deckenbau, kommt der Bruchtektonik, wie erwähnt, eine nur untergeordnete Rolle zu. Die markantesten erfaßbaren bruchtektonischen Strukturen aus dieser Zeit sind Einrisse besonders am Stirn- und Hinterrand von Decken und Deckenpaketen senkrecht zum Streichen dieser Einheiten. Da die Deckenbewegung während dieses Vorganges weiter abläuft, kommt es dabei meist zu einer verschiedenartigen Faltung und Überschiebung in den Flügeln beiderseits dieser Querrisse, sodaß die Strukturen der beiden Flügel nicht mehr durch Rücknahme der eingetretenen Seitenverschiebung zusammenpassen. Derartige Blattverschiebungen sind

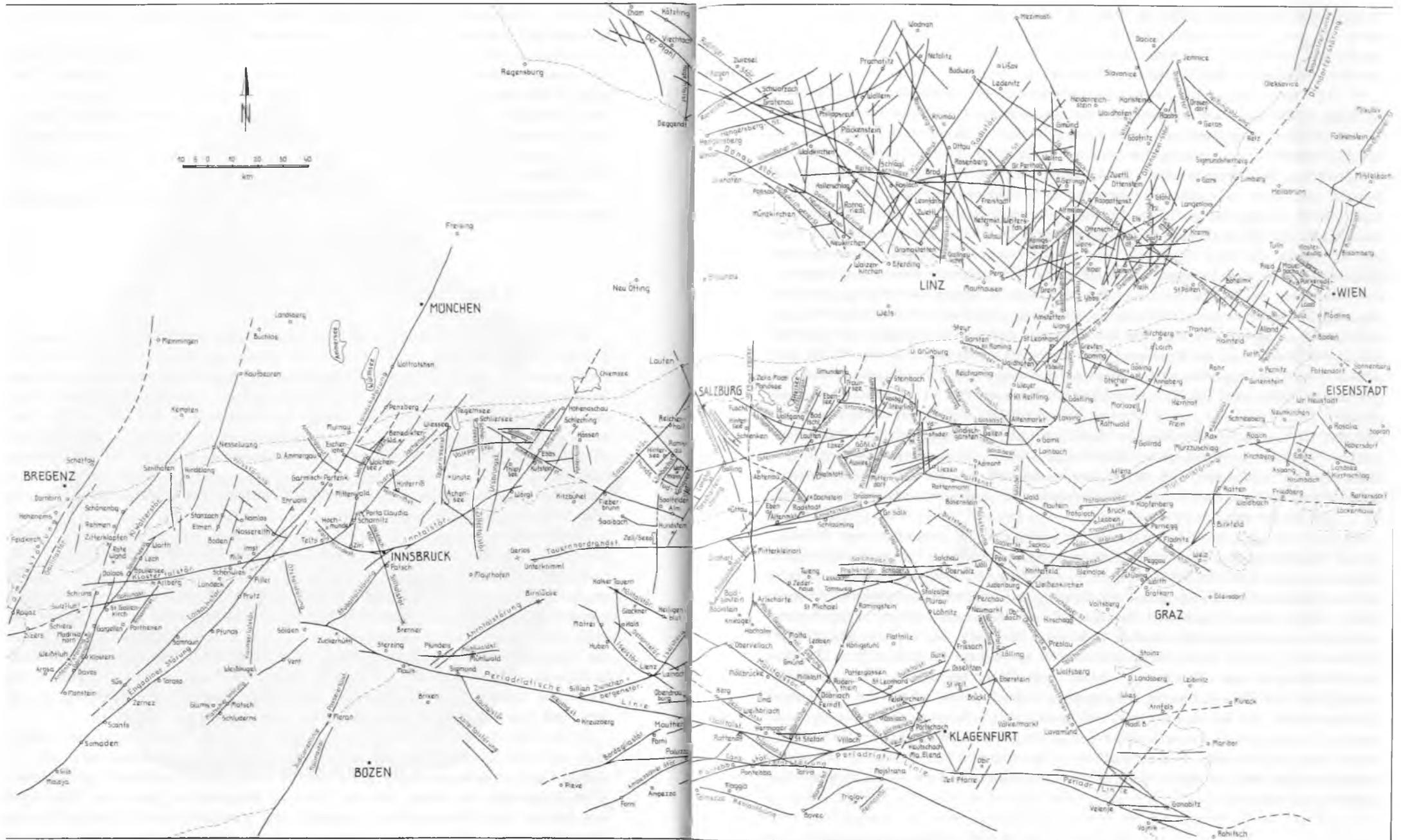


Abb. 42: Überblick über das Hauptbruchliniensystem Österreichs auf Grund der Auswertung der Satellitenbilder; nach A. TOLLMANN (1977 a, Taf. 1). Deutlich kommt das andersartig orientierte

variszische Störungsmuster (samt seiner Durchpausung im Alpen-Nordabschnitt) gegenüber dem alpidischen symmetrischen Diagonalscherflächenmuster in den Zentralalpen zum Ausdruck.

im Sinn von H. QUIRING (1913, S. 70 ff.) als „Grenzblätter“ zu bezeichnen. Beispiele aus den Ostalpen liefern hierfür (A. TOLLMANN, 1970 a, S. 22 ff.) z. B. das Ht. Langbath-, Göstlinger-, Traunsee-, Kohlental-, Leonsberg-, Gracheralm- und Schläpferalm-Grenzblatt in den Nördlichen Kalkalpen.

c) Die spätrogenen Störungssysteme, die im Anschluß an die Deckenformung entstanden, sind die markantesten bruchtektonischen Muster, die uns heute in den Ostalpen entgegentreten. Dabei handelt es sich zunächst, noch unmittelbar im Anschluß an die Deckenbildung, um Strukturen, die noch unter der gleichen Einspannungsrichtung, aber unter stark nachlassendem Druck geprägt worden sind, sodaß das Material nun nicht mehr faltend-fließend, sondern brechend verformt wird. Die Tendenz aber ist die gleiche geblieben: Einengung in den Ostalpen in N-S-Richtung und Ausweichen des Materials nun durch Bruchsysteme quer dazu. Zu diesem Zweck entstanden damals die beiden aus dem Tonkuchenversuch bekannten Druckmuster: das Cloosche System mit Längsstörungen einerseits und senkrecht darauf angeordneten ac-Querklüften, vor allem aber das Mohrsche System, dieses zweischarig gekreuzte Diagonal-Scherflächensystem rhombischer Symmetrie, das hauptverantwortlich für die seitliche Abwanderung des Materials ist und daher zugleich das Hauptsystem darstellt, das an die Schlußphase der Einengung (im Alttertiär) gebunden ist – Abb. 41. Es gibt zahllose prächtige Beispiele in den Ostalpen für die intensive Zerlegung an diesen zugeordneten Ästen mit SW-NE- und SE-NW-Richtung. Die Pionierarbeiten in den Ostalpen hierzu stammen von P. SCHMIDT-THOMÉ (1953 b, 1954), der diese Strukturen und ihre Genese in den Bayerischen Kalkalpen präzise herausgestellt hat. Zahlreiche weitere Beispiele aus terrestrischen Kartierungen und Luftaufnahmen sind vom Verfasser (1969 b, S. 283; 1970 a, S. 46 ff.) zusammengestellt worden. Die in dieser Phase entstandenen Strukturen sind z. T. stockwerksgebunden und setzen dann keineswegs in die „ewige Teufe“ durch.

d) Im kratogenen Endstadium schließlich sind im Jungtertiär zwei Prozesse für die Bruchstrukturbildung in den Ostalpen verantwortlich: 1. Ein plattentektonisch bedingtes, durch Konvektionsströmungen in der Tiefe diktiertes westwärtiges Abdriften von Krustenteilen Europas, das zur Öffnung großer Transversalgräben in Europa geführt hat, zu denen das Wiener Becken und weitere Einbruchsstrukturen am Alpenostrand bis zum Lavanttaler Becken gehören – wie bei der Genese des Wiener Beckens Bd. II, S. 517, näher ausgeführt worden ist (vgl. Bd. II, Abb. 285). 2. Die isostatisch bedingte, durch Brüche in Schollen gegliederte Hebung der Ostalpen durch Auftrieb der aus Krustenmaterial bestehenden, angeschoppten, 60 km tief reichenden „Gebirgs Wurzel“, die im Moment des Nachlassens und Aufhörens der Einengung ihrer geringen Dichte zufolge einen Auftrieb des zuvor in die Tiefe gepreßten Mantels bewirkt. Tiefe junge tertiäre Becken brechen so, besonders in Längsrichtung orientiert, zwischen steigenden Schollen ein, ihr Inhalt wird durch die restliche Einengung gelegentlich noch gefaltet.

3. Neue Einblicke in die Bruchtektonik durch Satellitenbilder

Die Auswertung der Satellitenbilder der Serie LANDSAT, die von der NASA aus etwa 915 km Höhe aufgenommen worden sind, setzte im alpinen Raum im Jahre 1973 mit ersten Bemerkungen zu Satellitenaufnahmen über einen westlichen Sektor der Ostalpen durch J. BODECHTEL & B. LAMMERER (München) ein. Bruchmuster von Satellitenbildern aus dem Raum der Ostalpen sind inzwischen durch B. LAMMERER (1976), R. GUPTA & J. NITHACK (1976), R. GUPTA (1977), A. TOLLMANN (1977 a) und M. BUCHROITHNER (1982, 1984 a, b) analysiert und interpretiert worden.

Bereits die erste Gesamtschau der den Satellitenbildern entnommenen Bruchstrukturen Österreichs durch den Verfasser hat folgende Grundprinzipien in unserem Raum erkennen lassen (1977 a, S. 21 ff.):

1. Die geradlinigen „Lineamente“ dieser Bilder, die unabhängig vom Streichen der Gesteinszüge, von Falten- und Deckenstrukturen verlaufen, sind die in der Morphologie herausgearbeiteten Störungszonen. Sie sind teilweise und abschnittsweise durch bereits bekannte terrestrisch kartierte Brüche als solche belegbar, lassen sich aber auf den Satellitenbildern in unvergleichlich besserer Weise auch durch aufschlußloses Wald- und Wiesengelände weit über das Land hin verfolgen, da die oft durch Mylonite markierten Linien durch Wasserrinnen und Täler feinst herauspräpariert werden – Bd. II, Abb. 284; Bd. III, Abb. 43.

2. Diese morphologische Wirksamkeit der Bruchstörungen ist bisher stets unterschätzt worden. In unzähligen Fällen kann die Talanlage durch Bruchvorzeichnung erklärt werden. Als Beispiel sei nur der so sehr gewundene Talverlauf der Donau in der Wachau erwähnt, von dem jedes Teilstück einer im Satellitenbild weit darüber hinaus verfolgbarer Störung eines engen Störungsnetzes folgt (Abb. 82).

3. Das interessanteste Ergebnis aber ist die Verfolgbarkeit der großen jungvariszischen Störungslinien aus dem außeralpinen Vorland der Böhmisches Masse im Wald- und Mühlviertel bis tief in die Kalkalpen, ja bis an deren Südrand oder unter die Grauwackenzone – Abb. 42. Diese Verfolgung ist dadurch möglich, da das außeralpine Bruchsystem andere Hauptrichtungen (NNE, N-S, WNW) als jenes der Alpen (bes. NW, NE, W-E) aufweist. Das bedeutet aber, daß der alpidisch nicht ausgeheilte Sockel aus Böhmischem Kristallin unter dem Nordteil der Alpen durch die Auflast der alpidischen Decken und der Molassezone an den alten Bruchfugen der Kruste wieder in Bewegung geraten ist und sich diese Linien gegen oben durchgepaust haben. In den Kalkalpen kommt zwar das neu aufgeprägte alpidische NW- und NE-Diagonalsystem hinzu, ist aber von der Richtung der durchgepausten Strukturen abweichend und daher unterscheidbar. In den Zentralalpen hingegen, deren Kruste vom Ostalpin bis in das Tiefpennin alpidisch neu umkristallisiert ist, sind nur die alpidischen Richtungen vorhanden und naturgemäß keine alten Strukturen durchgepaust, da keine unveränderte Kruste aus Böhmischer Masse hier mehr in der Tiefe erhalten geblieben ist (vgl. Bd. I, Abb. 138).

Über das Bruchsystem der Böhmisches Masse in Österreich wurde schon getrennt in Bd. II, S. 667 ff. und Abb. 283 bis 285 berichtet.



Abb. 43: Ausschnitt aus dem Satellitenbild der NASA, den Abschnitt des südlichen Waldviertels im Raum nördlich von Wachau und Strudengau zeigt. Trotz der dichten Vegetationsdecke kommt das enge Netz von geradlinigen jungvariszischen Störungen durch die erosive Nachzeichnung der Zerrüttungszonen deutlich zum Ausdruck.

4. Die Andauer der Bruchtektonik bis in die Gegenwart

Kräftig unterschätzt hat man bisher das Ausmaß der Wirksamkeit der Bruchtektonik in der jüngsten Erdgeschichte, im Pleistozän und auch noch in der Gegenwart. Eine ganze Reihe von Beobachtungen hat uns heute eines Besseren belehrt. Besonders die intensive Forschung in den Jungsedimenten des Wiener Beckens hat hier zahlreiche Belege für ein Anhalten jüngster Bewegungen in bestimmten Zonen erbracht. So wissen wir, daß z. B. der Schottertrog der Mitterndorfer Senke NE Wiener Neustadt bis 150 m tief an Randbrüchen nach dem Altpleistozän abgesackt ist (Bd. II, S. 529 f., Abb. 242). Wir kennen kräftige, bis 40 m messende Versetzungen des Quartärs an seiner Basis im Marchfeld an NNE-streichenden jungen Brüchen, die geoelektrisch durch M. SCHUCH (1977, Tab. 1), aber auch durch ÖMV-Bohrungen erfaßt worden sind – Abb. 80. Im Zusammenhang damit stehen auch die Verbiegungen der eiszeitlichen Donauterrassen in diesem Raum obertage (Bd. III, S. 216). Instruktiv sind ferner die durch H. PLACHY (1981) beim Bau der Wiener U-Bahn gewonnenen Erfahrungen: Kräftige Bruchversetzungen zwischen Oberpannon und Pont waren wiederholt anzutreffen, im Überschwemmungsgebiet der Donau bei der Stürzel-Lacke waren auch noch die Liegendschotter der Donau mehrere Meter weit durch Störungen in das Pont eingeschleppt. Eigene Beobachtungen über den bruchtektonischen Versatz des Lößes im Burgenland gegenüber den Oberpannon-Schottern des Foelik bei den Aufschlüssen zur Schottergewinnung für den Autobahnbau zeigten, daß auch dort die jüngsten Bewegungen noch etliche Meter Sprunghöhe aufweisen.

Eine Vielzahl ähnlicher Beobachtungen über jüngste Bruchauswirkungen hat z. B. auch P. SCHLUSCHE (unveröff.) als Pionier dieser Forschungsrichtung in Österreich im Inntalgrund des Engadin angestellt, wo die im Jungpleistozän im Aufschluß erfaßten Störungen oft im Luftbild klar in das anstehende Gestein des Rahmens verfolgt werden konnten, sodaß es sich nicht um „Sedimentsackungen“ handelt.

Die gemessenen rezenten vertikalen Bodenbewegungen in Österreich betragen im Osten des Landes am Rand des Wiener Beckens W Wiener Neustadt 1 mm Senkung/Jahr, in der Neusiedlersee-Bucht des Pannonischen Beckens 2,5 mm Senkung/Jahr, in den Zentralalpen in den Hohen Tauern 1 mm Hebung/Jahr (E. SENFTL & CH. EXNER, 1973). An der unruhigen Periadriatischen Linie im unteren Gailtal schließlich schwanken die Meßbeträge, eine Hebung der Südscholle im Ausmaß von rund 1 mm/Jahr dominiert (P. STEINHAUSER, 1980).

5. Literatur

L. P. BECKER, 1979 b; J. BODECHTEL & B. LAMMERER, 1973; M. BUCHROITHNER, 1982, 1984 a, b; E. CLAR, 1951; H. CLOOS, 1948; R. GUPTA, 1977; R. GUPTA & J. NITHACK, 1976; H. v. HOFER, 1915, 1917; H. F. HOLZER, 1958 a, b, 1960, 1964 c; F. JASKOLLA, 1978; A. KIESLINGER, 1928; L. KRYSZYN et al., 1969; B. LAMMERER, 1976; K. METZ, 1978; H. PLACHY, 1981; H. QUIRING, 1913; A. SCHEIDEGGER, 1976, 1979; O. SCHERMANN,

1966; W. SCHLAGER, 1969; P. SCHMIDT-THOME, 1953 b, 1954; M. SCHUCH, 1977; W. SCHWARZACHER, 1948; R. SCHWINNER, 1951; E. SENFTL & CH. EXNER, 1973; P. STEINHAUSER, 1980; E. SUESS, 1913; A. TOLLMANN, 1969 b, 1970 a, 1977 a, 1978 b, 1980 c; L. WAAGEN, 1927; J. WENDT, 1971 c.

I GEOPHYSIKALISCHE DATEN ZUM BAU DER OSTALPEN

1. Die Beziehung der Geologie zur Geophysik

Mit der rapide fortschreitenden Verfeinerung der Methodik in der Geophysik und der Ausschöpfung der Computerberechnungen für hochkomplexe Systeme gewinnt dieser Zweig der Erdwissenschaften in der jüngsten Zeit zusehends an Bedeutung zur konkreten Beantwortung geologisch-tektonischer Fragestellungen. So hat sich eine neue, engere Zusammenarbeit zwischen den Wissenszweigen der Geologie und Geophysik ergeben, die sich bereits für beide Richtungen äußerst befruchtend ausgewirkt hat.

Es ist eine breite Palette von geophysikalischen Arbeitsrichtungen, die für die Geologie von unmittelbarem Interesse sind. Sie umfaßt zunächst den Bereich der Seismik, der Gravimetrie, der Magnetik, der Geoelektrik und Magnetotellurik, hinzu kommen Wärmefluß-, Gebirgsdruck-, Erdkrustengezeitenmessungen und die Erfassung der säkulären rezente Bewegungen der Kruste. Ebenfalls in engstem Konnex mit der Tektonik steht die Seismologie und die Paläomagnetik, die sich innerhalb der Geophysik schon zu eigenen Zweigen entwickelt haben.

Es ist nun im folgenden nicht möglich, auf all die in diesen Bereichen in Österreich ausgeführten Arbeiten und deren Ergebnisse in diesem Rahmen im einzelnen einzugehen. Es soll aber an Hand von ausgewählten Beispielen der Beitrag der Geophysik zur Erforschung des geologischen Bildes unseres Landes dargelegt werden, und es muß vor allem der Succus über die heute bereits sehr aussagekräftigen modernen Berechnungen zum Tiefbau der Ostalpen, zum Aufbau der Kruste und des Mantels unter den Ostalpen, dargelegt werden, der ja in direktem Konnex mit den großen deckentheoretischen und plattentektonischen Überlegungen steht und nun von ganz anderer Seite her die so lange bestrittenen großräumigen Umgestaltungen der Erdrinde in diesem Orogen bestätigt. Daher wird im folgenden zunächst das Gesamtbild, das die Geophysik heute zum Tiefbau der Ostalpen bietet, veranschaulicht, und dann werden beispielhaft die übrigen erwähnten Teildisziplinen zur Sprache kommen.

2. Der Tiefbau der Ostalpen auf Grund der geophysikalischen Ergebnisse

a) Anmerkungen zur Forschungsgeschichte. Die Kombination von seismischen, gravimetrischen, magnetischen und magnetotellurischen Messungen ermöglicht es uns heute, sehr konkrete Vorstellungen über den Aufbau der Kruste und des obersten Mantels unter den Alpen bis in Tiefen von 100 km zu entwickeln und darüber hinaus bis zu 300 km Tiefe gewisse Aussagen zu treffen. Die wichtigsten Ergebnisse hierzu haben ohne Zweifel die seismischen und gravimetrischen Methoden geliefert. Erste detaillierte Angaben über die Tiefenstruktur der Ostalpen hat 1947 E. HOLOPAINEN auf Grund von gravimetrischen Messungen und isostatischen Überlegungen veröffentlicht, während in den Westalpen seit 1921 Ergebnisse über derartige Untersuchungen vorliegen.

Seit über dreißig Jahren werden refraktionsseismische Messungen über die Struktur der Kruste im alpinen Raum durchgeführt und ausgewertet, sodaß die Alpen auch in krustenseismischer Hinsicht das besterforschte Gebirge der Welt darstellen. Naturgemäß hat die Vorstellung von der Tiefenlage und Struktur der geophysikalischen „Gebirgswurzel“ mit dem raschen Fortschritt der Meßtechnik auch einen raschen Wandel erfahren: Noch in den sechziger Jahren hatte man zwei Modelle des Alpenquerprofils der Tiefe nebeneinander gestellt (P. GIESE, 1965, Abb. 3; C. PRODEHL, 1965, Abb. 30), wobei eine verdoppelte Wurzel unter dem Alpenhauptkamm und südlich davon angedeutet worden war. Der Tiefgang der Nördlichen Kalkalpen und ihrer Jungsedimentunterlage war noch wesentlich zu seicht berechnet worden (C. PRODEHL, 1964, Abb. 5: wenig über 5 km im Meridianstreifen von Innsbruck, in welchem Raum die Tiefbohrung Vorderriß 1 im Jahre 1979 mit ihren 6468 m erst das Helvetikum erreicht hat und heute das Kristallin geophysikalisch erst in 8 km, rasch auf 9 km und mehr gegen Süden abfallend, geortet worden ist – G. BACHMANN et al., 1979, 1981 a, b, 1982). Kurz davor hatte über diesen westlichen Kalkalpenabschnitt H. REICH (1960, S. 471) nach geophysikalischen Untersuchungen noch vermerkt, daß kein Grund vorliege, den Bildungsraum der Kalkalpen weit nach Süden zurückzunehmen.

Im Jahre 1968 führte dann P. GIESE – von den Westalpen ausgehend – ein neues Modell ein, bei dem unter Eindruck der Erkenntnisse über die Ivreazone eine starke Geschwindigkeitsinversion unter dem hochgeschleppten Mantelmaterial für die Zentralalpen angesetzt wurde und so die heute gültige Vorstellung von der Verdoppelung der Kruste unter den Alpen angebahnt worden war.

In diese Forschungsphase zur Frage der Großstrukturen bis 1975 fallen die Auswertungen des ersten großen seismischen Alpenquerprofils zwischen Eschenlohe (bei Murnau in Bayern) und Lago Lagorai (SE Bozen) durch C. PRODEHL (1965), die Verwertung der Aussage der 1965 durch E. SENFTL über Österreich veröffentlichten Bouguer-Karte der Schwereanomalien, der Beitrag der gravimetrischen Arbeiten der Schule ROSENBACH ab 1962 in Teilregionen der Ostalpen und schließlich die Untersuchungen von deutschen und österreichischen Forschern im Zusammenhang mit der Geotraverse IA (1968 bis 1975), unter denen die Arbeitsgruppe G. ANGENHEI-

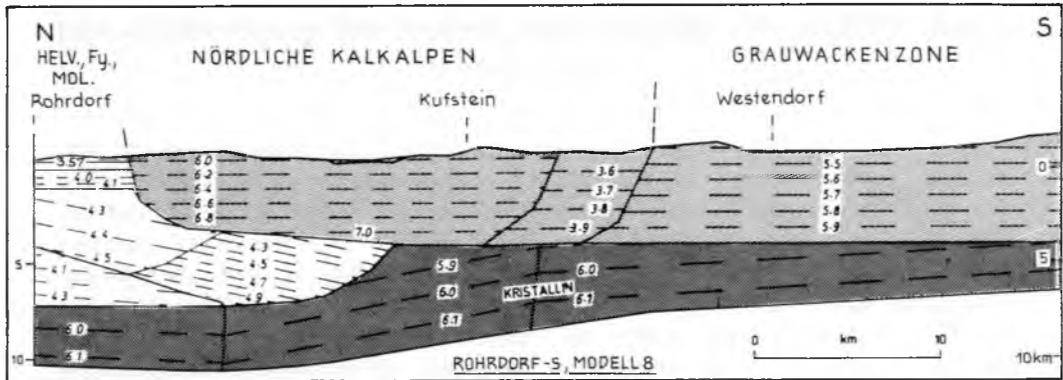


Abb. 44: Das refraktionsseismische Profil am Alpennordrand im Meridian von Kufstein zeigt die Unterlagerung des Nordteils der Kalkalpen (deren Leitgeschwindigkeit $v = 6\text{--}7$ km/sec) durch ein Material mit geringerer Leitgeschwindigkeit für Longitudinalwellen ($v = 4,3\text{--}4,9$ km/sec), das Molasse bzw. Flysch repräsentiert; nach M. WILL aus G. ANGENHEISTER et al. (1975, Abb. 13). Damit ist die Allochthonie der Nördlichen Kalkalpen auch in ihrem Westabschnitt noch vor der Bestätigung durch die Bohrungen geophysikalisch bezeugt worden.

STER et al. aus München besonders interessante Ergebnisse zur Untergrundstruktur der Alpennordzone beigetragen hat. Die zahlreichen geophysikalischen Untersuchungen der Erdölfirmer in Österreich sind zum guten Teil unveröffentlicht geblieben, aber wenigstens bei der Erstellung eines gravimetrischen Krustenmodelles der Ostalpen durch W PARTSCH (1971) teilweise mitverwertet worden.

In diesen Zeitraum fällt die Erfassung einer regional verfolgbaren mächtigen Inversionszone der P-Wellengeschwindigkeit in der Kruste mit Maximum tief unter dem Tauern-Fenster, die Erfassung der mindestens 15 km weit zurückreichenden Unterlagerung der Kalkalpen im Abschnitt S Chiemsee – Rosenheim durch leichteres Material aus Flysch und Molasse in einer Mächtigkeit von 3 bis 7 km (Abb. 44) u. a. mehr – L. AHORNER et al. (1972), G. ANGENHEISTER (1969), G. ANGENHEISTER et al. (1972, 1974, 1975), M. CHOUDHURY et al. (1971), H. CLOSS (1975), P. GIESE (1972), P. GIESE et al. (1970, 1975), J. MAKRIK (1971), M. WILL (1976) u. a.

Den entscheidenden Fortschritt aber brachte das internationale geophysikalische Großprojekt des 850 km langen „Alpen-Längsprofils“, für welches in der Zeit vom 8. bis 20. September 1975 refraktionsseismische Messungen von Frankreich bis Ungarn mit Großsprengungen in der Wattener Lizum, am Zirbitzkogel, bei Hochfilzen und Bad Deutsch Altenburg durchgeführt wurden. Im Jahre 1977 kam ein seismisches Längsprofil in den Südalpen, 1978 eine Querverbindung dieser beiden Längsprofile durch das Schrägprofil von Eschenlohe/Murnau–Lienz–Grado/Adria hinzu. Die Auswertungen des umfassenden Datenmaterials hierüber sind von HEINZ MILLER (1976 als Reporter der „Alpine Explosion Seismology Group“), HEINZ MILLER et al. (1977), P. GIESE & N. PAVLENKOVA (1976), P. GIESE & C. PRODEHL (1976), P. GIESE & K. REUTTER (1978), P. GIESE (1980), K. ARIC et al. (1979, 1981, 1982) und G. ANGENHEISTER (1980) vorgelegt worden.

3. Die Krustenstruktur im Bereich der Ostalpen

Die Ergebnisse der neuesten Forschungskampagne über die Krustenstruktur im Bereich der Ostalpen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Im Querprofil Murnau–Bozen–Vicenza nimmt die Krustendicke über dem Mantel von 30 km am Nordrand der Molasse und 40 km am Alpennordrand regelmäßig bis 55–60 km im Raum Bozen zu und wird dann in ihrer Mächtigkeit rasch rückläufig, indem sie zwischen Verona und Trento nur mehr 30 km Stärke aufweist (Abb. 45 und 46). Das heißt, daß die größte Mächtigkeit von der Hauptachse der Alpen weit nach Süden verschoben ist. Bei der Station Arnoldstein, also im Bereich der Periadriatischen Linie, wurde bei Auswertung der Friauler Beben eine Krustendicke bis zur Moho-Diskontinuität von 48 km berechnet (K. ARIC, 1981, S. 288). Am Nordrand der südalpinen Kruste (die ja in den Ostalpen im Ostalpin fortsetzt), läßt sich eine Diskontinuität in der Laufzeit der P-Wellen in einer Tiefe von 20 bis 25 km feststellen: Bis dahin nimmt die Geschwindigkeit zunächst bis auf 7,0 km/sec. zu, um darunter wiederum auf durchschnittlich 6,4 km abzusinken. Nördlich davon tritt dann die markante Krustenverdickung auf. P. GIESE (1980, S. 56 f.) hat daraus wohl zurecht eine durch Subduktion des nördlichen Vorlandes entstandene Krustenverdoppelung abgeleitet (Abb. 46). Ohne

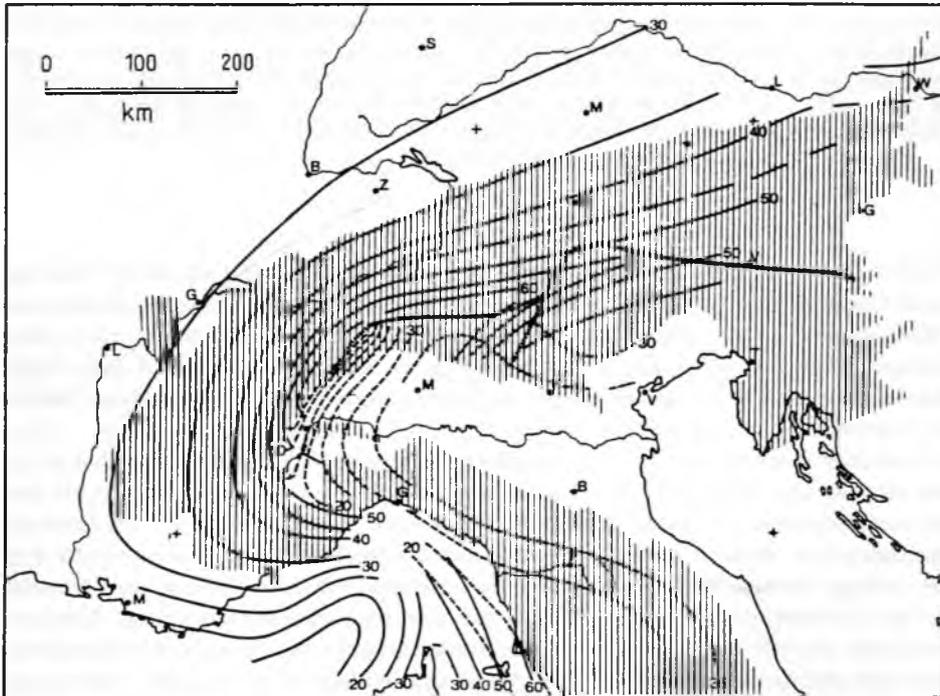


Abb. 45: Die Mächtigkeitsverhältnisse der Kruste in den Alpen nach P. GIESE (1980, Abb. 10). Zahlenangaben in Kilometern. Die Achse der größten Mächtigkeit verläuft schräg zur Periadriatischen Linie.

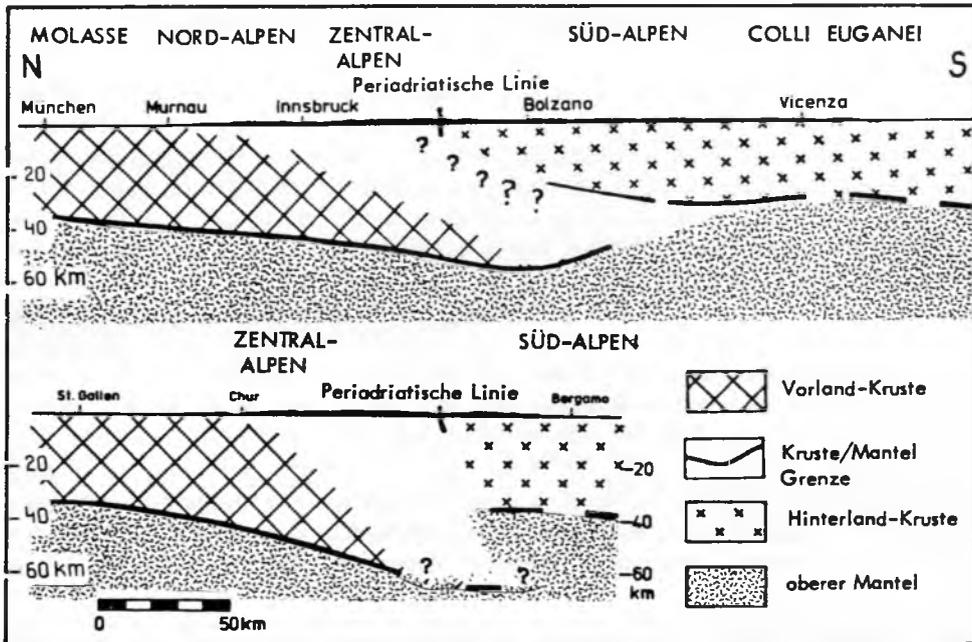


Abb. 46: Zwei Querprofile der Kruste in den Ost- und Westalpen auf Grund seismischer Untersuchungen; nach P. GIESE (1980, Abb. 5, 6). In diesem Krustenmodell kommt die von Norden bis Bozen bzw. über die Periadriatische Linie hinaus reichende Krustenverdickung der Nord-scholle zum Ausdruck, die durch die tiefe Subduktion im penninischen Bereich (weiße Schrägzone) bedingt ist.

Zweifel stellt die gegen Süden in den Untergrund subduzierte Unterplatte den Südrand Eurasiens dar. In der Zone über diesem Südrand sind noch die Großschollen des Pennins jeweils aus abgesplitterten Südrandteilen des Nordkontinents, teils samt Ozeanbodenresten, vorhanden und verursachen die Diskontinuität. Die darüber aufgefahrene, wie üblich in Bewegungsrichtung keilförmig zugeschnittene südalpine Einheit ist Nordrand des Afrikanischen Blockes.

Im Längsprofil der Alpen nimmt die Krustendicke gegen Osten hin ab. Juenburg bis zum Rand der Grazer Bucht rasch ab, dünnt dann gegen Ungarn hin weiter aus, sodaß sie auf dieser Strecke von 50 km im Westen auf 37 km am Westrand des Steirischen Beckens und auf 25 km an der Staatsgrenze abfällt. Dieses Hochsteigen des heißen Mantels ist ja vor allem vom Ungarischen Becken bekannt. In Österreich werden hiervon noch das Burgenland und das Steirische Becken erfaßt. Die hohe Lage des Mantels und die Zerrung des Karpatenbogens haben hier am Karpaten-Innenrand und in Ostösterreich sowohl den jungen Vulkanismus, als auch – davon unabhängig – die bis auf das Doppelte erhöhten Wärmewerte der Kruste verursacht. Diese Krustenausdünnung ist bekanntlich auf die Lage dieser Region im Back-arc-Gebiet eines noch immer unter heftigen Erdbeben (letztes Großbeben in Rumänien im

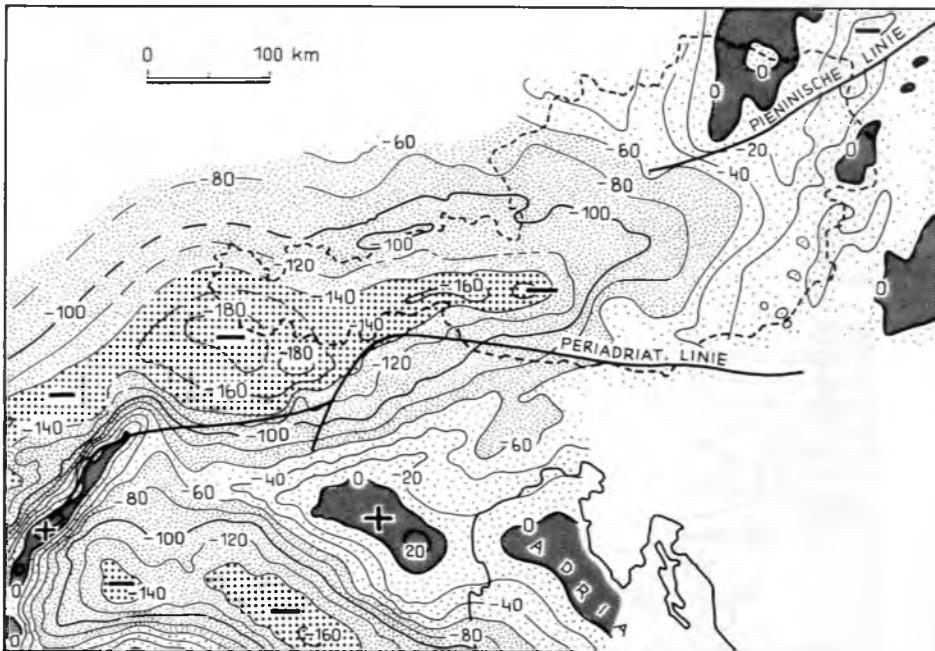


Abb. 47: Die Bouguer-Schwerekarte der Ostalpen und ihrer Umgebung aus P. GIESE (1980, Abb. S. 55). Man erkennt das bedeutende Massendefizit über den „Gebirgsurzeln“, wobei die Achse des Schweredefizites in den Alpen entsprechend der Krustenverdickung in der Längsrichtung gegen Süden verschoben ist. Die positiven Anomalien sind durch Höferschaltung von Mantelmaterial bedingt (Ivreazone, Poebene, Pannonisches Becken etc.).

Jahre 1977) nachweislich gegen außen driftenden Gebirgsbogens zu erklären (S. 75) und daher auf einen aufsteigenden „Manteldiapir“ zurückzuführen (L. STEGENA et al., 1974, S. 21; 1975, S. 83; R. GUTDEUTSCH & K. ARIC, 1977, S. 287; A. TOLLMANN, 1978 b, S. 320). Im Pannonischen Becken Ungarns dünnt ja die Kruste im Durchschnitt auf 23 km, lokal (wie etwa bei Sopron) bis unter 20 km aus, wie seit längerem bekannt (vgl. V. SCHEFFER, 1963, Abb. 3, S. 65).

Besonders aussagekräftig in bezug auf Krustenstruktur ist ferner die Karte der Schweremessungen im Alpenraum (Abb. 47). Wo tektonisch die dichten Mantelmassen hochgepreßt sind, wie in der Ivreazone in den Westalpen, oder durch Ausdünnung der Kruste der Mantel überdurchschnittlich hoch liegt, wie im Pannonischen Becken und unter der Po-Ebene, ergibt sich ein Massenüberschuß, durch Pluswerte gekennzeichnet. Die positive Schwereanomalie vom Alpenostrand scheint sich übrigens aus dem Burgenland über nordjugoslawisches Gebiet mit der markanten positiven Anomalie von 40 mgal zu verbinden, die vom unteren Drautal und Lavanttal zunächst gegen Westen und dann gegen Nordwesten in das Gurktal zieht (R. GUTDEUTSCH & K. ARIC, 1977, S. 292) – Abb. 48. Wo aber leichtes Krustenmaterial in den Ostalpen bis zur Verdoppelung zusammengeschoppt ist, stellt sich ein Massendefi-

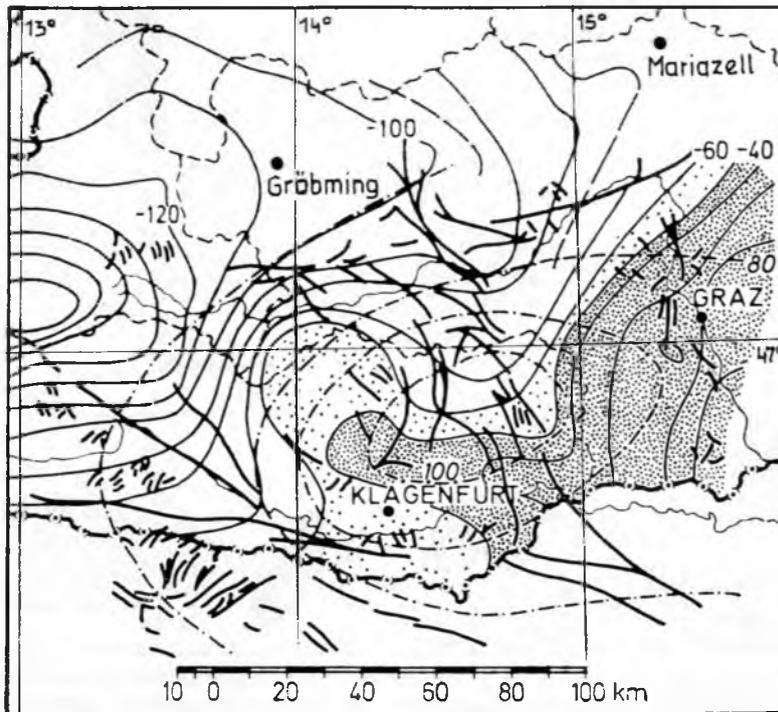


Abb. 48: Die positive Schwereanomalie, die wohl als Ausläufer vom burgenländischen Schwereplus über das Lavanttal und untere Drautal in das Gurktal zieht. Die nur sehr schematisch dargestellte positive Wärmestromanomalie des Lavanttales wird wohl damit in Zusammenhang stehen; nach R. GUTDEUTSCH & K. ARIC (1977, Abb. 4).

zit, durch Minuswerte markiert, ein. In den Ostalpen ist die Achse des Massendefizites vom Hauptkamm der Tauern weg im Westen gegen Süden, nach Südtirol, verschoben. Daß aber die Schwereanomalien außer durch die wechselnden Verhältnisse der Krustendicke und Mantelhochlage noch von zahlreichen weiteren Faktoren gesteuert werden, ist bekannt: In unserem Fall fällt z. B. der viel zu geringe Massenüberschuß durch die Hochlage des Mantels unter der Poebene und dem Pannonischen Becken (und, nach Meinung des Verfassers auf Grund der Grabenbruchstruktur, wohl auch unter dem Wiener Becken) auf. Dies wird wohl durch die mächtigen, spezifisch leichten Lockersedimentfüllungen von mehreren Kilometern Dicke mitbedingt sein.

Aber auch eine innere Untergliederung der Kruste ist seismisch in den Ostalpen weithin erfaßt worden. Am auffälligsten sind die beiden Zonen herabgesetzter Geschwindigkeit der Laufzeiten der P-Wellen (Abb. 49): Eine obere, über 10 km mächtige Schicht befindet sich etwa unter dem Alpenhauptkamm in einer Tiefenlage von 20 bis 33 km, in der die Geschwindigkeit von 6,2 auf 5,6 km/sec. abfällt, um darunter wiederum auf 6,8 km/sec. anzusteigen. Eine tiefere Schicht trifft man zwischen 40 bis 45 km, in der die Geschwindigkeit von 6,9 zu 6,3 (und darunter wiederum auf

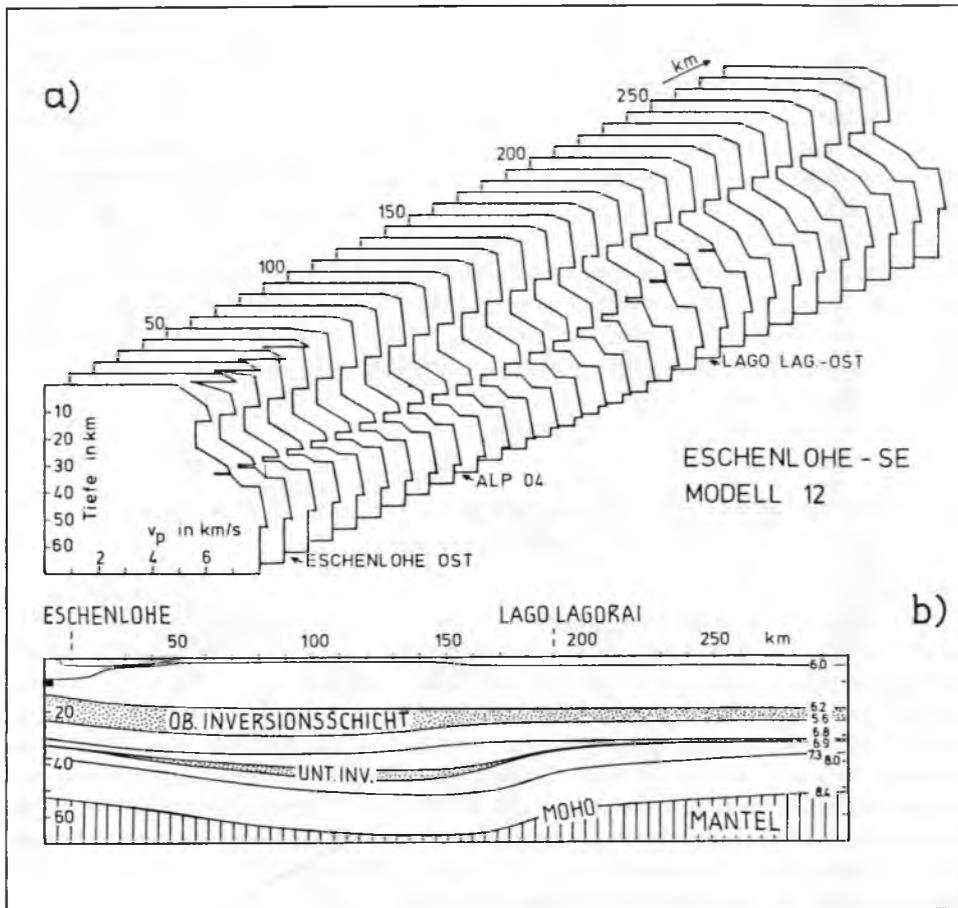


Abb. 49: Die beiden Zonen erniedrigter Wellengeschwindigkeit (low velocity layers) in der Kruste des Ostalpen-Schrägprofils zwischen Eschenlohe bei Murnau und Lago Lagorai SE Bozen nach refraktionsseismischen Messungen; aus H. MILLER et al. (1977, Abb. 10). Die obere Inversionszone liegt bei 20–33 km Tiefe und ist besonders mächtig unter dem Tauernfenster, die untere Zone wurde für 40–45 km Tiefe berechnet; a) Geschwindigkeits-Tiefen-Diagramm in Kullissendarstellung; b) Schemaprofil mit den beiden Inversionszonen.

6,9 km) variiert. Diese tiefere „Low velocity-Zone“ ist nur unter dem Tauernfenster gefunden worden. Die Ursachen, die letztlich in der Subduktionstektonik zu suchen sind, sind noch nicht befriedigend erklärt: Temperaturänderungen, Aufschmelzungen, Wassergehalt, Materialunterschiede sind mögliche Gründe. Die Erklärung der oberen Inversionszone durch K. ARIC (1981, S. 271) durch Gleichsetzung mit dem Penninischen System wäre zwar naheliegend, paßt aber bei den jetzigen Modellrechnungen insofern nicht, als diese höhere Inversionszone auch nach seinem eigenen Profil (l. c.,

Abb. 5.1 a) am Ostrand der Alpen nicht wieder an die Oberfläche aufsteigt, wo ja – wie im Tauernfenster – das Pennin im Raum von Rechnitz obertage erscheint. Erste Strukturen aber sind auch schon im oberen Mantel, also unterhalb der Moho-Diskontinuität, unter der die P-Wellengeschwindigkeit in 60 bis 70 km Tiefe auf 8,4 km/sec. anwächst, zu erfassen gewesen (G. ANGENHEISTER, 1980, S. 403): Unter der Station Schlegeis in den Zillertaler Alpen scheint eine Aufbuckelung der zähflüssigen Asthenosphäre mit ihrer Olivin-Spinell-Zone unter der festen Erdkruste, der Lithosphäre (Kruste plus oberster Mantel) bis auf 75 km herauf zu existieren. Hier und in den Schweizer Alpen nimmt man eine rasche Steilstellung und dadurch ein rasches südliches Abtauchen von kaltem Lithosphärenmaterial an, das hierdurch noch (Schweizer Alpen) bis in Tiefen von 200 bis 250 km zu verspüren wäre und eine Hin- und Herbewegung des Unterrandes der Asthenosphäre wahrscheinlich macht (ST. MUELLER, 1982, S. 197, Abb. 82).

4. Beispiele für regionale geophysikalische Arbeiten in Österreich

All die eingangs genannten geophysikalischen Methoden wurden in zunehmendem Maße auch für konkrete lokale Fragestellungen in den Teilbereichen der Angewandten Geologie, wie etwa Erdölgeologie, Hydrogeologie sowie in der Lagerstätten- und Rohstoff-Forschung, mit Erfolg eingesetzt. Über die Ergebnisse auf dem Sektor der Erdölgeologie haben wir im entsprechenden Abschnitt der Molassezone und des Wiener Beckens in Band II berichtet. Über die Anwendungsmöglichkeiten geophysikalischer Aufschlußverfahren auch in alpinen Gebieten über die Erdölgeologie hinaus, also etwa in der Hydrogeologie, der Baugeologie, für geothermische Fragen, auf der Suche nach Lagerstätten etc. hat jüngst F. WEBER (1976, 1980 a bis c, 1981) referiert – vgl. H. MILITZER & H. WEBER 1984, 1985.

Besonders breit ist der Einsatz solcher Methoden einschließlich der weiterentwickelten Bohrlochgeophysik natürlich in der Erdölgeologie (E. GEUTEBRÜCK et al., 1984; S. HORVATH, 1984). Faszinierend ist die moderne Entwicklung der 3-D-Reflexionsseismik, die erst in den siebziger Jahren mit Hilfe der Telemetriesysteme, Vektorrechner und Computertechnik möglich geworden sind: Durch ein Abrufen des Datenblockes in beliebigen Richtungen ist ein räumliches Verfolgen von Grenzflächen und das Erkennen des Einfallens der Elemente in der Tiefe möglich. Jüngst wurde diese Methode mit Erfolg im Erdgasgebiet von Höflein/Donau eingesetzt (Abb. 50). Die Qualität der Bilder der seismischen Reflektoren kann heute durch die „Statistische Summierung von Reflexionen“ („STATSUM“) entscheidend verbessert werden, sodaß nun die Strukturen der Tiefe im komplexen alpinen Deckenland in weit besserem Maß aufzulösen sind als noch vor kurzem. Seit 1982 ist die Anwendung von Geophonketten nicht nur an der Erdoberfläche, sondern auch im Bohrloch zur Erstellung vertikaler seismischer Profile (VSP) durch die ÖMV-AG in der Praxis realisiert.

a) Beim Einsatz der Seismik für regional-geologische Fragen wurden zunächst meist die Tiefen von tertiären Beckenfüllungen oder pleistozänen

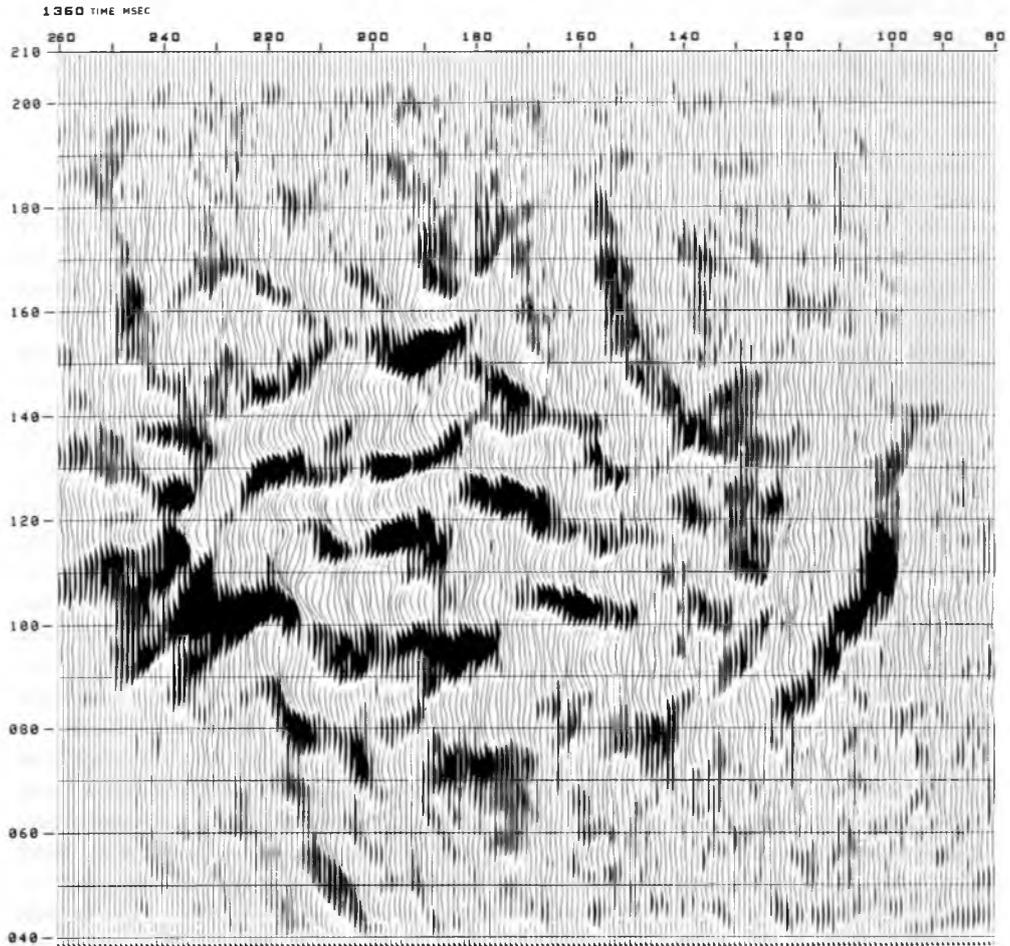


Abb. 50: Beispiel für dreidimensionale Seismik. Horizontaler Zeitschnitt für eine Laufzeit von 2 t (doppelter Weg) = 1360 Millisekunden im Bereich der Erdgaslagerstätte Höflein nördlich von Wien. Diese liegt unter den Flyschdecken und der Molasse im Molasse-Untergrund (Dogger) begraben. Die starken Impulse in diesem Horizontalschnitt – dargestellt durch die dicken dunklen Zonen – widerspiegeln die Geschwindigkeitsunterschiede an lithologischen Grenzflächen, hier etwa zwischen Sandstein- und Tonschieferpaketen. Die Anordnung der dunklen Zonen gibt bei einer ausgewählten Abfolge von solchen übereinanderliegenden Zeitscheiben Rückschlüsse auf den räumlichen Verlauf und das Einfallen dieser Grenzflächen in der Tiefe! Diagramm mit frdl. Bewilligung der ÖMV AG. Nähere Erläuterung dieses faszinierenden modernen Prinzips gibt H. DÜRSCHNER (1984, S. 62).

Talfüllungen gegenüber dem Sockel vermessen, so beispielsweise die Tiefe des Horner Beckens im Waldviertel mit 300 m Sedimentmächtigkeit (A. SCHEIDEGGER et al., 1980, S. 174), die Füllung des Inntales bei Thaur E Innsbruck mit 340 bis 390 m (K. ARIC & P. STEINHAUSER, 1977), im Drautal im Lurnfeld mit einer Mächtigkeit des Quartärs von 120 m (H. HEINZ & G. WALACH, 1979), im Murtal zwischen Judendorf und Gösting eine Tiefenrinne von 40 m unter der Niederflur (H. HONIG, 1977, S. 135) oder bei Peggau mit 30 m Quartär (F. WEBER, 1969) usf. – vgl. S. 294.

In zweiter Linie galt das Augenmerk bei diesen seismischen Messungen der Unterscheidbarkeit der Sockelgesteine durch verschiedene Laufzeiten. Zwar ergaben sich meist deutliche Unterschiede bei verschiedenen Gesteinstypen, beispielsweise am Ostrand des Tauernfensters Laufzeiten von 4,7 km/sec. im Zentralgneis und von 5,5 km/sec. im mittelostalpinen Kristallin (K. ARIC, 1974), aber je nach Messung in der Schieferungsrichtung oder quer dazu sind die Wellengeschwindigkeiten durch diese Anisotropie so unterschiedlich, daß sich hierdurch gleich große Unterschiede ergeben und damit Schwierigkeiten in der Unterscheidbarkeit auftreten. Der Unterschied der Laufzeitgeschwindigkeit zwischen der penninischen Schieferhülle und dem ostalpinen Altkristallin wird andererseits von K. ARIC (1981, S. 273) mit 5,8 zu 6,1 km/sec. angegeben. Als drittes schließlich wurde stets auch auf die durch die Seismik mögliche Erfassung von Störungen wie Brüchen oder Überschiebungen geachtet, besonders, wenn sie durch breite Mylonitzonen markiert sind: Im Gebiet der geophysikalischen Geotransverse 2 bei Maltern (Bucklige Welt) konnten z. B. bestimmte Geschwindigkeitsminima direkt als Indikatoren für derartige Störungen verwendet werden.

b) Von den gravimetrischen Arbeiten in den Ostalpen sind neben der bereits erwähnten offiziellen Landesaufnahme (E. SENFTL, 1968: Schwerekarte von Österreich; vgl. auch P. GIESE 1980, S. 55: Schwerekarte der Alpen – Abb. 47) zunächst jene großräumigen Vermessungen der Schwereanomalien durch verschiedene ausländische Arbeitsgruppen hervorzuheben, die zu einer Steigerung des Auflösungsvermögens in den untersuchten Regionen gegenüber dem bekannten Schwerebild und dann auch zu sinnvollen geologischen Interpretationen geführt haben. Solche großräumigen Beobachtungsnetze liegen – von Westen gegen Osten fortschreitend – in folgenden Regionen vor: Untersuchungen der Schweredefizit-Areale im Grenzgebiet zu den Westalpen und in der Zillertaler Region (A. GUILLAUME, 1974); exakte Schwerevermessung der Profilzone Mittenwald–Innsbruck–Verona durch die Arbeitsgruppe O. ROSENBACH/Clausthal und H. MENZEL/Hamburg (A. BEHLE et al., 1972), die für die Berechnung der Dichteverteilung in den Ostalpen für J. MAKRIŠ (1971) wesentlich gewesen ist; Profilvermessung Salzburg–Radstadt–Drautal (W PARTSCH, 1971); schließlich die bewundernswert gründliche gravimetrische Bearbeitung der jeweils vom Vorland ausgehenden Profile Kitzbühel–Lienz–Plöckenpaß, Zell/See–Glockner–Lienz und Freistadt–Steyr–Klagenfurt–Loiblpaß durch die deutsche Arbeitsgruppe H. -J. GÖTZE (1977, 1980 a) und H. -J. GÖTZE, O. ROSENBACH/Clausthal et al. (1979). Als Ergebnis dieser modernen Arbeiten läßt sich die hierdurch verfeinerte Kenntnis des Aufbaues der Kruste bis hinab zur Moho und die klare Berechnung von Regionalfeldern hervorheben.

Unter den gravimetrischen Studien lokalerer Dimension behandelt eine Gruppe die Auslotung der Struktur von Beckenfüllungen geringer Dichte, wie etwa die be-

reits erwähnte Inntalstudie bei Thaur (K. ARIC et al., 1976), die Vermessung der Jungtertiärfüllung in der Sattnitz vor der norddrängenden Karawankenfront in Kärnten, vor welcher der Schweretrog das tief eingeklemmte Tertiär nachzeichnet (P. STEINHAUSER, W. SEIBERL et al., 1980), oder die gravimetrische Studie über das tiefe Fohnsdorfer Tertiärbecken in der Steiermark (G. WALACH, 1980), die überraschend klar die Einzelheiten des Tiefbaues dieses Beckens zutage gefördert hat; schließlich ist unter den gravimetrischen Untersuchungen der Leobener Arbeitsgruppe am Alpenostrand die sich in ihrer Bouguer-Anomaliekarte abzeichnende Tiefenstruktur im Raum des Fürstenfelder Beckens mit seinen begrenzenden Schwellen, dem begrabenen miozänen Schildvulkan von Ilz-Kalsdorf und anderen Strukturen hervorzuheben (F. WEBER et al., 1983).

Umfangreiche Schweremessungen im kristallinen Gebiet der Zentralalpen wurden von der Clausthaler Arbeitsgruppe und Mitarbeitern in den siebziger Jahren im Tauernfenster vom Gasteiner Tal im Osten über das Felber-, Obersulzbach- und Krimmlertal bis zum Zillergrund durchgeführt (A. BEHLE et al., 1972; W. EHRSMANN et al., 1969, 1973, 1976; H. GÖTZE, 1980 b; H. GÖTZE et al., 1976), mit dem Ergebnis, daß es sinnvoll ist, den Venediger-„Kern“ in zwei unterschiedlich dichte Gesteinskomplexe aufzuteilen, und zwar in den an der Oberfläche sichtbaren Metagranit bis in Tiefen von $-1,5$ bis $1,6$ km (Höhe über Adria) mit einer Dichte von $2,75$ g/cm³ und eine darunter lagernde Gesteinsserie mit $d = 2,67$ g/cm³, in der wohl mit Recht Schieferhülle gesehen wird. Damit wird durch diese gravimetrischen Untersuchungen das Bild der vom Verfasser aufgestellten Zillertaler Decke alpidischen Alters, die sich aus dem axialen westlichen Abtauchen der Schieferhülle am Ostrand dieses Zentralgneiskörpers ergeben hat, weiter gestützt.

Die Bestimmungen des Bouguer-Schwerefeldes im zentralalpinen Kristallin durch österreichische Arbeitsgruppen konzentriert sich auf den Raum um den Neumarkter Sattel und die Niederen Tauern und greift im Norden über Grauwackenzone (Eisenerzer Alpen) in die Kalkalpen (Ennstaler Alpen) vor (P. STEINHAUSER, D. RUESS et al., 1982; P. STEINHAUSER, B. MEURERS et al., 1983). Trotz des generellen Massendefizites der Zentralalpen stellen hier die Regionen der Gurktaler- und Seetaler Alpen, der Hohen Tauern und des Dachsteinmassivs relative Schwerehochs, das Murtal, der Raum Oberwölz, das Ennstal, Flachautal und eine Zone SW Bad Aussee Schwereminima dar. Die geologische Interpretation steht zum guten Teil noch aus, in den Tälern kann man eventuell Störungszonen für die Minima verantwortlich machen.

Erwähnt sei in Anknüpfung an diesen Gedanken, daß unter dem Gesichtspunkt der Erwartung eines „bandförmigen Störkörpers“ geringer Dichte die Diendorfer Störung im niederösterreichischen Alpenvorland von H. FIGDOR (1980) gravimetrisch vermessen worden ist (vgl. H. FIGDOR et al., 1977, und A. SCHEIDEGGER, 1976, 1981). Ein bandförmiges Minimum an dieser noch kräftig aktiven Seitenverschiebung konnte zwar nicht ermittelt werden, wohl aber konnte aus der Schwereinterpretation eine wechselnde Breite der Auflockerungszone berechnet werden; ferner vermeint H. FIGDOR durch Rückverschiebung der Flügel und Zusammenfügung der beiden gravimetrischen Hochs (Wachauer Positivanomalie im Westflügel, Ziersdorfer Schwerehoch im Ostflügel) einen Seitenverschiebungsbetrag von 40 km ablesen zu können.

c) Durchaus eigenständige Strukturmuster mit oft sehr markant umgrenzten Anomalien haben die magnetischen Messungen in den Ostalpen ergeben –

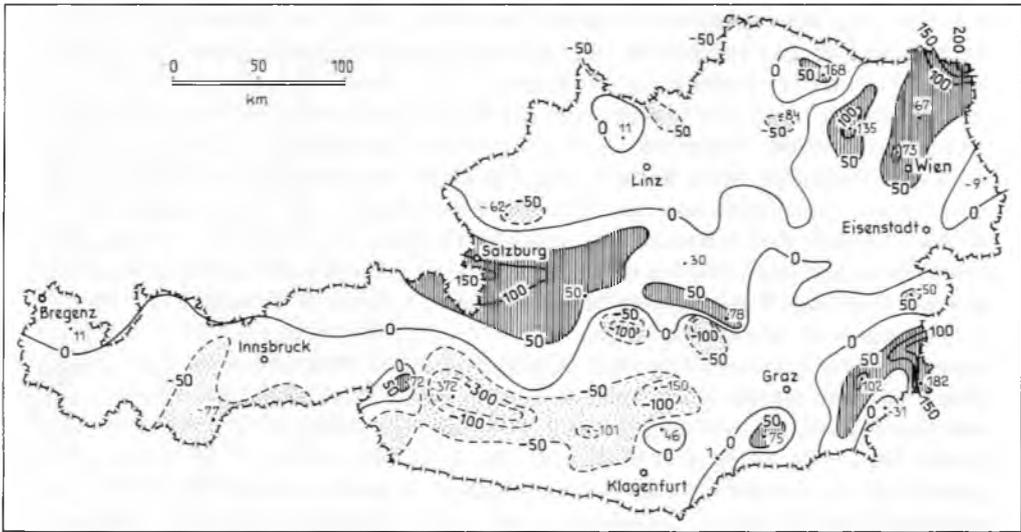


Abb. 51: Geomagnetische Karte von Österreich; nach W. SEIBERL in F. STEINHAUSER (1975, S. 34, Abb. 1). Eine negative Anomalie stellt sich im Südtteil der Zentralalpen mit ihrer verdickten Kruste durch Subduktion sauren Krustenmaterials ein; positive Anomalien treten in der Fortsetzung der bekannten Berchtesgadener Magnetanomalie, ferner im Ostteil der Steiermark zufolge Krustenausdünnung und basischen Vulkanitstöcken sowie im Wiener Becken mit seiner Krustenzerrung ein.

vgl. geomagnetische Karte von Österreich (Abb. 51). Eine wesentliche Verfeinerung des Netzes hat die jüngst durchgeführte aeromagnetische Aufnahme des Landes gebracht, wie etwa ein Ausschnitt aus dem Westteil Österreichs zeigt (Geol. Bundesanstalt, im Erscheinen; Übersicht bei R. GUTDEUTSCH et al., 1981, S. 14, Abb. 5) – Abb. 52. Während die Kartenblätter 1:50.000 der 1983 abgeschlossenen Aeromagnetik über den Westteil Österreichs im Druck erschienen sind, werden jene des Ostteiles des Landes nicht ausgedruckt, sondern liegen als Folien in der Geol. Bundesanstalt vor, von denen Kopien angefordert werden können. Durch die Fachabteilung für Geophysik dieser Anstalt (W. SEIBERL) wird nun mit der Interpretation der aeromagnetischen Karte begonnen. Unter Einsatz der Hubschrauber-Geophysik werden von dort aus ferner neben Messung der magnetischen Totalintensität auch elektromagnetische Widerstandsmessungen und deren Interpretation für bestimmte Gebiete großmaßstäbig vorgenommen (Beispiel Meßgebiet Wörgl/Tirol 1:25.000, 1983). Zugleich wird durch diesen Hubschrauber-Einsatz durch Gammastrahlen-Spektrometrie eine radiometrische Aufnahme des Landes, abgestellt auf drei Elemente und die Gesamtstrahlung, durchgeführt.

Was nun die bereits herausgegebenen Anteile der aeromagnetischen Karte betrifft, so weist diese z. B. in Silvretta und Öztaler Alpen, im zentralen Teil des Tauernfenster, S Kufstein und in der westlichen Grauwackenzone kräftige Anomalien auf (Abb. 52), die allerdings keineswegs leicht gedeutet werden können. Nur bei günstigen

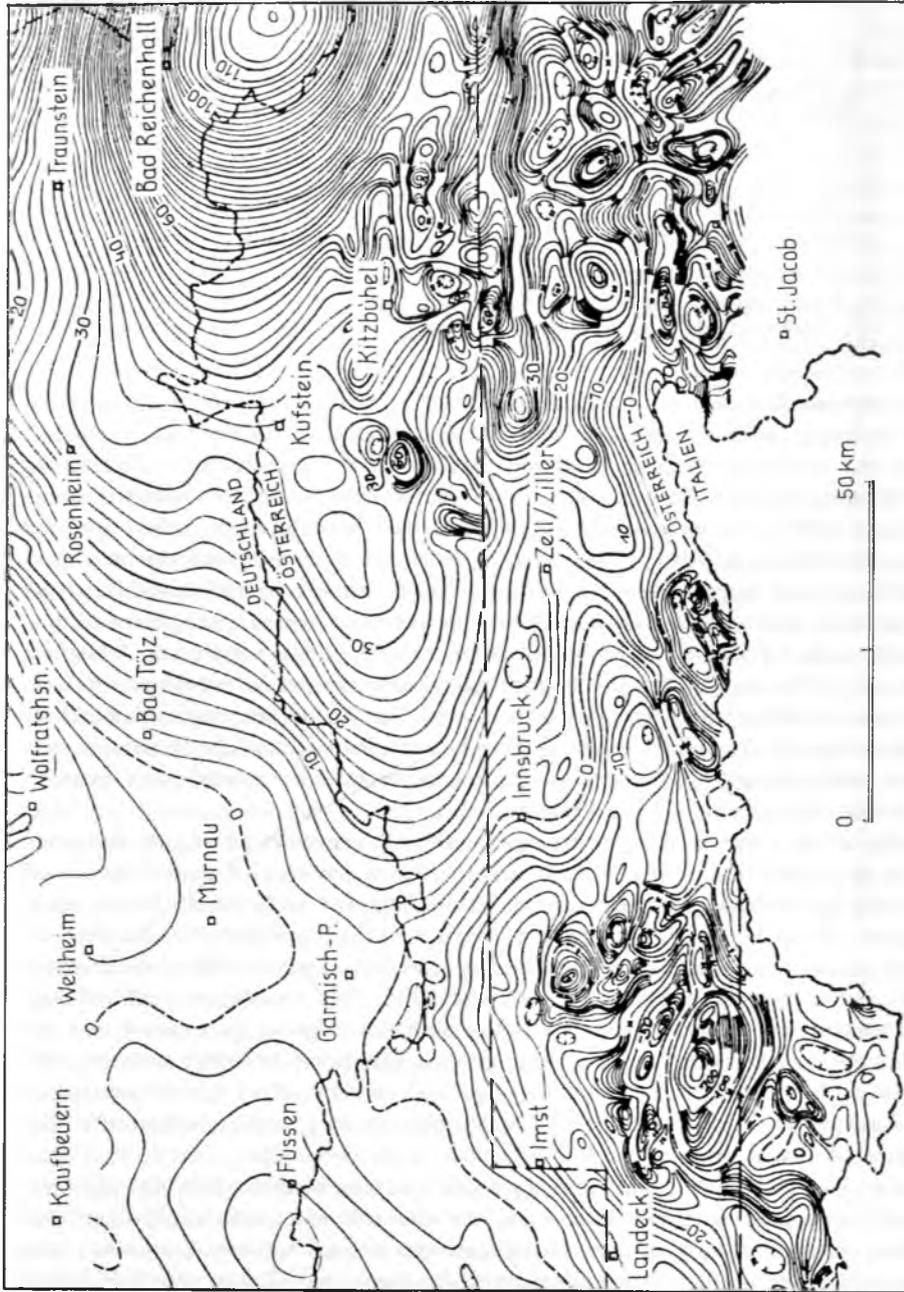


Abb. 52: Ausschnitt aus der Aeromagnetischen Karte von Österreich, aus R. GURDETSCHI et al. (1981, Abb. 5). Kräftige Anomalien erscheinen in der Ötz-Silvretta-Masse, in der Kitzbüheler Grauwackenzone und im Mittelteil des Tauernfensters – mit ihren zahlreichen basischen Gesteinszügen.

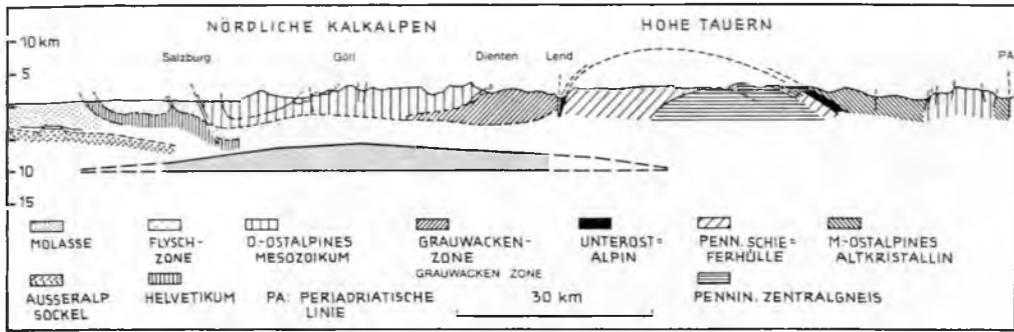


Abb. 53: Die Berchtesgadener Magnetanomalie im Profil; nach U. BLEIL & J. POHL (1976, Abb. 4).
Lage und Ausdehnung des magnetischen Modell-Körpers in bezug auf das Ostalpenprofil.

Voraussetzungen läßt sich bei solchen Anomalien unschwer eine befriedigende geologische Deutung geben – wie etwa beim westgerichteten Abtauchen des Rechnitzer Pennins mit seinen oberlage anstehenden ultrabasischen Körpern, deren Fortsetzung dann dort unter der Wechseldecke auch noch in der Tiefe identifiziert werden konnte (G. WALACH, 1977). In vielen Fällen aber bleibt die Deutung auch großer, aber tief liegender Störkörper unsicher – wie etwa im Falle der wiederholt untersuchten, glatten, ovalen, 65 km langen, 30 km breiten und einige km dicken, in 5 bis 10 km unter der Oberfläche liegenden, kräftigen positiven Berchtesgadener Magnetanomalie (U. BLEIL & J. POHL, 1976, Abb. 1; G. ANGENHEISTER, 1980, S. 400 f.; G. ANGENHEISTER et al., 1975, S. 109; vgl. auch Aeromagnetische Karte der Ostalpen, R. GUTDEUTSCH et al., 1981, S. 14, Abb. 5) – Abb. 52 und 53. Die stärker magnetisierte Platte kann entweder ein Amphibolit- oder Gabbro-Körper der Böhmisches Masse sein, wie man ihn sonst oberlage in diesem Ausmaß nicht kennt, oder verschleppter penninischer Ozeanboden des alpidischen Orogens

Überblickt man die detaillierten magnetischen Untersuchungen der neueren Zeit, in denen das Bestreben nach Interpretation der Anomalien durch geologische Fakten zum Ausdruck kommt, ist die Situation noch immer fast so unbefriedigend, wie sie bereits R. SCHWINNER (1933 b, S. 61 ff.) geschildert hat, der über die erhöhten Schwierigkeiten einer Ausdeutung gerade dieser geophysikalischen Methode berichtet hatte. Jüngst haben F. WEBER et al. (1981, S. 199 f.) wiederum zur Problematik der magnetischen Auswertungsverfahren Stellung genommen und betont, daß die bloße Darstellung der magnetischen Daten auf Isolinienkarten im alpinen Gebiet oft nicht ausreichend ist, daß hier viele Fehlerquellen hinzukommen, wie unregelmäßige (oder zu wenig dichte) Meßpunktverteilung, stark schwankende Gesteins susceptibilitäten etc., die das Bild erheblich verzerren können.

So sind auch bei den regionalen Untersuchungen der jüngsten Zeit nur dann zufriedenstellende Ergebnisse erzielbar, wenn etwa basische oder ultrabasische Gesteine mit hoher Suszeptibilität, gleichsam als Leitgesteine, mit im Spiel sind, wie dies etwa in Untersuchungen an der Periadriatischen Naht durch den Diabas von Eisenkappel gezeigt worden ist (W. SEIBERL & P. STEINHAUSER, 1980), oder am Kraubather Serpentin (K. METZ, CH. SCHMID & F. WEBER, 1978), der auch noch im Untergrund des

Seckauer Beckens weiterverfolgt werden konnte. Welche Schwierigkeiten sich aber sowohl im Kristallin der Stubalm als auch in den Kalkalpen bei Hieflau ergeben, zeigen z. B. die Arbeiten von F. WEBER, K. METZ et al. (1979), F. WEBER, U. DUEBON et al. (1982), F. WEBER, R. SCHMÖLLER et al. (1983) und F. WEBER (1983), wo nur sehr wenige geologische Elemente (Teile bestimmter Gesteinszüge, Teile von Störungen etc.) mit den Anomalien korrelierbar sind, sonst aber oft quer darüber hinweggehen.

d) Gegenüber den drei bisher besprochenen Methoden treten die übrigen Untersuchungen in bezug auf ihre geologische Aussagekraft mehr in den Hintergrund und sind daher bisher auch nur in geringem Umfang zum Einsatz gelangt. Wir können uns hier auf die beispielhafte Nennung der Anwendung weiterer Methoden beschränken, um deren Aussagekraft zu umreißen: Hier ist zunächst die Geoelektrik zu nennen, die mit ihrer nur mäßigen Eindringtiefe, aber mit präzisen Aussagen über die Leitfähigkeit bestimmter Schichten in den jungen Beckenfüllungen, besonders in Abhängigkeit von der Grundwasserführung, speziell bei hydrogeologischen Untersuchungen stark im Einsatz ist. Die Anwendbarkeit erstreckt sich besonders auf die oberen hundert Meter. Daß R. SCHMÖLLER noch Eindringtiefen von 500 m im Fohndorfer Becken erreicht hat, ist beachtlich.

e) Mit bedeutendem Erfolg wurde seit 1971 durch R. ANGENHEISTER et al. (1965; 1975, S. 103 ff.) bzw. A. BERKTOLD et al. (1976) die Magnetotellurik und Tellurik in den Ostalpen eingesetzt. Hierbei nutzt man den Umstand, daß die täglichen Schwankungen der elektrischen Ströme in der Ionosphäre im gut leitenden Erdinneren ebenfalls entsprechend schwankende Erdströme induzieren. Aus Messungen mit Magneto- und Elektrographen, die die Art dieser Schwankungen erfassen, kann man die Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit (bzw. des Widerstandes) im Untergrund berechnen und so Aussagen über die Verteilung der Gesteinseinheiten unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeit bis in bedeutende Tiefen treffen. Auf diese Art ist unter anderem zunächst das weite und mehrere Kilometer mächtige Zurückreichen von Molasse und Flysch unter den Kalkalpennordrand ermittelt worden, später in einem Gesamtprofil durch die Ostalpen die Frage nach erhöhter Temperatur und Leitfähigkeit im zentralalpinen Raum studiert worden, mit dem Ergebnis, daß nur eine geringe Erhöhung unter den Hohen Tauern und im Oberlauf der Drau und Rienz gegeben ist.

f) Bei der Ermittlung der rezenten Krustenbewegung durch Feinnivellements sind in den Ostalpen keine großen Beträge erfaßt worden. Sie liegen in den mobilen Regionen meist bei 1 mm/Jahr Vertikalbewegung (Hohe Tauern, Gailtal, Wiener Neustadt etc. – vgl. S. 135) und erreichen nur im kleinen Anteil am Pannonischen Becken östlich vom Neusiedlersee ein Maximum von rund 2,5 mm/Jahr (G. ANGENHEISTER et al., 1975, S. 113 f.; G. GANGL, 1974; T. GATTINGER, 1978; H. SCHMID & K. PETERS, 1980; E. SENFTL & CH. EXNER, 1973; P. STEINHAUSER, 1980; P. STEINHAUSER & R. GUTDEUTSCH, 1976).

In den Umländern Österreichs ist die Frage der rezenten Krustenbewegung wesentlich eingehender untersucht. Für uns von besonderem Interesse ist der Vergleich mit den Verhältnissen in der Fortsetzung des Alpenraumes im Westen: ST. MUELLER (1982, S. 190 ff.) gibt einen eindrucksvollen Überblick über die in der Schweiz hierüber bereits geleistete Arbeit, aus der sich ergibt, daß die stärkste rezente Hebung in der Penninzone mit Beträgen von rund 2 mm/Jahr bei Chur und Brig/Visp (Wallis) auftritt.

g) Mit rezenten Massenbewegungen anderer Art, nämlich oberflächennahen Hangbewegungen in Österreich, hat sich nach A. KIESLINGER vom Geologischen Institut der TU Wien (z. B. 1955) besonders das Institut für Geophysik der TU Wien beschäftigt (Lit. in F. STEINHAUSER, 1975, S. 48 f.; A. SCHEIDEGGER, 1981, S. 65 f.), ferner G. SCHÄFFER von der Geologischen Bundesanstalt – A. DAURER & G. SCHÄFFER, 1983; T. GATTINGER, 1978, 1983; E. HAUSWIRTH, 1976; F. STEINHAUSER, 1975, S. 69 ff.; vgl. ferner S. 313 ff.

h) In situ-Spannungsmessungen über das Ausmaß des noch vorhandenen Gebirgsdruckes sind in den Ostalpen erst in geringem Umfang durchgeführt worden. Die auftretenden Spannungen der wenigen Messungen sind vorwiegend NNW orientiert, ausnahmsweise auch gegen NNE (E. BRÜCKL et al., 1974; P. CARNIEL et al., 1976; W. HERMANN et al., 1983; F. KOHLBECK, 1980; F. KOHLBECK et al., 1980 a, b; R. KOCH, 1976; A. SCHEIDEGGER, 1981).

i) Die Erdzeitenmessung wird von der TU Graz seit 1963 vorgenommen, in neuerer Zeit kommen Stationen in Peggau (1974) und im Gleinalmtunnel (1977) hinzu. Jüngst haben zusätzlich Messungen in Innsbruck und Wien in Zusammenarbeit mit Sopron und Tihany/Balatonsee eingesetzt, um Erdzeiten bei verschiedenen Krustenbedingungen nach Horizontal- und Vertikalkomponenten zu studieren (R. GUTDEUTSCH et al., 1981, S. 25 f.; H. LICHTENEGGER, 1980; K. RINNER, 1971, 1981). Erste Abschätzungen der Deformationskoeffizienten liegen vor.

j) Ferner ist heute, besonders auch in Hinblick auf die Möglichkeit praktischer Nutzung, die Temperaturverteilung in der Erdkruste in Österreich von Interesse, sodaß – unabhängig von den Bohrlochmessungen der Erdölindustrie – in neuerer Zeit eine Reihe weiterer geothermischer Untersuchungen eingesetzt hat.

Die Temperaturverteilung in der Kruste der Alpen bis hinab zur Moho-Diskontinuität ist mit Hilfe tiefenseismischer Methoden unter Berücksichtigung der Wärmeflußwerte der Oberfläche einerseits, der Messung der Wärmeleitfähigkeit der Gesteine unter verschiedenen Druck- und Temperaturbedingungen andererseits (P. GIESE, 1970), in ersten Ansätzen ermittelt worden. Als Ergebnis der Extrapolation der Kenntnisse der Oberfläche in die Tiefe unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren läßt sich für die Moho-Diskontinuität im Voralpenraum in 30 km Tiefe eine Temperatur von (600° bis) 800° bis 1000° C abschätzen, in den Zentralalpen bei einer Tiefenlage von 50 km eine solche von 800° bis 1400° C ausmachen (R. HAENEL, 1974, 1975). Über die Messung und Auswertung des Wärmeflusses im Bereich der Oberfläche und die praktische Bedeutung von regional erhöhtem Wärmefluß wird unter Zitierung der einschlägigen Literatur ausführlicher auf S. 303 ff. berichtet.

k) Besondere Bedeutung erlangt heute die Kombination geophysikalischer Methoden bei Problemen des Umweltschutzes, wie Grundwasserfragen, Analyse von Mülldeponien, Hohlraumerkundung etc.

5. Literatur

L. AHORNER et al., 1972; G. ANGENHEISTER, 1969, 1980; G. ANGENHEISTER et al., 1965, 1972, 1975; K. ARIC, 1974; K. ARIC, R. GUTDEUTSCH et al., 1979; K. ARIC &

P. STEINHAUSER, 1977; G. BACHMANN et al., 1979, 1981 a, b, 1982; A. BEHLE et al., 1972 a, b; A. BERKTOLD et al., 1976; U. BLEIL & J. POHL, 1976; M. BOTT, 1954; E. BRÜCKL & A. SCHEIDEGGER, 1974; P. CARNIEL & K. ROCH, 1976; M. CHOUDHURY et al., 1971; H. CLOSS, 1975; A. DAURER & G. SCHÄFFER, 1983; H. DÜRSCHNER, 1984; W. EHRSIMANN et al., 1969, 1973, 1976; H. FIGDOR, 1980; H. FIGDOR & A. SCHEIDEGGER, 1977; G. GANGL, 1974; G. GANGL et al., 1980; T. GATTINGER, 1978, 1981; GEOL.B.-A., 1984; E. GEUTEBRÜCK et al., 1984; P. GIESE, 1965, 1968, 1970, 1980; P. GIESE et al., 1972; P. GIESE, K. GÜNTHER et al., 1970; P. GIESE & C. MORELLI, 1975; P. GIESE & N. PALENKOVA, 1976; P. GIESE & C. PRODEHL, 1976; P. GIESE & K.-J. REUTER, 1978; P. GIESE & K. STROHBACH, 1970; H. GÖTZE, 1980 a, b; H. GÖTZE et al., 1972, 1979; A. GUILLAUME, 1974; R. GUTDEUTSCH, 1980; R. GUTDEUTSCH, P. STEINHAUSER et al., 1981; R. HAENLE, 1974, 1976; E. HAUSWIRTH, 1976; H. HEINZ & G. WALACH, 1979; W. HERMANN et al., 1983; E. HOLOPAINEN, 1947; H. HÖNIG, 1977; S. HORVATH, 1984; F. KOHLBECK, 1979; F. KOHLBECK et al., 1980 a, b; H. LICHTENEGGER, 1980; J. MAKRI, 1971; K. METZ, CH. SCHMID et al., 1978; HEINZ MILLER, 1976; HEINZ MILLER et al., 1977; H. MILITZER & F. WEBER, 1984, 1985; ST. MUELLER, 1982; W. PARTSCH, 1971; C. PRODEHL, 1964, 1965; H. REICH, 1957, 1960; K. RINNER, 1971, 1981; K. ROCH, 1976; V. SCHEFFER, 1963; A. SCHEIDEGGER, 1976, 1981 a, b; A. SCHEIDEGGER et al., 1980; H. SCHMID & K. PETERS, 1980; R. SCHWINNER, 1933 b; W. SEIBERL, 1978; W. SEIBERL & P. STEINHAUSER, 1980; E. SENFIL, 1968; E. SENFIL & CH. EXNER, 1973; L. STEGENA et al., 1974, 1975; F. STEINHAUSER, 1975, 1980; P. STEINHAUSER & R. GUTDEUTSCH, 1976; P. STEINHAUSER et al., 1980, 1982, 1983; A. TOLLMANN, 1978 b; G. WALACH, 1977, 1980; F. WEBER, 1969, 1976, 1980 a, b, c, 1981, 1983; F. WEBER et al., 1977, 1979, 1981, 1982, 1983; M. WILL, 1976.

J PALÄOMAGNETISCHE ERGEBNISSE

1. Die Bedeutung der Paläomagnetik

Als ein wichtiges Instrument für die Beantwortung einer Reihe geologischer Fragen, besonders jener der Großtektonik, aber auch im Bereich der stratigraphischen Forschung, hat sich die Paläomagnetik erwiesen. In Österreich ist diese Arbeitsrichtung durch H. MAURITSCH (Leoben) im Ausbau und sind erst seit wenigen Jahren Daten von überregionaler Bedeutung erzielt worden. Das paläomagnetische Arbeiten im alpinen Raum wird ja durch eine vielphasige komplexe und intensive Tektonik und damit Verstellung der zu messenden Serien sowie eine ebenso vielphasige Metamorphose entscheidend erschwert. Hinzu kommt, daß auch die Trägerminerale des remanenten Magnetismus, wie Magnetit und Hämatit, verschiedenes magnetisches Verhalten in ein und derselben Probe zeigen, also offenbar auch altersmäßig bedingte Unterschiede (detritische Einstreuung, spätdiagenetische Entstehung oder spätere metamorphe Bildung) mit einfließen.

Ein wichtiges Indiz dafür, daß keine spätere Störung der ursprünglichen Magnetisierungsrichtung durch eine jüngere Metamorphose eingetreten ist, liefert die Prüfung der Reversionsabfolgen in den untersuchten Sedimentgesteinsfolgen. Wenn diese Reversionen noch wohl erhalten sind – wie etwa in der zentralalpinen Gosau – so können auch die Paläopollagen als ursprünglich gelten.

Als weiteres Indiz wird heute gerne der Faltestest angewendet: Eine primäre Magnetisierung muß bei der Faltung entsprechend verstellt werden und sich in den verschiedenen Faltschenkeln in abweichender Lage äußern, während eine gleichmäßig über die Faltung hinweggreifende Magnetisierung sekundärer Natur ist. Ein nächster Test kann mit Hilfe von Proben aus Konglomeratlagen vorgenommen werden: Durch die in bezug auf das einstige Magnetfeld zur Zeit der Sedimentation ungeordnete Lagerung der Gerölle deutet eine schlechte Gruppierung der Richtungen auf primäre Verhältnisse hin, während eine gute Gruppierung auf eine spätere Überprägung durch Metamorphose (oder Verwitterung) hinweist.

Fehlerquellen mannigfaltiger Art – von der zu geringen Zahl der Aufschlüsse, der unrichtigen tektonischen Rückformung der Serie etc. bis zur unzureichenden Abmagnetisierung im Labor – können die Ergebnisse außerdem verfälschen.

Als weitere Fehlerquelle kommt die geologische Mißinterpretation hinzu, wie etwa das klassische Beispiel gleich zu Beginn dieser Arbeitsweise im südalpinen Raum gezeigt hat, wo man aus den abweichenden Pollagen im südalpinen Perm gegenüber dem stabilen Europa zunächst an eine tausende Kilometer weite Rechtsseitenverschiebung, besonders an der Periadriatischen Linie, statt an Rotation gedacht hat (J. DE BOER, 1963, S. 11: 4800 km; K. DE JONG, 1967: 4000 km; D. VAN HILTEN, 1964, Taf. 2: 10.000 km). Ähnlich, nur in kleinerem Maßstab, hat die Extrapolation einer ersten Meßreihe in den Vorarlberger Kalkalpen, die eine seit dem Perm erfolgte Rotation um 60° entgegen den Uhrzeigersinn erbrachte (H. SOFFEL, 1975, S. 383), zunächst zum Fehlschluß über eine derartige Rotation der gesamten Kalkalpen geführt.

2. Regionale Aussagen aus den Ostalpen

Ein Überblick über die bisher vorliegenden Aussagen der allerdings noch unzureichenden paläomagnetischen Messungen über großräumige Bewegungen im Ostalpenorogen soll dennoch wenigstens die sich bereits jetzt abzeichnenden Konturen der überraschenden neuen Einblicke abstecken.

a) Nördliche Kalkalpen: Die bisherigen Messungen im Westabschnitt der Kalkalpen von permischen, triadischen und jurassischen Gesteinen haben sämtlich eine kräftige, bis 60° erreichende Rotation dieser Region gegen den Uhrzeigersinn ergeben (Vorarlberg – H. SOFFEL, 1975, S. 376; Mieminger und Lechtaler Alpen – H. MAURITSCH & M. BECKE, 1981, S. 54). Die Messungen der remanenten Magnetisierung an jurassischen, vorwiegend liassischen Gesteinen im Mittelabschnitt der Kalkalpen hingegen zeigen durchwegs eine im Durchschnitt 45° betragende rechtssinnige Verdrehung, also im Sinne des Uhrzeigers (Abschnitt Lofer–Golling – R. HARGRAVES & A. G. FISCHER, 1959; H. MAURITSCH & M. BECKE, 1981, S. 53; Osterhorngruppe – H. MAURITSCH & W. FRISCH, 1978, S. 635; 1980, S. 6; H. MAURITSCH et al., 1979, S. 34).

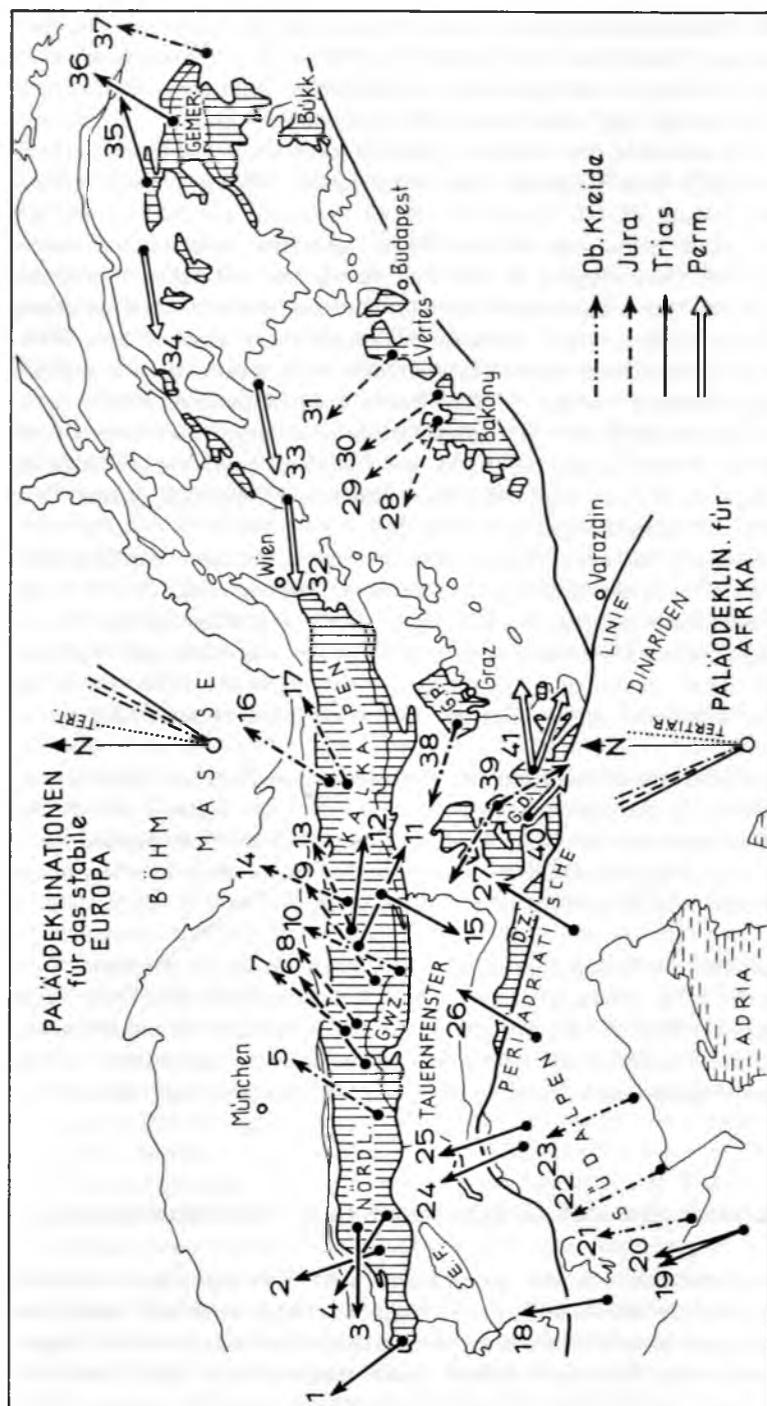


Abb. 54: Paläomagnetische Richtungshinweise auf die Pollagen im Perm und Mesozoikum der Ostalpen, besonders der Kalkalpen und im angrenzenden Raum; nach H. MAURTSCH & W. FRISCH (1980, Abb. 1 e) und M. BECKE & H. MAURTSCH (1983, Abb. 6). Lokalitäten: 1 Bludenz, 2 Rinnen, 3 Lermoos, 4 Mießing, 5 Brandenberg, 6 Wörgl, 7-8 Lofen, 9 E Lofen, 10 Entachen, 11-13 Osterhorn, 14 Gosau, 15 Dachstein, 16-17 Weißwasser, 18 Schlave, 19-20 Schio, 21 NE Schio, 22 Illasi, 23 Valdobbadiene, 24-25 Dolomiten, 26 östl. Dolomiten, 27 Julische Alpen, 28-29 Bakonycsernye, 30 Tatra-Kalvaria, 31 Tardosbanya, 32 Kl. Karpaten, 33 Tribec, 34 Niedere Tatra, 35-36 Choč-Decke, 37 Bankov; 38 Kainacher Gosau, 39 Wietersdorfer Gosau/Kärnten, 40 Christofberg-Perm, 41 St. Paul/Lavanttal-Perm.

Untersuchungen der Magnetisierung der Gosausedimente der Kalkalpen in den Becken von Brandenburg, Gosau und Weißwasser (M. BECKE & H. MAURITSCH, 1983, S. 43) haben eine einheitliche nachgosauische rechtssinnige Rotation der östlichen, mittleren und (Brandenburg) auch westlichen Kalkalpen um 20° ergeben.

Zusammengenommen würde dies bedeuten (Abb. 54), daß die kalkalpine Geosynklinale ursprünglich eine V-förmige Gestalt mit einem NW-SE ziehenden Westteil des Troges und einem SW-NE ziehenden Ostteil hatte, die einander in der Region westlich des Landes Salzburg in rechtem Winkel getroffen hätten. Beim deckenförmigen Vorschub des Oberostalpins in der Zeit der Unter- bis tiefen Oberkreide müßte sich dann durch ein Vorpreschen des Mittelstückes dieser V-förmige Strang noch vor der Ablagerung der Gosau gestreckt haben zu einer einheitlichen WSW-ENE-Anordnung. Im Tertiär wäre dann dieser Streifen noch weiter in eine ungefähr west-östliche Lage geschwenkt worden – vgl. M. BECKE & H. MAURITSCH, 1985.

Die tektonische Eindrehung der Weyerer Bögen in den Kalkvorpalpen kann nach Vermessung von Skyth, Lunzer Sandstein und Cenoman paläomagnetisch belegt werden: Der Ostflügel ist je nach Lage im Bogen zwischen 45° bis 105° gedreht worden (P. STEINHAUSER, A. TOLLMANN et al., 1981, S. 21).

b) Aus den Messungen basischer Gesteinszüge, besonders der quer durchschlagenden Diabasgänge im Ötztaler Kristallin durch H. FÖRSTER et al. (1975) ist für diesen Block eine Rotation entgegen dem Uhrzeiger um 60° abgeleitet worden.

c) Die paläomagnetischen Untersuchungen von Gesteinen des Silur und Devon im Grazer Paläozoikum, Sausal und Remschnig (H. FLÜGEL et al., 1980, S. 201) haben für Fragen der Tektonik und des Deckenbaues noch keine sinnvolle Interpretation ermöglicht.

d) Umfangreiche Messungen beiderseits der Periadriatischen Naht an Gesteinen des Oberdevon bis Karbon in den Karnischen Alpen und im Karbon von Nötsch führten zu dem Ergebnis, daß an dieser Linie in der Zeit nach dem Karbon keine nennenswerte Rotation stattgefunden haben kann, während sie eine Lateralverschiebung nicht ausschließen (H. MAURITSCH et al., 1979, S. 33; H. HEINZ & H. MAURITSCH, 1980, S. 269).

e) Gut gesichert sind die Pollagen permischer Schichten aus den Karnischen Alpen und aus den östlichen Zentralalpen. Aus letztgenanntem Abschnitt haben jüngst F. AGNOLI et al. (1984, S. 7 ff.) Proben aus dem Rotliegenden vom Christofberg SE vom Krappfeld und aus den St. Pauler Bergen in Kärnten untersucht. Die an Hämatit und Magnetit gemessenen Werte zeigen inverse Magnetisierungsrichtungen.

3. Die Beziehungen der Ostalpen zu den Nachbarräumen

Als nächstes interessieren uns die großräumigen Bewegungen, die sich durch die Paläomagnetik in den Nachbarräumen der Alpen ablesen lassen, also in der Fortsetzung gegen Westen und Osten, in Westalpen und Karpaten, im Ungarischen Zwischengebirge und in den Südalpen. Auch hier sind erst erste Tendenzen faßbar.

a) Das penninische Areal in der Ostschweiz hat im Jungtertiär durch eine Aufheizung auf 600° C eine neue remanente Magnetisierung aufgeprägt erhalten. Hierdurch läßt sich seine Verdrehung seit dem Miozän um rund 30° gegen den Uhrzeigersinn feststellen. Als Bewegungsschienen gegenüber dem Umland dienten im Süden die Insubrische Linie, im Norden aber die Rhein-Rhône-Linie, da die Magnetisierung des Südtiles des Aaremassivs bereits mit dem stabilen Europa übereinstimmt (F. HELLER, 1980).

b) Die Angaben über den Schollenmechanismus in den Karpaten divergieren noch beträchtlich. So haben etwa P. MUŠKA & J. VOZNÁR (1978) auf Grund der Untersuchung des Magnetismus vom Permoskyth der Choč-Decke, also der Fortsetzung der Kalkvoralpen, eine rechtssinnige Rotation von 65° angegeben, während J. KOTÁSEK & M. KRŠ (1965) aus den Gemeriden, der Fortsetzung der Kalkhochalpen, nur eine geringe rechtssinnige Rotation (0° bis 20°) an den gleichaltrigen Gesteinen abgelesen haben. Aus Messungen an Oberkreidegesteinen der Westslowakei haben P. PAGAČ & R. MARŠCHALKO (1979) überraschenderweise keine Richtungsänderungen der Zentralkarpaten gegenüber dem stabilen Europa ab dieser Zeit ablesen können. Oberkreidemergel der Pieniden haben hingegen eine Verdrehung der Deklination zwischen dem polnischen und dem westkarpatischen Abschnitt um 65° ergeben (M. BAZENOV et al., 1981), woraus die Autoren auf eine Eindrehung des Westkarpatenbogens aus einer gestreckten Geosynklinale im Zeitraum seit der Oberkreide schließen. Hier werden künftige Messungen die bisher übersehenen Fehlerquellen bei den erstgenannten Angaben ausschalten helfen.

c) Eigenartig ist schließlich die Feststellung von E. & P. MÁRTON (1978, 1983), daß das Transdanubische Ungarische Gebirge, also der Bakony und seine Fortsetzung im Nordosten, nach Messungen von Gesteinen ab der Trias in bezug auf das stabile Europa eine Gegenuhrzeigersinn-Drehung von 73° erlitten habe, während es in bezug auf Afrika Bestandteil des „Zentralen Mediterranen Blockes“ einschließlich Istrien, Umbrien etc., also des Adriatischen Blockes, sein soll.

E. MÁRTON (1984, 1986) unterscheidet im zentralen Raum der mediterranen Tethys in paläomagnetischer Sicht zwei große Blöcke unterschiedlicher Bewegungstendenz: Die Einheit 1 („Zentrale Einheit“), die Sardinien, Italien, die Südalpen, den Westteil der Nordkalkalpen, die Zentralalpen und gegen Osten hin die Dinariden, den Hauptteil des Transdanubischen Gebirges (Bakony), Bükk-Gebirge sowie die Westkarpaten umfassen soll. Diese Großscholle habe, unabhängig von aller inneren orogenen Gestaltung, in mesozoisch-tertiären Zeit als ein Teil von Afrika eine kräftige Rotation gegen den Uhrzeigersinn erlitten und sei erst später von diesem Großkontinent abgekuppelt worden. Die Einheit 2 („Südost-Einheit“), bestehend aus einer Schollenansammlung, vereint die Ostkarpaten, die südliche Transdanubische Region in Ungarn (Mecsek, Villány), Papuk-Gebirge (Jugoslawien), Ostserbien, NW-Bulgarien etc. Dieses Areal weist in der alpidischen Ära eine Drehung im Sinne des Uhrzeigersinnes auf und zeigt ähnliches Verhalten wie das stabile Europa. Die östlichen Nordkalkalpen Österreichs wären übrigens nach ihrer Rotation im Sinne des Uhrzeigers dieser Einheit 2 anzuschließen, sind aber sicherlich nur ein eigenständig verdrehter Teil von Block 1. Als Grenze dieser beiden aus paläomagnetischer Sicht geforderten Blöcke bietet sich die bedeutende NNE-SSW verlaufende Zemplin-Zagreb-Linie des

Pannonischen Beckens an und – versetzt – weiter im Süden die Linie Pec–Scutari. Ursache, Mechanismus und Bewegungsablauf dieser zwei herausgestellten Blöcke, deren Grenzen quer über die uns vertrauten Faltengürtel hinweggehen, bleiben derzeit in Dunkel gehüllt. Erst weitere gezielte Meßreihen werden hier Klarheit schaffen können.

d) Der Blick auf die südliche Nachbarscholle, die Südalpen und den Adriatischen Block, ist auf Grund der intensiven paläomagnetischen Forschung besonders der holländischen Forscher seit den frühen sechziger Jahren von besonderem Interesse: Hier liegen bereits so viele detaillierte Daten vor, daß sich die Bewegungstendenzen von Mikroplatten und -schollen schon sehr klar erfassen lassen. Nachdem in den Südalpen zunächst der remanente Magnetismus der permischen und triadischen Serien studiert worden war, hat man sich in neuerer Zeit mehr den jüngeren Gliedern vom Jura bis in das Tertiär zugewandt – J. CHANNELL & D. TARLING (1975). Zusammenfassend ergibt sich aus den paläomagnetischen Aussagen folgendes Bild über die Beziehung Nordalpen/Südalpen/Adriatischer Block (J. VANDENBERG, 1979, S. 171; J. VANDENBERG & A. WONDERS, 1980, S. 3627; H. MAURITSCH & W. FRISCH, 1980, S. 12): 1. In der älteren nachvariszischen Geschichte bis in die Zeit des frühen Tertiärs war der sogenannte Adriatische Block, bestehend aus Südalpen, Apennin und Korsika, fester Bestandteil der Afrikanischen Scholle und machte deren komplizierte Bewegung gegenüber Eurasien im Laufe des Mesozoikums mit. 2. Nach dem frühen Tertiär löste sich dieser Block von Afrika und erlitt eine kräftige Gegenuhrzeiger-Rotation, unabhängig von Afrika. 3. Dabei aber splitterte etwa entlang einer Störungzone unter der Poebene (J. VANDENBERG & A. WONDERS, 1976, S. 318) sein Nordteil, die Südalpen-Scholle, ab und blieb in der linksgerichteten Rotation gegenüber dem Hauptteil des Adriatischen Blockes um etwa 25° bis 30° zurück. 4. Das Ostalpine Dekkensystem der Ostalpen aber, durch die Periadriatische Linie (und vielleicht die begleitende, im Satellitenbild so auffällige Canaletalstörung) getrennt, macht diese junge Linksrotation nicht mehr mit.

4. Weitere Aussagen der Paläomagnetik

Neben den erwähnten Aussagen über großräumige Rotationen tektonischer Einheiten kann die Paläomagnetik Unterstützung für weitere geologische Fragen gewähren, wofür hier noch vier Beispiele aus dem Ostalpenraum mit jeweils anderer Fragestellung angeführt werden:

a) Das alte Problem des Ausmaßes der Einengung der Geosynklinale durch die Gebirgsbildung, also die Überprüfung der aus der Abwicklung der Decken abgeschätzten ursprünglichen Dimensionen, wird in greifbarer Zukunft durch die Veränderung der Inklination gegenüber dem zugehörigen Paläopol meßbar werden. Erste Ergebnisse stellen sich bereits ein: Bei paläomagnetischen Untersuchungen in den Kalkalpen (Dachsteingebiet, Osterhorngruppe) durch H. MAURITSCH & W. FRISCH (1980, S. 5) ergaben sich bereits Hinweise auf eine nordwärts gerichtete Drift von mehreren hundert Kilometern, in den Karpaten vermuten P. PAGÁČ & R. MARSCHALCO (1979, S. 228), Transporte gegen die Plattform im Norden von 800 km ablesen zu können.

b) Aus der Analyse der magnetischen Struktur kann die Einengungsrichtung abgelesen werden. J. RATHORE & M. BECKE (1983) haben mit dieser Methode die unterschiedlichen Strukturen beiderseits der Mölltalstörung am Südrand des Tauernfensters ermittelt, die NE-Einengung in der Reißbeck-Gruppe des Pennins der Nord-Einengung in der Kreuzeckgruppe des Ostalpins gegenübergestellt und so indirekt einen weiteren Hinweis der Überschiebung von Ostalpin über Pennin erbracht.

c) Altersbestimmungen an nicht mehr verstellten Ergußgesteinskörpern können durch Ermittlung der Paläopollage und Vergleiche mit den bekannten Positionen des Poles während der Erdgeschichte vorgenommen werden. So hat z. B. H. MAURITSCH an den seit 1972 durchgeführten Messungen an oststeirischen und burgenländischen Vulkaniten indirekt Altersbestimmungen vornehmen können: Die Paläopollage des bisher in das Daz eingestuften Basaltes von Pauliberg im Burgenland paßt bestens zur Lage des Daz-Poles im stabilen Europa.

d) Einen Umsturz in der Altersbestimmung hat die Paläomagnetik für die Lößdatierung in Österreich bedeutet, über den J. FINK (1979) an Beispielen aus Niederösterreich und Burgenland berichtete (vgl. S. 261).

5. Literatur

F. AGNOLI et al., 1984; G. ANGENHEISTER et al., 1975; M. BAŽENOV et al., 1981; M. BECKE & H. MAURITSCH, 1983, 1985; J. DE BOER, 1963; J. CHANNELL & D. TARLING, 1975; J. FINK, 1979; H. FLÜGEL et al., 1980; A. FÖRSTER et al., 1975; R. HARGRAVES & A. G. FISCHER, 1959; H. HEINZ & H. MAURITSCH, 1980; F. HELLER, 1980; D. VAN HILTEN, 1964; K. DE JONG, 1967; J. KOTÁSEK & M. KRS, 1965; W. LOWRIE, 1980; E. MÁRTON, 1984, 1986; E. & P. MÁRTON, 1978, 1983; H. MAURITSCH, 1974; H. MAURITSCH & M. BECKE, 1980, 1982; H. MAURITSCH & W. FRISCH, 1978, 1980; H. MAURITSCH, H. HEINZ et al., 1979; P. MUŠKA & J. VOZNÁR, 1978; P. PAGÁČ & R. MARSHALCO, 1979; J. RATHORE & M. BECKE, 1983; J. RATHORE & H. HEINZ, 1980; H. SOFFEL, 1975; P. STEINHAUSER, A. TOLLMANN et al., 1981; J. VANDENBERG, 1979; J. VANDENBERG & A. WONDERS, 1976, 1980; J. ZIJDERVELD et al., 1970, 1973.

K DIE SEISMIZITÄT ÖSTERREICHS

1. Zur Geschichte der Erdbebenforschung in Österreich

Die Grundlagen für die spätere Auswertung der makroseismischen Beobachtungen über Auftreten und Auswirkung von Erdbeben in Österreich bilden zunächst die schriftlichen Überlieferungen der Schadensmeldungen, die in Chroniken fortlaufend – zurückgreifend bis zur Jahrtausendwende – besonders seit dem katastro-

phalen Beben von Murau im Jahre 1201 mehr oder weniger vollständig bis zur Gegenwart überliefert sind.

Noch wesentlich weiter zurück liegt die Meldung über das Starkbeben in Tulln (Comagena) in spätrömischer Zeit, die in der von EUGIPIUS im Jahre 511 n. Chr. verfaßten „Vita Severini“ (R. NOLL, 1975, S. 61) enthalten ist und die die Wirkung des in der Mitte des 5. Jahrhundert stattgefundenen bedeutenden Erdbebens in Tulln schildert (R. NOLL, 1963, S. 61). R. NOLL (briefl. Mitt. vom 21. Oktober 1978) bringt zeitmäßig dieses Beben mit der quellenmäßig belegten Zerstörung von Savaria (Steinamanger, Westungarn) durch ein Beben am 7. September 456 in Zusammenhang. Dies ist trotz der Entfernung durchaus plausibel, da z. B. auch beim Beben mit gleichem Zentrum bei Neulengbach im Jahre 1590 als Fernwirkung in dem in gleicher Richtung, aber fast doppelt so weit gelegenen Nagy Kanizsa Festungswerke umgestürzt sein sollen (S. 167). Die beiden durch Fernwirkung im Zusammenhang mit dem Beben im Raum Neulengbach–Tulln offenbar betroffenen Städte Nagy Kanizsa und Steinamanger (Szombathely) liegen ja im Bereich der jungen Zala-Raab-Graben Senke, die als parallele Anlage zum Wiener Becken-Grabenbruch und dem sicherlich die Bebenregion Neulengbach–Tulln bedingenden Mailberger System (A. TOLLMANN, 1978 b, Abb. 6 und S. 327) – vgl. S. 177 und tekt. Kt. dieses Bandes – gleichzeitig in Bewegung gekommen sein wird. Bei dem Beben von 1590 sind ja tatsächlich die Hauptschäden an den drei genannten, genetisch zusammengehörigen, NNE-orientierten Strukturen entstanden (E. SUSS, 1873, S. 78 ff.): 1. In der Zone St. Christophen–Neulengbach–Tullnerfeld im Westen, 2. am Westrand des Wiener Beckens mit Wien, Baden, Traiskirchen, Wiener Neustadt in der Mitte und 3. im Bereich des Zala-Raab-Grabens im Osten. Aus tektonischer Sicht liegt daher nahe, daß alle drei genetisch verwandten parallelen Zonen mit ihrer W-E-orientierten Zerrungstektonik trotz der Hauptwirkung im Westen gleichzeitig beansprucht worden sind.

Durch eine Reihe neuer Grabungen in Carnuntum ist inzwischen der Nachweis eines weiteren frühen Bebens, nämlich aus der Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr., gelungen. In drei verschiedenen Abschnitten Carnuntums (Legionslager, Auxiliarkastell, Kultbezirk) wurden bis über 4 m hohe Mauern, die in der ganzen Länge durch eine plötzliche Erschütterung umgeworfen worden waren, freigelegt. Dieser Befund kann weder durch den allmählichen Verfall der Mauern noch durch eine kriegerische abschnittsweise Zerstörung erklärt werden, sondern eine derartige Zerstörung kann nur durch ein Erdbeben bewirkt worden sein (M. KANDLER, 1980, S. 86; 1983, S. 29 und Abb. 7). Die Mauern sind auch nicht durch Senkung der Fundamente gestürzt, da die Fundamente, von denen die Mauern abgeworfen sind, in situ erhalten geblieben sind. M. KANDLER macht auf Grund der Beobachtungen auf die Intensität dieser Erdbebenkatastrophe aufmerksam. Daher wird nun auch verständlich, daß Carnuntum in den siebziger Jahren des 4. Jahrhunderts, als A. MARCELLINUS diese Stadt im Gefolge von Kaiser Valentinian I. besucht hatte, als sehr desolat, als „verlassen und ungepflegt“, bezeichnet worden ist.

Die Ära der exakten wissenschaftlichen Auswertung der Beben setzt mit der 1896 beginnenden Publikationsreihe „Berichte der Erdbebenkommission“ und ab Beginn unseres Jahrhunderts mit der systematischen Sammlung der Daten in der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien/Hohe Warte ein. Ent-

scheidend ist der in neuerer Zeit vorangetriebene Ausbau des Netzes an Erdbebenstationen in unserem Land, das seit 1973 über neun Nahbebenstationen verfügt (K. ARIC, 1981, Tab. 6.3). Hinzu kommt die Mitarbeit der angrenzenden Bebenstationen, besonders auch jene der an der seismologischen Ostalpenforschung im Zusammenhang mit dem Projekt „Geotraverse IA“ direkt teilnehmenden deutschen Forschergruppen aus Karlsruhe und Fürstenfeldbruck, die durch die Errichtung von vier mobilen Stationen (Schlegeis/Zillertal, Bad Reichenhall, Garmisch-Partenkirchen und Innsbruck) und Registrierung der mikroseismischen Aktivität in kurzer Zeit wesentliche zusätzliche Aussagen über den Tiroler Raum vorlegen konnten (O. FÖRTSCH & E. SCHMEDES, 1976).

Die Begründung der Seismologie als Wissenschaft geht letztlich wiederum, wie bei so vielen Teildisziplinen der Erdwissenschaft, auf E. SUESS zurück. Er hat in seiner „richtungweisenden Arbeit“ von 1873 (J. DRIMMEL, 1980, S. 507) über die Erdbeben von Niederösterreich, insbesondere über die von ihm sorgfältig analysierten Beben von Neulengbach (1590, 1873) und Wiener Neustadt (1768), zunächst zum ersten Mal die Ursache der (tektonischen) Erdbeben erkannt: Bewegungen an „Zerreißungsspalten oder Verwerfungen oder irgendeiner anderen Discontinuität in der Erdrinde“ (l. c., S. 94), also Bewegungen an Störungslinien, sind der Grund für das Auftreten der Erdbeben. Früher hatte man ja die Ursache in den Einflüssen anderer Himmelskörper oder in speziellen verschiedenen lokalen Gegebenheiten gesucht – ganz abgesehen von den zuvor über Jahrhunderte hindurch, seit PLINIUS u. a., publizierten Meinungen über den Wind und das Wasser in den Klüften als Ursache der „Erdbidem“, die unter dem religiösen Einfluß zugleich als Strafe Gottes für die sündige Menschheit gesehen worden waren. Die von J. RASCH im Jahre 1582 in München herausgegebenen „Tractaet über Erdbidem“ bieten aufschlußreiche Daten über die Vorstellungen von den Ursachen von „Erdbeben und Erdsplaltungen“ in der vorwissenschaftlichen Ära zur Zeit der Renaissance (Abb. 55).

E. TAMS gab 1954 einen eingehenden Überblick „über die Wandlung der Ansichten von der Entstehung der Erdbeben seit Alexander von HUMBOLDT“

E. SUESS hatte zugleich mit der Ursache für Erdbeben, nämlich den Bewegungen an Bruchlinien, die seiner Meinung nach hierfür wichtigsten drei Bruchlinien in Niederösterreich herausgearbeitet und benannt (1873, S. 93): die Mürzlinie, die (heute meist nicht mehr anerkannte) Kamplinie auf Grund des Neulengbacher Bebens und die Thermenlinie am Rande des Wiener Beckens. Darüber hinaus hat E. SUESS an Hand des Neulengbacher Bebens vom 3. Jänner 1873 die erste Isoseistenkarte gezeichnet (l. c., Taf. 2) und damit dieses Prinzip in der Seismologie eingeführt. Ferner hat er an Hand dieser Darstellung auf die eigenartige Hauptausstrahlung der Erdbebenwirkung quer zum alpinen Streichen, also in Richtung NNW weit in das Vorland hinaus, verwiesen und damit den Charakter der alpinen Beben als Transversalbeben festgehalten – ein Begriff, der besonders bei den Geologen unseres Jahrhunderts viel verwendet wird und heute Allgemeingut der Ostalpen-Seismologie ist. SUESS hat in dieser Arbeit außerdem eine Pfeilrichtungs-Signatur für die unmittelbar gefühlte Richtung der Bewegungsstöße eingeführt und kartenmäßig angewendet, wie sie noch heute verwendet wird (Abb. 56).

Neben all diesen Ergebnissen aber hat SUESS zugleich bei diesem seinem Wurf von 1873 die Methodik zur Datenbeschaffung entwickelt: 1. Die direkte Erhe-

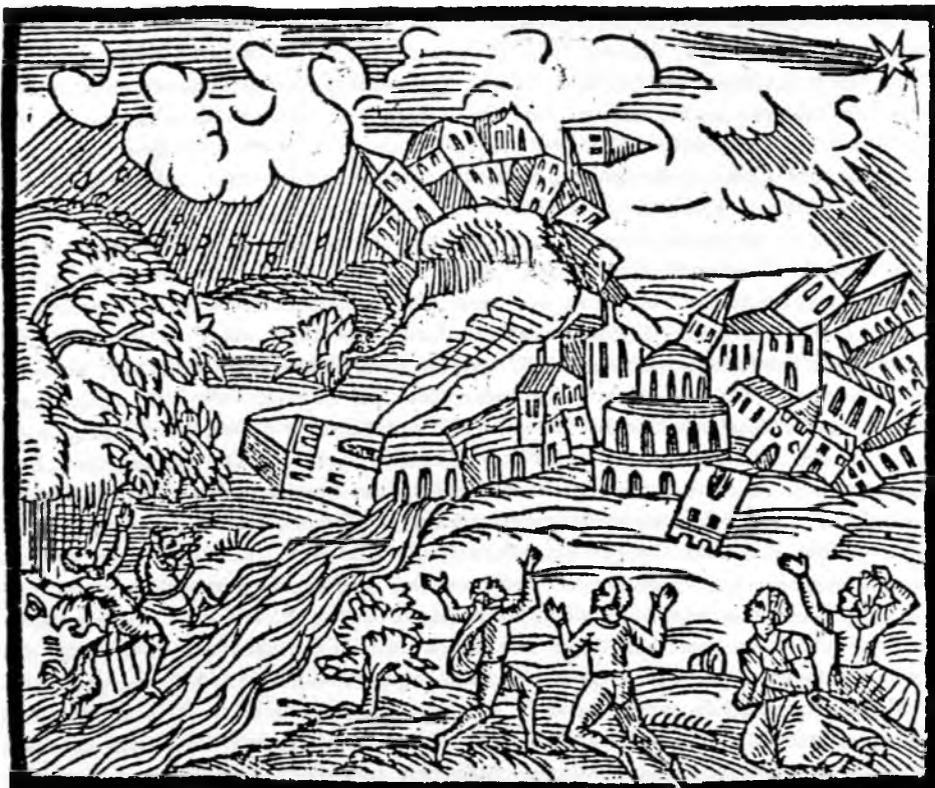


Abb. 55: Holzschnitt einer Erdbebenkatastrophe als Frontispiz der „Tractaet über Erdbidem“ von I. RASCH (1582), das die Antwort „hoherleuchteter Scribenten“ dieser Zeit auf die Anfrage des Wiener Bischofs J. FABER nach den Ursachen dieser Naturkatastrophen enthält.

bung der Auswirkungen des Erdbebens und der verschiedentlich wahrnehmbaren Stoßrichtungen unmittelbar nach dem Ereignis, unterstützt durch eine von ihm entworfene Aufforderung zur schriftlichen Mitteilung der etwaigen Beobachtung an „viele einflußreiche Personen in den betroffenen Gegenden“ (am Beispiel des Neulengbacher Bebens vom 3. Jänner 1873 erhielt E. SUESS auf diese Art Material aus 203 Ortschaften Niederösterreichs) und 2. die systematische Sammlung aller erreichbaren Daten über das Untersuchungsgebiet im weitesten Sinn durch sorgfältige Auszüge aus Archiven und Chroniken unter besonderer Berücksichtigung des Schadensausmaßes (am gewählten Beispiel zurück bis zum Jahre 1021 – E. SUESS, 1873, S. 24 ff.).

Auf den Sohn von E. SUESS, F. E. SUESS (1895, S. 84 und Abb. 1), geht der nächste kurze, vielleicht aber wichtige Hinweis zurück, daß die kürzere, in Herdnähe gelegene Querachse der Isoleisten ebenfalls einen Hinweis auf die Struktur der Tiefe gibt, hier mit dem Streichen des Gebirges zusammenfallend. J. DRIMMEL (1980, S. 511) hat ja in

diesem Sinn sogar verlangt, daß die erste, innerste Isoseiste stets die Richtung der verursachenden Bruchstruktur der Tiefe anzeige.

In der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts hat sich dann – unabhängig von der damals im Vordergrund stehenden Phase der umfassenden und genauen Datensammlung durch die Seismologen – eine Reihe von Geologen über die konkreten Ursachen der vorwiegend transversal orientierten Erdbeben Gedanken gemacht: von F. HERITSCH (z. B. 1918) über F. KAUTSKY (z. B. 1924) bis R. SCHWINNER (etwa 1929, 1930). Die Qualität der Schlußfolgerungen bei diesen Autoren steht naturgemäß in direktem Zusammenhang mit der Qualität der zugrunde gelegten tektonischen Fakten (die bei R. SCHWINNER allerdings – etwa 1930, Kt. Abb. 3, gänzlich unrichtig waren).

Die moderne Entwicklung der Seismologie, die weltweit unter Führung der japanischen, russischen und amerikanischen Forschung rasch fortgeschritten ist, spiegelt sich auch in der modernen österreichischen einschlägigen Literatur wider durch Analyse der Herdmechanismen, Isoseistenkarten, mikroseismische Bestimmungen, Untersuchung der seismisch erfäßbaren relevanten Krustenstrukturen, erste Versuche einer Gefährdungs- und Risikoabschätzung und verschiedene Vorschläge zur geologisch-tektonischen Interpretation der seismischen Gegebenheiten.

2. Nomenklatorische Bemerkungen

Vor Besprechung des seismischen Charakters Österreichs seien zum allgemeinen Verständnis einige grundlegende Begriffe der Seismologie in Erinnerung gebracht. Was zunächst die Intensität der Beben betrifft, wird im folgenden die gegen oben hin begrenzte, zwölfteilige Medvedev-Sponheuer-Kárník-Skala (MSK) verwendet, die nur eine moderne, leichte Modifikation der zuvor üblichen Mercalli-Sieberg-Skala (MS) darstellt. Diese Intensität wird unter Erhebung der direkten Auswirkung eines Bebens auf Menschen, Gebäude und Landschaft durch Abschätzung festgestellt. Die Abkürzung I_0 bedeutet Intensität im Epizentrum, I bedeutet die Standortsintensität. Aus der zwölfteiligen Skala, die in jeder allgemeinen Geologie bzw. Seismologie, auch im Önorm-Blatt B 4015/Tf. 1, J. DRIMMEL, 1979, S. 4, angeführt ist (bzw. in ungekürzter Originalfassung unter Berücksichtigung der verschiedenen Bautypen bei R. SÄGESER et al., 1978, S. 18, ausführlich dargelegt ist), seien hier die markanten Schlüsselwerte herausgegriffen: Intensität 5°: aufweckend, allgemein bemerkbar; $I = 6^\circ$: erschreckend; $I = 7^\circ$: einzelne Schäden an Gebäuden; $I = 8^\circ$: verbreitete Schäden; $I = 9^\circ$: teilweise Zerstörung; $I = 10^\circ$: allgemeine Zerstörung. Danach könnte man Beben ab der Epizentralintensität $I_0 = 6^\circ$ als „Starkbeben“, ab $I_0 = 7^\circ$ als „Schadbeben“, ab $I_0 = 8^\circ$ als „Zerstörungsbeben“ und ab $I_0 = 9^\circ$ als „Katastrophenbeben“ bezeichnen.

Die Bebenstärke, die durch Seismographen, also institutionell und exakter als durch Beachtung der Schadwirkung, gemessen wird, wird als Magnitude bezeichnet und durch die nach oben offene, logarithmische Richter-Skala (von CH. RICHTER 1935 in Kalifornien entwickelt) festgehalten. Zur Orientierung: die in unserem Jahrhundert stärkste Richter-Magnitude betrug 8,9, das verheerende Beben von Chile (22. Mai 1960) hatte eine Magnitude von 8,5, Beben über $M = 5,5$ richten signifikante Schäden an. Beim endkretazischen Impakt rechnet man mit einer Magnitude von 12,2.

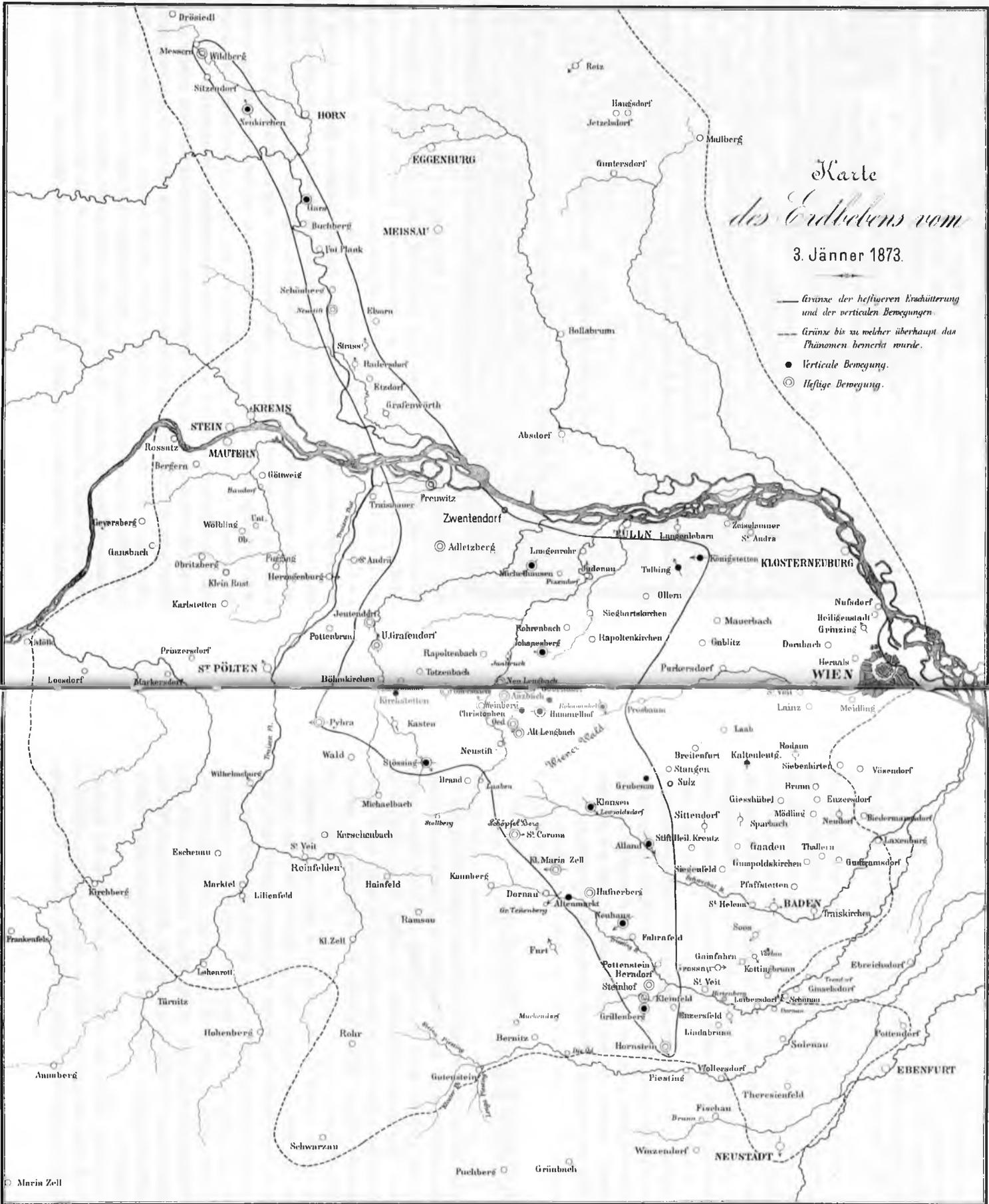


Abb. 56: Die von E. SUSS entwickelte Karte über das Neulengbacher Beben vom 3. Jänner 1873 zeigt an Hand von Isoseisten die regionale Intensität der Bebenwirkung, die empfundenen Stoßrichtungen, die transversale Hauptausstrahlung des Bebens gegen NNW u. a. Sie wird richtungweisend für die graphische Darstellung und Methodik in der Seismologie.

Tiefenlage des Herdes = Hypozentrums (h): In Österreich treten ausnahmslos sehr flach liegende Herde auf (flache Herde im allg.: 1 bis 70 km, tiefste Herde der Welt 700 km). Die Tiefenbestimmung der Herde durch mikro- und makroseismische Methoden kann durchaus differieren (K. ARIC, 1981, S. 277), da bei der makroseismischen Methode die Tiefe des Schwerpunktes der seismischen Energiequelle, bei der mikroseismischen Methode die Tiefe des Ausgangspunktes des Bruchvorgangs bestimmt wird.

Über die Eigenart des Herdes, der bei unseren Beben grundsätzlich stets eine klar definierte, aktive Störungsfläche darstellt, kann bereits durch die seismographische Messung Wesentliches ermittelt werden (G. GANGL, 1974, S. 40): So wird durch ein Stationsnetz z. B. aus der ersten Ausschlagsrichtung der Seismographen bei Ankunft der P-Welle die Richtung des Stoßes als Kompression (Ausschlag nach oben) oder die Richtung der Zugsbewegung, der Dilatation (Ausschlag nach unten) festgelegt und dann der Herdvorgang schematisch auf der unteren Hälfte einer Herdkugel auf dem Wulffschen Netz mittels der räumlichen Lage der Druck- (schwarze Felder) und Zugquadranten (weiße Felder) dargestellt. Ferner lassen sich aus den Amplitudenspektren der verschiedenen seismischen Stationen auch die Größe der Bruchfläche, ihre Länge, der Vorgang der Bruchgeschwindigkeit und das Ausmaß der Bewegung an der Störungsfläche berechnen – also Parameter, die bei Kombination mit den tektonischen Kenntnissen ein lebendiges Bild von aktuogeologischen Vorgängen vermitteln.

3. Die seismische Eigenart Österreichs

Als Bestandteil des seismisch aktiven mediterranen Kettengebirgsgürtels ist der Alpenstaat Österreich zwar kein „Erdbebenland“ wie jene Länder in tektonisch noch aktiven Orogenen, erlitt aber über Jahrhunderte hin reichlich Schadbeben und auch Beben zerstörender Wirkung. J. DRIMMEL, G. GANGL et al. (1971, S. 2) führen aus, daß in einem Jahrhundert neben ca. 50 Starkbeben (Intensität $I_0 = 6^\circ$ MSK: „erschreckend“), noch 10 Schadbeben ($I_0 = 7^\circ$ MSK: Schäden an Gebäuden) und noch 2 Zerstörungsbeben ($I_0 = 8^\circ$ MSK) auftreten.

Auch Beben mit katastrophaler Wirkung sind im Laufe der Jahrhunderte in unserem Land aufgetreten: So etwa in Villach am 25. Jänner 1348 ($I_0 = 10$ der zwölfteiligen Skala), bei dem die Stadt durch das Beben weitgehend zerstört und durch die folgende Feuersbrunst vollends verwüstet wurde. Dieses Beben löste auch den Dobratsch-Bergsturz aus, welcher 17 Dörfer, 3 Schlösser und 9 Kirchen vernichtete (Bd. I, S. 635) – vgl. H. v. HOFER, 1880; A. TILL, 1907; G. SOLLE, 1939; W. GÖRLICH, 1948). Villach erlitt fast dreihundertfünfzig Jahre später, am 4. Dezember 1690, ein zweites, fast ebenso starkes Beben ($I_0 = 9^\circ$ MSK). Man hat das Beben von 1348, bei dem etwa 5000 Menschen zugrunde gingen, in seiner Auswirkung etwa dem Friauler Beben von 6. Mai 1976 gleichgesetzt.

Fast gleich stark wie das Villacher Beben von 1690 waren auf Grund der Auswirkungen jenes von Murau am 4. Mai 1201 ($I_0 = 9^\circ$ MSK) – vgl. R. HOERNES (1902) – und jenes von Neulengbach vom 15. September 1590 ($I_0 = 9^\circ$ MSK), dessen Wirkungen

ja im eingehenden Bericht von E. SUESS (1873) mit Ergänzungen von F. E. SUESS (1895) so anschaulich geschildert worden sind: Die Stöße begannen beim Neulengbacher Beben am 15. September um 5^h abends, dauerten die ganze Nacht über an, erreichten zwischen 12^h und 1^h nachts ihre größte Heftigkeit und hielten zunächst bis zum folgenden Tag um 2^h Nachmittag an. Nachbeben folgten noch viele Wochen hindurch, und den Berichten zufolge wurden im Zentrum, in Thurn E. St. Christophen bei Neulengbach, die „Heuser ybern Hauffen geworffen“, im Wienerwald stürzte in Mauerbach mit gewaltigem Dröhnen der Kirchturm ein, größte Zerstörungen stellten sich „am Rand der Alpen über das Tullnerfeld hin ein“, wo nicht nur Gebäude einfacher Bauweise, sondern sogar das neue Schloß zu Judenau niedergeworfen wurden. In Wien wurde der Stephansturm sehr schwer beschädigt, stürzte aber im Gegensatz zum Oberteil der Michaelerkirche und zum Dachstuhl der Schottenkirche nicht ein. In Traiskirchen stürzten 30 Häuser ein. Auch noch die Fernwirkungen bis Agram, Nagy Kanizsa (wo Festungswerke umgestürzt sein sollen), Leitmeritz und Prag waren beträchtlich.

Zerstörende Wirkung haben aber auch noch die Beben der nächstniederen Intensitätsklasse, mit $I_0 \geq 8^\circ$ MSK, aufgewiesen. Sie sind in Österreich aus folgenden Gebieten bekannt geworden: Von Kindberg/Mürz (8. Mai 1267), Innsbruck (4. Jänner 1572, 22. Dezember 1689), Hall in Tirol (17. Juli 1670), Wr. Neustadt (27. Februar 1768), Leoben (6. Februar 1794) und Schwadorf (8. Oktober 1927). Das stärkste Beben im 20. Jahrhundert hat mit Epizentrum bei Seebenstein-Pitten (16. April 1972) $7\frac{3}{4}^\circ$ MSK erreicht.

Obleich demnach in Österreich auch echte Katastrophenbeben aufgetreten sind, waren nach G. GANGL (1974, S. 39) bei keinem Beben sichtbare Verstellungen an der Oberfläche zu beobachten (vgl. hierzu aber E. SUESS, 1873, S. 79).

Die Tiefenlage der Erbebenherde ist in Österreich (ähnlich wie in der Schweiz mit meist nur maximal 15 km Tiefe – N. PAVONI, 1977, S. 351) zwar oberflächennahe, aber doch häufig tiefer als im mitteleuropäischen Vorland. Die meisten Bebenherde liegen nur 6 bis 10 km tief (J. DRIMMEL, 1981, S. 164), 90% liegen noch immer ober 10 bis 12 km, nur wenige in Tiefen von 10 bis 25 km, wie jene im Gebiet des Semmering und in den Lechtaler Alpen (J. DRIMMEL, G. GANGL et al., 1971, S. 2; A. FRANKE & R. GUTDEUTSCH, 1974). Der tiefste Herd wurde beim Beben vom 15. Mai 1973 in den Hohen Tauern in 44 km Tiefe registriert (R. GUTDEUTSCH & K. ARIC, 1976, S. 10, Abb. 5). Die Herde aller ostalpinen Starkbeben aber liegen jedenfalls in der Oberen Kruste (J. DRIMMEL, 1980, S. 515). Die Geophysiker nehmen an, daß eine Diskontinuitätsfläche in 11 km Tiefe für diese Verhältnisse verantwortlich sei (F. STEINHAUSER, 1975, S. 22 f.). Da aber die geologischen Verhältnisse in der jungen alpinen Kruste, im überschobenen tiefliegenden Teil der Böhmisches Masse und in ihrem hochgelegenen freiliegenden Teil sehr verschieden sind, kann man mit einer solchen einfachen generalisierenden Erklärung nicht auskommen (s. u.).

Die Anordnung der Erdbebenzentren ist in der überwiegenden Zahl der Fälle deutlich an bestimmte Zonen und Linien gebunden, die oft auch durch obertage sichtbare bruchtektonische Strukturen gekennzeichnet sind (Abb. 57). Die intensivsten dieser Linien sind die Mur-Mürz-Linie, die Thermenlinie s. l., die Periadriatische Linie, die (Sill- und) Innlinie mit Innsbruck und Hall i. T. sowie die Enga-

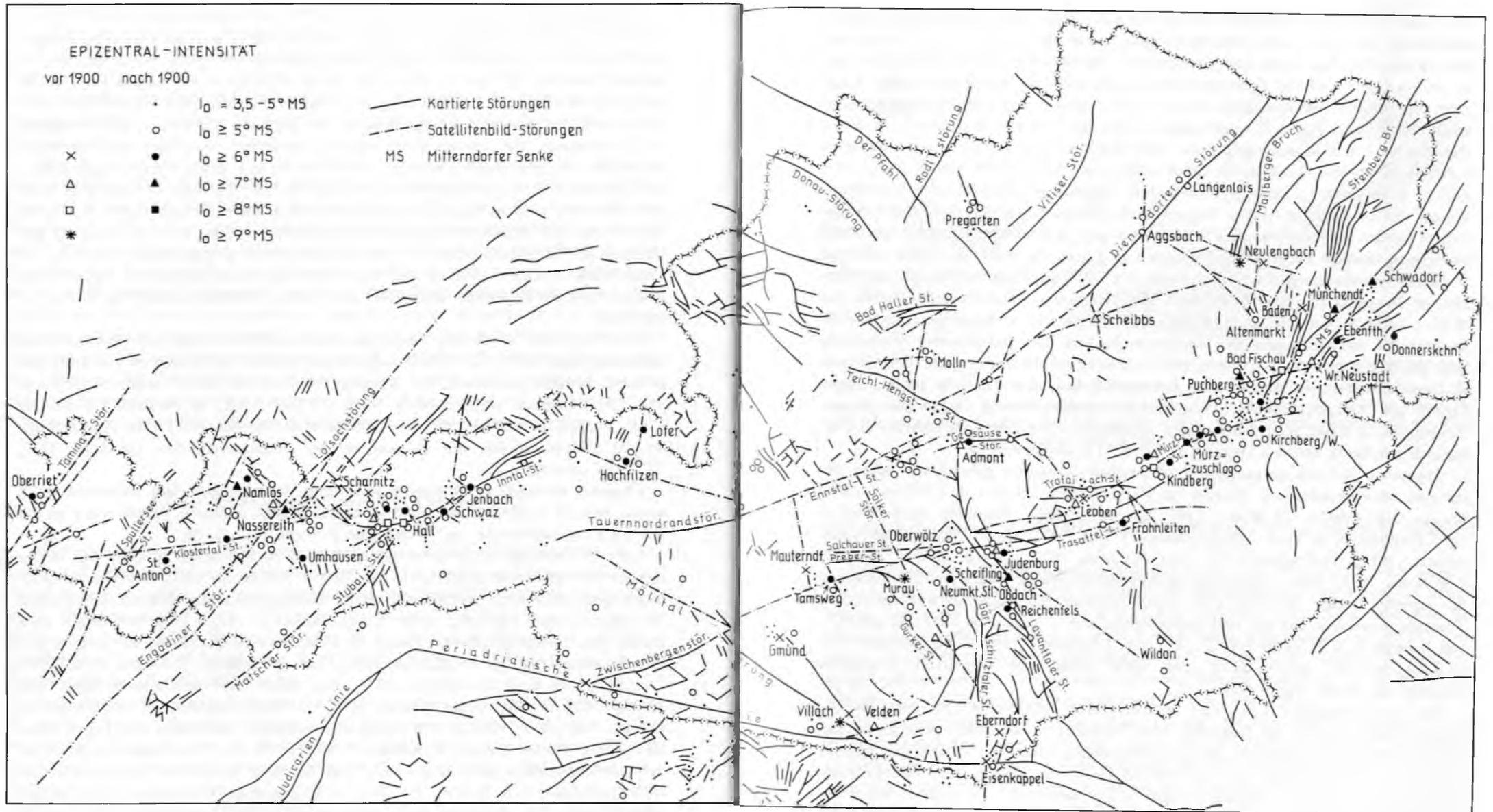


Abb. 57: Die Beziehungen der Bebenherde Österreichs zur Bruchtektonik; aus der Kombination der Arbeiten von R. GUTDEUTSCH & K. ARIC (1976, Abb. 9–10), G. GANGL (1969 a, Kt.), A. TOLLMANN (1970 a, Taf. 1; 1977 a, Taf. 1) und M. BÜCHROITHNER (1984). Die Zusammenstellung zeigt eindrucklich die enge Abhängigkeit der Bebenzentren von den bruchtektonischen Strukturen.

din-Loisach-Linie mit Nassereith. Die Deutung der genetischen Zusammengehörigkeit bestimmter Herde darf unter Berücksichtigung der Herd-Parameter nur bei Beachtung der tektonischen Strukturen und geologischen Gegebenheiten vorgenommen werden. So ist etwa eine einfache Zusammenfassung aller auch nur sehr vage in einer Richtung angeordneten Bebenzentren zu einer Linie, die aus sehr verschiedenen geologischen Abschnitten mit z. T. querliegenden Störungen besteht, irreführend. In dieser Hinsicht kann z. B. keineswegs die aus dem Kernstück der tektonisch gerechtfertigten SUESSschen Mur-Mürz-Linie durch Extrapolation nach NE und SW von K. ARIC (1981, S. 290) konstruierte „Linie“ Verona-Belluno-Tolmezzo-Villach-Metnitz-Mur-Mürz-Wiener Becken-Peripieninisches Lineament der Karpaten als genetisch zusammengehöriges System anerkannt werden. Hierin sind sehr verschiedene Elemente enthalten: Südvergent bewegte flache Überschiebungen in Friaul, ein Stück der Periadriatischen W-E-Seitenverschiebung, die Querelemente der NNW-gerichteten Störungen bei Metnitz, im Lavanttal etc., die NE-ziehende Mur-Mürz-Linie, das selbständige System des Wiener Beckens (samt der „Leithalinie“) und die gänzlich andersartige orogenetische Struktur des Pienidenbogens der Karpatenaußenseite. Die letztgenannte Verbindung geht auf B. BERÁNEK & A. ZÁTOPEK (1975) zurück, die die Pannonische Scholle ganz zu Unrecht weit in die Alpen hinein fortsetzen ließen, über das nicht berücksichtigte Pennin von Rechnitz und alle geologischen Strukturen hinweg. Gegen eine Zusammenkoppelung dieser verschiedenartigen Elemente zu der oben geschilderten „Linie“ hat sich mit Recht bereits J. DRIMMEL (1980, S. 517) ausgesprochen.

Abgesehen von den an geologisch gut deutbare Strukturen gebundenen Beben treten auch noch verschiedene Herde im verdeckten Sockel der Böhmisches Masse auf (Molln: 29. Jänner 1967 $I_0 = \text{fast } 7^\circ \text{ MSK}$, Herdtiefe rund 7 km – vgl. J. DRIMMEL & E. TRAPP, 1975; Scheibbs 17. Juli 1876, $I_0 = 7,5^\circ \text{ MSK}$ – vgl. A. KOWATSCH, 1911; Neulengbach, s. o. und 3. Jänner 1873, $I_0 = 6,5^\circ \text{ MSK}$ – vgl. auch F. E. SUESS, 1895), deren zugehörige geologische Strukturen durch die Überschiebung der alpinen Decken verdeckt sind, sodaß hierüber nur einander widersprechende Theorien entwickelt worden sind, unter denen jene – allgemein nicht akzeptierte – von J. DRIMMEL & E. TRAPP (1975, S. 41) bzw. J. DRIMMEL (1980, S. 522) auf eine Verbindung der drei Herde durch eine leicht schräg zum Alpenrand verlaufende Längsstörung abzielt (vgl. S. 177).

Der freiliegende Teil der Böhmisches Masse in Österreich an und nördlich der Donau ist als Bestandteil des Vorlandes in wesentlich geringerem Ausmaß von Erbeben heimgesucht, aber als Randbereich unter dem Einfluß der herangebrandeten alpinen Decken und der dadurch bis in die jüngere Zeit wiederbelebten Bruchtektonik an alten Störungen nicht völlig aseismisch. Die Karte Abb. 9 bei R. GUTDEUTSCH & K. ARIC (1976) zeigt in diesem Raum 26 Epizentren mit $I < 5^\circ \text{ MS}$ und 8 Zentren mit $I \geq 5^\circ \text{ MS}$, unter denen in Pregarten/Aist ENE Linz am 17. Juni 1972 immerhin eine Intensität von fast 7° MSK bei einer Herdtiefe von bloß 5 km erreicht worden ist. Aber auch entlang der noch immer aktiven Diendorfer Seitenverschiebung, die mit NE-Verlauf an die Grenze Waldviertel-Weinviertel hinzieht und an der sich die Spannungen an der Oberfläche beiderseits der breiten Mylonitzone durch langsame kontinuierliche Bewegungen ausgleichen, treten in der Tiefe zufolge anderem Gesteinszustand bei plötzlichem Spannungsabbau Bebenherde auf, die z. B.

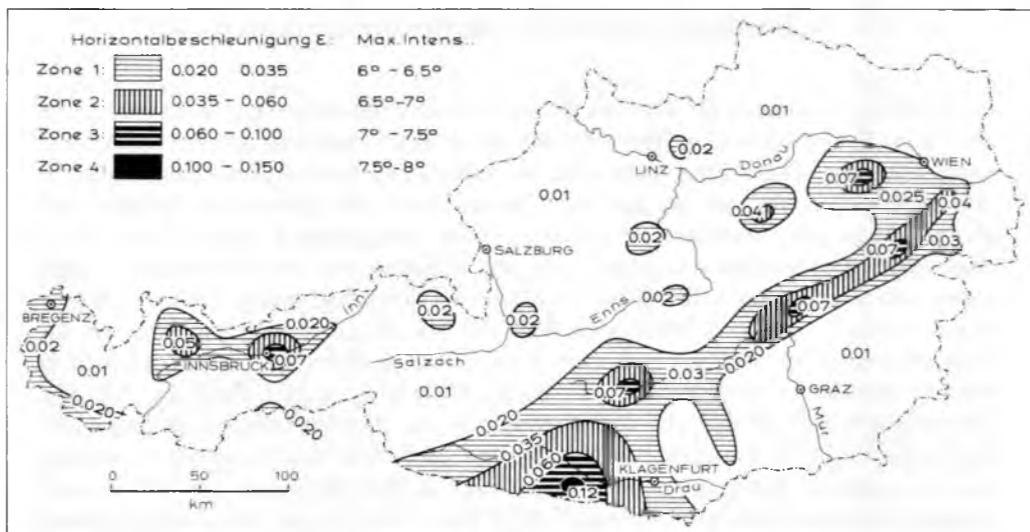


Abb. 58: Karte der österreichischen Erdbebenzonen auf Grund der Horizontalbeschleunigung des Bodens, dargestellt für das hundertjährige Beben, unter Ausklammerung der extremen Herde Villach, Murau und Neulengbach. Bei Maximalbeben sind die Erdbebenkoeffizienten in der Regel drei- bis viermal größer; nach J. DRIMMEL (1979, Beil. 1).

bei Aggsbach, Spitz und NE Senftenberg (17. Februar 1959, $I_0 = 6^\circ$ MSK) lokalisiert worden sind.

Die eigenartige Richtungsabhängigkeit der Ausbreitung der Bebenwellen, bevorzugt nach NNW, senkrecht zur Streichrichtung der Alpen, ist immer wieder beobachtet und referiert worden, ohne daß man bisher eine eindeutige Erklärung dafür hatte, wie unten ausgeführt wird. Diese Eigenheit ist, wie S. 181 f. erwähnt, durch das Stichwort „Transversalbeben“ charakterisiert worden. Lokal allerdings können mächtige Tertiärmulden (Molasse, Wiener Becken etc.) eine dämpfende Wirkung auf die Erdbebenwellen ausüben (G. GANGL, 1969, S. 2).

Zusammenfassende Darstellungen über die Seismizität in Österreich oder größerer Abschnitte unseres Landes liegen von G. GANGL (1969 a, b), J. DRIMMEL, G. GANGL et al. (1971: mit 5 Kartendarstellungen), R. GUTDEUTSCH & K. ARIC (1976) und J. DRIMMEL (1980: mit Liste der wichtigsten österreichischen Beben) vor. Eine systematische Aufnahme aller österreichischen Erdbeben stellt der Erdbebenkatalog von M. TOPERCZER & E. TRAPP (1950) mit Nachträgen von E. TRAPP (1961, 1973) dar. J. DRIMMEL hat 1979 im Hinblick auf das Bauwesen eine Karte der österreichischen Erdbebenzonen veröffentlicht (Abb. 58). Am vielsagendsten unter all diesen Darstellungen aus geologischer Sicht ist die Abb. 9 und 10 bei R. GUTDEUTSCH & K. ARIC (1976), bei der nicht Bebenareale umgrenzt sind, sondern die Einzelbebenherde (mit Deckblatt der geologischen Störungen) zur Darstellung gelangt sind, sodaß hier in vielen Fällen direkte Zusammenhänge ersichtlich werden.

4. Beispiele regionaler Bebenherdgruppen

a) **Mur-Mürz-Linie:** Die am frühesten erfaßte Bebenstruktur in Österreich ist die Mur-Mürz-Linie, an der sich eine große Zahl wiederholt aktiver Bebenherde aneinanderreihet. Diese Zone stellt eine bruchtektonisch beanspruchte Längsregion in den Zentralalpen dar, an der seit dem Miozän bis in die Gegenwart kräftige Ausgleichsbewegungen, besonders in vertikalem Sinn, stattgefunden haben. Diese isostatisch bedingten Schollenbewegungen, die zur Kippung von streifenförmigen Längszonen und zur Füllung tiefer Becken mit Serien des Karpat geführt haben („Norische Senke“, Bd. II, S. 590 ff. und Abb. 260 bis 263), liegen genau dort, wo das Hauptschweredefizit von den östlichen Hohen Tauern über den Lungau nach ENE zieht (s. Knicke in den Isolinien der Bouguer-Schwerkarte der Ostalpen, Abb. 47). Das bedeutet, daß wir hier die durch Subduktion des Nordrandstreifens bedingte größte Krustendicke zu erwarten haben und damit verbunden das Maximum an isostatischem vertikalem Bewegungsimpuls, verbunden mit Bruchstörungen und Schollenkipungen. Größere Seitenverschiebungen treten nicht auf, wie aus dem Zusammenhang der geologischen Grenzen – z. B. über das Mürztal und das Semmeringgebiet hinweg – ersichtlich ist. Die Störungszone ist im Bereich der Mürz nach Satellitenbildern noch geschlossener, spaltet aber im Bereich der Mur in zwei Hauptäste und weitere Nebentstörungen auf, sodaß ähnlich wie bei der Thermenlinie keine einheitlich durchlaufende Störung vorhanden ist, sondern sich eine Serie subparalleler an- und ablaufender Störungen einstellt. Hinzu kommen große Querstörungen, wie die NNW-SSE verlaufende Sölker Störung, die auf dem Satellitenbild durch Murau weiter gegen SSE verfolgbar ist, die ähnlich orientierte große Pöls- und Bretsteinstörung, die über Pöls und Judenburg in der gewaltigen Obdacher- und Lavanttaler Störung mit vertikalem und horizontalem Versatz fortsetzt, und weitere Schrägstörungen (vgl. Abb. 42). An den Knotenpunkten wirken demnach tektonische Impulse von zwei verschiedenen Systemen zusammen.

Zu diesem System der Mur- und Mürzlinie (Norische Senke) gehören daher eine Reihe von Bebenherden, die auf Grund der geschilderten tektonischen Gegebenheiten nicht genau entlang einer Geraden liegen, sondern ein Band im Bereich dieses verzweigten alpinen Längsbruchsystems einnehmen. Es zählen hierzu folgende Starkbebenherde: Mauterndorf (Dezember 1691, $I_0 = 6,5^\circ$ MSK), Tamsweg (28. November 1923, $I_0 = 6^\circ$), Murau (4. Mai 1201, $I_0 = 9^\circ$; 12. Dezember 1973, $I_0 = 6^\circ$), Oberwölz (24. März 1910, $I_0 = 6,5^\circ$), Neumarkt (28. Dezember 1877, $I_0 = 6^\circ$), Scheifling (2. Februar 1905, $I_0 = 6^\circ$), Obdach (3. Oktober 1936, $I_0 = 7,5^\circ$; 24. Oktober 1950, $I_0 = 6^\circ$), Judenburg (1. Mai 1916, $I_0 = 7^\circ$), St. Stefan ob Leoben (29. April 1899, $I_0 = 6^\circ$), Leoben (6. Februar 1794, $I_0 = 8^\circ$; 26. Juni 1830, $I_0 = 6,5^\circ$), Kindberg (8. Mai 1267, $I_0 = 8^\circ$; 30. August 1847, $I_0 = 6^\circ$; 1. Mai 1885, $I_0 = 8^\circ$; 13. Mai 1907, $I_0 = 6,5^\circ$), Wärtberg (26. August 1885, $I_0 = 6^\circ$; 25. Juli 1927, $I_0 = 7^\circ$), Mitterdorf (1. Dezember 1876, $I_0 = 6^\circ$; 12. Juni 1973, I_0 über 6°), Krieglach (4. Oktober 1811, $I_0 = 6,5^\circ$), Mürzzuschlag (14. März 1837, $I_0 = 7^\circ$; 6. Juli 1926, $I_0 = 6,5^\circ$; 13. Jänner 1958, $I_0 = 6^\circ$), Semmering-Süd (8. Juni 1830, $I_0 = 6,5^\circ$; 27. Oktober 1964, $I_0 = \text{fast } 7^\circ$), Schottwien (18. Jänner 1870, $I_0 = 6^\circ$), Sieding (11. Mai 1910, $I_0 = 6,5^\circ$), Pottschach (22. September 1885, $I_0 = 6,5^\circ$), Ternitz (28. September 1926, I_0

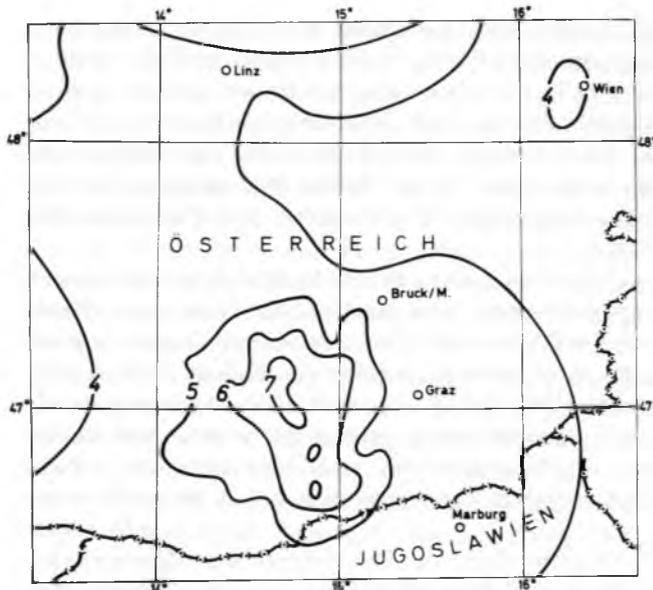


Abb. 59: Isoseistenkarte des Obdacher Bebens vom 3. 10. 1936; nach J. DRIMMEL et al. (1971, Abb. 10). Die Abbildung zeigt die ungefähre Ausrichtung der inneren Isoseisten nach den bedingenden tektonischen Strukturen.

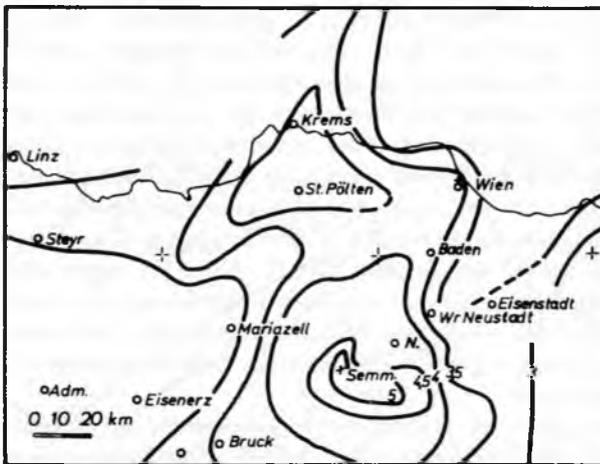


Abb. 60: Isoseistenkarte des Semmering-Bebens vom 30. 6. 1964; nach G. GANGL (1969 b, Abb. 3).

fast 7°), Pitten (16. April 1972, $I_0 = 7\frac{3}{4}^\circ$), Wiener Neustadt (27. Februar 1768, $I_0 = 8^\circ$; 13. Juli 1841, $I_0 = 7^\circ$; 5. Jänner 1972, $I_0 = 6^\circ$).

Diese Mur-Mürz-Linie stellt mit über 50 Prozent aller österreichischen Starkbeben naturgemäß die bedeutendste Bebenzone Österreichs dar. Ihre Herde liegen meist zwischen 8 und 12 km tief und sinken im Semmering auf 18 km (J. DRIMMEL, 1980, S. 516) ab. G. GANGL (1969 b, Abb. 3 bis 5), J. DRIMMEL, G. GANGL et al. (1971, Abb. 7, 10) und J. DRIMMEL (1980, Abb. 138) bringen eine Reihe von Isoseisten-Karten verschiedener Beben dieser Region, die sämtlich Isoseistenbilder mit bevorzugter Ausbreitung der Energie gegen NNW hin aufweisen. Die Auffassung von J. DRIMMEL (1980, S. 511), daß man aus der Richtung der herdnächsten Isoseiste bei Starkbeben –

trotz des generellen Transversalcharakters der Ausstrahlung in der weiteren Umgebung – stets die Richtung der erzeugenden Bruchflächen ablesen könne, trifft in manchen Fällen einigermaßen zu, wie etwa beim Obdacher Beben an der wohl eindeutig zuzuordnenden NNW gerichteten Obdacher Störung (Abb. 59), schwächer bereits beim Semmering-Beben mit west-östlicher Anordnung der inneren Isoseisten, aber ENE ziehender Störung (Abb. 60) und dem bereits dem Wiener Becken-Störungssystem des NE verlaufenden Mitterndorfer Troges angehörigen Wr. Neustädter und Ebenfurthter Beben, bei anderen Fällen aber nicht.

Die Ankoppelung verschiedener anderer tektonischer Elemente in Fortsetzung der Norischen Senke, also der Mur-Mürz-Linie, gegen Nordosten (Peripienidisches Lineament) und Südwesten (Bebenzentren bis Verona) zu einer zusammengehörigen Bebenlinie mit zwei Knicken im Sinne von K. ARIC (1981, S. 303) hat, wie erwähnt, bereits J. DRIMMEL (1980, S. 517) abgelehnt. Hier sind ja, wie im folgenden gezeigt werden wird, sehr verschiedenartige geologische Strukturelemente beteiligt. Die Vorstellung übrigens, die Mur-Mürz-Linie nach Südwesten über Villach, Tarvis gegen Südwesten bis nach Friaul zu verlängern, geht auf R. HOERNES zurück (F. TOULA, 1896, Sep. S. 26).

b) Wiener Becken mit Thermenlinien. Der Abbruch des Alpenostrandes entlang des Wiener Beckens ist durch eine subparallele Schar von aufgefiederten Brüchen entlang der „Westlichen Thermenlinie“ gekennzeichnet (Bd. II, Abb. 113). Das Gegenstück dieses durch eine Reihe von warmen Quellen gekennzeichneten Bruchsystems liegt am Beckenstrand in der sogenannten „Östlichen Thermenlinie“ (Bd. II, Abb. 238) entlang des Westrandes von Leithagebirge und Hainburger Bergen vor. An diesen Abbruchzonen sowie beckenwärtigen, noch tiefer greifenden parallelen Bruchsystemen ist das Wiener Becken als gewaltiger Zerrgrabenbruch bis fast 6 km tief eingesunken. Aus der Struktur der Dehnungsstaffelbrüche, des Rift-in-Rift-Systems im Untergrund, aus der Kenntnis des ungebrochenen Durchstreichens der alpinen Einheiten im Sockel des Beckens (Bd. II, Abb. 113) ergibt sich zwingend, daß das Wiener Becken durch eine Zerrungstektonik der Ränder (A. TOLLMANN, 1978 b, S. 323 ff.) und nicht von einer Seitenverschiebungstendenz (wie etwa von J. DRIMMEL, 1980, S. 525, zu erkennen glaubt: „linksdrehende Seitenverschiebung“, oder K. ARIC, 1981, S. 301) beherrscht ist.

Die Herdflächenlösungen der Beben im Gebiet des Alpenostrandes am Wiener Becken zeigen vorwiegend maximale Druckspannungen um die Nord-Süd-Richtung (vgl. G. GANGL, 1974, S. 43; A. RITSEMA, 1974; K. ARIC, 1981, S. 301). Bei der Streichrichtung der alpinen Einheiten im Beckenuntergrund gegen NE bis NNE ist diese Spannung nicht einfach als Restspannung der alpinen Schubrichtung der Decken, die hier am Alpen-Karpatenknick gegen NW gerichtet war, zu erklären. Es ist hingegen der Herdmechanismus durch die senkrecht zur N-S-Richtung wirkende Zugspannung in E-W-Richtung bis WNW-ESE-Richtung zu verstehen (Wr. Neustadt 5. Jänner 1972; Ebenfurth 2. Dezember 1963 usw.), was wiederum auf das ja durch die geologischen Strukturen belegte Aufreißen des Wiener Beckens in dieser Richtung hinweist (A. TOLLMANN, 1978 b, S. 324). K. ARIC (1981, S. 302) begründet seine dem widersprechende Meinung, daß die Bebenaktivität im Wiener Becken nichts unmittelbar mit der Beckenbildung zu tun hat, in erster Linie dadurch, daß 90 Prozent der Beben in

der Beckenmitte und nicht am Rand wie beim Rheintalgraben stattfinden. Dabei wurde aber übersehen, daß sich bei der Grabenbildung im Wiener Becken auch die bruchtektonische, strukturbildende Aktivität vom Rand weg in jüngerer Zeit gegen das Innere, die Grabenmitte verlagert hat, wo sich erst im Pont das Matzener Bruchsystem entwickelte (N. KREUTZER, 1971, S. 47) und wo noch im jüngeren Pleistozän die SW-NE gerichtete Mitterndorfer Senke 150 m tief an Bruchrändern abgesackt ist und weiter absinkt (Bd. II, S. 529 f.) und die Fortsetzung dieser jungen Senkungszone jenseits der Donau bei Lasee weiterverfolgt werden kann. Mit der Mitterndorfer Senke aber stehen die Starkbeben von Wr. Neustadt, Schwadorf etc. mit einer SW-NE-orientierten inneren Isoleisten-Ausrichtung, ihren Herdlösungen und der Lokalisation der Herde in Übereinstimmung.

Besonderes Interesse hat das stärkste Beben Österreichs in unserem Jahrhundert, jenes von Seebenstein-Pitten, am 16. April 1972 mit einer Intensität von 7,75° MSK, beansprucht – vielleicht auch deshalb, weil es noch in Wien zu beträchtlichen Schäden geführt hat (Abb. 61). Gegen Südosten hin war es bloß 200 km, gegen Nordwesten – wie bei den alpinen transversalen Beben üblich – wesentlich weiter, nämlich 500 km weit, bis über Leipzig hinaus, verspürbar. Die Art der geologischen verursa-

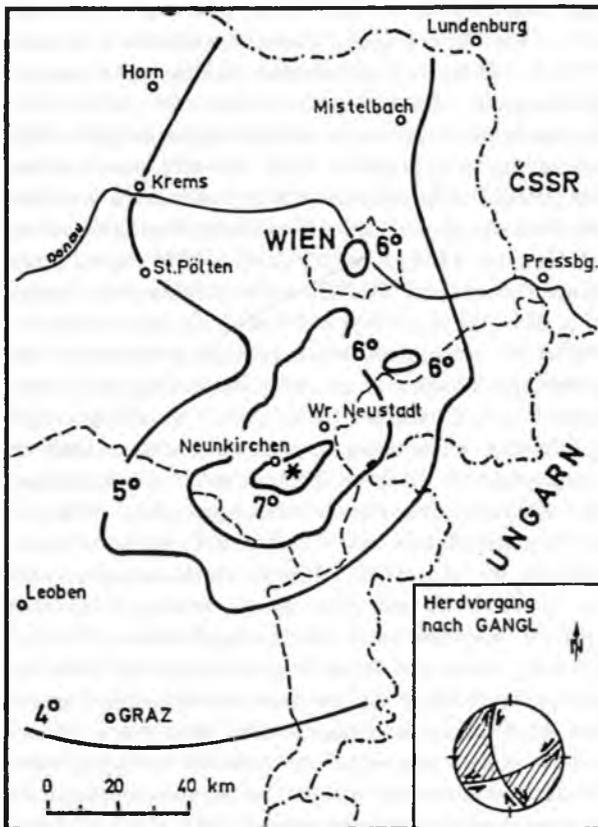


Abb. 61: Die Isoleistenkarte des Seebensteiner Starkbebens vom 16. 4. 1972 (J. DRIMMEL & G. DUMA, 1974, Abb. 1) zeigt ein Wiederaufleben der Bebenwirkung in Wien mit einer Intensität von 6°. Hierdurch ist unter anderem z. B. die Steinbustrade der Universität in einer Länge von 15 m abgeworfen worden.

chenden Struktur ist unsicher, nahe liegt ein SW-NE streichender Randbruch des Wiener Beckens, in welche Richtung die 7°-Isoseiste ausgerichtet ist (J. DRIMMEL & G. DUMA, 1974, Abb. 1), während G. GANGL (1974, S. 39, 44) von einer 57° NNE „fallenden“, errechenbaren, 5 bis 7 km langen, also umgekehrt verlaufenden Bruchfläche schreibt – vgl. hierzu R. GUTDEUTSCH & K. ARIC (1976, S. 14) zur Zweideutigkeit von Herdlösungen. In Wien-Mitte und Wien-NW sind bei diesem Beben jenseits eines weniger betroffenen Gebietes wiederum übermäßig hohe Wirkungen erzielt worden, was z. T. durch die vielfach in „Resonanzdicke“ vorhandene Quartärschotter-Mächtigkeit mit ihrer aufschaukelnden Wirkung verursacht sein mag.

c) Beben im Bereich der Nördlichen Kalkalpen sowie von Helvetikum und Flyschzone, verursacht durch Herde in der unterlagernden überschobenen Böhmisches Masse. Die Bebenzentren in dieser Region sind zweifelsohne durch die Wiederbelebung der alten, variszischen Bruchstrukturen des südlichen Ausläufers des Böhmisches Kristallins im Untergrund der tektonisch aufgeladenen alpinen Decken bedingt (S. 133). Diese Störungen sind z. T. bis an die Oberfläche durchgepaust und dann durch Kartierung und Satellitenbild klar erfaßbar, oder aber sie bleiben in der Tiefe verdeckt. Hinzu kommen dann noch die alpin neu entstandenen Störungen, vorwiegend die symmetrisch angelegten Diagonalscherflächen nach der Loisach- (NE-SW) und Ammer-Richtung (NW-SE) orientiert (S. 132).

Als einige markante Beispiele – von Westen gegen Osten fortschreitend – seien zitiert: Feldkirch: 28. Jänner 1778, $I_0 = 6^\circ$ MSK, Herd: seichte alpidische Störung im Helvetikum an der Rheintal-Querstruktur; Pettneu/Arlberg: 24. April 1911, $I_0 = 6^\circ$, mäßig tiefer Herd wohl an alpidische Struktur am steilstehenden tiefgreifenden Kalkalpensüdrand gebunden; Landeck: 30. September 1958, $I_0 = 6,5^\circ$, rund 10 km tief liegender Herd im Bereich der großen, tiefgreifenden SW-NE-ziehenden Loisachstörung als parallele Störungen und Fortsetzung der Engadiner Linie; Nassereith an der gleichen Loisachstörung: 28. November 1886, $I_0 = 7,5^\circ$; 13. Juli 1910, $I_0 = 7^\circ$, mit fast 12 km tiefer Lage des Hypozentrums und mit sichtbarer SW-NE-Tendenz einiger Isoseisten – J. DRIMMEL et al. (1971, Abb. 6); Garmisch-Partenkirchen: An der gleichen Störung hat am 4. Juni 1975 ein schwaches Beben mit der Intensität 4° MS stattgefunden, dessen Auswertung durch O. FÖRTSCH et al. (1976, Abb. 5) eine eigenartige W-E-Orientierung ergeben hat; Vils: 23. Jänner 1982, $I_0 = 6^\circ$, an der aus dem Kristallinsockel kommenden tiefgreifenden Vilstörung gelegen, mit einem auch in diesem Sockel gelegenen Herd; Namlos: 8. Oktober 1930, $I_0 = 7,5^\circ$; 8. November 1933, $I_0 = 6,5^\circ$, an einer auch in den Kalkalpen nur schwach durchgepausten, NNE-gerichteten Struktur des kristallinen Untergrundes in fast 12 km Tiefe gelegen; innere Isoseisten N-S-orientiert – J. DRIMMEL et al., 1971, Abb. 9; Datensammlung bei E. KRAUS (1932 d); Mieminger Plateau: 7. Juni 1951, $I_0 = 6^\circ$, mäßig tiefer Herd in dem durch die Hochmundstörung und parallelen Linien gegliederten Plateau; Scharnitz: 14. November 1880, $I_0 = 6^\circ$, bereits im Kristallinsockel liegender Herd im Zuge der großen SW-NE-streichenden Isarstörung, die im Satellitenbild vom Tegernsee bis über Telfs hinaus verfolgbar ist. Entlang der tiefgreifenden alpidischen Kalkalpen-Südrandstörung am Inn unterhalb von Innsbruck, der Inntalstörung, liegen die Bebenzentren von Innsbruck (1. November 1571, $I_0 = 7^\circ$; 4. Jänner 1572, $I_0 = 8^\circ$; 22. Dezember 1689, $I_0 = 8^\circ$; bis in neueste Zeit wiederholt aktiv), Hall i. T. (12. Juli

1595, $I_0 = 6^\circ$; 17. Juli 1670, $I_0 = 8^\circ$; 31. August 1914, $I_0 = 6,5^\circ$, Schwaz (17. Juli 1820, $I_0 = 7^\circ$); Jenbach (28. April 1859, $I_0 = 6^\circ$; 4. September 1934, $I_0 = 6,5^\circ$); Kundl (21. Jänner 1865, $I_0 = 6^\circ$), Kufstein (17. Februar 1879, $I_0 = 5^\circ$); Loferer und Leoganger Steinberge: 4. Oktober 1961, $I_0 = 6^\circ$; 10. Oktober 1974, $I_0 = 5\frac{1}{4}^\circ$; Herdtiefe 10 bis 11 km (J. DRIMMEL, 1976, S. 50 f; 1980, S. 522), durch die SW-NE-durchschlagende, bedeutende, in den Sockel greifende Saalach-Störung bedingt. Admont: ab 18. Juli 1810, $I_0 = 7^\circ$ wiederholt aktiv, an einem Ausläufer der hier Süd-Nord-streichenden Pölslinie und unweit der quer dazu verlaufenden Gesäuse-Störung gelegen; Molln: 29. Jänner 1967, $I_0 = 6\frac{3}{4}^\circ$, Herdtiefe 7 km, also bereits im Kristallin des Sockels, innerste Isoleiste SE-NW-gestreckt, Hauptabstrahlung der Energie wiederum nordbetont (J. DRIMMEL & E. TRAPP, 1975, Abb. 2 und 3), keiner deutlichen Störung zuordenbar, im Satellitenbild NNW-streichende Linien in der Umgebung; Scheibbs: 17. Juli 1976, $I_0 = 7,5^\circ$, Herd im Kristallinsockel (A. KOWATSCH, 1911), keine oberflächlich im Flysch durchgepauste Störung sichtbar; A. KOWATSCH nimmt eine NNE-SSW verlaufende Transversallinie in der Böhmisches Masse des Sockels (Scheibbs-Linie) als zuordenbare Struktur an. Neulengbach: 15. September 1590, $I_0 = 9^\circ$; 3. Jänner 1873, $I_0 = 6,5^\circ$; 28. Jänner 1895 schwächer; die Auswirkungen dieses Bebens mit seinem Epizentrum E St. Christophen in der Flyschzone sind bereits zuvor S. 167 geschildert worden. Der zugehörige Herd liegt in rund 10 km Tiefe im Böhmisches Kristallin des Sockels. J. DRIMMEL (et al., 1975, S. 41) bzw. 1980, S. 522, hat hier eine hypothetische, 130 km lange, gerade verlaufende gemeinsame Bruchfläche für Neulengbach, Scheibbs und Molln postuliert, die im Kristallin der unterlagernden Böhmisches Masse mit ENE-WSW-Streichen dahinziehen soll, allerdings trotz der noch in der Gegenwart vorhandenen Aktivität ohne sichtbare geologische Auswirkung. Er hat aus dieser „Linie“ mit der Formel von N. SCHEBALIN (1971) die seiner Meinung nach mögliche seismische Maximalintensität für die Zukunft (besonders zum Zweck der baulichen Absicherung des AKW Zwentendorf) berechnet. Logischer ist es allerdings, die in diesem Raum zahlreichen großen SSW-NNE streichenden Störungen der Tiefe als Ursache anzusehen (vgl. A. TOLLMANN, 1983 c, S. 150), die z. B. im großen Mailberger Abbruch und in weiteren Ästen im Untergrund der Molassezone über Absdorf und Dürnrohr nach SSW laufen und noch im Tertiär kräftig bewegt worden sind. Nun verzeichnet auch J. DRIMMEL (1981, Kt. 1) auf seiner seismotektonischen Karte drei große derart orientierte, dem Wiener-Becken-Westrand parallele Brüche der Tiefe, von denen der westlichste über Neulengbach verläuft. In ihrer gutachtenden Stellungnahme (unveröff.) zum maßgebenden Bruchsystem für den Herd von Neulengbach haben ja bereits R. GUTDEUTSCH (4. Oktober 1978) und B. BOLT (1. Oktober 1980) – unabhängig von dieser jetzigen Darstellung J. DRIMMELS – an Störungen parallel zum Wiener-Becken-Randbruch gedacht – S. 160 und tekt. Kt.-Beil.

d) Weitere Bebenlinien und -regionen der Zentralalpen Österreichs abseits von der Mur-Mürz-Linie: Von Westen nach Osten fortschreitend sollen folgende Elemente hervorgehoben werden: Die Silltalstörung ist mitverantwortlich für die Beben im Innsbrucker Raum, macht sich aber auch im Brennergebiet abgeschwächt bemerkbar. Eine bedeutende Zone aus einem ganzen Bündel tiefgreifender Schrägstörungssysteme alpidischen Datums aber liegt in den Zentralalpen im Ostteil der Gurktaler Alpen und beiderseits der Saualpe, sämtliche (N)NW-(S)SE-verlaufend. Das

westlichste Paar ist jenes der Störung Metnitz–Gurk (Metnitz: 2. Juni 1969, $I_0 = 6^\circ$, Herd überdurchschnittlich tief gelegen, G. GANGL, 1971) und parallel dazu im Osten anschließend die auf dem Satellitenbild verfolgbare südöstliche Fortsetzung der Sölker Störung, die über Murau (Schnittpunkt mit Norischer Senke: 4. Mai 1201, $I_0 = 9^\circ$, Herdtiefe um 10 km), E Straßburg/Gurk (21. November 1767, $I_0 = 7^\circ$, ähnliche Herdtiefe), nach Völkermarkt verfolgt werden kann. Einen exorbitanten vertikalen Versatz von 5 bis 6 km weist das gleich orientierte System der Noreialinie (= Görttschitztalstörung) am Westrand der Saualpe auf, das von Neumarkt im Norden (28. Dezember 1877, $I_0 = 6^\circ$, analoge Herdtiefe wie zuvor) bis Bleiburg faßbar ist. Fast gleiche Dimension erlangt die Absenkung an dem nächstöstlicheren parallelen Bruchsystem, dem Lavant-Störungsbündel östlich der Saualpe mit 4 bis 5 km Vertikalversatz und einer offensichtlichen Seitenversatzkomponente nach seiner Fiederspaltenanordnung im Norden. R. GUTDEUTSCH & K. ARIC (1976, S. 15) haben sehr zu Recht auf ein noch heute anhaltendes Wachstum am Ende dieser Fiedern im Raum Twimberg, Reichenfels und Obdach (3. Oktober 1936, $I_0 = 7,5^\circ$, Herdtiefe analog wie bei den vorigen Beispielen) geschlossen, da die rezenten Bebenherde sich „vorwiegend an den oberflächlich sichtbaren Enden von Einzelstörungen, wie etwa Trauben an einem Stengel“, anhäufen.

e) Schließlich ist noch im Bereich der Periadriatischen Naht, dieser bis in die Gegenwart aktiven, etwa 130 km weiten Rechtsseitenverschiebung, die eine der tiefsten, steilstehenden Störungen der Alpen darstellt (Bd. I, S. 582 ff.; Bd. II, S. 240, 298), eine Reihe von Bebenzentren angeordnet: Eine Gruppe schwächerer Herde zieht von Sillian in Osttirol (27. Mai 1862, $I_0 = 6,5^\circ$) über Ober-Tilliach bis Kötschach-Mauthen im Gailtal. Weiter im Osten stellen sich dann ab Villach eine Reihe von Starkbebenzentren ein: Villach (25. Jänner 1348, $I_0 = 10^\circ$ mit den oben geschilderten Verheerungen sowie zahlreiche spätere Beben), Rosegg (7. März 1857, $I_0 = 6^\circ$; 25. Dezember 1857, $I_0 = 7^\circ$) und Ferlach (11. August 1830, $I_0 = 6^\circ$) mit einer etwas nördlicheren Lage im stark bruchtektonisch durchfurchten Begleitstreifen der Hauptstörung, Zell Pfarre (25. Jänner 1862, $I_0 = 6^\circ$) und Eisenkappel (11. Jänner 1879, $I_0 = 6^\circ$). Sämtliche Herde dieser Periadriatischen Linie liegen in Tiefen um 8 bis 12 km, also dem Hauptniveau der tiefer sitzenden Ostalpenbeben. Der Villacher Herd in rund 10 km Tiefe zeigt deshalb so gefährliche Aktivität, weil er ähnlich wie jener von Innsbruck an einem Schnittpunkt einer ganzen Reihe bedeutender Störungen liegt, die das Periadriatische Lineament in diesem Raum kreuzen: Von WNW streicht die tiefgreifende, schnurgerade Mölltalstörung heran, aus den Südalpen kommt von WSW die im Satellitenbild auffallende Pontebba-Linie und eine weitere Linie von Tarvis hinzu. Diese WSW-ENE orientierte Störungs- und Bebenzone, die bei Villach österreichischen Boden betritt, ist ja schon im Anschluß an die Ausführungen von A. BITTNER (1874) als Bittnersche Linie (F. TOULA, 1896, S. 27) bezeichnet worden.

Die alte Frage des Zusammenhanges der Bergschläge im Bergbau Bleiberg bei Villach und der Seismizität von Friaul ist jüngst durch K. ARIC et al. (1980, S. 265) an Hand mikroseismischer Messungen in den Nahbebenstationen Villach und Klagenfurt beantwortet worden: Einerseits ist eine klare Korrelierung der Bergschläge in Bleiberg und der natürlichen Beben-tätigkeit in Friaul bei Betrachtungen der Monatssummen der Messungen aus 1978 abzulesen; andererseits ist eine Auslösung der

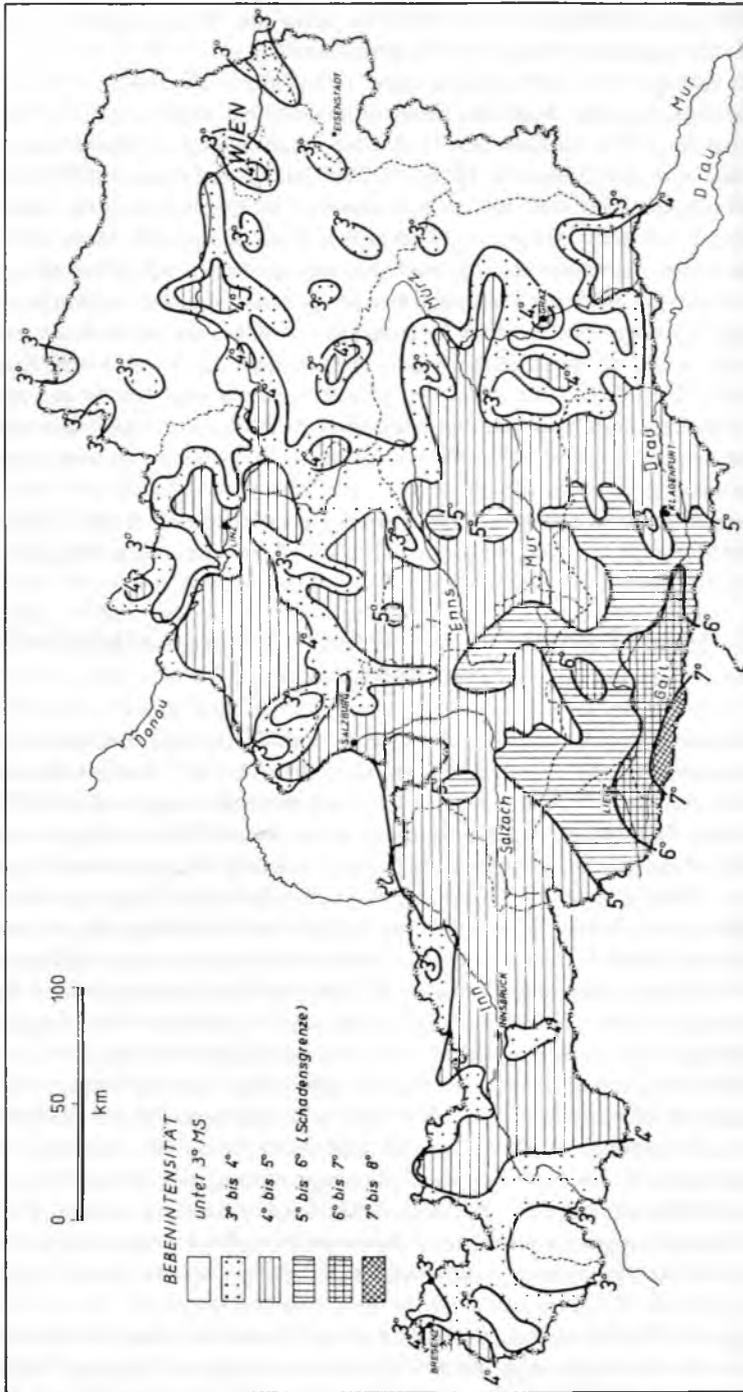


Abb. 62: Die Auswirkungen des Friauler Bebens vom 15. 9. 1976 in Österreich; nach H. REUTER (1976).

lokalen Mikrobebenaktivität im Raum Bleiberg durch die Sprengungen im Bergbau an den täglichen Maxima um 12^h und 20^h nachweisbar.

f) Welch kräftige Auswirkungen die schweren Erdbeben von Friaul auch auf die angrenzenden Regionen Österreichs ausüben, haben an Hand des Bebens vom 15. September 1976 in Gemona H. REUTER (Rundschreiben Zentralanst. Meteor. Geodyn. Wien vom 22. Dezember 1976), H. LITSCHER & B. STROBL (1977) u. a. festgehalten: In der Region des Gailtales in Kärnten und in Osttirol wurden noch Intensitäten von 7¼ bis 6° MS erreicht, in Wien noch 4° MS festgestellt (Abb. 62). Das Erstaunliche dabei ist die Tatsache, daß auch bei diesem Beben die Schwingungsenergie wie bei den nordalpinen Erschütterungen bevorzugt nach Norden abgestrahlt wurde.

Nicht gegen Norden hin, sondern in westöstlicher Richtung angeordnet war hingegen die Abstrahlung der Energie des verheerenden Laibacher Bebens vom 14. April 1895, dem F. E. SUESS (1897) eine 480 Seiten starke Studie gewidmet hat. Trotzdem haben Kärnten und die Südsteiermark auch durch diesen Herd damals bis zur Linie Velden–Glandorf–St. Paul–Wies–Leutschach–Gleichenberg schwache Gebäudeschäden erlitten (l. c., S. 455 ff.).

g) Die wesentlich schwächeren Bebenzentren im außeralpinen Anteil Österreichs in der Böhmisches Masse haben bereits auf S. 170 f. Erwähnung gefunden.

5. Die Abhängigkeit der Seismizität von den tektonischen Gegebenheiten

Wir haben an Hand der gegebenen Beispiele von Starkbeben Österreichs gesehen, daß, besser als etwa in der Schweiz (N. PAVONI, 1977, S. 357), in der überwiegenden Zahl der Fälle eine direkte Beziehung zur Tektonik nachzuweisen ist (Abb. 57). Bei einer Analyse der Bedingtheit der Beben unseres Landes und ihrer Eigenart zeigt sich deutlich, daß neben den seismologischen Daten die subtile Kenntnis und Auswertung der ostalpinen Tektonik mit die Grundlage für eine zutreffende Deutung bildet. Umso überraschender ist es daher, daß die Notwendigkeit der Mitarbeit von Geologen bei der Klärung von Erdbebenfragen – im Zusammenhang mit der tagespolitischen Situation – von 34 prominenten Professoren und Dozenten erdwissenschaftlicher Institutionen Österreichs in einer öffentlichen Erklärung am 31. Oktober 1978 (abgedruckt in den Tageszeitungen am 2. November 1978) in Abrede gestellt worden ist: „Die unterfertigten Professoren und Dozenten müssen feststellen, daß die Frage einer Erdbebengefährdung von Zwentendorf vor allem in die Fachkompetenz der Geophysik, insbesondere der Seismologie (Erdbebenkunde) und nicht in die der Geologie fällt. Sie enthalten sich daher in dieser Frage einer Stellungnahme in der Öffentlichkeit“ – vgl. A. TOLLMANN (1983 c, S. 174). Es erscheint daher umso mehr erforderlich, daß in diesem Kapitel auf die engen, untrennbaren Zusammenhänge von Tektonik und Seismizität – gerade im alpinen Raum – an Hand einer Fülle von Beispielen hingewiesen wird.

a) Orogene Tektonik und Beben: Der Überblick über das seismologische Geschehen in den Ostalpen zeigt auch, daß dieses Gebirge das orogene Stadium mit Überschiebungen an flachen Bahnen bereits hinter sich hat und in das kratogene Sta-

dium mit Bewegungen vorwiegend an vertikalen Störungsflächen eingetreten ist. Das ist nicht selbstverständlich, da ja die östliche Fortsetzung der Alpen, nämlich der Karpatenbogen mit seiner allerdings etwas jüngeren orogenen Entwicklung, noch immer kräftig nach außen drängt, gegen das Vorland aufschiebt, wie etwa die Auswertung des Vrancea-Erdbebens in Rumänien (4. März 1977, Magnitude 7,2) gezeigt hat: Dort konnten Bebenherde bis in 150 km Tiefe an einer etwa 45° vom Karpatenaußenrand gegen innen absteigenden Fläche lokalisiert werden. Der Karpatenbogen, der unter noch immer anhaltendem Nach-außen-Drängen zur Ausdünnung der Kruste im Pannonischen Becken beiträgt, produziert demnach noch Beben mit derart tiefsitzenden Herden und solcher Stärke, daß beim Vrancea-Beben über 2000 Tote zu beklagen waren und noch in Bukarest zahllose Häuser einstürzten (D. MORARIU, 1978). Auch das verheerende Friauler Beben vom 6. Mai 1976 in den Südalpen ist an einer flachen, südvergent bewegten Struktur ausgelöst worden (Herdtiefe 8 km, Herdfläche 30 x 20 km – K. ARIC et al., 1980, S. 265). In den Ostalpen könnte lediglich der 44 km tief sitzende, nur mehr schwach aktive Herd unter den Hohen Tauern eine Reminiszenz an diese lateralen, krustenverdickenden Überschiebungsvorgänge darstellen.

b) Die in Österreich auftretenden bruchtektonisch bedingten Beben haben an jenen Störungen, die tief in die Kruste reichen oder diese durchschlagen, ihren Sitz meist im Bereich von rund 10 km im Kristallinsockel unter dem Deckgebirge.

Derartige Linien, von der Periadriatischen Linie angefangen über die großen Längs- und Schrägstörungen in den Alpen und auch – anders orientiert – im Böhmisches Vorland, sind sehr häufig im Satellitenbild als gerade, lang anhaltende Lineationen zu erkennen. Nur wenige bedeutende Bruchlinien des Südrandes der Böhmisches Masse, die unter den alpinen Decken von Flysch- und Kalkalpen begraben liegen, haben sich nicht bis zur Oberfläche durchgepaust, sodaß über die bedingenden Strukturen bestimmter derartiger Bebenzentren Unsicherheit herrscht.

Gerade aber in den Kalkalpen treten neben diesen großen, die Hauptzonen der Alpen übergreifenden tiefen Brüche auch dem Sedimentstapel selbst angehörende Bruchsysteme auf, die nicht aus der Tiefe diktiert wurden, sondern an „Diaklasen“, an Diagonalscherflächensystemen der alpinen Restspannungen, entstanden und stockwerkgebunden sind (A. TOLLMANN, 1970 a, S. 46 ff.). Durch Spannungsausgleich an solchen Störungen sind die seicht liegenden Bebenzentren im Helvetikum oder in den Kalkalpen zu erklären. Wir dürfen dabei übrigens nicht vergessen, daß auf Grund der Bohrung Vorderriß 1 in den Bayerischen Kalkalpen und zusätzlicher seismischer Untersuchungen ein bis über 8 km mächtiger Sedimentgesteinstapel durch den Deckenbau zustande gekommen ist und daher das Sockelkristallin unter den Kalkalpen vielerorts wesentlich tiefer zu liegen kommt, als bis vor kurzem angenommen.

c) Zur bevorzugten transversalen Energieausbreitung gegen Norden: Während heute in der Zuordnung der Beben zu den verursachenden Strukturen gute Fortschritte erzielt werden, ist es bisher noch nicht befriedigend gelungen, die Ursache für den Transversal-Charakter der Ostalpenbeben zu finden, also die bevorzugte Abstrahlung der Energie quer zum alpinen Streichen in NNW-Richtung zu klären. Viele Hypothesen sind hierüber aufgestellt worden: 1. Zunächst hat man in Anlehnung an E. SUSS (1873) in den großen und tiefgreifenden Querbruchstrukturen der Böhmisches Masse, die ja tatsächlich reichlich vorhanden sind, Leitlinien für diese

Ausbreitungsanomalie der Wellen gesehen (F. HERITSCH, 1920, S. 124 etc.). 2. Später hat F. KAUTSKY (1924) auch an Hand von Schwerekarten nachzuweisen versucht, daß die Herde großer Beben durchwegs in enger Beziehung zur Verteilung der Dichteanomalien stehen und an steile transversale Schweregefälle geknüpft seien. 3. Seit ST. MÜLLER (1970, S. 802) betont hat, daß seismische Kompressionswellen (P-Wellen) in der offenbar geringere Dichte aufweisenden Zone erniedrigter Wellengeschwindigkeit der Kruste (Low velocity layer GUTENBERGS, 1950) nicht nur eine Geschwindigkeitserniedrigung, sondern auch einen stärkeren Energieverlust durch Absorption erleiden, hat man dieser Schicht eine Reihe von Funktionen zugeordnet: Durch abrupte Spannungsausgleiche sollten hier bevorzugt Erdbeben entstehen, was mit der Tiefenlage dieser Herde um rund 10 km übereinstimmt (G. GANGL, 1974, S. 33). Durch den Anstieg dieser Schicht gegen Norden (G. ANGENHEISTER et al., 1972, Fig. 13) sollte die nördliche Tendenz der Ausbreitung der Energie geprägt werden. 4. Die angeblich auf E. CLAR 1965 zurückgehende Vorstellung, daß das gegen Norden keilförmige Ausdünnen der Kalkalpen und das damit verbundene Hochsteigen der unterlagernden Böhmisches Masse bis an die Oberfläche für die transversale Bebenwirkung verantwortlich seien, wurde durch die modellseismischen Untersuchungen von J. DRIMMEL et al. (1972) nicht bestätigt (R. GUTDEUTSCH & K. ARIC, 1976, S. 11). 5. Die von J. DRIMMEL et al. (1972) aus diesem Versuch schließlich abgeleitete nächste Theorie einer auskeilenden Zone verringerter Wellengeschwindigkeit innerhalb der oberen Kruste wird von J. DRIMMEL selbst (1980, S. 512) als nicht befriedigend angesehen, da sich die gleiche transversale Ausbreitungsanomalie der seismischen Energie wie in den Ostalpen nunmehr auch bei den Beben am Alpensüdrand mit bevorzugt nordgerichteter Abstrahlung der Energie eingestellt hat, sodaß (6.) J. DRIMMEL zuletzt schließlich doch eine anisotrope Energieabstrahlung vom Bebenherd und das regionale tektonische Spannungsfeld als wirksame Komponenten ins Auge faßt. Da aber gerade diese Theorie der direkten gerichteten Energieabstrahlung in Abhängigkeit vom Bebenherd im Widerspruch mit den (eben von diesem Autor nach der Orientierung der innersten Isoseisten) sehr verschieden angeordneten Erdbebenherden steht, ergibt sich aus allem nur, daß die vielen geophysikalischen Modell- und Hypothesen noch immer unbefriedigend sind – vgl. C. SCHNEIDER (1968, S. 491 ff.), L. AHORNER et al. (1972, S. 935, Abb. 12), A. RITSEMA (1974), G. MÜLLER (1977, S. 343) etc.

Aus allen Überlegungen wird es wohl (7.) einfach der als Restspannung vorhandene gerichtete tektonische Druck des nordvergente bewegten Alpenbogens sein, der diese nordbetonte Ausbreitungsanomalie der Wellen unabhängig von der Herdorientierung (Störungsrichtung) bedingt. Daß die Südalpen auch noch in dieses nordvergente Spannungsfeld einbezogen sein dürften, kann sich aus dem Backarc-Basin-Effekt der Poebene ergeben, der eine Verschärfung der Krümmung des Alpenbogens als Ganzes – ganz analog zum Karpatenbogen (S. 181) – in der Jungentwicklung bewirken mag. Dies aber würde für den Ostalpen-/Südalpen-Anteil als Ganzes ein Norddrängen bedeuten. Der Scheitel zwischen nord- und südgerichteter Spannung im Raum der Alpen lag ja auch schon zur Zeit des orogenen Paroxysmus, also während der kretazischen Deckenbildung, gegenüber der nachmaligen Periadriatischen Linie gegen Süden verschoben, wie der nordvergente alpidische Deckenbau in den Südkarawanken, südlich dieser Naht, anzeigt (Bd. II, S. 298).

6. Angewandte Seismologie in Österreich

Im Zeitalter der technischen Großbauten kommt neben der Geologie auch der Seismologie die Aufgabe zu, Vorhersagen über die Eignung eines Standortes für eine bestimmte Anlage zu treffen, das Ausmaß möglicher Gefährdungen abzuschätzen und Hinweise für die Umgebung der Gefahrenquellen durch Ausweichen oder Minderung der Gefahr durch eine bestimmte, angepaßte Bauweise zu geben. Erst seit den sechziger Jahren hat man sich in der Welt mit der Frage des modernen, erdbebensicheren Bauens intensiv befaßt und wesentliche Fortschritte erzielt. Besondere Planung in bezug auf Erdbebenrisiko gilt vor allem für Talsperren, Brücken, Hochhäuser, Schulen, Krankenhäuser, Pipelines und Atomkraftwerke (allg. Gesichtspunkte vgl. B. BOLT, 1984, S. 167 ff.).

a) Die langfristige seismische Gefährdungsabschätzung ist in Österreich noch nicht weit entwickelt. Als Vorarbeiten betrachtet man die Berechnung der mittleren Wiederholungszeiten für Beben in bekannten Bebengebieten (G. GANGL, 1969 a, S. 9 ff.; K. ARIC, 1981, S. 295, Tab. 7.1) sowie die Berücksichtigung der historisch bekannt gewordenen Maximalintensitäten. In einzelnen Fällen wurde auch schon versucht, nach der Methode von N. SCHEBALIN (1971) aus der Größe der tektonischen Struktur und der Tiefenlage der bisherigen Bebenzentren an dieser Fläche eine mögliche künftige maximale Bebenstärke zu berechnen: Abgesehen davon, daß diese Methode aber erst in der Praxis erprobt werden muß, sind auch die Daten – besonders bei verdeckten Tiefenstrukturen – zu unsicher, um eine Berechnung darauf aufzubauen (vgl. S. 177).

Von der alten Methode der Darstellung von Risikozonen auf Karten ist man heute abgekommen und hat statt dessen Karten mit Isolinien der Eintretenswahrscheinlichkeit von Beben mit bestimmter Intensität (MSK-Skala) für bestimmte Zeiträume (100, 1000, 10.000 Jahre) entwickelt, die auf Grund aller verfügbaren Daten über geologisch-tektonischen Strukturen, Beschaffenheit und Mächtigkeit des Oberflächenmaterials, Intensitäten historischer Beben und deren Zentren, Isoleistenkarten der einzelnen Beben (die die Energieausbreitungsanomalien enthalten) etc. erstellt werden. Vom alpinen Nachbarland Schweiz sind solche Karten in mustergültiger Weise durch R. SÄGESSER & D. MAYER-ROSA (1978, Kt. 1 bis 4) vorgelegt worden, auf denen noch Vorarlberg z. T. miterfaßt ist. Analoge Karten sind für das Oberrhein-Gebiet angefertigt worden (L. AHORNER & W. ROSENHAUER, 1978, Fig. 9 bis 12). Für Österreich stehen derartige Karten aus. Hier hat J. DRIMMEL (1979, Beil.) eine Karte der Erdbebenzonen geliefert, auf der die durch die Bebenwellen dem Boden erteilten Spitzenbeschleunigungswerte (in Bruchteilen der Erdbeschleunigung g ausgedrückt) durch Isolinien, bezogen auf das hundertjährige Beben, zur Darstellung gelangt sind (Abb. 58). Hierin erscheint in der am stärksten gefährdeten Zone 4 bei Villach mit der Horizontalbeschleunigung $\varepsilon = 0,15-0,1$ die Intensität $7,5-8^{\circ}$ MSK, in der Zone 3 um Innsbruck, östl. Gailtaler Alpen, Murau, Kindberg, Wiener Neustadt und Neulengbach mit $\varepsilon = 0,1-0,06$ eine Intensität von $7,5-7^{\circ}$ MSK.

b) Kurzfristige Vorhersagen: Erdbebenwarnungen mit genauer Angabe der Lokalität, der Zeit und Stärke des zu erwartenden Bebens sind in Österreich noch

nicht gegeben worden. Trotz aller Fortschritte in weltweitem Maßstab ist eine derartige Vorhersage nur in sehr seltenen Fällen möglich: Das eklatanteste Beispiel für Möglichkeiten und Grenzen heutiger kurzfristiger Vorhersagen bieten wohl der Triumph und die Ohnmacht, die chinesische Seismologen kurz nacheinander bei ihren Vorhersagen großer Beben erlebt haben: am 4. Februar 1975 wurde die Großstadt Haicheng (550 km ENE Peking) trotz eisigen Winterwetters auf Grund einer Bebenvorhersage evakuiert, am gleichen Tag um 19^h36 trat das Beben mit einer Magnitude von 7,3 ein, 90 Prozent der Gebäude der Stadt wurden zerstört oder schwer beschädigt, es gab keinen einzigen Toten statt der sonst zu erwartenden 100.000 Opfer. Wenig über ein Jahr später, am 27. Juli 1976, funktionierte die Vorhersage beim Tangshan-Beben (160 km ESE Peking) überhaupt nicht, was den Tod von 650.000 Menschen bei zusätzlich 780.000 Verletzten zur Folge hatte.

Gerade in China mißt man neben den üblichen geophysikalischen Methoden auch dem auffälligen Verhalten von Tieren vor größeren Beben große Bedeutung für die Vorhersage bei. Aus der Unzahl der Fälle des z. T. sehr wohl als zielgerichtet erkennbaren Handelns der Tiere liegt die Vermutung nahe, daß sie die Änderung im Spannungszustand der Erdkruste in irgendeiner Weise – möglicherweise etwa auf Grund des Fühlens von Magnetfeldänderungen – wahrnehmen können. In Österreich hat R. SAMONIG (1984) nach dem Friauler Beben vom 6. März 1976 die eindrucksvollen Ergebnisse einer schriftlichen Umfrageaktion über außergewöhnliches Verhalten von Tieren in Form von 120 Protokollen sowie zusätzlicher Ermittlungen in Friaul selbst veröffentlicht. Es besteht demnach kein Zweifel, daß auch diese Fakten keineswegs von der Fachwelt belächelt werden dürfen, sondern einen realen Hintergrund haben.

c) Erdbebensichere Bauplanung. Als konkrete Maßnahme zur Herabsetzung der lokalen Bebengefahr ist neben Vermeidung besonders gefährdeter Regionen für bestimmte anfällige Bauten besonders die Berücksichtigung der Beschaffenheit der Gründungssohle des Gebäudes und eine entsprechende bebenberücksichtigende Bauweise zu beachten. H. LITSCHER & B. STROBL (1977) haben, wie erwähnt, die Erfahrung über das Friauler Beben vom 6. Mai 1976 an Bauwerksschäden in Kärnten mitgeteilt und dabei die bekannte Tatsache erneut bestätigt gesehen, daß neben unbeschädigten Gebäuden auf Felsgrund stark zerstörte Gebäude standen, die auf Lockersediment, noch dazu auf wassergesättigtem Substrat, errichtet waren. Zu diesen bekannten Regeln gibt es aber viele Ausnahmen, etwa daß verwittertes Sedimentgestein oft ein schlechteres dynamisches Verhalten zeigt als manche Flußablagerung. Auch großmaßstäbig ist die oberflächennahe Beschaffenheit für das Ausmaß an Gebäudeschäden bei Beben mit verantwortlich: J. DRIMMEL & G. DUMA (1974, S. 9 ff.) haben anschaulich dargelegt, daß beim Seebensteiner Beben vom 16. April 1972 überhöht starke Schäden im Wiener Raum auftraten (nach zwischenliegender schwächer betroffener Region in der Nassen Ebene südlich von Wien), da die Quartärmächtigkeit, besonders in Wien-Innenstadt und Wien-NW, eine bedeutende Resonanzwirkung erzielt hat.

Vorsorge bei Großbauten und Anlagen, die bei Schädigung oder Zerstörung durch Bebenwirkung überdimensionale oder langfristige Schäden zur Folge hätten, ist das Leitmotiv bei umsichtiger Planung an bebengefährdeten Gebieten. Zwei Beispiele aus Österreich sollen auf die Bedeutung derartiger vorsorgender Planung in der Praxis

aufmerksam machen: Umfassende Vorsorge etwa wurde bei der Adria-Wien-Pipeline der ÖMV-AG bereits bei der Trassenplanung getroffen: Im bebengefährdeten Gebiet des südlichen Wiener Beckens wurde die Pipeline in großem Bogen unterhalb um den wichtigen Mitterndorfer Grundwassertrog herumgeführt und dann östlich davon derart jenseits der unterirdischen Wasserscheide weitertrassiert, daß bei einem etwaigen Gebrechen die Grundwasserströmung vom Bereich der Trasse nicht zur Mitterndorfer Senke hin, sondern von dieser weg gerichtet wäre.

Ein Beispiel für mangelnde Berücksichtigung der seismischen Situation stellt das Atomkraftwerk Zwentendorf im Tullner Feld in Niederösterreich dar. Abgesehen davon, daß es mitten in den für die Wasserversorgung Ostösterreichs wichtigsten Grundwassertrog gestellt worden ist, ist die Seismizität dieses Gebietes zu spät bedacht worden und trotz Kenntnisnahme der Gefährdung an baulichen Maßnahmen so gespart worden, daß sich bereits vor Inbetriebnahme die Folgen eingestellt haben. Zunächst war der Auftrag für ein seismologisches Gutachten erst nach dem Baubeschluß gegeben worden (A. TOLLMANN, 1983 c, S. 96), sodaß die Warnung vor diesem Starkbebengebiet durch den Seismologen in bezug auf die Standortwahl zu spät kam. Sodann wurde bei den noch möglichen Korrekturen durch entsprechende Baumaßnahmen gespart und nur ein Teil des Donaukies- und Lockermaterials unter den Fundamenten des Reaktorgebäudekomplexes entfernt, um auf den unterlagernden festen Schlier zu gründen (was bereits rund 500 Millionen öS verschlang), ein Teil der Anlage aber wurde auf diese junge Donauaufschüttung (S. 229) gesetzt, sodaß bereits jetzt die ursprünglich als absolut erdbebensicher angegebene drei Meter dicke Eisenbetonwanne unter dem Reaktorgebäudekomplex durch ungleiche Setzung so undicht wurde, daß bei Hochwasser Donauwasser-Grundwasser in das Reaktorgebäude eindringt (H. VETTER, 1983, S. 239 f.). Hinzu kommt, daß – entgegen der Auflage des Erdbebengutachters J. DRIMMEL, die lockeren Donauaufschüttungen unter dem Gebäudekomplex bis zum festen Schlier zur Gänze auszuräumen – nun dieses Atomkraftwerk samt Sicherheitswanne teils auf festem Untergrund, teils aber auf wassergetränkten lockeren Donauaufschüttungen fundiert ist, was die hier grundsätzlich vorhandene Erdbebengefährdung noch zusätzlich erhöht. Daß hier ein Atomkraftwerk, in der Westwindchneise Wiens gelegen und im Wirkungsbereich eines der stärksten Bebenzentren Österreichs, nämlich jenes besonders nach Norden energieabstrahlenden Herdes von Neulengbach, ohne zureichende Vorsorgemaßnahmen errichtet worden ist, hat entscheidend mitgewirkt, daß das fertiggestellte Werk nach breitem Protest der Bevölkerung und dem dadurch negativen Volksabstimmungsergebnis nicht in Betrieb genommen werden durfte und die Atomenergienutzung in Österreich durch das Atomsperrgesetz vom 15. Dezember 1978 verboten worden ist. Das darf in diesem speziellen Fall nicht wundernehmen, wenn wir auch bei einem in Theorie und Praxis führenden Seismologen, B. BOLT (1984, S. 176), in Hinblick auf bebengefährdete Atomkraftwerksstandorte lesen: „Bisher gibt es noch keine weltweit vergleichenden Auswertungen der Objektivität und Richtigkeit der Entscheidung über den Standort von Kernkraftwerken.“

7. Literatur

L. AHORNER et al., 1972, 1978; K. ARIC, 1974, 1981; K. ARIC, G. DUMA et al., 1980; K. ARIC, G. DUMA & R. GUTDEUTSCH, 1976, 1980; K. ARIC & R. GUTDEUTSCH, 1980, 1981; K. ARIC, R. GUTDEUTSCH et al., 1983; B. BERÁNEK & A. ZÁTOPEK, 1975; A. BITTNER, 1874; B. BOLT, 1984; J. DRIMMEL, 1976, 1979, 1980, 1981, 1982; J. DRIMMEL & G. DUMA, 1974; J. DRIMMEL, G. GANGL et al., 1971, 1973; J. DRIMMEL & E. TRAPP, 1975; O. FÖRTSCH & E. SCHEDES, 1976; A. FRANKE & R. GUTDEUTSCH, 1973, 1974; G. GANGL, 1969 a, b, 1971, 1974; W. GÖRLICH, 1948; R. GUTDEUTSCH & K. ARIC, 1976; F. HERITSCH, 1918, 1920; R. HOERNES, 1902; H. v. HÖFER, 1880; M. KANDLER, 1980, 1983; V. KARNÍK et al., 1976; F. KAUTSKY, 1924; A. KOWATSCH, 1911; E. KRAUS, 1932 d; N. KREUTZER, 1971; H. LITSCHER & B. STROBL, 1977; D. MORARIU, 1978; G. MÜLLER, 1977; ST. MÜLLER, 1970; R. NOLL, 1975, 1981; N. PAVONI, 1977; J. RASCH, 1582; A. RITSEMA, 1974; R. SÄGESSER & D. MAYER-ROSA, 1978; R. SAMONIG, 1984; N. SCHEBALIN, 1971; A. SCHEIDEGGER, 1965; C. SCHNEIDER, 1968; R. SCHWINNER, 1929; G. SOLLE, 1939; F. STEINHAUSER, 1975; E. SUESS, 1873; F. E. SUESS, 1895, 1897; E. TAMS, 1954; A. TILL, 1907; A. TOLLMANN, 1970 a, 1977 a, 1983 c; M. TOPERCZER & E. TRAPP, 1950; F. TOULA, 1896; E. TRAPP, 1961, 1973; H. VETTER, 1983.

L DIE MORPHOLOGISCHE ENTWICKLUNG ÖSTERREICHS

1. Der Stand der morphologischen Forschung

Vielfältig wie der geologische Aufbau ist die in enger Abhängigkeit davon stehende morphologische Gestaltung unseres Landes. Ausgedehnte Reste alter Flachlandschaften im außeralpinen Anteil Österreichs an der Böhmischer Masse, ein komplex gestaltetes akzentuiertes Relief im Bereich der Kernzone Österreichs, den Ostalpen, und ein eigenständiges Schicksal der Entwicklung der großen Ebenen im Vorland und besonders der weiten Einbruchsbecken im Osten kennzeichnen auch in morphologischer Hinsicht die Individualität der verschiedenen Großräume.

Sehr unterschiedliche Hebungsraten des Gebirges in den Einzelabschnitten, unterschiedliche Gesteinszusammensetzung, eine bis in die jüngste Zeit wirkende Bruchtektonik und eine kräftige Überformung des alpinen Raumes durch die Auswirkung der Vergletscherung im Pleistozän haben das morphologische Bild unseres Landes so abwechslungsreich und vielfältig gestaltet, aber ähnlich wie in der Geologie auch mit Problemen der Morphologie für den Forscher gesegnet.

In der morphologischen Erforschung der Ostalpen, die mit wissenschaftlicher Akribie seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts betrieben worden ist, hat sich die

klassische Methodik mit der Arbeitsweise der Registrierung des Formenschatzes und einer meist individuell-intuitiven Art der anschließenden Interpretation bis in die Gegenwart erhalten. Die unerläßliche Voraussetzung, die engste Beziehung zur Geologie, ist durchgehend zu wenig beachtet worden: Es gibt kaum einen Morphologen, der auch selbst geologisch gearbeitet und diese Synthese unmittelbar vollzogen hätte. Von klimamorphologischen Überlegungen abgesehen, sind die im letzten Dezennium und darüber hinaus von der Geologie zur Verfügung gestellten modernen exakten Methoden für die Klärung der alten anstehenden morphologischen Grundprobleme in den Ostalpen praktisch nicht verwendet worden: So bringt etwa die mit spezifischer Fragestellung eingesetzte Sedimentanalyse mit Strömungsrichtungsermittlung wichtige paläogeographische Grundlagen, läßt eine Untersuchung der jungen Sedimentreste auf den Hochflächen durch Pollenanalyse und Paläomagnetik neue Daten erwarten. Ferner können durch radiometrische Messungen die Abkühlalter bei bestimmten Schließtemperaturen an metamorphen Gesteinspaketen ermittelt werden. Besonders die Kombination von Spaltspurenalters-Bestimmung (Fission-track-Methode) mit Temperaturbestimmung an Flüssigkeitseinschlüssen in Kristallen läßt die Überlagerungsmächtigkeiten für die einzelnen Zeitabschnitte und hieraus wiederum die Hebungs- und Abtragungsraten feststellen.

In den im Westen anschließenden Schweizer Zentralalpen sind ja schon eine Reihe solcher Daten ermittelt worden (J. -P. SCHAER & F. JEANRICHARD, 1974; G. A. WAGNER et al., 1977; R. HANTKE, 1984 etc.). Diese Ergebnisse aber zeigen bereits jetzt, daß die bisherigen morphologischen Vorstellungen über die Parallelisierung der Verebnungsflächen in den Kalk- und Zentralalpen Österreichs gründlich revidiert werden müssen. Die geographische Forschung hat hier unter einseitiger Bevorzugung der Moderichtung des sozialgeographischen Zweiges den Einsatz der neuen bereitliegenden modernen erdwissenschaftlichen Methoden auf dem Gebiet der Geomorphologie verabsäumt.

Mit Hilfe der klassischen Methoden ist es aber immerhin gelungen, die unser ganzes Jahrhundert währende Diskussion um die Grundfragen der Landschaftsformung in den Alpen soweit abzuklären, daß das hohe Alter des ersten durchgehenden Reliefs, der Augensteinlandschaft des Oligozäns, anerkannt wird, daß die Existenz einer darauf folgenden einphasig entstandenen, später tektonisch zerstückelten „Raxlandschaft“ LICHTENECKERS widerlegt ist zugunsten des gut gesicherten Prinzips der phasenhaft entstandenen Rumpftreppenflur, die im Sinne H. SPREITZERS als Piedmonttreppe aufzufassen ist. Auch ist in den letzten Dezennien die Auswirkung des Klimas auf die morphologische Gestaltung herausgestrichen worden: Die Wirkung des miozänen subtropisch-humiden Klimas auf flächenmäßige Abtragung und Peneplainisierung, die Bildung von Pedimentflächen am Gebirgsrand im semiariden plio-altpleistozänen Klima, das Ausmaß der glazialen Gestaltung und die jüngste Formung bis zur Gegenwart, in der klimabedingt die Flußerosion und Taleintiefung Übergewicht erhält.

Folgende Arbeiten aus jüngerer Zeit geben Überblick über die heutigen Vorstellungen zur morphologischen Gestaltung der Ostalpen: H. SPREITZER, 1962, 1966; E. SEEFELDNER, 1962, 1973; H. RIEDL, 1966, 1973, 1977; H. FISCHER, 1967; A. TOLLMANN, 1968 b; J. BÜDEL, 1969, 1978; J. FINK, 1984.

Geomorphologische Karten über Österreich oder größere Regionen dieses Landes liegen vor von K. HAWRANEK & K. WICHE, 1951; TH. PIPPAN, 1955; V. PASCHINGER,

1956; W. LEITNER, 1964, 1973; H. TRIMMEL, 1965; V MAURIN & J. ZÖTL, 1969; H. KOHL, 1969, 1971; K. FORM, 1972; F. ROHRHOFER, 1975; M. PÉCSI, 1978.

Zwei Bibliographien berichten jährlich über die geographischen Neuerscheinungen über Österreich: 1. Die Österreich-Bibliographie, die sämtliche geographischen Arbeiten von Ausländern und Österreichern über Österreich referiert. Sie ist früher in den Berichten zur deutschen Landeskunde (Bonn, Trier usw.) erschienen. Seit der Einstellung dieser Verzeichnisse in der deutschen Landeskunde im Jahr 1975 haben die Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft (Wien) diese Bibliographie weitergeführt. 2. Über die geographischen Aktivitäten von Österreichern über Österreich und das Ausland wird im Geographischen Jahresbericht aus Österreich, der Zeitschrift des Geographischen Institutes der Universität Wien, seit Anbeginn (1894) berichtet, zuletzt, seit dem Zweiten Weltkrieg, mit genauen Literaturverzeichnissen.

Über den speziellen Sektor der Speläologie (S. 206 ff.) und Karstforschung liegen, besonders dank des unermüdlichen Einsatzes von H. TRIMMEL, umfangreiche Dokumentationen vor: 1. Der Österreichische Höhlenkataster Begonnen im Jahre 1949, wird dieser Kataster, der alle wesentlichen Daten über die Höhlen Österreichs zusammenfaßt, im Institut für Höhlenforschung (A-1070 Wien, Messeplatz 1, Stiege 10) evident gehalten (O. SCHAUBERGER & H. TRIMMEL, 1952; G. STUMMER, 1978). Bis Ende 1985 sind darin 8800 Höhlen im österreichischen Bundesgebiet erfaßt. 2. Die Internationale Bibliographie für Karst- und Höhlenkunde ist von 1950 bis 1960 durch H. TRIMMEL jährlich in den Beiheften zur Zeitschrift „Die Höhle“ herausgebracht worden. Nach einer Lücke in den sechziger Jahren, die geschlossen werden soll, erscheint diese Bibliographie seit 1970 in Form der „Speleological Abstracts – Bull. bibliogr. spéléologique“ in Neuchâtel, Schweiz. 3. Spezielle Bibliographien über die Höhlen einzelner österreichischer Bundesländer sind im Erscheinen: Das „Salzburger Höhlenbuch“, von dem Ende 1985 vier Bände vorlagen, wird insgesamt sechs Bände umfassen (W. KLAPPACHER et al., 1975 bis 1985). Vom Werk „Die Höhlen Niederösterreichs“ lagen Ende 1985 die drei geplanten Bände vor (M. FINK et al., 1979; H. & W. HARTMANN, 1982; 1985); vgl. auch Lit. S. 273 f. und 291.

2. Die morphologische Entwicklung der Ostalpen als Ganzes

a) Das alpine Relief in der Kreidezeit bis zum Ende des Eozäns

Erst ab dem Oligozän, als der Gebirgskörper der Ostalpen als Ganzes kräftig über den Meeresspiegel emportauchte, sodaß das Restmeer auf den Außensaum, die Exogeosynklinale der Molasse, mit einer unbedeutenden Ausbuchtung im Unterinnalgebiet, verdrängt wurde (Abb. 77), begann die zusammenhängende Epoche der kontinuierlichen subaerischen Reliefgestaltung in den Ostalpen.

In der Zeit davor aber, während der Kreide und dem tieferen Alttertiär, erscheinen in räumlichem und zeitlichem Wechsel nur bestimmte Partien des in der Tiefe,

vorwiegend submarin, zu Decken geformten Gebirgskörpers über dem Meeresniveau, in Form von langgestreckten Ketten (Ultrapienidischer, während der Mittel- und Oberkreide Schutt liefernder Rücken im Norden), oder in einer Insel-Archipellandschaft (Kalkalpen zur Zeit der tieferen Gosau). In der höheren Gosau bis ins Alttertiär hingegen sank ein guter Teil der Kalkalpen wiederum tiefer ab, weite Teile im Norden wurden von einem etliche tausend Meter tiefen Meer bedeckt.

Während in der Unterkreide im Raum der Ostalpen noch vorwiegend marines Regime im Bereich aller Teilzonen herrschte, sind in der Oberkreide zwei mehr oder weniger zusammenhängende Festlandsstreifen im Bereich der Ostalpen auszunehmen: Der erwähnte, im Cenoman und während der tieferen Gosau bis in das Unter- campan äußerst wirksam gegen Süden schüttende Ultrapienidische Rücken (1) nördlich der Kalkalpen, der später zugunsten der mit der höheren Gosau sich mehr und mehr hebenden Zentralalpen (2) an Bedeutung verliert. Die großen Überschiebungen innerhalb des Ostalpins und über dem Pennin waren in dieser Zeit, wie vom Verfasser stets betont, so weit gediehen, daß sich das mittelostalpine Kristallin gegen die höhere Gosau hin südlich der Nordkalkalpen fortschreitend heraus hob und der Kristallinschutt der Zentralalpen nun nordgerichtet in dieses Gosaumeer, besonders ab dem Mittelcampan, eingeschüttet worden ist (Bd. II, Abb. 49). Diese Verhältnisse dauerten in ähnlicher Art über die Kreide-Alttertiärgrenze an. Für die spätere morphologische Gestaltung des Ostalpenreliefs aber in der Zeit des jüngeren Tertiärs hat dieses Vorspiel im Gegensatz zur einstigen Auffassung mancher Morphologen keine Bedeutung. Die Gosaubecken sind keine persistierende alte Vorzeichnung für noch heute greifbare Talanlagen, die alpinen Längstäler bildeten sich wesentlich später vollkommen neu.

b) Der tertiäre Zyklus ab dem Oligozän

α) Augensteinlandschaft: Zu Beginn des Oligozäns kam es im Zusammenhang mit der Wirkung der Pyrenäischen Phase zur endgültigen Heraushebung und Trockenlegung von Zentralalpen, Kalkalpen, Flyschzone und Helvetikum und damit zur Ausbildung einer ältesten zusammenhängenden Landschaft, für die der Name Augensteinlandschaft üblich geworden ist. Bei stärkster Heraushebung der Zentralalpen stellte sich eine konsequente Entwässerung vom Alpenhauptkamm gegen Süden und Norden ein. Ein in den Kalkalpen keineswegs ebenes, sondern kuppiges Relief (K. WICHE, 1951, S. 217) war von Flüssen und Seen durchsetzt, die dort ihre Schotter, Sande, Silte und Tone aus dem zentralalpinen Kristallin abluden und den Rest im Norden in das Molassemeer der Paratethys bzw. im Süden in die dortige Resttethys im Bereich der Südalpen verfrachteten. Längstfluchten, die dieses konsequente Entwässerungssystem gestört hätten, waren noch nicht vorhanden. Die Augensteinschotter sind sicherlich keineswegs nur umgelagerte Gosaugerölle, wie einst F. MACHATSCHKE (1922, S. 266) und jüngst wieder R. SEEMANN & G. NIEDERMAYR (1982) vermutet haben, da sie nicht nur aus Restschottern von Gosaukonglomeraten bestehen, sondern auch jungfräuliche, weiche Komponenten aus Grauwackenzone und Zentralalpen enthalten (A. TOLLMANN, 1968 b, S. 233). Daß im Abtragungsschutt dieser

Zeit daneben natürlich auch noch ansehnliche Anteile aus Gosaumaterial vorhanden sind, ist selbstverständlich.

Augensteinschotter künden von dieser einstigen Landformung nicht nur in Resten auf den Plateaus der Nördlichen Kalkalpen (A. WINKLER-HERMADEN, 1957, Abb. 102, S. 579 und Bd. II, Abb. 264), sondern auch in den Zentralalpen (M. GLAESSNER, 1935: Semmeringgebiet), ferner auf der Südabdachung der Nordalpen (F. KAHLER, 1941; F. KOLLER, 1941; E. CZERMAK, 1949, S. 229; Überblick bei H. P. CORNELIUS, 1950, S. 162).

Gegen die Zentralalpen zu aber hat die Reliefenergie der Augensteinlandschaft kräftig zugenommen, wie man aus der Größe der Gerölle mancher Augensteinschotterfelder am Kalkalpensüdrand entnehmen kann, wie aber auch indirekt aus den Ergebnissen der Untersuchungen in den Schweizer Zentralalpen abzuleiten ist, wo R. HANTKE (1984) für das Bergell eine Höhe der oligozänen Alpen von 5000 m über dem Meeresspiegel plausibel begründet hat, eine endoligozäne Schneegrenzhöhe von 3000 m errechnet hat, Eismächtigkeiten der Gletscher von 1000 m und ein Herabreichen dieser bis 1600 m angegeben hat! Auch R. TRÜMPY (1985, S. 39) nimmt für das Oligozän in der Zentralzone der Westalpen ein vergletschertes Hochgebirge von 6000 m Höhe an. In den österreichischen Zentralalpen, besonders den Hohen Tauern, ist daher wohl ebenfalls keineswegs im Oligozän mit einer sanften, kuppigen Augensteinlandschaft zu rechnen. Naturgemäß muß diese überraschende, neu entwickelte Vorstellung von R. HANTKE über die oligozäne Morphologie der Schweizer Alpen noch des näheren überprüft werden.

Historisch betrachtet hat F. SIMONY (1851, S. 159) als erster „Augensteine“ als kristalline Fremdgerölle vom Dachsteinplateau beschrieben und G. GÖTZINGER ab 1913 (a, b) diese Augensteine als Zeugen von Flüssen aus den Zentralalpen gewertet. Die Kombination dieser Augensteinfelder der Kalkhochplateaus mit dem Ennstal-Tertiär und damit eine altersmäßige Einstufung der Schotter hat E. v. MOJSISOVICS (1889, S. 15) vorgenommen. Der Begriff „Augensteinlandschaft“ für das einstige kuppige Relief mit der Decke von derartigen kristallinen Schottern und Sanden geht auf N. LICHTENECKER (1923) zurück.

Das Alter dieser Augensteinlandschaft ist sehr verschieden eingeschätzt und nie sicher bestimmt worden, da das zugehörige Ennstaltertär bis heute keine präzise einstuftbaren Florenreste geliefert hat. A. WINKLER-HERMADEN, der sich wiederholt mit der Altersfrage dieser Augensteinlandschaft beschäftigt hat (1928 c, S. 219; 1950, S. 265; 1957, S. 688) kam von einer ursprünglichen Einschätzung als Aquitan zuletzt auf ein „unterhelvetisches“ Alter. Durch die Kombination des Eintreffens der Augensteinschotter in der gut einstuftbaren Molasse aber hat der Verfasser (1966 a, S. 113; 1968 b, S. 234 f.) das Alter dieser Schotterlieferung besser fundiert fixieren können: Die ersten Schotter treffen in den Deutenhausener Schichten des obersten Unteroligozäns ein; die Lieferung dieser Fernschotter endet noch innerhalb des Aquitan, in dessen oberem Abschnitt die nun auftauchenden Blöcke des Flysches und des Helvetikums eine abrupte Umgestaltung des Hinterlandes und die Zerstörung der Augensteinlandschaft im Zuge der Savischen Phase signalisieren. Spätere Autoren haben sich dieser Auffassung angeschlossen (H. RIEDL, 1977, S. 136).

Verschiedene Hinweise – zuletzt die radiometrisch ermittelten Abkühlalter in den Zentralalpen – lassen auf eine gewaltige Abtragung seit dieser Zeit schließen, sodaß bisher seit N. LICHTENECKER (1923, S. 164) alle Autoren übereinstimmten, daß von der Augensteinfläche selbst (abgesehen von tektonisch tiefgeschalteten kleinen Flecken mit autochthonem Ennstaltertär) heute keine Reste mehr erhalten sind. A. WINKLER-HERMADEN (1957) hat

z. B. einen Abtrag von mindestens 400 bis 500 m gegenüber den ältesten, hoch gelegenen Landschaftsresten der nächstjüngeren, noch heute in Resten erhaltenen Rumpftreppe angesetzt. J. BÜDEL (1969, S. 25) nimmt eine Abtragung von 1000 bis 1500 m im Gebiet der Glockner-Gruppe während der „Augensteinzeit“ an (die er allerdings zu weit ausdehnt, indem er ungerechtfertigt eine ganze Flächenfolge bis zum „Helvet“ = Karpat dazuschlägt). Auf jeden Fall ist – gerade aus dem Vergleich mit den Verhältnissen im Oligozän der Schweizer Zentralalpen – eine sehr bedeutende Abtragung auch in den österreichischen Zentralalpen seit dieser Zeit zu erwarten (s. S. 190, 197, 235 f.).

Jüngst hat H. RIEDL (1966, S. 98 f.; 1973, S. 190; 1977, S. 137 f.) gemeint, daß die unter und in den Rotlehmen der Rax in Höhen zwischen 1800 bis 2000 m erhaltenen Augensteine und -sande auf primärer Lagerstätte lägen und daß daher das in dieser Höhe auftretende

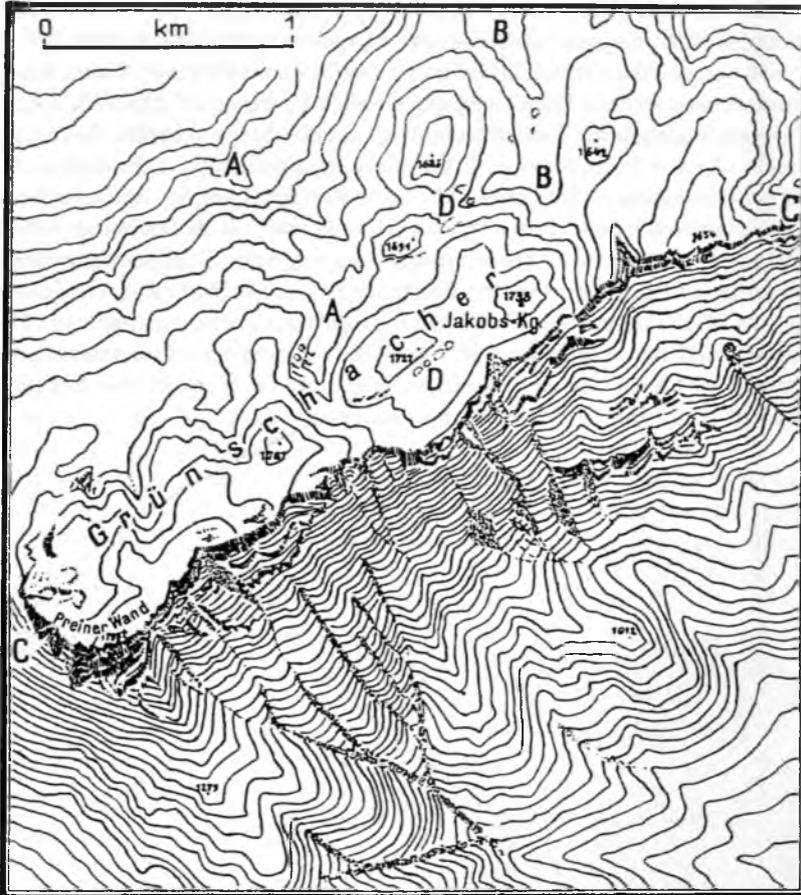


Abb. 63: Die flache, kuppige Altlandschaft mit Trockentälern am Plateau der Rax über den jungen Steilabstürzen ist von N. LICHTENECKER zum Typus der kalkalpinen Altlandschaften gewählt worden. Abk.: A und B – Täler der miozänen Rumpffläche, C – junger Abbruch, D – Dolinen; Isohypsenabstand 20 m; nach N. KREBS (1928, Abb. 7).

oberste heutige Flächensystem des Raxplateaus „auf keinen Fall jünger als die Augensteinlandschaft“ sei, sondern noch einen Rest dieser Landschaft repräsentiere. Hier fehlt die Beweisführung über die Autochthonie der Augensteindecke, die zusammen mit dem Rotlehm bloß 2 m Stärke erreicht. Nach wie vor liegt kein stichhaltiger Beweis für die Erhaltung nennenswerter Reste der Augensteinlandschaft vor.

Andererseits trifft die Auffassung von Y SAKAGUCHI (1973, S. 144), daß die Augensteinlandschaft mit dem Niveau der heutigen Gipfelflur identifiziert werden kann, ebenso wie seine Meinung (l. c., S. 150), daß sie vom Westen nach Osten immer jünger werde, nicht zu.

β) Die Nichtexistenz einer „Raxlandschaft“: Die Reste der heute noch erhaltenen Teile der Altlandschaften auf den Plateaus und Höhen der Kalkalpen hat N. LICHTENECKER (1923, S. 160; 1924, S. 740) unter dem Begriff der „Raxlandschaft“ zusammengefaßt, abgeleitet von der kuppigen Flachlandschaft geringer Reliefenergie (200 bis 300 m) auf der Hochfläche der Rax (Abb. 63). Dabei hat sich N. LICHTENECKER (1923 bis 1938) vorgestellt, daß ein einphasiges, in einem Zug in geringer Höhe angelegtes miozänes („helvetisches“) Flachrelief später (im Badenien) durch Brüche zerstückelt und in verschiedene Höhen emporgeschaltet worden sei. Er hatte damit die Summe aller treppenförmig bis 700 m Höhenmeter voneinander getrennten, übereinanderliegenden, nicht talgebundenen Niveaus dieser seiner „Raxlandschaft“ zugeordnet.

Dieser Auffassung hat E. BRÜCKNER 1907 (in E. ROTTER, 1909, S. 123 f.) die Wege geebnet, der das Plateau im Bereich der Rax als Rumpffläche, als Altlandschaft, erkannt hat (Abb. 64), gegenüber der zuvor herrschenden Meinung einer Schichttafellandschaft, die nur der jeweiligen Schichtlagerung ihre Entstehung verdankt habe. In der Folge hat dann G. GÖTZINGER (1913) als nächsten Gedanken hinzugefügt, daß die verschiedene Höhenlage der Altflächen und der Augensteinlager für postmorphologische Dislokationen spräche. N. LICHTENECKER (1923 ff.) gebührt dann das Verdienst, die Augensteinlandschaft und die „Raxlandschaft“ klar voneinander getrennt zu haben.



Abb. 64: Die Rax mit ihrer miozänen Plateaufläche. Ansicht von Süden.

Der Meinung von N. LICHTENECKER (1923, 1938) von einer einphasig entstandenen, später zerstückelten „Raxlandschaft“ schlossen sich folgende Autoren an: Bezüglich der Kalkalpen z. B. F. MACHATSCHKE (1929, S. 129), J. FINK (1950, S. 21), H. KLIMPT (1951, S. 59), H. RIEDL (1966, S. 104, 107) und J. BÜDEL (1969, S. 28) an Hand von Beispielen aus den Kalkalpen, A. AIGNER (1926, 1927) an Hand des Steirischen Randgebirges in den Zentralalpen.

Wie im folgenden gezeigt wird, trifft aber die Auffassung von einer einphasig entstandenen, tektonisch auf die heute als Rumpftreppe erfaßbaren Niveaus in verschiedenen Höhenlagen aufgegliederten Raxlandschaft nicht zu, wenn auch die verschiedenen Erosionsniveaus in den Alpen hier und dort noch zusätzlich durch Brüche getrennt sind (wie gerade z. B. die am Raxplateau zwischen Heukuppe und Grünschacher durch einen Bruch getrennten Schollen). Es kann nun der Begriff der heute in ihrer Genese widerlegten und daher in der LICHTENECKERSCHEN Prägung nicht existenten „Raxlandschaft“ nicht dadurch gerettet werden, daß man ihn auf die höchste Verebnungsfläche (Rax-, Hochkönigniveau) einschränkt (A. TOLLMANN, 1968 b, S. 236) oder aber auf alle verschiedenen und verschiedenartigen Niveaus der Rumpftreppe der Ostalpen ausdehnt (Y SAKAGUCHI, 1972, S. 14; W. FUCHS, 1980 b, S. 481 f.; 1980 c, S. 53). Der Begriff „Raxlandschaft“ ist vielmehr inhaltsleer geworden (s. u.) und aufzugeben.

γ) Die Treppenflur der Ostalpen. Noch vor der Prägung des Begriffs „Raxlandschaft“ hat sich seit G. GÖTZINGER (1913 a, S. 55) die Auffassung entwickelt, daß die heute sichtbare gestaffelte Rumpfflächenlandschaft in den Alpen nicht durch tektonischen Versatz eines einzigen Flachniveaus zustande gekommen sei, sondern eine Rumpftreppenfläche von verschiedenen alten, ineinander geschachtelten Niveaus darstelle, die in Zeiten von Ruheperioden zwischen einzelnen kräftigen Hebungsphasen des Alpenkörpers oder Teilen dieses Gebirges entstanden sei. Hauptexponenten dieser konträren Meinung waren in der klassischen Ära der morphologischen Erforschung der Ostalpen ab den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts J. SOLCH (1925, 1928), A. WINKLER-HERMADEN (1924, 1926 b, c, 1927 b, 1929 c, 1940, 1950 b, 1957, S. 670 ff.!), E. SEEFELDNER (1926, 1933, 1952, 1962, 1973) und H. SPREITZER (1932, 1951 a, b, c, 1962, 1966), der die Rumpftreppenflur in genetischer Hinsicht zu Recht als Piedmonttreppe eines Gewölbes mit gegen außen zunehmender wachsender Phase der Herauswölbung, unterbrochen durch Ruheperioden, erklärt hatte. Die einstige Auffassung von W. PENCK (1924), daß solche Treppenfluren auch durch gleichmäßige langsame Aufwölbung ohne Unterbrechung durch Ruhephasen entstehen könne, ist durch H. SPREITZER überwunden worden. Besonders durch die Schule von H. SPREITZER ist die heute anerkannte und zutreffende Auffassung der Rumpftreppenflur weiter gefestigt worden.

Die Korrelierung der in den einzelnen Teilregionen der Ostalpen festgestellten Flächensystemabfolgen ist allerdings noch nicht geglückt. An einigen Beispielen soll die verschieden weit gehende Erfassung bzw. Gliederung dieser Treppenflur beleuchtet werden: Bereits G. GÖTZINGER (1913 a, S. 45, 53) hatte in den östlichen Kalkhochalpen drei Stockwerke, D. BAEDEKER (1922, S. 36 ff.) dort wenigstens zwei Systeme und E. SEEFELDNER (1926) in den Salzburger Kalkalpen die drei Hauptniveaus (Hochkönig-, Tennen-, Gotzen-Niveau) erfaßt (Abb. 65). J. SOLCH (1928) hat im Steirischen Randgebirge acht Niveaus geortet, H. SPREITZER (1951 b, c) aus dem Murgebiet und den Gurktaler Alpen dreizehn Flächen zwischen 2400 m und 1200 m gemeldet (darunter



Abb. 65: Das Plateau des Toten Gebirges zeigt eindrucksvoll die Reste der Altlandschaften über den Steilabstürzen zur Grundseefurche im Süden. Reste aller drei Hauptniveaus der kalkhochalpinen Altlandschaften sind erhalten (vgl. Tab. 5).

allerdings bereits vier talgebundene Eckflursysteme), A. WINKLER-HERMADEN (1957, S. 590, Tab. 8) fünfzehn Niveaus im Steirischen Randgebirge, mit Zentrum Koralm, ausgegliedert und benannt, vom ältesten Korniveau in 2000 m abwärts bis über das pliozäne Hochstradener System um 750 m in noch tiefere Niveaus bis zum Levantin (Abb. 66). H. RIEDL (1960) meldet aus den Leiserbergen im Waschbergzug vier Flächensysteme zwischen 450 und 300 m und vom Zentralalpen-Ostsporn der Buckligen Welt (1969) fünf Niveaus zwischen 700 und 300 m, die jedenfalls jünger als Karpat, hinsichtlich der beiden tiefsten noch jünger als Unterpannon sind. W. KURZ (1963) erfaßt auf der Schneealpe sechs ineinandergeschachtelte Flächensysteme zwischen 1900 m und 1440 m, M. FINK (1969) in den niederösterreichischen Kalkvoralpen sieben Stufen zwischen 1340 und 600 m. H. FISCHER (1967) gliedert die Rumpfflächentreppe über östliche Kalkalpen und Zentralalpen hinweg vom Aussichtspunkt Stuhleck aus betrachtet in elf Systeme, wovon die untersten fünf dem talgebundenen, flußgeformten Terrassen-Ensemble angehören.

Eine Korrelierung und altersmäßige Einstufung dieser so vielfältigen Treppenflur über große Räume hinweg haben, besonders aus den Kalkalpen in die Zentralalpen hinein, seit R. v. KLEBELSBERG (1922; 1926, S. 383), E. SEEFELDNER (1926, S. 143 etc.), E. BREMER (1934, S. 78 ff.) etliche Autoren bis in die jüngere Zeit versucht, am eingehendsten E. SEEFELDNER (1962, Tab. 1, 2; 1973, Beil. 3 bis 5) und vor allem A. WINKLER-HERMADEN (1957, Taf. 2), der auch kartenmäßig die Durchkorrelierung über einen guten Teil der Ostalpen hin unternommen hat. All diese Versuche sind unseres Erachtens nur als

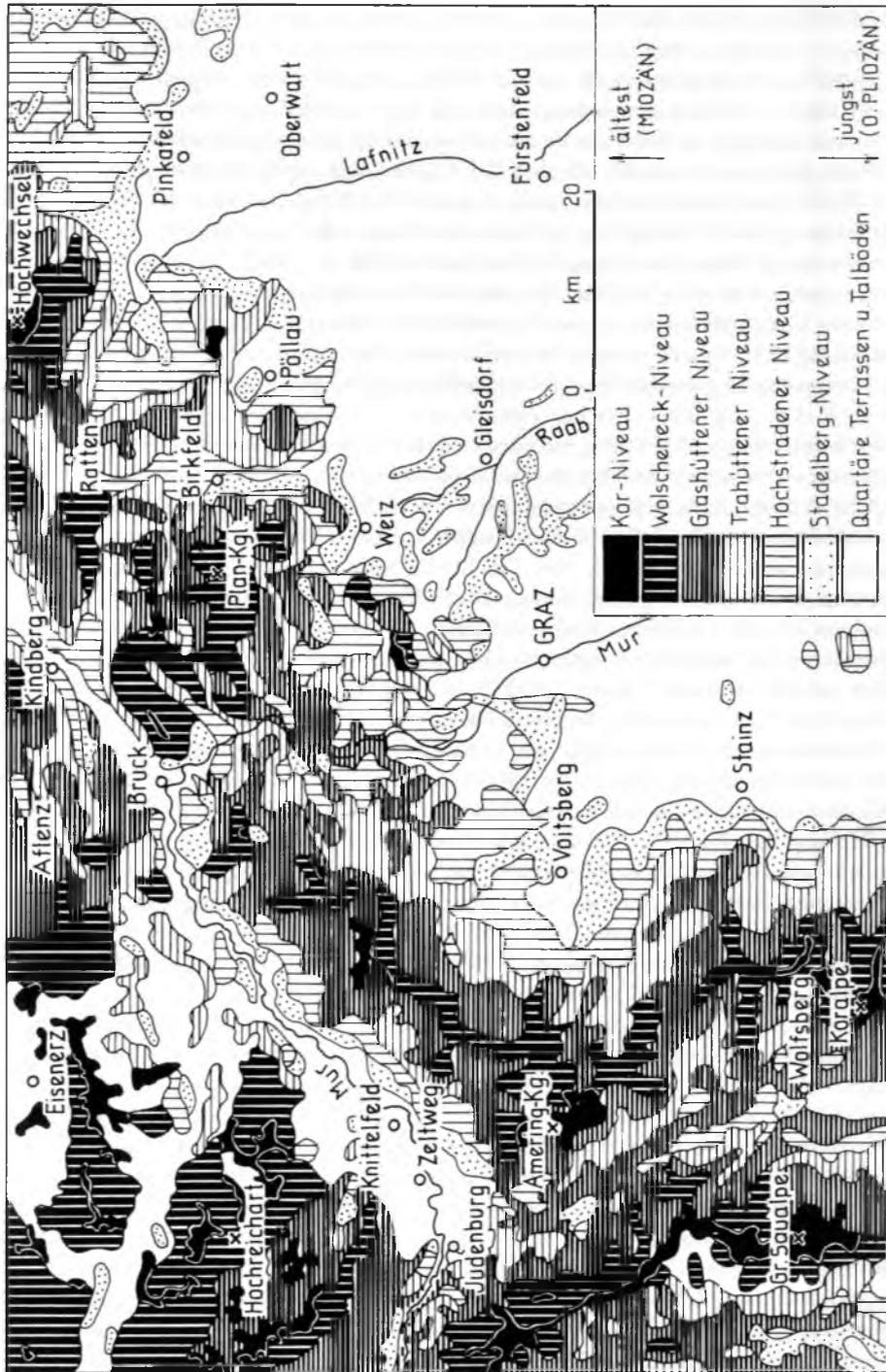


Abb. 66: Die Treppenflur am Ostrand der Zentralalpen; nach A. WINKLER-HIRMADEN (1957, Taf. 2, Ausschnitt, vereinfacht). Betreffs der tiefstgelegenen, quartären Terrassen des Steirischen Beckens vgl. Abb. 76.

persönliche Bekenntnisse der Autoren zu werten, nicht als gesichertes Ergebnis. Dies aus folgenden Gründen: 1. Die Anknüpfung der alpinen Flachlandschaften an die Fußflächen am Alpenostrand, wie sie A. WINKLER-HERMADEN vorgenommen hat, ist (J. FINK, 1984, S. 244) ebenso problematisch wie jene von H. RIEDL (1977, S. 145 ff.), der zwar bereits entgegen A. WINKLER-HERMADEN eine kräftigere jungtektonische Verstellung von Flächensystemen annimmt, aber mit der Alterseinstufung der älteren Flächensysteme („1., 2. Generation“) wahrscheinlich zu hoch greift. Die Alterseinstufung der Altlandschaften in Salzburg durch Anknüpfung an Vorlandsedimente im Hausruckgebiet durch E. SEEFELDNER ist nach Neuuntersuchung des Hausrucks durch H. GRAUL (1937) vollständig abgelehnt worden. Die alten Auffassungen über die Verknüpfung der Flächen mit den Sedimenten des Karpat bis Tiefbaden (bei Fohnsdorf und Aflenz) in der Norischen Senke (z. B. E. SPENGLER, 1927) sind in neuerer Zeit nicht mehr überprüft worden. 2. Eine direkte Alterseinstufung der hochgelegenen Altflächen ist nirgends gelungen. 3. Das Ausmaß der Hebung älterer Flächen etwa im zentralen Abschnitt der Hohen Tauern ist von den Morphologen stets kräftig unterschätzt worden, und zwar sowohl in der meridionalen Korrelierung als auch bei der Ost-West-Trassierung. So hat E. SEEFELDNER (1973, Beil. 3 bis 4) einen Anstieg der höchsten Altflächenreste vom Kalkalpen-Südrand in Salzburg nach Süden hinüber in die Hohen Tauern von bloß 300 bis 500 m verzeichnet und hat andererseits H. NAGL (1967, S. 164, Taf. 12) die beiden obersten Niveaus der Gurktaler Alpen über den Katschbergsattel hinweg nach Westen in die Hafnergruppe der Hohen Tauern von 2000 m auf 2450 m bzw. von 2200 m auf 2600 m, also nur rund 400 m weiter, emporgezogen. Demgegenüber sind schon in der klassischen Ära seitens der Feldgeologen Proteste erhoben worden: J. STINY (1934, S. 382) gab bereits an, daß die höchste Flachlandschaft der Gurktaler Alpen, die „Nockfläche“, über die höchste Flachform der Tauern, das „Firnfeldniveau“ der Reißbeckgruppe, zu liegen käme, aber nicht mehr erhalten ist (vgl. CH. EXNER, 1949, S. 189). EXNER (l. c., S. 194) vertrat dann die weitergehende Meinung, daß das Äquivalent der Nockfläche der Gurktaler Alpen (rund 2000 m) durch die kräftige junge Hebung der Tauern „hoch über den Gipfeln der östlichen Hohen Tauern gelegen hat und längst der Erosion zum Opfer gefallen ist“ Diese Auffassung wird vor allem dadurch gestützt, daß in dem Lungauer Karpatien noch keinerlei Tauerngesteine enthalten sind und daher zu dieser Zeit die Tauern noch vollkommen in der Tiefe, verdeckt unter dem Ostalpin, gewesen sein müssen. H. P. CORNELIUS (1950, S. 165) hingegen glaubt doch wenigstens in den höchsten Verflachungen der zentralen Tauern bis hinüber zur Venedigergruppe noch Reste der Nockfläche, die dann etwa 1000 bis 1500 m gegenüber den Gurktaler Alpen emporgehoben wäre, sehen zu dürfen. Seit dem Spätmiozän erwartete CORNELIUS (l. c., S. 169) eine relative Hebung der Tauern gegenüber heute um 2000 bis 3000 m, seit der Wende Oligozän/Miozän, also seit der Zeit zu Ende der Augensteinlandschaft, rechnete er mit einer Hebung von 6000 bis 7000 m. Die von J. BÜDEL dagegen noch 1969 (S. 25) angenommene Gesamtabtragung von 1000 bis 1500 m in der Glocknergruppe während der 15 Millionen Jahre andauernden Altlandschaftsbildung ist jedenfalls bei weitem zu tief gegriffen.

Die Auffassung von CORNELIUS wird dann zutreffen, wenn man, wie heute ganz allgemein – abgesehen von A. WINKLER-HERMADEN – üblich, an einem mittleren miozänen Alter dieser höchsten und ältesten Flächen festhält (M. RIEDL hatte 1977, S. 145, die ältesten Flächensysteme im Alpenostrandgebiet ja sogar ins Oligozän bis Miozän gestellt, die

nächstjüngeren drei Niveaus in den Kalkalpen dann noch immer in das „Burdigal“ bis „Helvet“ eingestuft, was allerdings sicherlich altersmäßig kräftig zu hoch veranschlagt ist).

Die Hinweise, die uns die Glimmerabkühlungsalter der heute an der Oberfläche liegenden tauernmetamorphen Gesteine und andere radiometrische Methoden in den Tauern selbst (und vergleichsweise auch aus den Schweizer Alpen – hier samt Apatit-Spaltspurenaltersdaten) geben, sprechen für entscheidend höhere Abtragungsbeträge. Von geologischer Seite her sind schon lange vor Einsatz der radiometrischen Methoden bedeutende Abtragungen vermutet worden (O. AMPFERER, 1923, S. 134; W. SCHMIDT, 1923, S. 271; H. P. CORNELIUS, 1950, S. 169). Unter Einbeziehung der Schweizer Alpen wollen wir beispielhaft einige Abtragungs- und Hebungsraten in Erinnerung rufen:

1. Rezente Hebung im Gotthardgebiet 1 mm/J., bei Göschenen 0,4 mm/J. (J.-P. SCHAEER et al., 1974, S. 105, 115), in den Tauern 1 mm/J. (vgl. S. 151), alpine Gebirge als Ganzes etwa 1,5 mm/J. (A. GANSSER, 1982, S. 225) – im Vergleich dazu Himalaya: mindestens 5 mm/J. (l. c.)

2. Rezente Abtragwerte aus Sedimentlast der Flüsse: Rheineinzugsgebiet der Schweizer Alpen 0,33 mm/J. (H. JÄCKLI, 1959, Tab. 3), andere westalpine Flußsysteme: zwischen 0,1 bis 0,9 mm/J. (S. P. CLARC et al. 1969, Tab. 6), Einzugsgebiete der großen hochalpinen Kraftwerksspeicher 0,5 bis 1 mm/J. (R. PARTL, 1975, S. 88), alpine Gebirge im allgemeinen 1 mm/J. (A. GANSSER, 1982, S. 225).

3. Vorzeitliche Hebung in den Alpen nach radiometrischen Messungen: Gotthardgebiet seit 16 Millionen Jahren um 10 km gehoben = 0,62 mm/J. im Durchschnitt (J. SCHAEER et al., 1974, S. 113); Bergell seit 24 Millionen J. im Durchschnitt 0,4 mm/J. gehoben, davon zuerst bis vor 16 Millionen J. 0,7 mm/J., in den letzten 10 Millionen J. nur mehr 0,2 mm/J. (R. HANTKE, 1984, S. 343); auf Grund der thermischen Modellrechnung: Simplon 0,4 bis 1,1 mm/J., Gotthard und Tauern nach Messungen im Tauerntunnel 0,4 bis 0,7 mm/J. (S. CLARC & E. JÄGER, 1969, Tab. 6). Bei der Annahme einer durchschnittlichen Abtragung von 1 mm/J. (was uns allerdings nach all dem Mitgeteilten um ein Beträchtliches zu hoch erscheint) ergibt sich nach diesen Autoren (l. c., S. 1159) eine Abtragung von 30 km in den zentralen Teilen der Schweizer Alpen während ihrer tertiären morphologischen Entwicklungsgeschichte. Die Daten lehren jedenfalls, daß die in Kreisen der Morphologen überkommene Auffassung, die noch J. BÜDEL (1969, S. 26) wiedergibt, daß die volle Geschwindigkeit der Hebung in den Alpen erst im höheren Pliozän und Pleistozän, also unmittelbar vor dem Eiszeitalter vor sich gegangen ist, nicht zutrifft. Es läßt sich weit über die genannten Beispiele hinaus heute bereits aus den Abkühlungsaltern der Minerale eine differenzierte Aufstiegs-geschichte der Alpen mit den verschiedenen Geschwindigkeiten der Hebung im Laufe des Tertiärs rekonstruieren.

Überlegen wir noch die sich aus der radiometrischen Messung der Abkühlalter der Glimmer im mittleren und östlichen Abschnitt der Hohen Tauern ergebenden Werte von 20 bis 15 Millionen J. = Oberes Eggenburg bis Mittleres Badenien (Bd. I, S. 34, und E. OXBURGH et al., 1966), und als Ausnahme sogar 8 Millionen J. = Pont, Zone F! Bei einer Schließtemperatur der untersuchten Glimmer von 300° und der Annahme eines durchaus noch erhöhten thermischen Gradienten mit etwa 1°/20 m ergibt sich hier seit dem Badenien die Abtragung einer 6 km mächtigen Gesteinsdecke. Aus der Zeit des mittleren Miozäns sind daher ganz im Sinn von CH. EXNER hier keinerlei Reste von Altlandschaften mehr zu erwarten.

Eine lange, nicht abgeschlossene Diskussion hat sich über das Alter der Rumpftreppenflächen in den Ostalpen entwickelt: Der Pendelschlag ging im Laufe der Zeit von der Vorstellung sehr hohen bis alttertiären Alters der Flächen zunächst in Richtung eines außerordentlich jugendlichen Alters (A. WINKLER-HERMADEN, 1957, S. 4: erhaltene Formen im wesentlichen bloß Pliozän und Quartär), dann wiederum zurück bis in das Oligozän (H. RIEDL, 1977, S. 145).

Anhaltspunkte für die Einstufung sind einerseits Schätzungen der enormen abgetragenen Kubatur im Vorland (Molassezone am Bayrischen Alpenrand rund 5000 m mächtig, K. LEMCKE, 1984, Abb. 10), Rückland (Poebene weithin mit 4000 m, stellenweise mit 6000 bis 7000 m mächtigem Plio- und Pleistozän erfüllt) und in östlichen Einbruchsbecken (Wiener Becken bis 6000 m, Westpannonisches Becken: Pannon allein bis 2500 m, darüber noch bis 700 m jüngere Serien – A. WINKLER-HERMADEN, 1960, S. 275), welche A. WINKLER-HERMADEN zu so jugendlicher Einstufung der Altflächen verleitet haben. Weitere Hinweise liefern andererseits die modernen radio-metrischen Daten auf eine bereits weit zurückreichende, eben bis in das Oligozän trassierbare gewaltige Abtragung besonders der zentralen Teile der Alpen im Ausmaß von Zehnerkilometern, was ein höheres Alter von alten Flachlandschaften im Alpeninneren unmöglich macht. Als dritte Kategorie für die Alterseinstufung ist die Verknüpfung bestimmter Morphosysteme mit der Vorlandsedimentation herangezogen worden. Hierdurch konnte in Auswertung der Molassedaten die Augensteinlandschaft vom Verfasser (1966 a, S. 113) als Oligozän eingestuft werden. Die immer wieder versuchte Anknüpfung der Flächen an die jungmiozänen Sedimente der Ostrandbecken ist letzten Endes noch immer nicht genügend abgesichert: A. WINKLER-HERMADEN kam bei dieser Verbindung, ausgehend vom Steirischen Becken, zu sehr jugendlichen Werten (s. o.), während im Wiener Becken die angeblich „tortone“ (badenische) Strandterrasse stets bis in neueste Zeit (H. RIEDL, 1977, S. 143: Fischauer Berge) als Beweis für ein hohes Alter der vielfach hoch darüber liegenden Flachlandschaften verwendet worden ist – ungerechtfertigt, weil nirgends das badenische Alter dieser Strandterrasse wirklich detailliert belegt und gesichert ist (vgl. geol. Kt. Wiener Neustadt, 1982), sondern gerade auch auf der markantesten Strandterrasse mit Brandungskehle, der Richardshofterrasse am Anninger, ein Schleier von fossilführendem Pannon D, also Oberpannon nov. sens., das jugendliche Alter dieser klarsten morphologischen Randkerbe belegt (A. TOLLMANN, 1968 b, S. 237). Das besagt nicht, daß nicht auch sarmatische und badenische Terrassen vorhanden gewesen sein können, aber die kräftig küstengestaltende Pannonische See hat mögliche ältere Kerben zu stark überarbeitet. Ebenso ist die schöne Terrasse am Burgstall bei Wien-Nußdorf, die H. KÜPPER (1958, S. 176) und J. FINK (1975, S. 99) als im Badenien angelegt und im Pannon überarbeitet betrachten, weit oberhalb der am Abhang darunter auftretenden Badenien-Strandbildungen eingeschnitten und daher nicht für ein mittelmiozänes Alter beweisend.

Ein nächstes Mittel zur Alterseinstufung des Reliefs ist die Berücksichtigung der noch erhaltenen plombierten Altformen unter der Transgression des Ottwang im Norden, des Baden im Süden im Basisrelief des Wiener Beckens. Hier soll z. B. auf der Mistelbacher Scholle unter Bedacht auf die jüngere Tektonik ein Relief mit Höhenunterschieden über 500 m und Hangneigungen bis zu 30°, ja 45°, aus

der Zeit des Eggenburg (Burdigal) vorhanden sein. Das heißt, daß wir bereits bei Einbruch des Wiener Beckens ein akzentuiertes Relief des Raumes annehmen müssen. Die Piesting-Triesting-Schotterkegel des Unterpannon sind überdies bereits deutlich talgebunden (im Piestingtal bis Pernitz, im Triestingtal bis Tasshof einwärts reichend – vgl. Geol. Kt. Umgebung Wien, W. FUCHS & R. GRILL, 1984 b). Das bedeutet aber, daß die ohne Bruchgrenzen hoch darüber erhaltenen Altlandschaften am Plateau der Hohen Wand etc. älter, also wohl mittel- (bis maximal tiefer-)miozänen Alters sind. Für noch höheres Alter der erhaltenen höheren Anteile der Treppenflur haben wir bis dato keinen Anhaltspunkt.

Als letztes Argument für die Alterseinstufung kann – da ja nach wie vor direkte Datierungen der Flächen und ihrer Bodenbildungen mit exakten Methoden ausstehen – noch die klimatische Entwicklung im Jungtertiär herangezogen werden. Die Erkenntnis der Tatsache, daß bestimmte Landformen (Peneplains, Piedmonttreppen, Pedimentflächen, intensive Zertalung etc.) an bestimmte klimatische Voraussetzungen gebunden sind, ist durch den sich kräftig entfaltenden Zweig der Klimamorphologie herausgearbeitet worden, besonders durch die grundlegenden Arbeiten von S. PASSARGE (1926), J. BÜDEL (1950, 1977) und H. LOUIS (1979).

Zweifellos sind nun die ausgedehnten Einebnungsflächen geringen Reliefs, die sich hochgeschaltet in Resten erhalten haben, einem subtropisch-humiden, auch wechselfeuchten Klima, vergleichbar den heutigen Randtropen, zu verdanken, da dort einerseits tiefgründige chemische Verwitterung arbeitet, andererseits bei Wechsel von Niederschlag und Trockenzeiten eine abtragung-intensive Flächenspülung durch Schichtfluten herrscht (H. FISCHER, 1967, S. 42). Diese Bedingungen haben im betrachteten Raum bis ins mittlere Miozän einschließlich Sarmat geherrscht, sodaß damals die nicht talgebundenen hochgelegenen Anteile der Treppenflur entstanden sein werden. Im einzelnen sind die klimatischen Voraussetzungen auch innerhalb des Mittelmiozäns unterschiedlich: Im tieferen Badenien herrscht subtropisches, fast noch tropisches Klima, im hohen Badenien existierten im Wiener Raum noch subtropische Korallenriffe, im Sarmat wird dieses Warmklima trockener, indem neben Galeriewäldern Savannen und Macchien nachweisbar sind.

Ein deutlicher Schnitt stellt sich im tieferen Obermiozän mit dem Pannon ein. Das Unterpannon stellt eine Trockenphase mit Savannenvegetation, aber noch mediterranem Warmklima dar, im Mittel- bis Oberpannon nov. sens. ist zuletzt (Zone E) ein warm-gemäßigtes, wiederum feuchteres Klima mit sommergrünen Laubwäldern und der Waldfauna von Eppelsheim nachweisbar (Bd. II, S. 493), im höheren Obermiozän, dem Pont (Zone F bis H), herrscht zunächst noch feucht-warm-gemäßigtes, etwas kühleres, atlantisches Klima, zuletzt (höheres Pont) in der Trockenphase des Messinian (in der das Mittelmeer ausgetrocknet ist) ein durch die Pikermifauna charakterisiertes Steppenlima. Für das Pliozän nov. sens. mit wohl subaridem Klima verbleiben noch 3,6 Millionen Jahre bis zum Einsetzen der deutlich wirksamen Kaltzeiten des vor 1,8 Millionen Jahren beginnenden Pleistozäns.

Unter diesen Voraussetzungen ist es denkbar, daß die Flächenspülung noch im Mittelmiozän vorherrscht, daß sich in dieser Zeit und auch noch im Unterpannon, dann im Pont und im Pliozän am Alpenrand Fußflächen, Pedimente, gebildet haben,

die allerdings nur wenig in das Grundgebirge einschneiden (J. FINK, 1975, S. 330; 1984, S. 246, Abb. 10, 12). Andererseits hatte wohl abschnittsweise bereits mit dem warmgemäßigten feuchten Klima des Mittel- bis Oberpannon fluviatile Erosion – vielleicht vorübergehend – eingesetzt, die dann wohl erst nachpliozän, also ab dem Pleistozän, voll wirksam wurde.

Tiefste, talgebundene Terrassen verdanken dieser Flußstätigkeit ihr Entstehen und wurden dann in den wasserreichen Interglazialperioden einschließlich der Jetztzeit wiederum zerschnitten. Im Gebirgsinneren kam natürlich die kräftige glaziale Vertiefung der schon bestehenden Täler hinzu.

Eine scharfe zeitliche Abgrenzung dieser verschiedenartigen Landformung ist noch nicht gelungen; sie ist bei dem oben angeführten mehrfachen Wechsel von Trocken- und Feuchtklimaten im jüngeren Känozoikum auch sehr schwer durchführbar. Ein räumliches und zeitliches Ineinandergreifen der Prozesse in den Übergangszeiten ist sicherlich gegeben.

Über die eiszeitliche Überformung und pleistozäne Gestaltung der Landschaft wird im Kapitel M getrennt referiert.

3. Regionale Morphologie

Da es im Rahmen dieser Darstellung unmöglich ist, eine systematische regionale morphologische Analyse der Teillandschaften Österreichs zu geben, kann nur versucht werden, durch ausgewählte Beispiele markanter morphologischer Landschaftstypen, die auch bisher nicht zur Sprache gekommen sind, einen Eindruck der Vielfalt der Formung zu vermitteln. In diesem Sinne wollen wir, vom Vorland beginnend, alpenwärts und dann gegen Osten fortschreitend, Charaktertypen vorstellen.

a) Die Böhmisches Masse. Im Gegensatz zu den Alpen hat auch im österreichischen Anteil der Böhmisches Masse, dieses alpinen Vorlandes im Bereich von Waldviertel, Dunkelsteiner Wald, Mühlviertel und Sauwald, in langer Ruhezeit eine Peneplenisierung der Wurzeln des Variszischen Gebirges stattgefunden, sodaß wir auf Grund der flach auflagernden Reste von fossilbelegter kontinentaler Oberkreide und Alt- bis Jungtertiär (Bd. II, S. 675 f.) das überaus alte Flachrelief erschließen können. Erst ab dem Beginn des Mittelmiozäns etwa beginnt – wohl im Zusammenhang mit einem Abströmen angehäuften Krustenmaterials im Alpenuntergrund – eine phasenhafte Heraushebung dieses erwähnten Vorlandsaumes, sodaß wir nun auch hier in stark gemildertem Ausmaß eine Rumpftreppenfolge um zentrale Berggruppen beobachten können: Im Mühlviertel ist im Waldaist-Gebiet ein „Zentrales Bergland“ in 1030 bis 1080 m Seehöhe erhalten, um das herum sich konzentrisch eine Rumpftreppenfläche anordnet, die zentrale Hochfläche von 960 m von Karlstift an der europäischen Hauptwasserscheide umgebend (J. ZÖTL, 1951, Tab. 2; H. KOHL, 1952; H. FISCHER, 1965, S. 51, 96 ff., Taf. 13; etc.: vgl. I. KRETSCHMER, 1983, S. 307).

Die bedeutendsten Altflächen dieser Landschaft liegen in tieferer Position gegen den südlichen Massivrand hin zwischen 500 und 600 m (Ilz-Plateau, Mühl/Rodl-Plateau, Plateau des Unteren Mühlviertels und östlichen Waldviertels), wo die höchsten Meeresstände bereits die älteren Ebenheiten überarbeiteten (H. KOHL, 1966, S. 187).

Als Brandungsterrassenreste und Spuren eines ehemaligen Kliffs gelten am Massivrand nach diesem Autor Abrasionsflächen mit Brandungsgeröllen von 300 m und höher (Linzer Raum) bis maximal 470 m (Gallneukirchen).

Diese Rumpftreppenflächen, deren Stufen lappenförmig ineinandergreifen, werden gegen Süden hin an der Linie Königswiesen-Unterweißenbach an bedeutenden Brüchen durch eine Bruchstufenlandschaft abgelöst, mit den drei Hauptschollen Allerheiligen, St. Thomas und Ruttenstein (H. FISCHER, 1965, S. 64 ff.), die ihrerseits im Süden durch das Senkungs- und Aufschüttungsgebiet der Donau im Machland begrenzt ist. Altersmäßig wird die Anlage der heute anzutreffenden Hochflächen vor oder in das Aquitan verlegt, die Heraushebung des Mühlviertels um rund 500 m erfolgte wohl zu Beginn des Mittelmiozäns.

In das Waldviertel greift das zentrale Bergland von Karlstift weg bis Arbesbach vor, von einem breiten Glacis der 860-m- bis 880-m-Hochfläche (prä-)aquitanen Alters im oberen Flußbereich des Kleinen und Großen Kamp umgeben. Der östlich angrenzende Raum von Kamp- und Kremstal ist, wie B. BAUER (1966) gezeigt hat, durch



Abb. 67: Die intensive miozäne Verwitterung der Rumpflandschaft des Waldviertels hat tiefgründige Wollsackverwitterung der Massengesteine bewirkt. Dieser Strukturtypus ist unter Abwandern des Verwitterungsmaterials durch Solifluktion während des Pleistozäns exhumiert worden. Tiefe Verwitterung des Weinsberger Granites im Burgfelsen der Burg Rappottenstein am Kamp südwestlich von Zwettl.

ausgedehnte Reliefverschüttungen und -exhumierungen charakterisiert. H. NAGL & S. VERGINIS (1979, S. 38) haben die Art der tropischen Tiefenverwitterung in diesem Raum geschildert und dargelegt, daß im Bereich der oberen Waldviertler Flüsse, fernab von der plio/pleistozänen Taleintiefung im Wirkungsbereich der Donau und des Weinviertel-Tieflandes, sich ein kaum verändertes, tropisches, vorpliozänes Flachrelief erhalten hat, mit den typischen Granitburgen (Abb. 67) samt Andeutungen einer Basis-Tafonierung.

Die morphologische Aufgliederung der Rumpftreppe des Weinsberger Waldes rund um die NE-streichende zentrale Achse mit der Hochfläche des Bärnkopfs (940–980 m) hat H. FISCHER (1979, S. 41 ff., 183 f., 201 f., Kt. Taf. 1) im Anschluß an seine Gliederung des Mühlviertels durchgeführt. Er unterschied drei Niveaus (880–850, 810–760, 750–720 m) mit tiefer Verwitterungsdecke, die er in postkretazische bis präeggenburgische Zeit einstuft. Die tektonisch und erosiv stark zerstückelte Massiv-Südabdachung S St. Georgen–Pöggstall von 800 bis 200 m (Donautal) läßt nach H. FISCHER (1979, S. 47 ff., 184 ff., 201) vier Altflächensysteme erkennen. Dabei sind hier manche Schollen wie der Ostrong mit seiner Altfläche (1060–910) postmorphologisch gekippt worden. Im Bereich der Donau gehören die höher gelegenen Altflächen am Massivrand (550–400 m) in das Jungtertiär einschließlich Pliozän. Die quartäre Terrassentreppe entlang der Donau mit den aus dem alpinen Alpenvorland bekannten Niveaus setzt unterhalb 400 m ein.

Auch im Dunkelsteiner Wald ließ sich durch M. WOLF-TIMP (1968) eine Rumpftreppe mit Niveaus um 700, 600 und 500 m etc. erfassen, die gegenüber dem östlich angrenzenden Jungtertiär zumindest präarmatisches Alter aufweist. Die 400-m-Randfläche entspricht schon der „Fußfläche“ von H. FISCHER gegen das Tertiär hin (J. BÜDEL, 1978, S. 227) – s. u.

b) Das Alpenvorland. Hier stehen den wenigen morphologischen Studien über das Hausruck-Viertel eine Vielzahl von Arbeiten über das Traun-Enns-Vorland gegenüber, die aber in erster Linie quartärgeologisch orientiert sind (S. 245 ff.) – vgl. I. KRETSCHMER (1983 a, S. 309; 1983 b). Wichtig erscheint die erstmals durch die Kartierung von H. FISCHER (in J. FINK et al., 1976; H. FISCHER, 1979) gelungene und von J. BÜDEL (1978, S. 226 f.) kommentierte Altflächengliederung des östlichen Alpenvorlandes südlich der Donau, südlich von Strudengau und Wachau, die beiderseits der Molasse voll an die alpine Einheit und die Böhmisches Masse anknüpft: Die tiefsten Altflächen (Rumpfflächen) am Kalkalpenrand und im Flyschstreifen liegen bei 500 bis 700 m, die als Äquivalent betrachtete Fläche am Böhmisches Massivrand in 700 m (altersgleich?). Die Leisten der darunter liegenden „Randverebnung“ treten am Alpenrand in 470 bis 540 m, am Massivrand in 460 bis 480 m auf („Fußfläche II“). Die nächste Fläche darunter nun, die voreiszeitliche pliozäne „Oeder Hochflur“, überspannt Flysch (400 bis 440 m – vgl. auch G. GÖTZINGER, 1933, S. 124; J. STINY, 1937 b, S. 458 f.), die ganze Breite der Molasse (390 bis 410 m) und noch den Südrand des Kristallinmassivs im Norden (400 bis 430 m). Diese Form mit 20 km Breite betrifft offenbar tatsächlich synchron Alpen und Vorlandsscholle aus einer Zeit, in der noch Flächenbildung vor der ältestpleistozänen Taleintiefung und vor dem Einschneiden der Donau geherrscht hat. J. FINK (1973, S. 99) bezeichnet sie wohl zurecht als Pedimentfläche.

Eine klare Übersicht über die morphologischen Verhältnisse dieses Raumes geben die Tafeln von H. FISCHER (1979), namentlich seine exzellente Karte Taf. 1.

Im Außer-alpinen Wiener Becken kann östlich vom Dunkelsteiner Wald S der Donau die fast genaue Äquivalenz der geschilderten Flachformengeneration wiederum erfaßt werden: Die Altfläche des Massivrandes, die Fußflächen (Pedimente), die sich als breite Riedeln über das Vorlandtertiär beiderseits des Tullnerfeldes erstrecken. Die Rücken der großen Schotterdeltabildungen, wie der Hollenburg-Fächer des Badenien oder der Hollabrunner Kegel des Pannon (genauer: Sarmat bis Pont), stellen natürlich nicht die ursprüngliche Oberfläche dar, sondern sind von vier jüngeren Abtragungsflächen gegliedert (J. FINK et al., 1976; J. BÜDEL, 1978, S. 227).

Auch im westlichen Weinviertel, also im Alpenvorland (H. NOVAK, 1967) und im östlichen Weinviertel, also im Nordteil des Wiener Beckens (W SCHLEGEL, 1960), ist eine analoge Flächengestaltung ablesbar: Die bedeutendste Verebnung aus dem höheren Miozän erstreckt sich in etwa 400 m Höhe vom Ostrand des Waldviertels zur Gipfelpartie des Mailberger Buchberges in der Molassezone. Darunter liegt zwischen 360 und 300 m ein nächstes System von Verebnungen, die noch durch Flächenspülung und Solifluktion im Plio- und Altpleistozän entstanden sind. Erst darin sind die quartären Täler und Talterrassen eingetieft. Die Asymmetrie der Täler im Nördlichen Wiener Becken ist übrigens (W SCHLEGEL, 1961) durch die durch Sonnenbestrahlung bei periglazialen Verhältnissen entscheidend geförderte Solifluktion an den westschauenden Hängen bedingt. Im Höhenzug der Waschbergzone zwischen Außer- und Inneralpinem Wiener Becken läßt sich in den Leiserbergen wiederum eine ältere



Abb. 68: Die markante kalkalpine Front im Drachenwandzug am Mondsee baut sich über den sanften subalpinen Formen von Flyschzone und Alpenvorland auf.

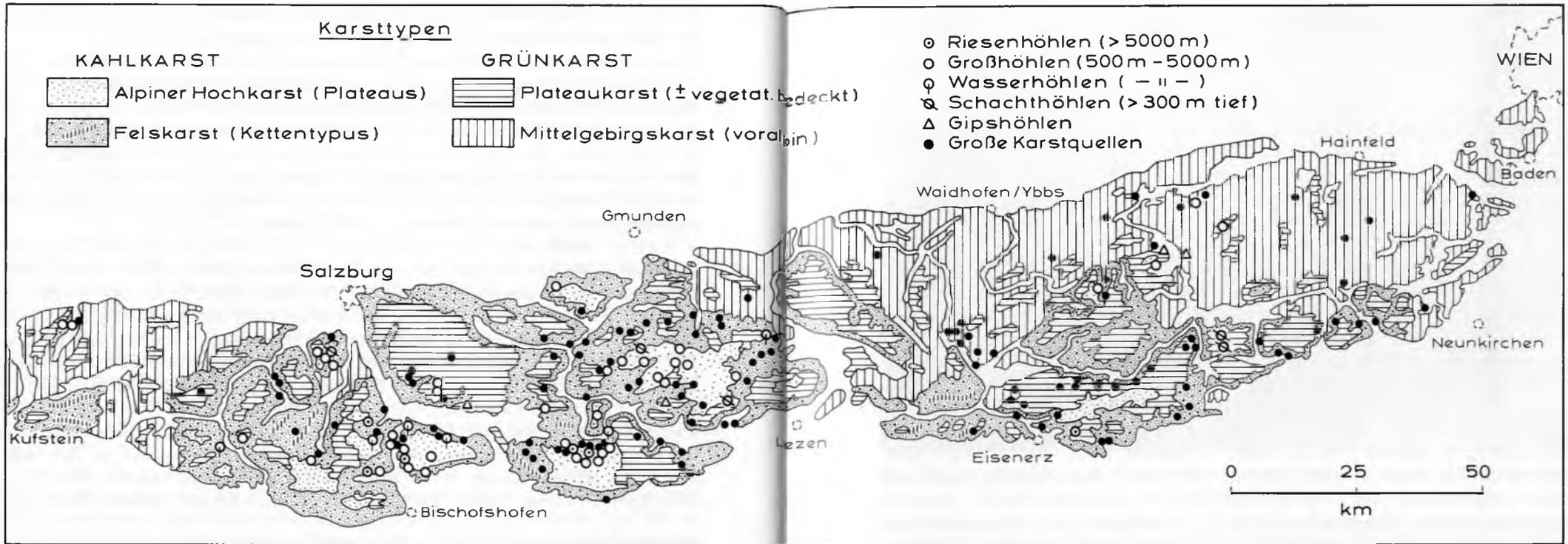


Abb. 69: Karsttypen und Höhlenverbreitung. Schematische Skizze nach der Karte von H. TRIMMEL (1965 a).

Tab. 5: Die Korrelation der kalkalpinen Altflächen; nach E. SEEFELDNER (1973, S. 106, Tab. 1).

Salzb. Kalkalpen		Dachstein			Totes Geb.	Steir.-NÖ. Alpen
1926	Seefeldner 1934	Wilthum 1954	Winkler-Herm. 1957	Louis 1968	A. Lechner 1967/68	Kurz 1963, Schapplwein 1967, Zwittkowitz 1963
Kuppenlandsch.	Hochkönig-Niv.	P ₁	Dachstein-System	Hohes Altrelief	A ₁ -A ₃ Flächen	A-Flächen
Verebnungsfläche	Tennen-Niv.	P ₂	Stein-plateau-system 1900-2000 m 1800-1850 m	Niederes Altrelief	B ₁ +B ₂ -Flächen	B-Flächen
	Gotzen Niv.				B ₃ -Fläche	C-Flächen

Flächentreppe ausgliedern, die von der March (150 m Höhe) bis auf 450 m Höhe in der Klippenzone emporsteigt (H. RIEDL, 1960; 1973, S. 188).

In weiten Räumen des Alpenvorlandes hat demnach in der jüngeren morphologischen Entwicklung zunächst die flächenmäßige, später die lineare Erosion dominiert. Nur entlang der Flußsysteme im Raum der bis in die Gegenwart absinkenden Ost-randbecken, hier Wiener Becken und Pannonisches Becken, herrscht Aufschüttung in den Senken, z. B. entlang der March und besonders der Donau.

c) Die Kalkalpen und die kalkalpine Karstforschung. Die Nördlichen Kalkalpen heben sich morphologisch dank ihres Gesteinsaufbaues über den sanften Formen des Alpenvorlandes und dem subalpinen Flysch und Helvetikum besonders im West- und Mittelabschnitt schroff ab, die Individualität dieses Gebirgszuges innerhalb der Ostalpen betonend (Abb. 68).

Das kalkalpine morphologische Hauptproblem, die Korrelierung der Teilfluren der Piedmonttreppen, ist in großen Zügen bereits im allgemeinen Teil S. 192 ff. besprochen worden. Flache bis hügelige Altreliefs in hoher Lage treten besonders auf den Plateaustöcken der Kalkhochalpen auf und liegen im Bereich der Rax zwischen 1850 und 2000 m (Abb. 63 bis 64), auf dem Hochschwab zwischen 2000 und 2200 m, im Toten Gebirge zwischen 2000 und 2600 m (Abb. 65) und reichen am Dachstein (Bd. II, Abb. 103, 105) mit ihren Erhebungen bereits fast auf 3000 m empor. E. SEEFELDNER (1973, S. 106) hat eine Korrelierung nach dem Formenschatz und der relati-

ven, nicht absoluten Lage wenigstens in großen Zügen durchgeführt. Er parallelisiert mit seinen obersten drei Hauptniveaus von 1934 (Hochkönig-, Tennen-, Gotzenniveau) folgende Altlandschaften: Tab. 5. Über die Korrelierung der vier tieferen, talgebundenen, vorquartären Systeme von Ebenheiten und Niveauresten hat H. SPREITZER (1960, S. 78 f.) in Anknüpfung an F. MACHATSCHKE und E. SEEFELDNER nochmals berichtet.

In den letzten Jahren ist auch die Karstforschung in den Kalkalpen intensiviert worden. In engster Verbindung mit den morphologischen Untersuchungen der Karstoberfläche (Exokarst) schritten Speläologie mit ihrer Endokarstforschung einerseits, Karsthydrologie andererseits fort. Kartenmäßige Übersichten bringen besonders die Karte der Karsttypen und Höhlenverbreitung von Österreich insgesamt (H. TRIMMEL, 1965 a) – Abb. 69 – oder als Beispiel für die klassischen Areale der östlichen Kalkhochalpen die Karte von V. MAURIN & J. ZÖTL (1969) über den steirischen Abschnitt. Überblicken wir ergänzend hierzu die zusammenfassenden Darstellungen in Buchform, die einen engen Bezug auf die österreichischen, namentlich kalkalpinen Verhältnisse auf diesem Gebiet beinhalten, so steht eine moderne Karstkunde in deutscher Sprache zwar noch aus (Anfang der siebziger Jahre erschienen vier fremdsprachige Karsthandbücher), aber aus dem Gebiet der Speläologie und Karsthydrogeologie liegt eine Reihe moderner Darstellungen vor, die, wie einst G. KYRLE (1923) in seinem bewundernswerten Opus, zusammenfassen: Unter ihnen sind die Werke von J. ZÖTL (1974), H. TRIMMEL (1965 b, 1968), A. THURNER (1967) und A. BOGLI (1978) sowie der Artikel von F. BAUER & J. ZÖTL (1972) zum Thema Karst hervorzuheben. Folgende österreichische Zeitschriften sind speziell dem erwähnten Thema gewidmet: Beiträge zur Alpenen Karstforschung (Wien), Mitteilungen der Höhlenkommission (Wien), Die Höhle (Wien), Höhlenkundliche Mitteilungen (Wien), Steirische Beiträge zur Hydrogeologie (Graz). Betreffs speläologischer Bibliographien s. S. 188.

Fossil erhaltene, plombierte Karstreste („bedeckter Karst“) sind in den Kalkalpen aus der Zeit des untersten Karn (oberer Wettersteinkalk – Bd. II, S. 36), aus der Zeit der Rhät-Lias-Wende (Rotkalkspaltenfüllungen im Dachsteinkalk mit umstrittener Genese – A. TOLLMANN, 1976 a, S. 315 f.), von der Basis der Gosau mit dem Bauxit über verkarstetem Kalk (Untersberg – W. GÜNTHER & G. TICHY, 1978, S. 331; Fischauer Berge – H. RIEDL, 1973 b) oder sogar karrig zerfressenem Hauptdolomit (Unterlaussa – A. RUTTNER & G. WOLETZ, 1957, S. 224) bekannt. Schließlich weisen die nur unter dem tropisch-warmen Klima im Tertiär gebildeten Bauxite des Dachsteingebietes und die ebenfalls nicht unter heutigen Klimaverhältnissen entstandenen Pyrite und Markasite als Reliktsedimente einer tertiären Karstverwitterung auf den Kalkalpen-Plateaus auf die tertiäre Karstbildung hin (F. BAUER, 1954, S. 105 f.; R. SEEMANN, 1979 a, S. 280 f.). Problematisch allerdings ist die Erklärung der kuppigen Morphologie der „Raxlandschaft“ der Rax etc. als miozäner Kegelkarst (J. BÜDEL, 1951, S. 170; H. RIEDL, 1966, S. 105). Auch in den Devonkalken des Grazer Berglandes wird ja vergleichsweise von H. PASCHINGER (1965, S. 164) im Rahmen des Thaler Beckens, 6 km NW Graz, die flachkegelige Kuppenlandschaft für einen stark überformten subtropischen Kegelkarst des höheren Miozäns gehalten. In all diesen Fällen allerdings wird kein weiterer Nachweis, etwa durch die typische, intern zerfressene Struktur solcher Karstkegel erbracht.

Daß die rezente Verkarstung in unserem jetzigen feucht-gemäßigten Klima



Abb. 70: Eine relativ rasche Bildung von Rinnenkarren zeigen lose liegende Dachsteinkalkblöcke am Dachsteinplateau an.



Abb. 71: Kahlkarst am abflußlosen Plateau des Dachsteinstockes. Blick auf das gegliederte Plateau nördlich des Dachsteingipfels.

wesentlich langsamer fortschreitet als unter tropischen Bedingungen und sich auch in der Formprägung abhebt, hat besonders L. JAKUS (1973) betont: Die gegenwärtige Verkarstungsintensität in den Tropen ist achtmal größer als in der gemäßigten Zone. Zur Beurteilung der Geschwindigkeit der Verkarstung sowie für eine genetische Gliederung unserer Karsttypen sind die Korrosionsformen der Karren gegenüber den übrigen Leitformen des Karstes (Typologisierung bei M. FINK, 1976), also Dolinen, Uvalas, Schachthöhlen und Poljen, am wichtigsten. Es konnten F. BAUER (1958) und besonders F. ZWITTKOVITS (1966, 1969) hier in wegweisenden Arbeiten die Grundzüge unserer Verkarstungstypen herausarbeiten: In den Kalkhochalpen wird die Obergrenze der Karstformenverbreitung durch die mechanische Verwitterung bedingt (die als Ausnahme bis zur Vegetationsgrenze in 1900 bis 2000 m herabsteigen kann). Die obere Höhenzone der Karstformung im Bereich von 2000 bis 1900 m am Beispiel von Wascheneck und Totem Gebirge, in dieser Region frei von Vegetation, kann als „Zone der freien Karren“ bezeichnet werden: Gemeinsames Merkmal der verschiedenen Karrentypen (Kluftkarren, Rinnenkarren, Firstkarren etc.) sind die scharfen Grate am Kamm der Karren. Das Landschaftsbild in dieser vegetationsfreien Zone wird durch Dolinen (Bd. I, Abb. 105), Dolinengassen, tiefe Karstschlote, durch Gratkarren-Felder und Scherbenkarst beherrscht. In einer zweiten, tieferen Region der intensiven Verkarstung in Lagen zwischen 1200 und 1300 m entstehen subkutan, unter Boden- und Vegetationsbedeckung, die bereits primär breit gerundeten Karrenformen, von denen man zur Zeit A. PENCKS noch angenommen hatte, daß sie ein Verwitterungsprodukt fossiler Rinnenkarren gewesen seien. Unter den übrigen Karstformen herrschen hier Kleindolinen aus der postglazialen Zeit vor. Die Untergrenze der geschlossenen Karstformenbildung liegt in dieser hochalpinen Typusregion des Toten Gebirges – bedingt durch oberirdische Entwässerung nach Quellaustritten – bei 1300 m.

F. ZWITTKOVITS (1969, S. 381 ff.) konnte nachweisen, daß die heute vorhandenen Karren bloß spät- bis postglaziales Alter aufweisen: Die Tiefe der Rinnen von Rinnenkarren (Abb. 70) im Ausmaß von 10 bis 20 cm entspricht dem für diese Zeit aus Karrentischen (vgl. H. KINZL, 1975), Felsfußzacken, Karrendornen und direkten Lösungsmessungen abzuleitenden Betrag. Kluftkarren hingegen können natürlich entsprechend der tektonischen Vorform wesentlich größere Tiefen erreichen (Bd. I, Abb. 106). Das Ausmaß der Oberflächenabtragung in den Kalkalpen wird von den verschiedenen Autoren mit 1,5 bis 2 cm pro tausend Jahre berechnet bzw. angesetzt (vgl. M. FINK, 1976, S. 218). Aus derartigen Lösungsgeschwindigkeiten ergibt sich von selbst, daß große Dolinen und andere Karstgroßformen aus präglazialer Zeit stammen (F. BAUER & J. ZÖTL, 1972, S. 237). Eine einfache Rückrechnung des Abtrages der Karstaltlandschaft von den kalkalpinen Plateaustöcken seit ihrer Bildung im tieferen Mittelmiozän (bis Untermiozän) auf der Basis der genannten heutigen Abtragszahlen ist durch den Klimawechsel nicht möglich: die Abtragung betrüge bei heutigen Bedingungen seit dem Badenien 300 m, seit dem unteren Miozän 400 m. Aber wir haben ausgeführt, daß die Verkarstungsintensität bei tropischem Klima ein Achtfaches beträgt und hierbei die Steigerung der Intensität durch Bodendecke und Pflanzenbewuchs berücksichtigt werden muß.

Verfolgen wir die erwähnten Karsttypen in regionaler Hinsicht, so finden wir die Formen des Kalkkarstes der Hochregion besonders auf den Plateaus der Kalkhoch-



Abb. 72: Tropfsteingruppe in der Grashöhle in Dürntal 6 km WNW Weiz, Steiermark. Das Bild soll daran erinnern, daß das Karstphänomen in Österreich nicht auf die Nördlichen Kalkalpen beschränkt ist, sondern daß auch in den Zentralalpen umfangreiche Höhlensysteme ausgebildet sind. Die Grashöhle z. B. liegt im devonischen Schöckelkalk östlich der Raabklamm im Grazer Paläozoikum. Photo H. KUSCH (Graz).



Abb. 73 a: Die insgesamt 2000 m lange Hermannshöhle bei Kirchberg/Wechsel, NÖ, als Typus einer Höhle in der zentralalpiner Trias des Unterostalpins. Die Orientierung ihrer Teilstrecken zeichnet vielfach das NE- und NW-gerichtete Mohrsche Kluftsystem nach; nach H. TRIMMEL (1966, S. 33).

alpen zwischen Steinernem Meer und Hochschwab (Abb. 71), den Grünkarst der tieferen Region, dessen Bildung unter Bedeckung vor sich geht, besonders in den Kalkoralpen, in der Osterhorngruppe, auf der Rax (H. TRIMMEL, 1965 a) und in den Zentralalpen z. B. im Grazer Bergland (R. SEEMANN, 1979 b, S. 22) – Abb. 69.

Die unterirdische Entwässerung gehört zum Wesen des Karstphänomens. Daher sind die hierdurch entstandenen Schächte und Höhlensysteme ebenfalls wesentlicher Bestandteil des Karstes. Die Anordnung der Höhlen in den Kalkalpen ist im großen durch die Richtung der unterirdischen Entwässerung bestimmt, im Detail wird die Anordnung der Einzelabschnitte in erster Linie durch Klüfte und Störungen, sodann durch Schichtflächen und Grenzen zum dichten Nebengestein bestimmt. Die Abhän-

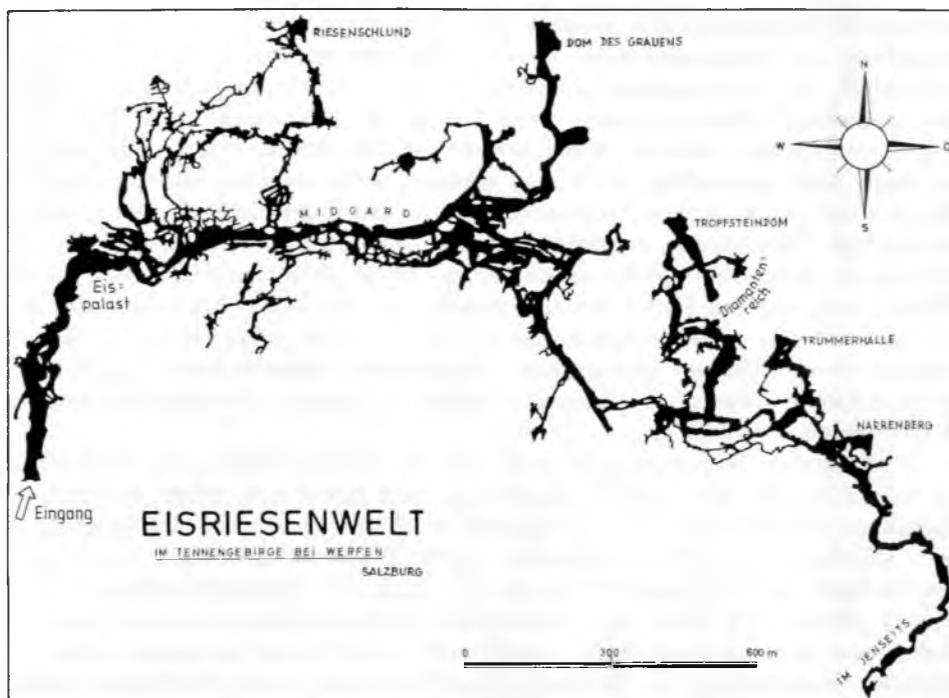


Abb. 73 b: Die Eisriesenwelt im Tennengebirge bei Werfen stellt die drittgrößte Höhle im Bereich der Nördlichen Kalkalpen dar; nach H. TRIMMEL (1966, S. 7).

gigkeit der Höhlenanordnung vom Kluftnetz ist in zahlreichen Arbeiten überzeugend dargelegt worden (Abb. 73 a) – vgl. auch S. 233. Die großen Höhlensysteme sind fossile tertiäre Wasserwege für Flüsse, die aus den Zentralalpen kamen und nach Norden strebten. Später wurden sie beim phasenhaften Hochschalten der Kalkhochalpen trockengelegt und durch tiefer angelegte Wasserwege ersetzt. Die größten Höhlen erreichen bedeutende Längen (H. TRIMMEL, 1966): Die Hierlatzhöhle bei Hallstatt 45 km, die Raucherkarhöhle im Toten Gebirge 44 km, die Eisriesenwelt im Tennengebirge 42 km, die Mammuthöhle im Dachstein 38 km, die Tantalhöhle im Hagengebirge 16 km, die Frauenmauerhöhle des Hochschwab 10,5 km – Abb. 73 b.

Im Karstgebiet liegt in der Tiefe der Kalkstöcke ein zusammenhängender Karstwasserspiegel, der durch große Quellaustritte an der Oberfläche angedeutet wird. In der „vadosen Zone“ darüber dringen die Niederschlagswässer durch das Kluftsystem in vertikaler Richtung in die Tiefe. In der Zone unter dem Niederwasserspiegel des Karstsystems ist das die verkarsteten tiefsten Teile des Massivs erfüllende Wasser nur in sehr langsamer Bewegung, kann über Jahre im Berg verweilen, wie Tritiummessungen bezeugen. Der Karstwasserspiegel aber schwankt mit der Zufuhr von Niederschlagswässern beträchtlich, und in dieser Schwankungszone steht die horizontale Wasserbewegung in Relation zum jeweiligen Zufluß. Durch die intensive Durchfor-

schung der Höhlensysteme in neuester Zeit ist mehrfach von den Forschern in tiefen Schächten der Karstwasserspiegel erreicht oder fast erreicht worden, so etwa im Schneeloch im Tennengebirge in 1086 m Seehöhe im Niveau der nächsten Oberflächenquellen. Höhlen in diesem tiefen Niveau des Karstwasserspiegels treten, den Umständen entsprechend, als „Wasserhöhlen“ auf, die teilweise wassererfüllt sind und in denen noch gegenwärtig der Abfluß erfolgt – wobei die einzelnen Abschnitte oft durch wassergefüllte Siphone verbunden werden. Die Geschwindigkeit der Wasserbewegung im unterirdischen Karstsystem ist sehr variabel. Aus Färbeversuchen in den Kalkalpen ergeben sich Geschwindigkeiten von 10 bis 250 m/h auf dem Weg von der Wassereinspeisung am Plateau bis zum Austritt bei der Quelle. Zugleich stellen sich oft überraschende Ausbreitungsrichtungen in der Tiefe ein (Abb. 74), da die Wasserführung von vielfältigen geologischen Gegebenheiten dirigiert wird und oft auch stockwerkartige selbständige geologische Körper für ebenso selbständige Karstwasserkörper sorgen – vgl. S. 276.

Eine regionale Besprechung der Endo- und Exokarstlandschaften der Kalkalpen ist in diesem Rahmen nicht möglich. Es soll nur noch Erwähnung finden, daß nach der intensiven Durchforschung des hochalpinen Karstes von der Ära G. KYRLE zu den Arbeiten von F. BAUER, H. TRIMMEL, J. ZÖTL, B. TOUSSAINT, G. GRAF u. a. in neuerer Zeit auch der voralpine Grünkarst – nach den Pionierarbeiten von G. GÖTZINGER (1956; 1957: Gipskarst) – vermehrtes Interesse gefunden hat. Im tektonisch komplexen, nicht nur durch Kalk, sondern auch durch Dolomit gesegneten Gebiet der östlichen Kalkvoralpen, im Ötscherland und im Raum östlich der Weyerer Bögen konnten M. FINK (1967, 1973), H. NAGL (1969, 1970), R. PAVUZA (1983), R. PAVUZA & H. TRAINDL (1983), H. TRAINDL (1983) und R. SPENDLINGWIMMER (1984) zeigen, daß auch ein wesentlich komplexeres Karstsystem als jenes der Kalkhochalpen nach Auflösung der kleinräumigen Tektonik und dem Einsatz moderner Methoden einschließlich der Tritiumanalysen samt seinem Wasserhaushalt durchschaubar wird. Die Eigenständigkeit des Dolomitzkarstes, arm an Dolinen, arm an größeren Höhlen und markiert durch Trockentäler, wird in den erwähnten Studien herausgearbeitet.

d) Die Zentralalpen. Die Gipfelflur der Zentralalpen steigt einerseits gegen die zentrale Längsachse der Gebirgskette hin an, sie nimmt andererseits von Osten gegen Westen hin beträchtlich zu (Höhenlage über 3600 m nur in der Venediger- und Glocknergruppe). Dies ist geologisch durch den jungen, tertiären Vorstoß des südalpinen Dolomitenblockes gleich einer Mikroplatte entlang der Judicarienlinie im zentralen Teil der Ostalpen bedingt, der dadurch eine wesentlich stärkere Einengung und einen größeren Tiefgang der Gebirgswurzel – zusätzlich zur deckentektonischen Verdoppelung der Kruste – gegenüber dem breit gebliebenen Ostteil der Zentralzone erhalten hat. Die bis in die Gegenwart und darüber hinaus anhaltende verstärkte Isostasie der tiefliegenden Wurzel aus leichtem Krustenmaterial (Abb. 141) hat die überdurchschnittliche Heraushebung der Hohen Tauern bewirkt. Der hochragende Gipfel des Großglockners, mit 3798 m der höchste Punkt der Ostalpen, verdankt als ein überwiegend aus zähem Grünschiefer bestehender „Härtling“ neben der Heraushebung der Gesamtregion diesem Umstand seine überragende Höhe (Bd. I, Abb. 2). Gegen den Brenner hin senkt sich die Gipfelflur wiederum um 1000 m, merklich auch gegenüber ihrem Wiederanstieg westlich davon. Die Reliefenergie, die sich im Böschungs-

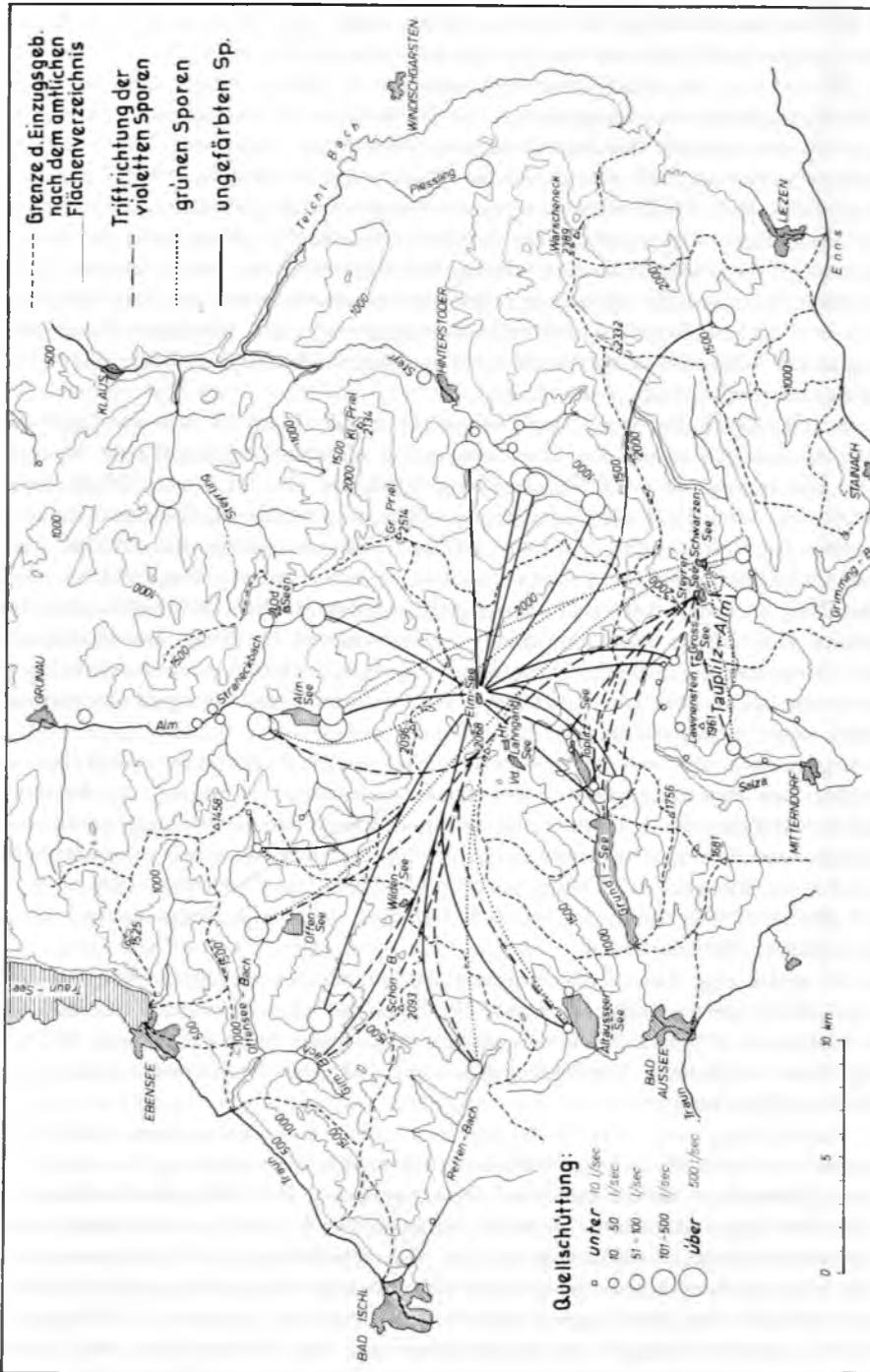


Abb. 74: Karstwasserwege auf Grund von Sporenmarkierung im Toisan Gebirge; nach J. Zorn. (1967; 1972, Abb. 5). Die Skizze zeigt die stark divergierende Wasserwegigkeit bei Einspeisungen im Gebiet des Elmsees bzw. des Steyrer- und Schwarzensees.

winkel und in der Höhe der Abfälle ausdrückt, steigt von Osten gegen die Hohen Tauern zu in gleichem Sinne auf das Eineinhalbfache an (N. KREBS, 1928, Bd. I, S. 46).

Die Zertalung des zentralalpinen Raumes ist in großen Zügen zunächst durch die großen Längstäler oder Längstalungen (z. B. Norische Furche) geprägt, die durchwegs großen jungtertiären Bruchsystemen ihre Entstehung verdanken (Bd. II, S. 591). Wir haben erwähnt, daß die Norische Furche (K. OESTREICH, 1900) entgegen F. X. SCHAFFER (1909, 1942) niemals von einem gegen Osten gerichteten einheitlichen Flußlauf durchzogen war, sondern daß Lokalschutt der nahen Umgebung die einzelnen, individuell eingesackten Becken erfüllte. Die Seitentäler nun sind einerseits durch die zentripetal zu den Senkungsfeldern angelegte Entwässerung diktiert, andererseits in Niederen und Hohen Tauern fiederförmig konsequent von den jeweiligen Hauptkämmen gegen die Längstäler gerichtet. Wie die Satellitenbilder zeigen, folgen zahlreiche dieser Täler ebenfalls größeren Bruchlinien.

Für die Gestaltung des Talprofiles ist neben der Tektonik und der Lagerung der Gesteinsserien die eiszeitliche Überformung mit entscheidend, die für die Trogtalform, für die Längsstufen und Paßgestaltung (Beispiele bei TH. PIPPAN, 1963, 1964, 1970; H. SPÄTH, 1969; etc.), für die maximal 400 m erreichende Tiefenerosion und für die Ausräumung tiefer, später von Seen erfüllten Wannen gesorgt hat. In den Zentralalpen sind allerdings diese glazial bedingten Seen, wie besonders am Beispiel der Täler in den Niederen Tauern gezeigt werden konnte, in interglazialer und postglazialer Zeit bereits wiederum durch die vorwiegend in Form von klastischem Material transportierte Flußfracht weitgehend aufgefüllt, während die kalkalpinen, entsprechend übertieften Wannen durch den z. T. in gelöster Form besorgten Abtransport des Kalkes besser erhalten sind.

Seit langem wird den asymmetrischen Tal- und Bergrückenprofilen in den Zentralalpen Beachtung gezollt und kann die bevorzugte Ausbildung von Steilhängen und Steilwänden an den nord- und ostschauenden Flanken überzeugend auf die Unterschiede von luv- und sonnseitiger Exposition und besonders der unterschiedlich lang erhaltenen Schnee- und Eislage zurückgeführt werden (V. HILBER, 1886, S. 173; 1890; A. PENCK, 1909, Bd. I, S. 285; R. SCHWINNER, 1933 c; F. SCHADLBAUER, 1969, S. 66 f.; H. RIEDL, 1973, S. 190).

Die Anordnung der Kare hingegen wird durch das präglaziale fluviale Relief entscheidend mehr bedingt als durch die Exposition gegenüber den Himmelsrichtungen: E. FABIANI (1969, S. 35) konnte zeigen, daß in den Niederen Tauern 80 Prozent der Kare an fluviale Vorformen gebunden sind und die maximale eiszeitliche Kareintiefung 50 m beträgt.

Die Korrelierung der Altflächengeneration der Zentralalpen stößt, wie S. 196 erwähnt, durch die sehr verschieden starke junge Emporhebung der einzelnen Teile der Gesamtzone auf beträchtliche Schwierigkeiten. Die Problematik wurde an Hand des Salzburger Abschnittes durch H. SPÄTH (1969, S. 124 ff.) und E. SEEFELDNER (1973) zusammengefaßt. Unabhängig von der Alterseinstufung der Einzelniveaus und ihrer Korrelierung kann aber z. B. in den Hohen Tauern weithin folgende, seit alters bekannte Abfolge von oben gegen unten hin durchverfolgt werden: 1. „Kuppen-system“: ausgedehnte Hügel- und Kuppenlandschaft über 3000 m Höhe, meist unter Eis begraben, am besten im zentralen Teil der Glockner- und Venedigergruppe erhal-

ten. 2. „Firnfeldniveau“ CREUTZBURGS (1921): Ein „Flachkarsystem“ (H. KLIMPT, 1943) um mehrere hundert Meter tiefer gelegen, aus ebenfalls überwiegend noch gletscherbedeckten weiträumigen Flachformen bestehend. 3. „Hochtalsystem“ („Hochtalboden“ CREUTZBURGS, 1921): Die um 200 bis 300 m tiefer folgende jüngere Formgeneration von unvergletscherten Hochtrögen. 4. bis 6. Die jüngeren und tieferen Niveaus („Talniveaus“), nämlich die Reste von drei ineinander geschachtelten Talgenerationen, finden sich als Terrassen und Hangleisten gebunden an das Talsystem. Eine gesicherte altersmäßige Einstufung dieser zentralalpiner Altflächentreppe wird wohl erst mit den oben erwähnten exakten Methoden einschließlich der systematisch für morphologische Fragen einzusetzenden radiometrischen Datierung (Glimmerabkühlalter in übereinander liegenden Talprofilstücken etc.) erfolgen.

e) Die Südlichen Kalkalpen. Das schwächer entwickelte Pendant zu den Nördlichen Kalkalpen stellt der Drauzug mit Draukalkalpen, Karnischen Alpen und Karawanken dar. Es ist erwähnt worden, daß hier grundsätzlich die gleichen Probleme der Altlandschafts-Einstufung gelten wie bei den Kalkalpen, da seit geraumer Zeit Augensteinfunde Parallelen zur Augensteinlandschaft im Norden ankünden. Ohne in regional-morphologische Betrachtungen eingehen zu können, soll aus diesem Gebirgszug zur Charakterisierung der Situation das morphologische Schicksal der Karawanken herausgegriffen werden, das ja durch die modernen Untersuchungen von D. VAN HUSEN (1976, 1983, 1984) weitgehend geklärt worden ist (Bd. II, S. 587, Abb. 258): Demnach sind Nord- und Südkarawanken noch in der Zeit des höheren Untersarmats (vor 13 Millionen Jahren) tief liegendes Land mit Flachrelief gewesen, da die Liegendanteile der Rosenbacher Schichten mit absoluter Quarzvormacht (aus den Zentralalpen) noch keinen nennenswerten lokalen Schutt aus den Karawanken empfangen haben. Im mittleren bis höheren Sarmat erst beginnt vor 12 Millionen Jahren eine wirksame Hebung der Karawanken, zuletzt im Süden, wodurch in den „Mischschottern“ der Rosenbacher Schichten nun Lokalmaterial von dort geliefert wird, dann schließt noch im höheren Sarmat eine kräftige Hebung der Nordkarawanken an, die zufolge einer offenbar bedeutenden Reliefenergie bis 2 km lange Gleitschollen in das davor absinkende Klagenfurter Becken entsendet. Zur vertikalen Bewegung kommen hier noch die bis nach Ablagerung des pannonischen bis pontischen Barentalkonglomerates anhaltenden Überschiebungsbewegungen, die ebenfalls zum mäßig steilen Aufsteigen der Karawankenreihe beigetragen haben und noch gegenwärtig anhalten.

Das Beispiel lehrt uns eindringlich die Eigenständigkeit der Genese und das unterschiedliche Alter der Flachlandschaften in den Südlichen Kalkalpen im Vergleich zu ihrem nördlichen Gegenstück, wo das Flachrelief wesentlich älter angelegt und früher herausgehoben worden ist.

f) Der Alpenostrand spielt in der morphologischen Analyse der Ostalpen stets eine bedeutende Rolle, da von hier aus mit wesentlich besseren Grundlagen als von der Molassezone her eine Korrelierung der Altlandschaften mit der im Miozän interferierenden Sedimentation und der hier sehr genau an den Floren und Faunen dieser Zeit ablesbaren Klimageschichte versucht worden ist. Wir haben bereits zuvor darauf hingewiesen, daß auch in diesem begünstigten Raum noch große Probleme ungelöst sind: Keine sichere Datierung von Strandterrassen aus dem Badenien, die über das Alter höher gelegener Flächen aussagen, da die Pannonische See die älteren Strand-

marken weitgehend verschleiert hat (S. 198); kein klarer Umschlag eines tropisch-subtropischen Klimas mit Flächenspülung in ein semiarides mit Pedimentbildung und ein humides mit Flußeintiefung (S. 199 ff.) – wie alle neueren, einander widersprechenden morphologischen Arbeiten als gemeinsames Ergebnis anführen (K. WICHE, 1970, S. 32; H. RIEDL, 1977, S. 148; J. FINK, 1984, S. 246 usw.).

Gegenüber den klassischen Arbeiten über die Gestaltung des Rahmens des Wiener Beckens von H. HASSINGER (1905, 1918) durch zwölf Rückzugsterrassen der Pannonischen See, von der auch noch die Erklärung der Flurtreppe im Leithagebirge durch G. ROTH-FUCHS (1926) stark beeinflusst ist, sind – nach einer Revision durch J. BÜDEL (1933) und A. TOLLMANN (1955, S. 65 f.) – heute besonders durch die Arbeiten von J. FINK und H. RIEDL über Wiener Becken, Eisenstädter Becken und Landseer Bucht die Verhältnisse in großen Zügen geklärt. Aus allem ergibt sich etwa folgendes Bild: 1. Von der Augensteinlandschaft sind keine Reste mehr vorhanden. 2. Von der miozänen Rumpftreppe liegen hier drei Niveaus mit mehr oder weniger ausgedehnten Verebnungsflächen im Inneren der Kalkalpen vor. Ihr Alter könnte – zumindest in höheren Resten – vor- bis frühkarpatisch sein, da die kräftige Sedimentation im Karpat, besonders aber der Grobschutt des Unterbadens nach der Steirischen Phase mit bis 5 m langen Blöcken in Teilbecken der Norischen Furche (Fohnsdorf) die kräftige Heraushebung des Rahmens zeigt, der im Norden des Aflenzer Beckens durch die Kalkhochalpen gebildet wird. 3. Das gegliederte Relief wird ab Oberkarpat (Ruster Fluß, Bd. II, S. 535), besonders aber im Pannon von Flüssen durchzogen (Schotterkegel im Wiener Becken). 4. Im Pliozän bilden sich Pedimentflächen an den Beckenrändern aus (Beispiel: Landseer Bucht). 5. Im Pleistozän werden die Verebnungen durch die Flüsse zertalt, oft zu Riedeln zerschnitten und die tiefsten Teile des Berglandes durch Solifluktionsfußflächen gegliedert (Beispiel: Leithagebirge). 6. Im Jungpleistozän und in der Gegenwart sinken bestimmte Beckenregionen weiterhin kräftig ab (Mitterndorfer Trog, Senke W. Dr. Wagram, Marchfeld mit Lasseer und Siebenbrunner Senke, Neusiedlersee-Bucht – vgl. J. FINK, 1973, Abb. 1, 2), sodaß die altpleistozänen Donauschotter gegen diese Senken hin abgebogen und in diese eingesenkt worden sind – Abb. 75. Die tieferen Teile des Wiener Beckens, die südlich hinter den hoch gelegenen Schotterterrassen im Südrahmen der Stadt Wien liegen, sind daher nicht nur jung ausgeräumt, sondern vor allem tektonisch abgesenkt worden.

Das morphologische Schicksal des Steirischen Beckens mit seinen im Miozän angelegten flächenhaften, gegen Südosten abdachenden Verebnungen und seiner ab Pliozän, besonders im Quartär, erfolgten fluviatilen Zerlegung in eine gegen Südosten auslaufende Riedellandschaft ist durch A. WINKLER-HERMADEN erschöpfend dargestellt worden (1955, bes. Abb. 21, S. 109; 1957, Tab. 2) – vgl. zusammenfassende Darstellungen bei H. FLÜGEL & H. HERITSCH (1968) und H. PASCHINGER (1974). Die jüngsten Beiträge zur Talentwicklung in diesem Raum stammen von S. MORAWETZ (1967, 1976, 1979); diese Talgestaltung deutet auch WINKLER-HERMADEN (1955, S. 111) dahingehend, daß die bedeutende Asymmetrie der N-S ziehenden Täler weder durch die Luv- und Lee-Lage im Hinblick auf die regenbringenden Westwinde noch durch die Erdrotation erklärt werden können, sondern, daß nur die Tektonik, das rasche Absinken gegen das Pannonische Becken im Osten, die ostgerichtete Abdrängungstendenz erklären kann (Abb. 76).

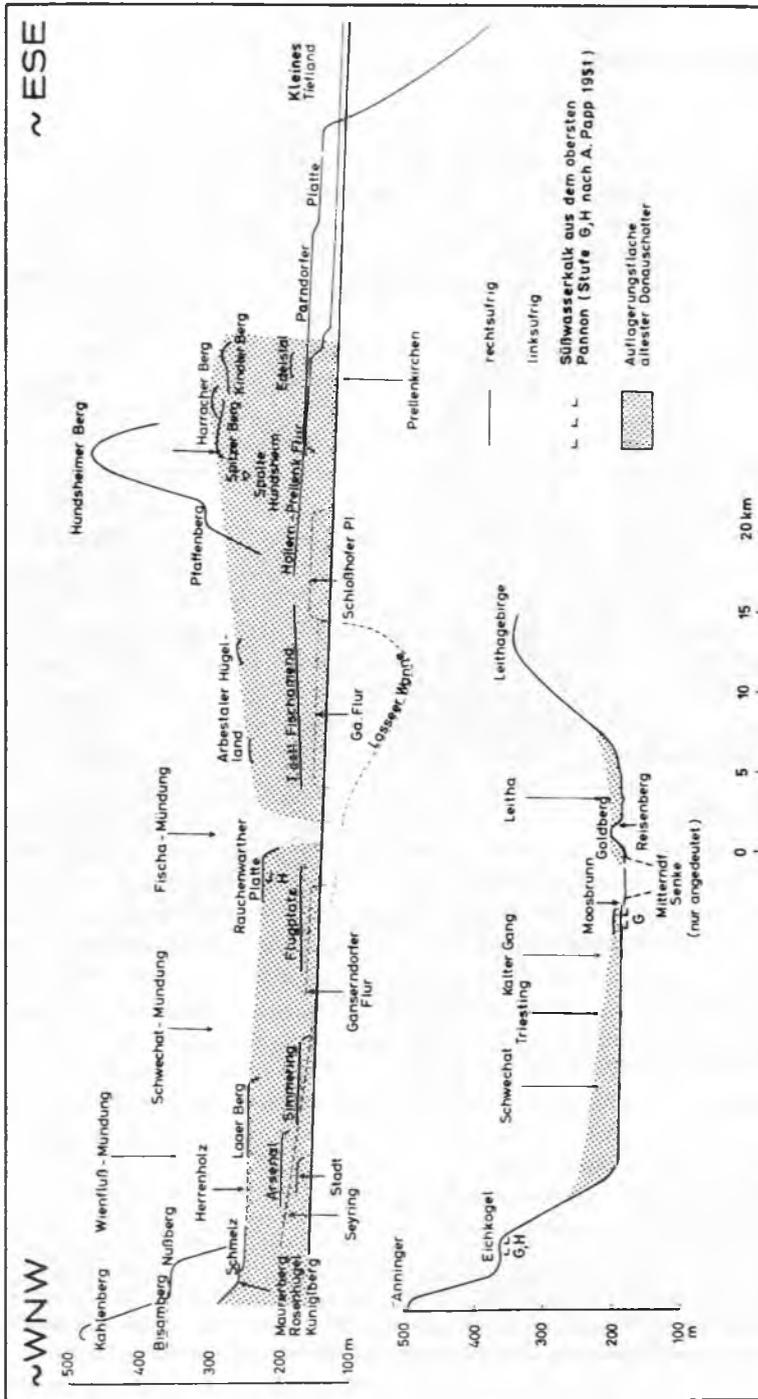


Abb. 75: Senkung und Kippung des Bodens im Wiener Becken in pleistozäner Zeit: Die quer zum südlichen Wiener Becken verlaufenden Profile zeigen eine Kippung der ältestpleistozänen Schotter zur Mitterndorfer Senke hin; nach J. FINK (1973, Abb. 2).

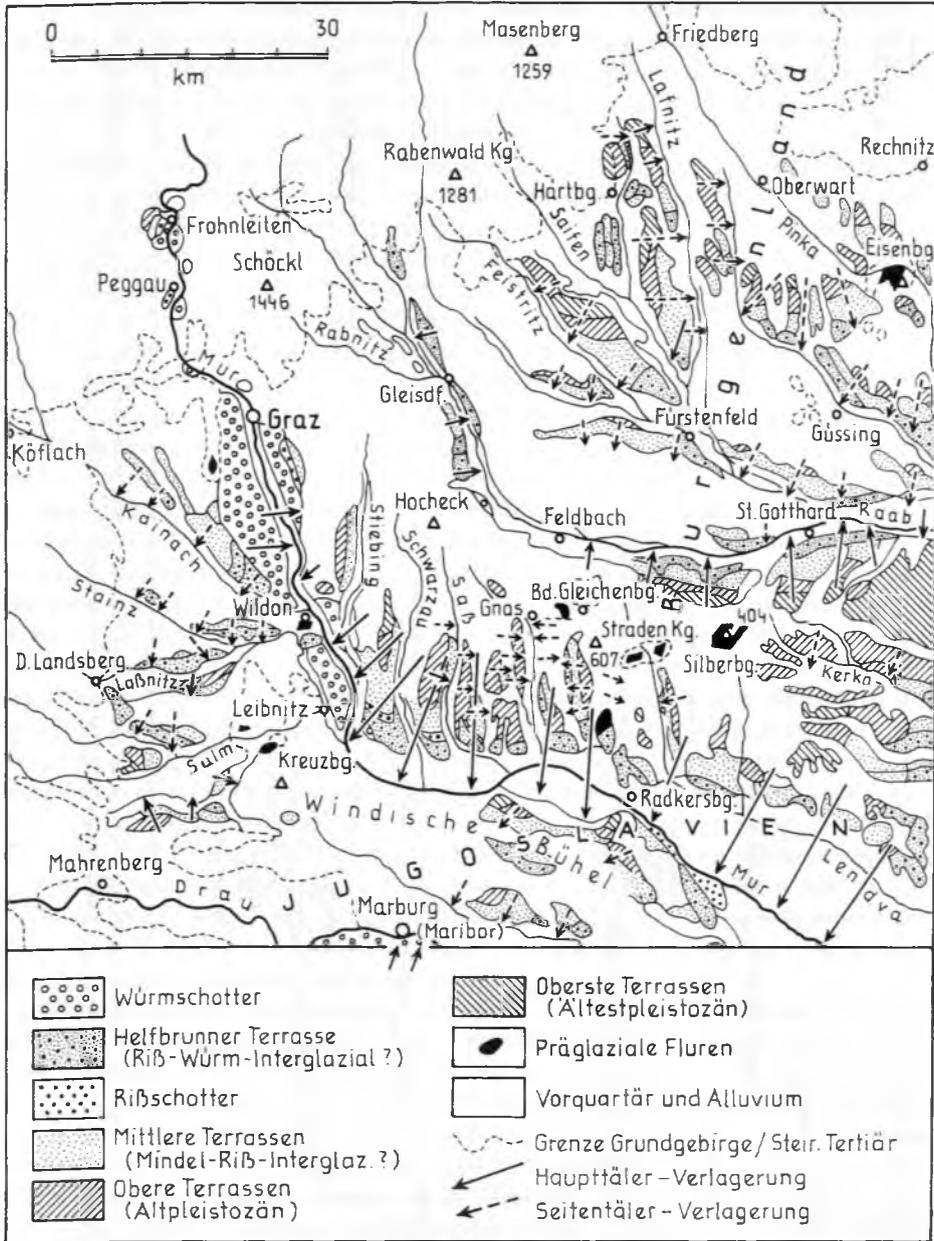


Abb. 76: Die durch die junge Abkippung des Steirischen Beckens gegen Südosten bedingte Seitenverlagerung der Flußtäler im Quartär; nach A. WINKLER-HERMADEN (1955, Abb. 21). Die Pfeile zeigen die vorwiegend gegen Osten und Süden gerichtete Verlagerung der Haupt- und Seitentäler sowie die sich daraus ergebende unsymmetrische Anordnung der quartären Terrassen.

4. Das Schicksal der Donau

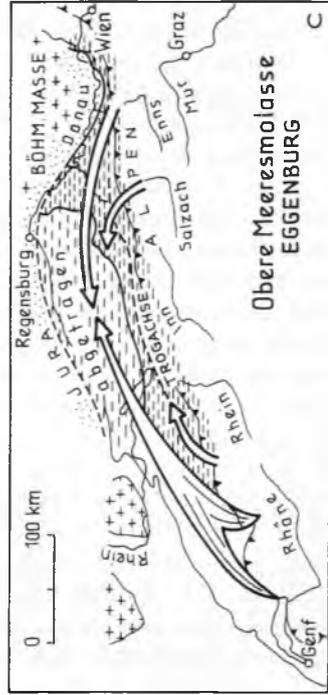
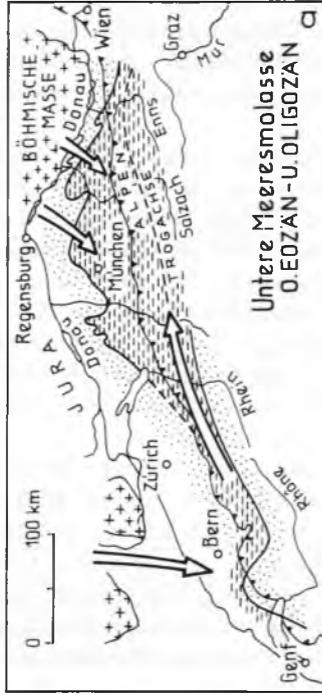
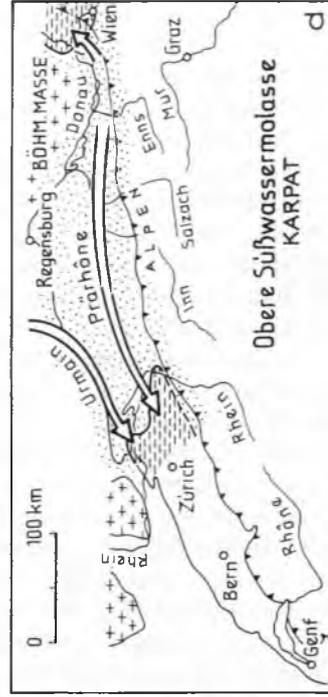
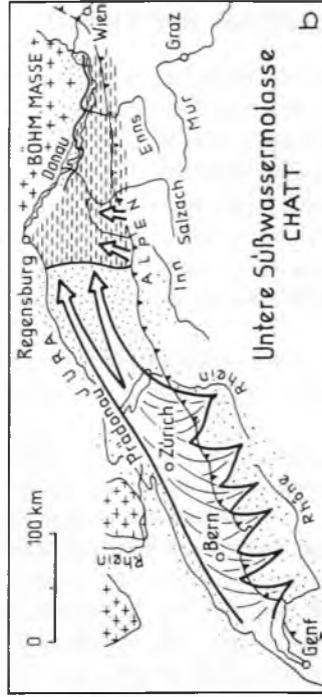
Ähnlich bewegt wie das Schicksal der Völker entlang dieses großen Stromes Europas (E. SUESS, 1911, S. 13 ff.) ist das vielfältige Schicksal der Entwicklung des Stromes selbst, der, zusammen mit seinem Vorläufer aus der Zeit des Molassestadiums der Alpen, eine ungemein komplexe Geschichte aufweist. Als ein echter Vorlandstrom, ein „Molassestrom“ im Sinne KOBERS, zeichnet er die sich allmählich gegen Norden verschiebende Tiefenlinie des Alpenvorlandes nach. Wir wollen zum Verständnis der Entwicklung der Landschaft im Donauroaum weiter ausholen und unter diesem Gesichtspunkt das Flußsystem des Alpenvorlandes in den verschiedenen Etappen seiner Entwicklung überblicken.

Unter den eingehenderen Studien zur Paläogeographie der Donau aus neuerer Zeit sind jene von J. PIA (1939), R. GRILL (1959), J. FINK (1966) und K. LEMCKE (1984) besonders hervorzuheben.

Ebenso romantisch wie die geologisch bedingte Vielfalt in der Landschaft entlang des Stromes ist, so romantisch war auch das Bild, das im Laufe der Erforschung über Alter und Art der Entstehung des Donaustromsystems gezeichnet worden ist. Von F. X. SCHAFFER (1927 c, S. 266), der das Donautal bereits im älteren Mesozoikum („mesozoische Donau“), ja (S. 267) sogar schon im Perm ihr tiefes Bett in die Urgebirgsmasse einschneiden ließ, über W. KLÜPFEL (1929 a, S. 283) der mit seiner „Altdonau“ den Strom wenigstens im Oligozän beginnen ließ, spannt sich der Bogen zu jenen Geographen der Gegenwart wie J. BÜDEL (1978, S. 228), der der wiederholt dargelegten, aber durchaus unzutreffenden Auffassung von J. FINK (z. B. 1975, S. 103; J. FINK & L. PIFFL, 1975, S. 131) folgte, daß die Donau erst im Ältestpleistozän, also vor weniger als 2 Millionen Jahren – auf Grund der ebenso alten Stranzendorfer Kiese, 100 m über dem heutigen Donauebett NW Stockerau gelegen – entstanden sei („thus the Danube had come to exist“).

Die Lösung der Frage liegt in der Mitte: 1968 b, S. 240, konnte der Verfasser bei einer ersten Übersicht über die Entwicklung von Prädonau, Urdonau und Donau die Entstehung der direkten Ahnform der heutigen Donau im Sinn der Schwermineralbestimmungen von H. WIESENER (1960, S. 221) im Wiener Becken an die Grenze von Sarmat zum Pannon, also in die Zeit vor 11,5 Millionen Jahren, verlegen. Diese Auffassung, die auch mit der von A. WINKLER-HERMADEN (1957, S. 96, 267, 690) harmoniert, gilt heute in Kreisen der Geologen (K. LEMCKE, 1984, S. 388) als gut belegt. Die Lösung des Problems der Entwicklung der Donaulandschaft war nicht durch morphologische Methoden, sondern wiederum nur durch sorgfältige sedimentologische Untersuchungen einer Reihe von Forschern zu lösen gewesen.

Es folgt zunächst ein kurzer Überblick über die Entwicklung des Molasseflußsystems im Ostalpenvorland, bevor einige wesentliche Gesichtspunkte über die Einzelstappen der Gestaltung erörtert werden. Schlüsselarbeiten zum Verständnis der Entwicklung dieses Flußsystems sind jene von U. BÜCHI & S. SCHLANKE (1977) über den Westteil und die hervorragenden Studien von K. LEMCKE (1973, 1977, 1984) über den Ostteil. Bereits in der Zeit der Absetzung der Sedimente der Molassezone entwickelten sich durch zweimaliges Trockenfallen eines großen Teiles dieses exogeosynklinalen Meeresarmes (Paratethys) Flußsysteme, die die alpinen quer-



 kontinental
 marin

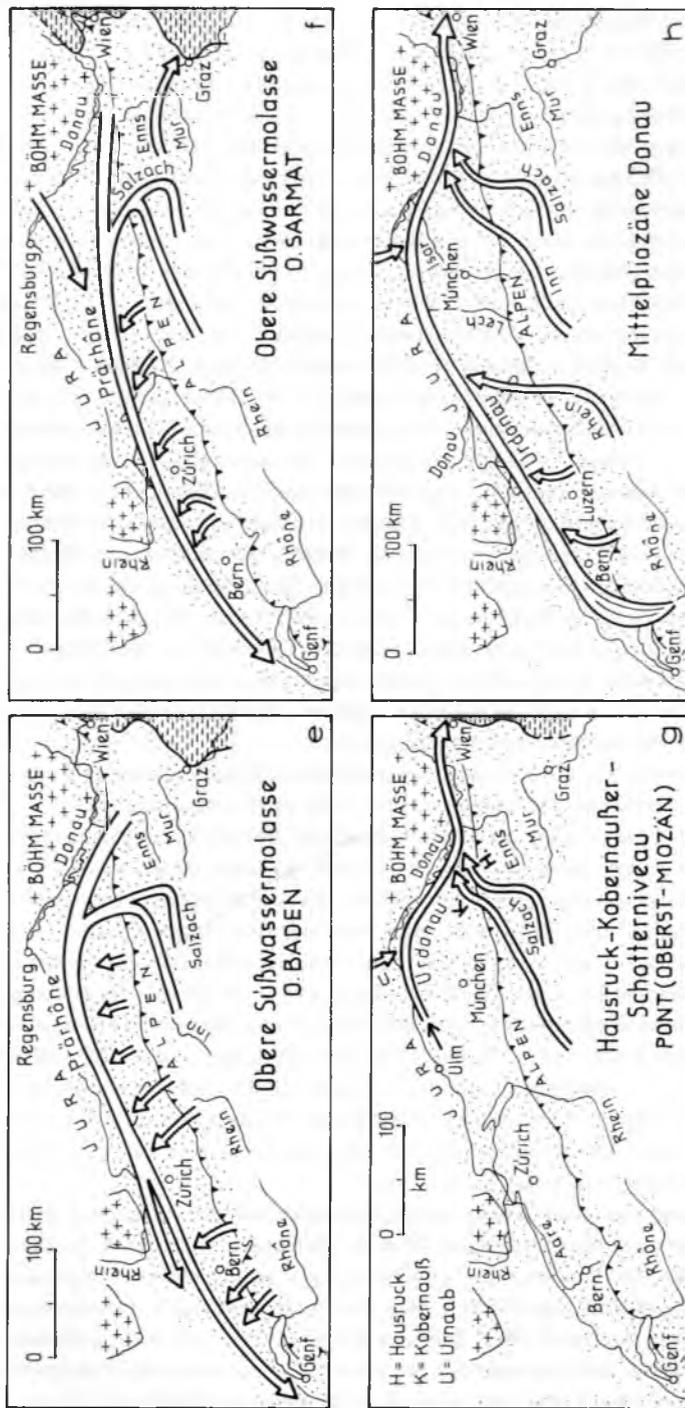


Abb. 77: Schematische Skizzen zur Entwicklung der Donau und ihrer Vorläufer; nach U. BÜCHI & S. SCHLANKE (1977), K. LEMCKE (1984), R. MACKENBACH (1984) u. a. – In der Entwicklung des Alpenvorland-Stromsystems lassen sich drei Phasen unterscheiden: 1. Zur Zeit der Unteren Süßwassermolasse wird das Vorland an der Wende vom Oligozän zum Miozän gegen Osten gekippt und durch eine „Prädonau“ gegen Osten entwässert (Fig. b). Diese ist gegenüber der heutigen Donau gegen Westen verschoben, erfährt noch oberstes Rhône- und Rheingebiet und mündet im Meridian von München in das östlich anschließende Molassemeer. 2. In der Ära der Oberen Süßwassermolasse kippt das Vorland zunächst gegen Westen. Vom Karpat bis Obersarmat (Fig. d-f) entfaltet sich eine Prärhône und zieht von der Schwelle von Amstetten gegen Westen. Sie mündet im Karpat in das Ostschweizer Molassemeer, gewinnt aber im höheren Miozän durch Mündungsverlagerung gegen Westen bedeutend an Länge. 3. Mit dem untersten Pannon setzt die Entwicklung der „Urdonau“ als direkter Vorläufer der heutigen Donau durch eine erneute Vorlandkipplung gegen Osten ein. Sie greift zunächst bis zur Enns (Pannon), dann zu Salzach und Inn (Pont – Fig. g), schließlich als „Aaredonau“ im Mittelpliozän (Fig. h) bis ins oberste Rhônegebiet im Berner Oberland vor. Die Mündung der Urdonau lag im Pannon bei Krems, im Pont im Wiener Becken, im Oberpliozän bereits im Schwarzermeer-Gebiet. Die heutige Donau ist durch den Rheinvorstoß dekapitiert und ihrer westlichen Quellflüsse verlustig gegangen.

greifenden Zuflüsse sammelten (Abb. 77): in der Zeit der Unteren Süßwassermolasse im Chatt-Aquitain an der Wende vom Oligozän zum Miozän und zur Zeit der Oberen Süßwassermolasse im Baden bis Pont. Als erstes Flußsystem durchzog eine Prädona (1.) mit östlich gerichtetem Lauf im Chatt und nach kurzer Unterbrechung noch im Aquitain die Schweizer und Westbayerische trockenengefallene Molasse und mündete bei München in die Westrandbucht des restlichen Molassemeeres. Zur Zeit des Burdigal (Eggenburg bis Ottwang) versank dieses trockenengefallene Vorland mit seinem Fluß- und Seensystem nochmals unter das transgredierende Meer. Als nach dieser marinen Episode mit dem nun kräftigen Alpenaufstieg in der Zeit des Baden und folgenden Sarmat das Gebiet der Molassezone abermals trocken fiel, war es zunächst so stark gegen Westen gekippt, daß es fast zur Gänze, nämlich bis zur Schwelle von Amstetten im Osten, gegen Westen entwässerte, sodaß dieses Flußsystem, dessen Wurzeln an der Grenze Niederösterreichs liegen, gleichsam als eine Prärhöne (2.) betrachtet werden kann. Erst mit dem untersten Pannon sinkt die Schwelle von Amstetten ab und es tritt – als direkter Vorfahre der heutigen Donau – die Urdona in Erscheinung: ab unterstem Pannon bis ins Flußgebiet der Enns reichend, im Pont gegen Westen ausgreifend und Salzach (samt Inn) tributär machend, dann im mittleren Pliozän (Astien) als „Aaredona“ am weitesten gegen Westen, nämlich bis ins Berner Oberland und bis in das oberste Rhönegebiet ausgreifend. Die Mündung dieser Ahnfrau der Donau lag im Pannon bei Krems, im Pont im Nördlichen Wiener Becken, im Roman (Oberpliozän) aber schon weit gegen Osten verschoben im Westteil des Schwarzen Meeres, noch östlich der heutigen Küste. Durch den Vorstoß des Rheins wurde andererseits die Donau ihrer so weit vorgeschobenen westlichen Quelläste beraubt und wird dort weiterhin laufend zurückgedrängt.

Einzelne Episoden der hier in großen Zügen gezeichneten Entwicklungsgeschichte der Vorlandentwässerung verdienen im folgenden noch nähere Erwähnung.

a) Zunächst möge zur Charakterisierung der Landschaft der Prädona aus der Zeit des Chatt-Aquitain vermerkt werden, daß die Zuflüsse zu dem träge strömenden, an den Nordrand der Molasse gedrängten, von großen flachen Tümpeln begleiteten Flußsystem über viele individuelle Schwemmlandfächer aus den Alpen kamen, mit Schüttungen, die im Westen bis aus dem Umland des heutigen Genfer Sees gespeist wurden. Im Oberchatt drang dann – im Zusammenhang mit einer positiven weltweiten eustatischen Meeresspiegelschwankung – das Mediterranmeer, von der Rhönebucht kommend, bis in die Westschweiz vor, das Paratethysmeer aber vom Raum München gegen Westen, sodaß die dazwischen liegende quergreifende Schwarzwald-Aareschwelle fast oder ganz versank. Im Aquitain stellten sich dann wiederum ähnliche Verhältnisse wie im tieferen Chatt ein, nur daß die Schwemmkegel aus den Alpen zu größeren Schuttfächern vereint waren.

b) In der Zeit der erneuten Trockenlegung der Molassezone im Badenien hatte sich ein Prärhöne-System, also ein gegen Westen gerichteter Vorlandstrom, wie folgt entwickelt: Quellgebiet im Vorland war im Osten die Querschelle von Amstetten, die sich ja schon in der Zeit der Oberen Meeresmolasse gelegentlich bemerkbar gemacht hatte. Als Zuflüsse kamen in der Zeit des Unteren bis Mittleren Badenien aus den Ostalpen auf Grund der Schwerminerale eine Urenns und eine Ursalzach, wobei letztere offenbar auch noch den in Längsrichtung weiter gegen Osten fließen-

den Inn aufgenommen hatte. Im österreichisch-süddeutschen Alpenvorland transportierte dieses Flußsystem seine Fracht hauptsächlich in der Längsachse des etwa 100 km breiten Vorlandstreifens gegen Westen (K. LEMCKE, 1984, S. 385 f.). Zuflüsse aus der Böhmisches Masse brachten die „Glimmersandschüttung“ hinzu. Jüngst hat K. LEMCKE (1985, Abb. 1) das Einzugsgebiet des nach Südwesten entwässernden Urmain und der Urnaab aus der Zeit des Eggenburg und Ottngang an den bis Neuchâtel nachweisbaren Schüttungen im einzelnen herausgearbeitet. In der Schweizer Molasseregion ist das Flußnetzsystem, dem drei große und ein kleinerer Fächer aus den Alpen zustrebten (F. HOFMANN, 1969, Abb. 1), mehr an den Nordrand gedrängt. Das Stromsystem mündet nach Querung der südlichen Ausläufer des Französischen Kettenjura in das Mittelmeer. Im Schweizer Abschnitt ereignete sich im Mittleren Badenien zur Zeit der „Kalknagelfluh“ nach U. BÜCHI & S. SCHLANKE (1977, S. 67) im alpinen Raum ein überdimensionaler Bergsturz. Nach Durchbrechen des aufgestauten intramontanen Sees durch den Bergsturziiegel ergoß sich in Form einer murgangartigen Großkatastrophe dieses Gesteinsmaterial bis in das Alpenvorland.

Auch die zweite Großkatastrophe des Badenien (oberster Abschnitt), der riesige Flächen Europas verheerende Impakt (Meteoriteinschlag) im Nördlinger Ries (S. 266), hinterläßt mannigfaltige Spuren in der Landschaftsgestaltung: Zunächst einen weithin verfolgbaren Blockhorizont mit bis 40 kg schweren Malmkalkblöcken in den Oehninger Schichten der Schweiz, aber auch noch in den gleichaltrigen Molasseschüttungen bei Augsburg. Ferner aber hat K. LEMCKE (l. c.) das Ausbleiben der Materiallieferung mit charakteristischem Schwermineralgehalt aus dem Einzugsgebiet der Enns im Vorland, dafür aber Auftreten dieses Materials im Untersarmat des Grazer Beckens registriert und daraus auf eine Verschüttung des Ennsflusses durch einen gewaltigen Bergsturz im Gefolge des Ries-Meteoriteinschlages etwa im Bereich der Gesäuseberge geschlossen, sodaß die Enns über die nachmalige Palten-Schober-Furche gegen Südosten ausweichen mußte (Kritik bei R. MACKENBACH, 1984, S. 140).

c) Die Entwicklung der heutigen Donau gegen Westen hin setzt, wie erwähnt, im Kremser Raum an, der Amstettener Querriegel sinkt im Zuge der generellen Kippung des Alpenvorlandes gegen Osten hin ab und schafft Raum für Zuflüsse von Westen, die sich in zunehmendem Maße diesem ostgerichteten Urdonausystem anschließen. Es stimmt nicht, daß der Mistelbach-Hollabrunner Schotterkegel des Pannon außer Material aus der Böhmisches Masse nur Gesteine von Flyschzone und Kalkalpen aufweist, wie J. FINK (& L. PIFFL, 1975, S. 130) und J. BÜDEL (1978, S. 228) schreiben, daraus die Nichtexistenz einer damals von Westen kommenden Donau ableiten und in diesem Schotterkegel bloß ein lokales Phänomen erblicken. Die sedimentologische Untersuchung der Mistelbacher Schotter durch K. GYURITS & H. KURZWEIL (1976, S. 233, 243) hat vielmehr ergeben, daß für den Transport der Korngrößen Strömungsgeschwindigkeiten erforderlich waren, die jenen der heutigen Donau, nicht lokalen Fließchen, entsprechen und daß sehr wohl auch alpin geprägte Metamorphite unter den Geröllen und typische alpine Schwerminerale aus den Zentralalpen, wie barroisitische Hornblenden und Epidot, ein weites Einzugsgebiet des Lieferflusses garantieren. Ähnliches hatte ja schon vorher H. WIESENER (1960, S. 221) aus dem Umschlag des Schwermineralspektrums an der Sarmat/Pannon-Grenze gefolgert.

Auch die Studie des Donauabschnittes zwischen Passau und Hausruck (R. MACKEN-

BACH, 1984, S. 139 ff., Abb. 43 bis 45) hat den Umschlag der westgerichteten fluviatilen Schüttung der Munderfinger Schotter aus der Zeit des Oberen Sarmat zum ostgerichteten Transport der Kobernauber- und Hausruckschotter ab dem Unteren Pliozän im einzelnen belegt. Ferner konnte diese Änderung von der West- zur Ostrichtung im Grenzbereich Sarmat/Pannon auch im oberen Donauabschnitt an dem Materialtransport aus dem Naab-Zuflußgebiet eindeutig ermittelt werden (K. KALOGIANNIDIS & K. BRUNNACKER, 1983, S. 88). Im Pont wird demnach von einem ostwärts gerichteten Donaustrom bereits die Salzach und damit zugleich der Inn angezapft, wie die entsprechend alte, nun NE-gerichtete Hausruck-Deckenschotter-Schüttung anzeigt.

Im mittleren Pliozän hat die Donau, wie erwähnt, ihren weitesten Einzugsbereich gegen Westen durch Einbeziehung des Oberrheins, des Westschweizer Aareflußsystems und noch des Quellgebietes der Rhône erreicht („Aaredonau“ vgl. A. WINKLER-HERMADEN, 1957, S. 96, cum lit.; J. BARZ, 1961, S. 130; non P. SCHMIDT-THOMÉ, 1962, S. 240).

Ab dem Ältestpleistozän wird dann der Lauf der Donau durch eine mannigfaltige Schotterterrassenabfolge begleitet (vgl. S. 260 f., Abb. 75, 78, 79, 81, 97): Von der erwähnten ältesten Serie bei Stranzendorf NW Stockerau in 100 m Höhe über dem Fluß abwärts über die klassische pleistozäne, von F. X. SCHAFFER (1902) aufgestellte Terrassenfolge im Wiener Becken – Laaerbergterrasse (+ 90 m, Ältestpleistozän), darunter Wienerbergterrasse (+ 60 m), Arsenalterrasse (+ 45 m, Günz), Seyringer Terrasse (+ 25 m) und die laut J. FINK (1975, S. 98) jungtektonisch tiefer abgesenkte „Gänserndorfer Terrasse“ (Mindel) sowie die Stadterrasse (+ 15 m, Riß) und die Praterterrasse (+ 3 m, geringer Teil Würm, hauptsächlich Holozän) – Abb. 78, 79. Eine Korrelierung dieser Terrassen über weite Räume hin bzw. mit pleistozänen Terrassenfolgen der al-

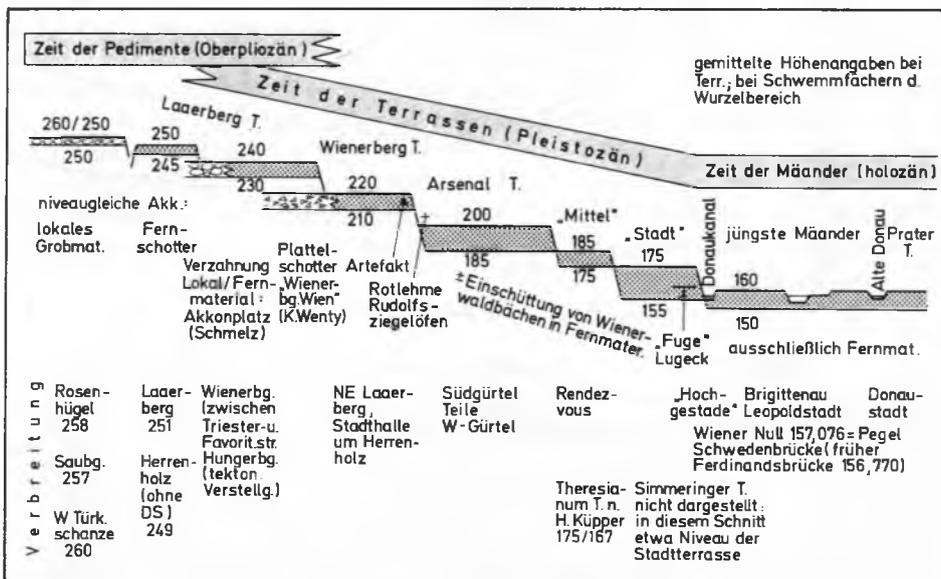


Abb. 79: Die Terrassen im Wiener Stadtgebiet; nach J. FINK (1972, Abb. 3).



pinen Täler ist äußerst schwierig, da neben klimatischen Schwankungen hier im Vorland tektonische Bewegungen bei der Gestaltung der teils aufgeschütteten, teils eingeschnittenen Terrassen mitwirken, weil angeblich keine direkte Abhängigkeit solcher großer Ströme vom Klimarhythmus gegeben ist (J. FINK, 1973, S. 91) und weil in Senkungsräumen wie im Wiener Becken und östlich davon differenzielle Absenkungen zur Aufschüttung statt zum Zerschneiden von Terrassen führen.

Weithin hat die Donau in der Eiszeit dem Umland ihren Stempel aufgeprägt, wie etwa die weit ausholenden Donauaufschotterungen auf den altpleistozänen hohen Terrassen zeigen, die heute auf den Gipfeln des Höhenkranzes südlich von Wien liegen. In der Zeit des Günz/Mindel (Arsenal- bis Seyringer Niveau – E. THENIUS, 1954) hat die Donau Österreich nicht durch die erst ganz jung geformte Porta Hungarica bei Theben verlassen, sondern ihren Schotterkörper durch die Brucker Pforte gegen Südosten ausweichend vorgebaut: Die Schotterplatten von Parndorf und Prellenkirchen sind ein Relikt dieses älteren Flußlaufes (vgl. Karte Wien-Umgebung, W. FUCHS & R. GRILL, 1984). Nur der nördlichste Bereich der Parndorfer Platte wird aus ältestpleistozänen Schottern aufgebaut, der Hauptteil der flächenhaften Aufschotterung dieser Platte ist nach J. FINK (1966, S. 31) wahrscheinlich altpleistozänen Alters (Bd. II, S. 549). Wiederum ins Ältestpleistozän gehören offenbar die höher gelegenen Schotter des Spitzer Berges, die nach G. WESSELY (1961, S. 310) und J. FINK (1966, S. 30 und Abb. 4) mit den Laaerbergschottern gleichen Alters zu parallelisieren sind.

Nicht bewahrheitet hat sich hingegen das alte Konzept von H. HASSINGER (1918, S. 178), daß auch noch das Neusiedlersee-Becken von einer spätdiluvialen Donauschlinge gestaltet worden sei, denn dieser Raum ist nicht von der Donau mit ihren Schottern ausgespült worden, sondern war damals Hochgebiet (Bd. II, S. 549).

Nördlich der Donau ist die alte Senkungstendenz im Bereich des Marchfeldes hingegen bis in die Gegenwart wirksam, sodaß diese Mulde mit bis 60 m mächtigen Donauschottern und -sanden aufgefüllt worden ist (M. SCHUCH, 1977, Taf. 1): Drei SSW-NNE-streichende Tröge besonders starker junger Absenkung gliedern den Untergrund des Marchfeldes, u. zw. die Teilmulden von Aderklaa (W), Obersiebenbrunn (Mitte) und Lassee (E) – Abb. 80.

Die Entwicklung der Donau östlich der Thebener Pforte in Ungarn und weiter abwärts hat in Anlehnung an M. PESCI (1958, 1959) anschaulich J. FINK (1966, S. 26 ff.) geschildert. Dort tritt die Donau ja erst wesentlich später, und zwar nach

Abb. 80: Die Mächtigkeit des geschlossenen Kieskörpers der quartären Donauaufschüttungen im sinkenden Marchfeld zeigt drei SSW-NNE orientierte, stark absinkende Wannens, die durch eine aus dem Untergrund heraus bis in die Gegenwart wirkende Tektonik bedingt sind. Ihr Gegenstück tritt in der Mitterndorfer Senke südlich der Donau auf. Die drei pleistozänen Senken des Marchfeldes liegen genau über den miozänen Senkungsfeldern, erscheinen aber bei schräg einfallenden Brüchen (Aderklaaer Bruch, Kopfstetten-Bruch) entsprechend seitlich verschoben; nach M. SCHUCH (1977 a, Taf. 1), J. KAPOUNEK (1968) und G. WESSELY (1984). Die Mächtigkeit des quartären Kieskörpers des Marchfeldes ist durch M. SCHUCH (1977 a) vorwiegend geoelektrisch ermittelt worden. Die Mächtigkeiten stehen in den wesentlichen Zügen in Übereinstimmung mit jenen der Karte von R. GRILL (1968, Taf. 2), in der die damals zur Verfügung stehenden ÖMV-Bohrungen ausgewertet worden sind.

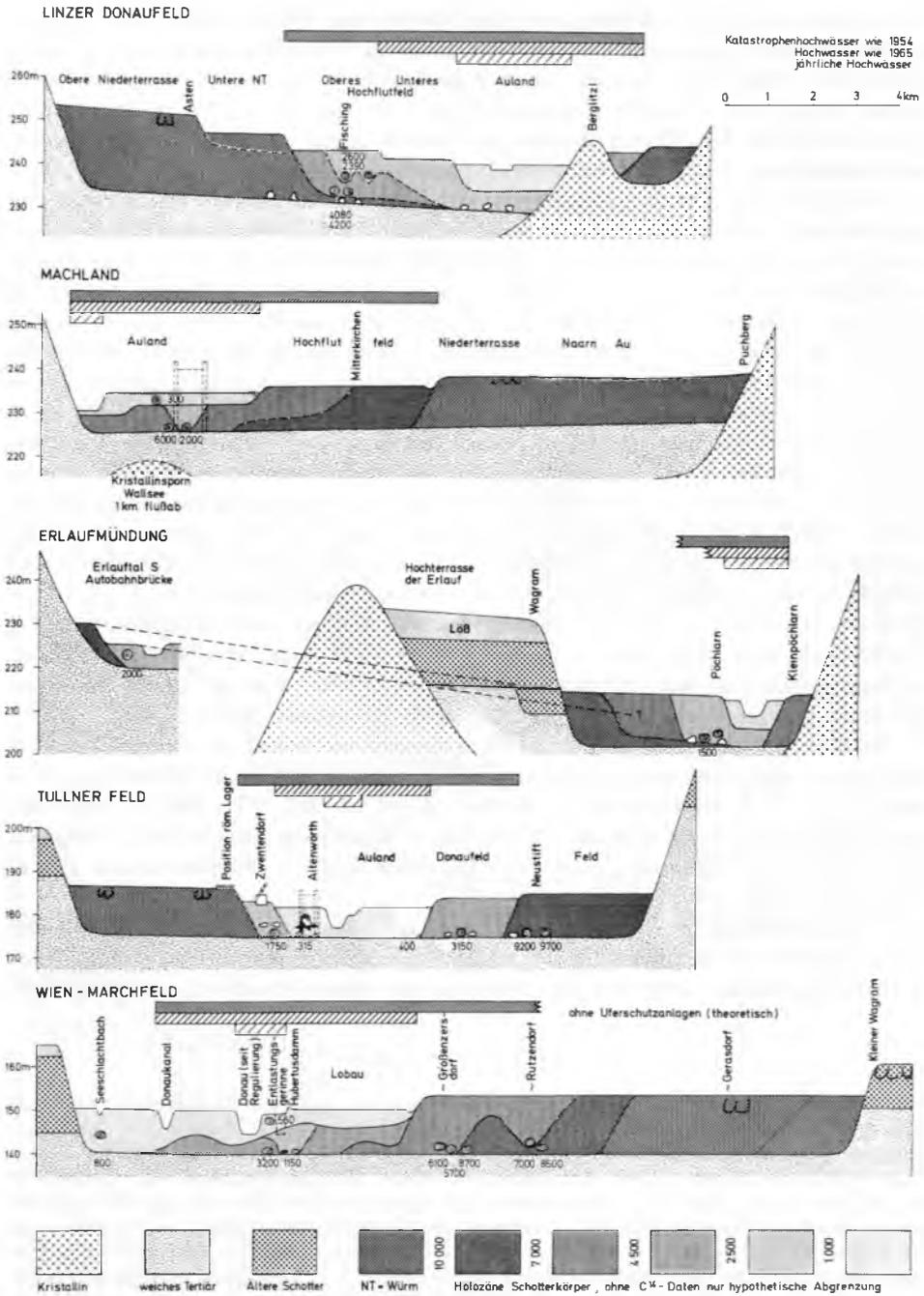


Abb. 81: Die Altersstellung der jüngsten Donauschotter; nach J. FINK (1980, Abb. 2).

dem Rückzug der Pannonischen und Pontischen See im Oberen Pliozän, erstmalig in Erscheinung. Eindrucksvoll spiegelt die lokal wechselnde Senkung (Kl. und Gr. Ungarische Tiefebene) und Hebung (Ungarisches Mittelgebirge) der eiszeitlichen Donauterrassen die jüngste Tektonik wider (J. FINK, 1966, Abb. 3).

Auch die postglaziale Geschichte des Donautales ist heute mit gar manchen Einzelheiten bekannt (Zusammenfassung bei B. BECKER, 1978, S. 30 ff.) – Abb. 81. Die kräftige Flußtätigkeit des ausgehenden Spätglazials setzt sich in die Zeit nach dem 10. Jahrtausend v. h. fort (Radiokarbonalter, noch nicht korrigiert): Beträchtliche Schotterumlagerungen sowohl im Oberlauf der Donau als auch im österreichischen Anteil haben im Boreal und Älteren Atlantikum, besonders in der Zeit von 8700 bis 7400 v. h. die Kiefern- und Birkenbestände des Talgrundes dezimiert, wie an subfossilen Baumstammlagen im Tullnerfeld in 6 m Tiefe ersichtlich. Im Jüngeren Atlantikum (5800 bis 5100 v. h.) kommt die Flußtätigkeit (Hochwasser, Schotterumlagerung, Auwaldabspülung) praktisch zum Erliegen. Sie setzt im Subboreal (ab 5100 v. h. im Oberlauf, ab 4200 v. h. im österreichischen Anteil erfaßt) wiederum verstärkt ein; durch seitliche Flußverlagerung werden ganze Auwälder abgeräumt, sodaß Eichenstammlagen in den Donausedimenten dieser Zeit äußerst typisch sind, so etwa bei Wien, im Tullnerfeld oder bei Linz (dort in 12 m Tiefe; H. KOHL, 1968). Im Donauoberlauf fehlen in jüngster Zeit Baumstammlagen, und damit größere Umlagerungen, völlig; nicht so im österreichischen Donauebiet, wo noch drei jüngste Stammakkumulationslagen in der Bronzezeit (um 3000 v. h.), der Römerzeit (um 2000 v. h.) und im Frühmittelalter (um 1500 v. h.) feststellbar sind. Die Fruchtbarkeit der Auenstandorte wächst – wie die Zuwachsleistung der subfossilen Eichenstämme erkennen läßt – in der jungpostglazialen Zeit zunehmend, was durch vermehrte Ablagerung feinkörniger Sedimente bis hin zum Aulehm bedingt ist.

Welche kräftigen Umlagerungen im ostösterreichischen Abschnitt noch in jüngster Zeit durch die Donau vor sich gegangen sind, zeigen die in den Bohrungen der Verbundgesellschaft im Bereich der Thebener Pforte, 1,5 km ENE Hainburg, in 8 bis 9 m Tiefe der (hier insgesamt nur 10,5 bis 12 m mächtigen) Donauablagerungen über dem Wolfsthaler Granit angetroffenen römischen Ziegelbrocken aus Carnuntum (G. WESSELY, 1961, S. 315). Das Material hat sich der nach dem Baerschen Gesetz zwischen den Aufhängungspunkten in den „Pforten“ rechtsdrängende Strom aus der am Wagram des Flusses abgesunkenen Prätorialfront des römischen Lagers (E. SUESS, 1911, S. 10, 12) geholt.

Dieser aus dem Raum Carnuntum beschriebene Vorgang ist jüngst – in allen Einzelheiten vergleichbar – an dem analogen, südkonvexen Bogen der Donau im Tullnerfeld bei Zwentendorf erkannt worden (L. PIFFL, 1971, S. 304; J. FINK, 1977, S. 201): Auch hier hat die Donau die ganze Mächtigkeit der rezenten Schotter und Sande südlich des Wagrams, nach Süden drängend, umgearbeitet; auch hier – am Niederterrasenrand im Süden bei dem (erst kürzlich entdeckten) römischen Kastell Pirotorto W Zwentendorf angelangt, hat der Strom dessen Nordhälfte fortgespült. Und auch hier ist die holozäne Donauaufschüttung als poströmisch eingestuft worden, indem beim Bau des Atomkraftwerkes Zwentendorf im Donauschotter in 4 m Tiefe ein Weidenbaumstamm mit einem Alter von 1750 ± 20 J. angetroffen worden ist. Viele Orte sind dem beständigen Rechtsdrängen der Donau am Südrand des Tullnerfeldes zum

Opfer gefallen: Neben Pirotorto die Römerkastelle Favianis und Comagena, später Stift St. Georgen, die Traisenburg und Kainsdorf.

Jüngst wurde auch in Wien XXII im Inundationsgebiet der Donau, nur 0,8 m über der Tegelsohle, im 9 m mächtigen Schotterkörper der Praterterrasse ein römischer Ziegel gefunden, der zeigt, daß hier der Gesamtschotterstoß dieser Terrasse nicht – wie früher vermutet – eiszeitlich, auch nicht nur „holozän“, sondern sogar poströmisch ist (J. FINK, 1973, S. 115).

Lange Diskussionen hat auch der Umstand hervorgerufen, daß auf weiten Strecken das Donautal (Passau–Schlögen–Aschach, Ottensheim–Linz, Strudengau: Ardagger–Ybbs, z. T. Nibelungengau: Ybbs–Melk, Wachau: Melk–Krems) in den harten Massivsockel eingetieft ist, statt nach Süden in die angrenzende weiche Molassezone auszuweichen. Im allgemeinen wurden zunächst Epigenesen für diese Erscheinung verantwortlich gemacht, da ja weite Teile des Massivrandes zunächst noch von randlichen Molassebildungen, später von pliozänen Schotterdecken verhüllt waren, aus denen der Fluß bei seiner Tiefenarbeit nach Durchschneidung in das anstehende Kristallin gelenkt wurde (W. KLÜPFEL, 1929, usf. bis H. FISCHER, 1979, S. 203). Daneben aber hat, wie seit der Untersuchung von H. KINZL (1930 a) am Aschachdurchbruch bei junger Krustenbewegung im Sauwald festgestellt wurde, die Vorstellung von lokalen Antezedenzen Platz gegriffen (K. POPP, 1935, S. 23; H. KOHL, 1966, S. 191). Auch hat man für bestimmte Abschnitte (Passau, Wachau) die Exhumierung alter lokaler Talanlagen als lenkenden Faktor angenommen. Dies ist z. B. in der Wachau bei der Festlegung des heutigen Donautales mit von Bedeutung gewesen. Die seit A. PENCK (1903, S. 10) und F. X. SCHAFFER (1927, S. 268) erwähnten Tertiärrelikte bei Weißenkirchen und Spitz sind, vermehrt um einige weitere Vorkommen auf der Zwischenstrecke – und durch Bohrungen im heutigen Donaubett bei Melk, ferner bei Spitz (J. FINK, 1977, S. 192) – am neuen Kartenblatt Mautern (A. MATURA, 1983) als Unterbadenien bestätigt worden, das nicht einfach durch Einklemmung an jüngeren Brüchen zu erklären ist. Offenbar ist hier ein Stück eines begrabenen Flußtales ganz anderer Provenienz, das vor dem Oberoligozän in altem Relief angelegt und durch die oligo- und miozäne Meerestransgression mehrfach verschüttet worden ist, wiederum abschnittsweise exhumiert (R. GRILL, 1959) und als kurzes Teilstück in das heutige Donautal eingebaut worden.

Im stromaufwärts gelegenen Abschnitt zwischen Melk und Ybbs erwartet H. FISCHER (1979, S. 51) sogar noch ein Stück einer exhumierten alttertiären Flußtalung wie nördlich davon bei Pöggstall und Artstetten (vgl. Bd. II, S. 677).

Einen wichtigen Faktor für die Festlegung der einzelnen Talstrecken im Kristallin stellt die spätvariszische bruchtektonische Gliederung der Böhmischen Masse dar. Bereits seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts ist von D. STUR, J. ČIŽEK und F. v. HAUER die Bindung zahlreicher Täler an Störungen („Spalten“) des Grundgebirges erfaßt worden (vgl. V GRABER, 1929, S. 205; H. KOHL, 1966, S. 190). Das gewaltige Ausmaß der Bruchlinien aber auf die eigenartig gekrümmte und verwinkelte Talführung der Donau, etwa in der Wachau, gibt ein Blick auf die Satellitenbilder, der das Hineinlaufen von Bruchlinien in jedes einzelne Teilstück des gewinkelten Flußverlaufes in diesem Abschnitt erkennen läßt (Abb. 82).

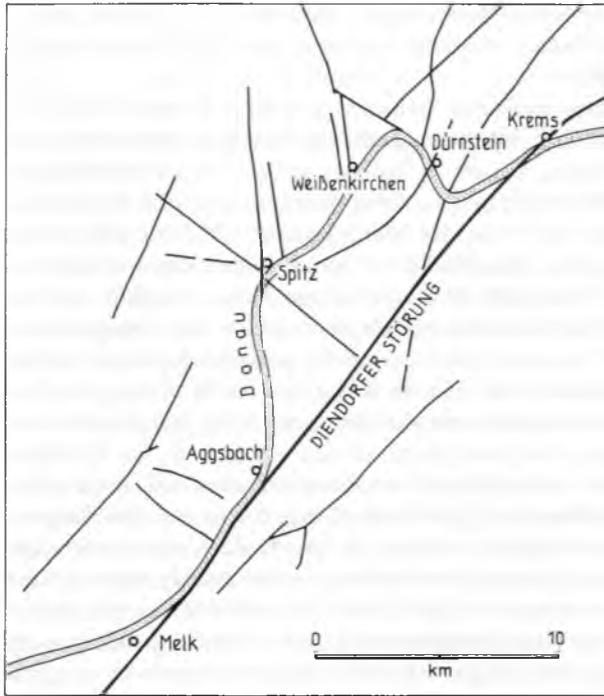


Abb. 82: Die Hauptstörungsli-
nien im Bereich der Wachau,
NO, auf Grund von Satelliten-
bildern. Die einzelnen Teilab-
schnitte des gewundenen Do-
naulaufes sind demnach weitge-
hend durch Bruchlinien, die in
der Verlängerung der Teilstücke
des Flußlaufes hervortreten, vor-
gezeichnet – vgl. Abb. 43.

5. Die Abhängigkeit der morphologischen Formung von der Tektonik

Zum Abschluß dieser morphologischen Betrachtungen muß doch noch kurz auf die umfassende Bedeutung der tektonischen Strukturen als Grundlage der morphologischen Gestaltung hingewiesen werden. Obgleich durch W. PENCK (1924) mit allem Nachdruck auf den Einfluß gerade der Tektonik auf die Oberflächengestaltung hingewiesen worden ist, schiebt man den Gedanken heute in Kreisen der Morphologen unter dem Primat der Klimamorphologie wiederum sehr zu Unrecht in den Hintergrund. So schreibt F. ZWITTKOVITS bei seinem Überblick über Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Geomorphologie in Österreich im Jahre 1965, S. 387: „Die überragende Bedeutung der Tektonik für die Entstehung der Formen ist aber heute in der Forschung abgelegt, obwohl man ihrer nicht ganz entbehren kann.“

Es sind vier Teilbereiche der Tektonik, die sehr wohl gewichtigen Einfluß auf die morphologische Gestaltung der Landschaft nehmen, von denen hier je einige wenige Beispiele aus der österreichischen Erfahrung genannt werden sollen: a) die tektonisch bedingten Lagerungsverhältnisse der Schichten wie Steil-, Schräg-, Flachlagerung oder Faltenwurf, b) die bruchtektonische Zerlegung des Gesteins von der Kluft bis zur Großstörung, c) die großtektonische kontinuierliche oder phasenhafte Gestaltung der Kruste durch Isostasie, Undation, Beckeneinbrüche, die für die Groß-

formung maßgebend sind, und d) lokale Bewegungen, die vielfach bis in die Gegenwart anhalten und dann rezente meßbar sind, die für noch gut überblickbare mittelgroße Formen verantwortlich sind.

a) Einfluß der Lagerung auf die Morphogenese. Während sich bei massigen Gesteinen oder flacher Lagerung in den östlichen Kalkhochalpen plateauförmige Altlandschaften erhalten haben, kommt es bei der steilen bis weithin saigeren Lagerung der enggepreßten Tiroler Kalkalpen, z. B. in den Lechtaler und Klostertaler Alpen, zur Bildung scharfer Grate und schmaler Gebirgsketten, nicht nur am Kalkalpensüdrand-Westteil im Abschnitt der landschaftlich eindrucksvollen saigeren bis überstürzten Stellung der Schichten – besonders N des Arlberggebietes – sondern auch im Inneren des Gebirges, wo etwa im Bereich des Freispitz-Synklinoriums zufolge extremer Einengung Steilstellung der Schichten dominiert. Schräge Schichtlagerung bedingt Isoklinalhänge und Schichtkopfsteilen, wie etwa so schön am Hochtor-Planspitze-Zug im Gesäuse im Dachsteinkalk herauspräpariert. Großräumige Schräglagerung bewirkt aber auch eine regionale Prägung, wie etwa beim axialen Abtauchen der Kalkglimmerschieferplatten beiderseits des Tauernfensters zur Brennerfurche und zur Katschberglinie hin, wo nicht nur der Einzelhang („Bratschenhänge“), sondern der Gesamtlandschaftscharakter durch diese Lagerung bedingt ist. Auch flach schüsselförmiger Großmuldenbau zeichnet sich morphologisch oft prächtig nach: Bei der Schüssel des Kaisergebirges (Bd. II, Abb. 83) ebenso wie bei der Unkener Großmulde (Bd. II, Abb. 84). Besonders imposant aber kommt die morphologische Nachmodellierung der tektonischen Vorzeichnung bei gleichmäßigem Faltenwurf zum Ausdruck, in den Ostalpen am schönsten in Serien von Beispielen der helvetischen Gewölbe im Bregenzer Wald (Bd. II, Abb. 154 ff.).

b) Die bruchtektonische Vorzeichnung morphologischer Furchen und Täler. Obgleich in Fachkreisen die eminente Bedeutung der Bruch- und Störungslinien als Lockerstellen des festen Gefüges der Kruste, oft von Myloniten begleitet, als Ursache für die Anlage von Tälern und Furchen seit alters bekannt war und schon früher vereinzelt in kurzen Notizen darauf hingewiesen worden ist (L. WAAGEN, 1927 b; A. THURNER, 1951 b, etc.), kam erst durch die Auswertung der Satellitenbilder schlagartig sogar für den Geologen das wahre Ausmaß der Bindung der Täler an Störungslinien zutage. Schon der erste Überblick über dieses dem Satellitenbild entnommene Bruchstrukturmuster Österreichs (A. TOLLMANN, 1977 a) brachte eine Fülle von eklatanten Beispielen bruchtektonischer Talprägungen: Etwa jene der großen Längstäler im alpinen Raum, dann die von bedeutenden Quersenkungen wie der Brennersenke, geknüpft an die Silltalstörung, oder die der Sölkstörung, die sich bis weit nach Kärnten in ihrer morphologischen Wirkung verfolgen läßt, ferner aber auch überraschende Hinweise, wie die Vorzeichnung der Donauschlingen in der Wachau durch seitlich weiter verfolgbare Linien (Abb. 82) oder die aus dem Waldviertel kommenden meridionalen Störungen, die jeweils südlich der Donau gegenläufige, aber gleich orientierte Täler schufen (S. 133 f.). Das Ausmaß der Bindung der Talanlagen an Bruchlinien ist heute auch durch eine Reihe von statistischen Auswertungen im einzelnen unterbaut und durch Geländekontrollen überprüft (S. VERGINIS, 1977; H. NAGL & S. VERGINIS, 1979, S. 35, 38; A. SCHEIDEGGER, 1979; M. BUCHROITHNER, 1982, 1984 a, b, usf.).

Die Anlage auch bedeutender Höhlensysteme erfolgt stets in Abhängigkeit von geologischen Faktoren. Sie steht natürlich in besonderer Beziehung zum vorhandenen Kluftsystem (vgl. S. 210 f.). Jüngst haben S. VERGINIS & G. RABEDER (1985, S. 117) sogar die zeitliche Abfolge des Öffnens von Spaltensystemen in den Hainburger Bergen in Niederösterreich durch fossilbelegte Spalten- und Höhlenfüllungen im einzelnen erfassen können.

Daß auch für die Auslösung spät- bis postglazialer Bergstürze in den Alpen – die G. ABELE (1974) monographisch behandelt hat – neben der glazialen Versteilung der Flanken und dem Fehlen des Widerlagers beim Abschmelzen des Eises (D. VAN HUSEN, 1980) die geologischen, häufig tektonischen Voraussetzungen in der Klüftung, im Störungsnetz, in der Gesteinslagerung maßgebend waren, wird von G. ABELE (1974, S. 59 ff.) dargelegt.

c) Die Großbewegungen der Erdkruste beeinflussen naturgemäß entscheidend den großräumigen morphologischen Charakter der Landschaft.

So sehen wir zunächst mit dem Hinauswandern der Restgeosynklinale, der alpinen Exogeosynklinale, gegen das Vorland und dem dortigen Einfrieren der Bewegung die Molassesenke des Alpenvorlandes mit der Entwicklung ihres Vorlandstromes (Abb. 77) nach strenger geologischer Kausalität entstehen. Wir erkennen mit dem Einreißen der Kruste (Wiener Becken – Bd. II, S. 517 f.) und mit dem Ausdünnen dieser Kruste über dem hochsteigenden Mantel (Pannonisches Becken – S. 140 f.) die geotektonisch bedingte Entstehung gewaltiger Einbruchsbecken am Alpenostrand, die maßgebend für die Entwicklung der großen Ebenen, der flachen Akkumulationsfelder in diesem Raum werden. Nicht nur die Großform, auch das vielfältige morphologische Detail wird hierdurch geprägt. Erinnern wir uns nur etwa der oben mitgeteilten Ergebnisse einer Reihe von Forschern, daß das einseitige Niedersinken des Steirischen Tertiärbeckens gegen Osten hin, gegen das weiterhin absackende Senkungsfeld des Pannonischen Raumes, die asymmetrische Talanordnung, oft direkt teleskopartig entwickelt, bedingt hat (S. 218), wobei es noch im Pleistozän bis zu 15 km weiten Talverlagerungen kam (A. WINKLER-HERMADEN, 1955, S. 101 ff.; 1957, S. 726, cum. lit.).

Oder denken wir an die durch den Einbruch des Wiener Beckens bedingte morphologische Gestaltung des Rahmens, besonders auffällig in der Semmeringlandschaft entwickelt (J. SOLCH, 1923, S. 30; 1948, S. 13 f.). Die von Westen kommende breite und sanfte Mürz-Fröschnitz-Furche streicht am Semmeringpaß breit in der Luft aus, indem sie durch das schroffe, rückwärtseinschneidende Myrtengrabensystem dekapitiert wird. Das steile Gefälle aber steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Einbruch des Wiener Beckens, das sich hier mit der Gloggnitzer Bucht weit gegen Südwesten vorschiebt.

Morphologisch ebenso wirksam, nur dem Maßstab entsprechend in kleinerer Dimension, war das Einbrechen der inneralpinen Becken, etwa der Teilbecken an der Norischen Senke, wo jedes einzelne Senkungsfeld vom Tamsweger Becken im Lungau bis zum Fohnsdorfer, Trofaiacher und weiteren Becken im Osten für eine zentripetale Entwässerung des Raumes und damit eine gleichgerichtete Talanlage sorgte.

Aber auch das Grundelement in der älteren morphologischen Entwicklung der Al-

pen, die Piedmonttreppe, ist tektonisch diktiert: Phasenhaftes Geschehen der gebirgsbildenden Vorgänge, von Stillständen unterbrochen, ist maßgebend für die Anlage der Treppe und ihrer Stufen. Wiederum hat A. WINKLER-HERMADEN (z. B. 1960, S. 282) in vielen Arbeiten auf die Episodizität des Geschehens verwiesen. Die Versuche, dieses phasenhafte Geschehen abzustreiten, scheitern heute zusätzlich an sedimentologischen Ergebnissen, da jeder solche Bewegungsimpuls auch an der Änderung der Korngrößen und der Liefergebiete abgelesen werden kann – im Alpenvorland, in den Ostrandbecken, in den Becken der Norischen Senke mit der Blocklieferung aus der Zeit der Steirischen Phase etc.

d) Schließlich soll noch darauf verwiesen werden, daß heute mit den rasch sich verfeinernden Methoden der Einstufung und Altersbestimmung der Sedimente, Terrassen, Abtragungsbeträge und dem direkt meßbaren Ausmaß der Bewegung der Kruste die rezente Beeinflussung des Reliefs durch tektonische Vorgänge unmittelbar studiert werden kann. So können die Auswirkungen von jungen und jüngsten Absenkungen etwa im Bereich der Donau (Abb. 75, 80) zur Verbiegung und Versetzung noch jungeszeitlicher Terrassen (Seyring, Gänserndorf etc.) führen, können junge Bruchgräben – wie die noch im Jungpleistozän 150 m tief absinkende Mitterndorfer Senke – durch Flußschotter aufgefüllt werden etc. Exakt erfaßt wird die Versetzung von Alt- und Junglandschaften durch Brüche, also durch eine postmorphologisch wirksame Bruchtektonik („Morphotektonik“ KOBERS– vgl. A. WINKLER-HERMADEN 1957, S. 615), allerdings erst in neuester Zeit.

Die morphologische Analyse kann demnach nur in engster Verbindung mit der geologischen Durchleuchtung des Fragenkreises erfolgreich durchgeführt werden.

6. Literatur

- G. ABELE, 1974; A. AIGNER, 1925, 1926, 1927; O. AMPFERER, 1923; D. BAEDEKER, 1922; J. BARTZ, 1961; B. BAUER, 1966, 1972; FRIDTJOF BAUER, 1954, 1958, 1969, 1979; F. BAUER & J. ZÖTL, 1972; B. BECKER, 1978; A. BÖGLI, 1978; E. v. BREMER, 1934; U. BÜCHI & S. SCHLANKE, 1977; M. BUCHROITHNER, 1982, 1984 a, b; J. BÜDEL, 1933, 1950, 1951, 1969, 1977, 1978; S. P. CLARK & R. JÄGER, 1969; H. P. CORNELIUS, 1950; N. CREUTZBURG, 1921; E. CZERMAK, 1949, 1952; CH. EXNER, 1949; E. FABIAN, 1969; J. FINK, 1950, 1966, 1973, 1975, 1977, 1980, 1984; J. FINK et al., 1978; J. FINK & L. PIFFL, 1975; M. FINK, 1967, 1969, 1976; M. FINK & H. u. W. HARTMANN, 1979; H. FISCHER, 1965, 1967, 1979; H. FLÜGEL & H. HERITSCH, 1968; K. FORM, 1972; W. FUCHS, 1980 b, c; A. GANSSER, 1982; M. GLAESSNER, 1935; J. GOLDBERGER, 1955; G. GÖTZINGER, 1913 a, b, 1933, 1956, 1957; V. GRABER, 1927, 1929; G. GRAF, 1971, 1972; H. GRAUL, 1937; R. GRILL, 1959; W. GÜNTHER & G. TICHY, 1978; G. GYURITS & H. KURZWEIL, 1976; R. HANTKE, 1984; H. & W. HARTMANN, 1982, 1985; H. HASSINGER, 1918; K. HAWRANEK & K. WICHE, 1951; V. HILBER, 1886, 1890; F. HOFMANN, 1969; D. v. HUSEN, 1976, 1980, 1983, 1984; H. JÄCKLI, 1958; L. JAKUS, 1973; F. KAHLER, 1941; K. KALO-GIANNIDIS & K. BRUNNACKER, 1983; H. KINZL, 1926, 1930 a, b, 1975; W. KLAPPACHER et al., 1975, 1977, 1979, 1985; R. v. KLEBELSBERG, 1922, 1926; H. KLIMPT, 1943, 1951;

W. KLÜPFEL, 1929 a, b; H. KOHL, 1952, 1966, 1968, 1969, 1971; F. KOLLER, 1941; W. KREBS, 1928; I. KRETSCHMER, 1983 a, b; H. KÜPPER, 1958; W. KURZ, 1963; G. KYRLE, 1923; A. LECHNER, 1969; R. LEIN, 1979; W. LEITNER, 1964, 1973; K. LEMCKE, 1973, 1977, 1984, 1985; N. LICHTENECKER, 1923, 1924, 1926, 1938; H. LOUIS, 1979; R. MAKKENBACH, 1984; F. MACHATSCHKEK, 1922, 1929; V MAURIN & J. ZÖTL, 1959, 1969; E. v. MOJSISOVICS, 1889; S. MORAWETZ, 1957, 1967, 1979; H. NAGL, 1967, 1969, 1970, 1978; H. NAGL & S. VERGINIS, 1979; H. NOWAK, 1969; K. OESTREICH, 1900; E. OXBURGH et al., 1966; R. PARTL, 1975; V PASCHINGER, 1956, 1965, 1974; S. PASSARGE, 1926; R. PAVUZA, 1983; R. PAVUZA & H. TRAINDL, 1983; J. PIA, 1939; M. PÉCSI, 1978; A. PENCK, 1903; A. PENCK & E. BRÜCKNER, 1909; W. PENCK, 1924; J. PIA, 1939; L. PIFFL, 1971; TH. PIPPAN, 1955, 1963, 1964, 1965, 1970; K. POPP, 1935; R. RIEDL, 1960, 1963, 1964, 1966, 1973 a, b, 1977; F. ROHRHOFER, 1975; G. ROTH-FUCHS, 1926; E. ROTTER, 1909; A. RUTTNER & G. WOLETZ, 1957; Y SAKAGUCHI, 1972, 1973; F. SCHADLBAUER, 1969; J.-P. SCHAER & F. JEANRICHARD, 1974; F. X. SCHAFFER, 1902, 1909, 1927, 1942; K. SCHAPELWEIN, 1967; O. SCHAUBERGER & H. TRIMMEL, 1952; A. SCHEIDEGGER, 1979; W. SCHLEGEL, 1960, 1961; W. SCHMIDT, 1920, 1923; P. SCHMIDT-THOMÉ, 1962; M. SCHUCH, 1977; O. SCHULZ et al., 1979; R. SCHWINNER, 1933; E. SEEFELDNER, 1926, 1933, 1934, 1952, 1961, 1962, 1964, 1973; R. SEEMANN, 1979 a, b; R. SEEMANN & G. NIEDERMAYR, 1982; F. SIMONY, 1851; J. SOLCH, 1921, 1923, 1925, 1928, 1948; H. SPÁTH, 1969; R. SPENDLINGWIMMER, 1984; E. SPENGLER, 1927; H. SPREITZER, 1932, 1951 a, b, c, 1960, 1962, 1966; J. STINY, 1934, 1937 b; G. STUMMER, 1978; E. SUESS, 1911; E. THENIUS, 1954; A. THURNER, 1951 b, 1967; A. TOLLMANN, 1955, 1966 a, 1968 b, 1977 a; H. TRAINDL, 1983; H. TRIMMEL, 1965 a, b, 1966, 1968; R. TRÜMPY, 1985; B. TOUSSAINT, 1971, 1976, 1978; H. UHLIG, 1954; E. VALLAZZA, 1967; S. VERGINIS, 1977; S. VERGINIS & G. RABEDER, 1985; G. VÖLKL, 1977; L. WAAGEN, 1927 b; G. A. WAGNER et al., 1977; G. WESSELY, 1961; K. WICHE, 1951, 1970; H. WIESENEDER, 1960; E. WILTHUM, 1954; A. WINKLER-HERMADEN, 1924, 1926 b, c, 1927 b, 1928 c, 1929 c, 1933 a, b, 1940, 1950 a, b, 1955, 1957, 1960; M. WOLF-TIMP, 1968; J. ZÖTL, 1951, 1974; F. ZWITTKOVITS, 1963, 1965, 1966, 1969.

M DAS QUARTÄR IN ÖSTERREICH

1. Überblick

Nach der langen Ära mit tropischem bis subtropischem Klima während des Mesozoikums und eines Großteils des Tertiärs machen sich, wie man heute weiß, bereits seit dem Eozän weltweit erste Anzeichen auf eine allmähliche, phasenhafte Verschlechterung der klimatischen Verhältnisse geltend. In unseren Breiten waren, wenn man den jüngsten Ausführungen von R. HANTKE (1984) Glauben schenkt

(S. 190), bereits im Oligozän die damals zum ersten Mal zum Hochgebirge aufgepreßten Alpen in ihren höheren zentralen Teilen im Schweizer Abschnitt kräftig vergletschert. Der ostalpine Anteil lag aber auch während des Oligozäns zur Zeit der geringer akzentuierten „Augensteinlandschaft“ tiefer, sodaß hier nach Funden einer Flora mit Palmenresten im Ennstalertiär sich auch im Gebirgsinneren das warme Klima noch auswirkte. Im Tiefland dauerte jedenfalls dieses Klima mit seiner tropischen Korallenriff-See des Badenien und seinen wärmeliebenden Floren und Faunen des Sarmat (S. 199) noch bis hoch in das Miozän hinein an.

Erst ab dem höheren Pannon und Pont, besonders aber mit dem Pliozän, wird auch hier ein Klimarückschlag, das allmähliche Absinken der Temperatur, zunehmend fühlbar. In der jüngsten erdgeschichtlichen Epoche schließlich, dem 1,8 Millionen Jahre währenden Pleistozän (von dem die letzten 10.300 Jahre mit wiederum wärmerem Klima als geologische „Jetzzeit“, als Holozän, abgegliedert sind), hat die weltweite Absenkung der Temperatur (bis auf 9° unter das heutige Jahresmittel in den Alpen) eine ganze Folge von Kaltzeiten, die sich in hohen Breiten und in Gebirgsregionen als „Eiszeiten“ äußerten, bewirkt.

Die Erkenntnis, daß vor der geologischen Gegenwart weltweit eine Kaltzeit die Landschaft, Flora und Fauna prägte, geht auf den Botaniker Karl SCHIMPER zurück, der im Jahre 1837 den Begriff „Eiszeit“ geschaffen und zugleich bereits viel zur Erkenntnis der Ursachen beigetragen hat. Die Schneegrenze war in der Eiszeit in den Alpen um rund 1200 m herabgedrückt worden, sodaß ein großer Teil dieses Gebirges unter einem in den Haupttälern über 1000 m mächtigen Eisschild gelegen gewesen war. Im Bereich der Ostalpen allerdings wirkten sich die größeren Höhen im Inneren der Zentralalpen sowie besonders die Exposition gegenüber den vom Atlantik Niederschlag bringenden Westwinden beträchtlich aus (Abb. 83). Während im Bayerisch-Salzburger Raum die bedeutenden Eismassen mit breiten Gletscherzungen bis weit in das Vorland hinaus vorstießen („Vorlandvergletscherung“), wie in Österreich etwa prächtig das Zungenbecken des Salzachgletschers vor Augen führt, erreichte im östlich anschließenden Abschnitt des Traungebietes das Eisstromnetz der Gletscher nur mehr den Alpenrand und blieben im nächstfolgenden Sektor ab der Enns die Gletscherzungen bereits weit im Inneren der Alpen stecken. Auch auf der Südostabdachung der Alpen verblieb das Eisstromnetz von Mur- und Draugletscher innerhalb der Alpen. Noch weiter gegen Osten stellten sich in den Kalkhochalpen vom Hochschwab bis zum Schneeberg noch isolierte Plateauvergletscherungen ein. In den östlichsten Zentralalpen schließlich waren bis zum Stuhleck nur mehr lokale Kar- und Talgletscher vertreten, große Regionen dieses Alpenostsaumes einschließlich Semmering und Wechsel blieben aber in dem trockenen Einflußbereich des Pannonischen Raumes frei von Vergletscherung (H. NAGL, 1972, Abb. 1; J. FINK, 1975, Abb. 1; 1979, Abb. 2; D. v. HUSEN, 1981, Abb. 1). Das außeralpine Gebiet war eisfrei, abgesehen von den höchsten Erhebungen des Böhmerwaldes, die kleine Kargletscher aufwiesen (H. NAGL, 1972, S. 170).

Die Zeugen dieser ausgedehnten Vergletscherung der Alpen sind mannigfaltig: Im Alpeninneren hat die Eisarbeit eine gewaltige Abtragungsleistung vollbracht und spezifische Formen hinterlassen: Kare und Rundhöckerlandschaften auf den Höhen, Trogtäler mit ihren bezeichnenden Talschlüssen, Schultern, Stufen, Rie-

geln, mit den lokalen bedeutenden Übertiefungen, die später von Seen erfüllt wurden, die ihrerseits bereits wiederum weitgehend mit bis über 400 m mächtigen klastischen Sedimenten zugeschüttet worden sind. Untergeordnet in den alpinen Tälern, in bedeutendem Ausmaß aber im Alpenvorland, sind die Ablagerungen der Glazialzeit in Form von Endmoränenwällen und die daran anschließenden fluvioglazialen Terrassen erhalten. Gerade auch die Deckschichten dieser in den Kaltzeiten geschütteten Schotterterrassen, auf denen kaltzeitliche Ablagerungen in Form des äolisch sedimentierten Lößes und warmzeitliche interglaziale Bildungen in Form von Bodenhorizonten erhalten sind, haben für die Rekonstruktion des Ablaufes von Glazial und Interglazial eine wesentliche Bedeutung.

2. Zur Erforschungsgeschichte und Methodik

Zentren österreichischer Quartär- und Gletscherforschung lagen seit je in Wien und Innsbruck. In Wien war durch die Gründung der ersten physisch-geographischen Lehrkanzel im mitteleuropäischen Raum und die Besetzung dieser Lehrkanzel der Universität Wien durch F. SIMONY im Jahre 1851 die Basis für diese Arbeitsrichtung geschaffen. Ein besonderes Interesse des Dachsteinforschers SIMONY, der 34 Jahre lang die Leitung des Geographischen Institutes innehatte, galt ja der Frage der Gletscherwirkungen, Gletscherschwankungen und Klimaverschlechterungen. Den Durchbruch auf dem Gebiet der Eiszeitforschung erzielte PENCK – seit 1885 Nachfolger auf dieser Lehrkanzel – im Jahre 1909 gemeinsam mit seinem Schüler E. BRÜCKNER mit dem epochalen Werk „Die Alpen im Eiszeitalter“

Die Gunst der natürlichen Gegebenheiten, nämlich die im österreichischen Alpenvorland hintereinander gestaffelt erhaltenen Endmoränenzüge und anschließenden fluvioglazialen Terrassen aller vier „klassischen“ Eiszeiten, war mit entscheidend für den Erfolg dieser Forscher, auf Anhieb die Grundgliederung der Eiszeiten (Kaltzeiten) und der Interglaziale richtig erfaßt zu haben. 1882 hatte ja A. PENCK in seinem Werk „Die Vergletscherung der deutschen Alpen“ bereits drei verschiedene Eiszeiten unterscheiden können. Im Abschlußwerk von 1909 ist die detaillierte Basis der Quartärgliederung enthalten, die Grundbegriffe der Kaltzeiten wie Günz, Mindel, Riß, Würm (benannt nach Flüssen im Schwäbisch-Bayrischen Alpenvorland, an denen die bezeichnenden Terrassen erhalten sind) waren damit ebenso geschaffen, wie die begrifflich nach inneralpinen Lokalitäten benannten Hauptrückzugstadien Bühl, Gschnitz, Daun fixiert waren. Wenn auch im Laufe der Forschung gar manches hinzukam, das damals geschaffene Gerüst hat standgehalten. Bereits 1903 lag mit dem Führer für die Glazialexkursionen in die Ostalpen anlässlich des 9. Internationalen Geologenkongresses in Wien ein umfangreiches Programm von A. PENCK & E. RICHTER vor. 1936 gab der in Wien abgehalten III. Quartärkongreß wiederum Ansporn und Anlaß für zusammenfassende Darstellungen (G. GÖTZINGER, 1936, 1938).

Am Internationalen Geologenkongreß in London 1948 wurde die Plio-Pleistozän-grenze weit gegen die Vorzeit hin zurückverlegt, was naturgemäß auch für die Gliederung des österreichischen Quartärs von Bedeutung war.

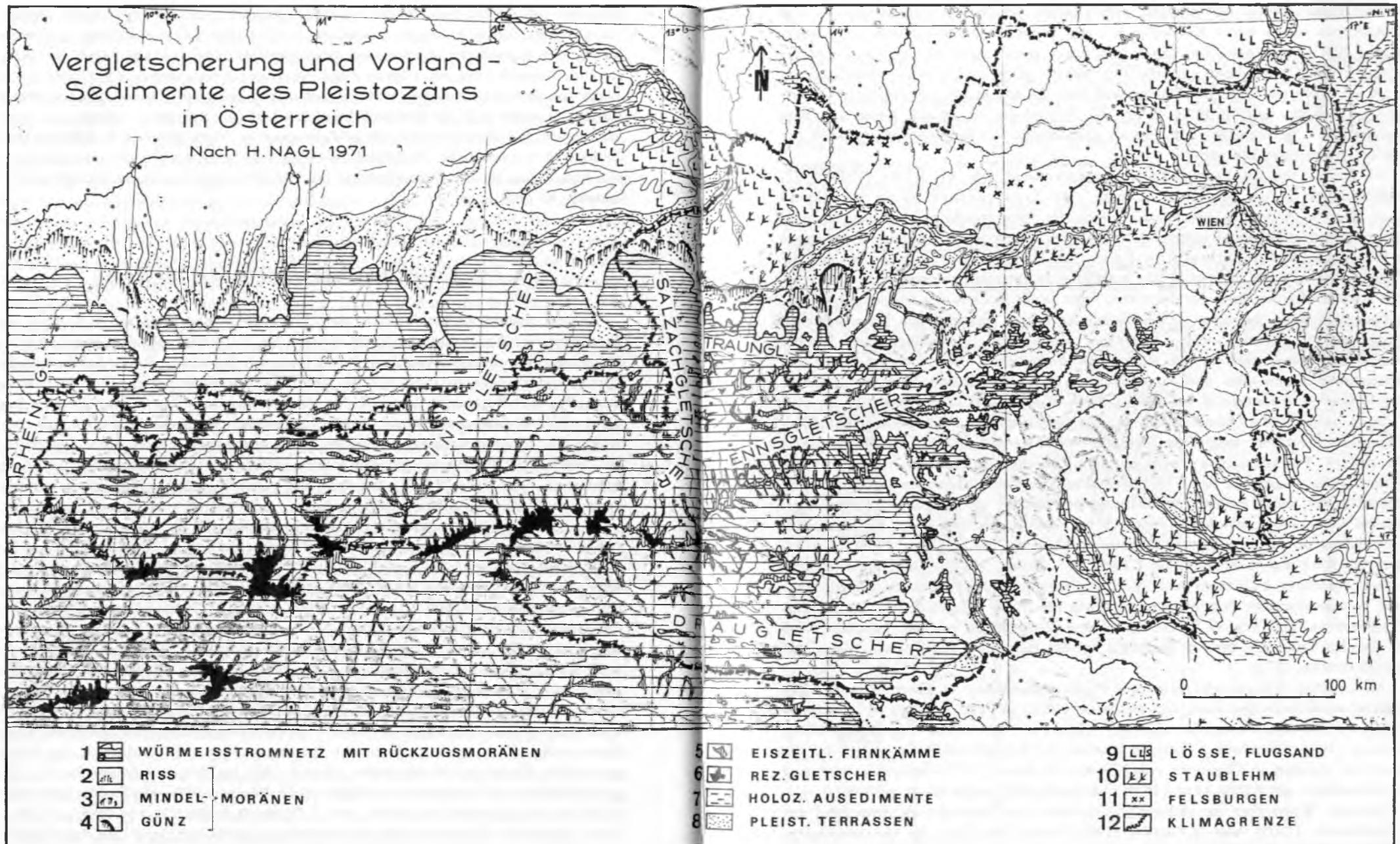


Abb. 83: Die Vergletscherung der Alpen in der Eiszeit und die Sedimente des Vorlandes; nach H. NAGL (1972, Abb. 1).

Von Innsbruck aus hat in dieser ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts der Geologe O. AMPFERER neben seiner Kartierungsleistung wesentlich zur Glazialforschung beigetragen; R. v. KLEBELSBERG hat den Schwerpunkt seiner Arbeiten auf die Eiszeitforschung in die Tiroler Alpen einschließlich Südtirol gelegt und in seinem zweibändigen Werk von 1948 bis 1949 den Wissensstand über die allgemeine und regionale Glazialgeologie zusammengefaßt; H. GAMS hat der Palynologie im alpinen Raum den Weg geebnet und H. KINZL den Gletschern als Klimazeugen der jüngsten Vergangenheit besondere Aufmerksamkeit gezollt.

Ab der Mitte unseres Jahrhunderts eröffnet sich, wie J. FINK (1979, S. 92) ausführt, eine neue, zweite Etappe der Quartärforschung in unserem Land. War in der ersten, klassischen Periode der Schwerpunkt auf die Untersuchung des einst vergletscherten Raumes im Inneren der Alpen gelegt worden, so verlagerte er sich nun in den periglazialen Raum im Vorfeld der Alpen, wo sich die Vorgänge des alpinen Raumes in den korrelierten Sedimenten widerspiegeln. Das intensive Studium des Aufbaues der Terrassen, ihrer Deckschichten, des Lößes und der Paläobodenbildungen, betrieben unter Zusammenwirken verschiedener Untersuchungsmethoden der Sedimentologie, Pedologie, Palynologie, Malakologie etc. brachte wesentliche stratigraphische und ökologische Fortschritte. Hauptvertreter dieser Arbeitsrichtung waren oder sind im deutschen Anteil des alpinen Vorlandes J. BÜDEL und H. GRAUL, in Österreich vor allem J. FINK, H. KOHL und L. WEINBERGER.

Nach weitgehender Ausschöpfung der Möglichkeiten der Feldforschung unter Zuhilfenahme der bisher möglichen Methoden eröffnete sich nun in der jüngsten Zeit die dritte Forschungsetappe durch zusätzlichen Einsatz der radiometrischen Meßmethoden, besonders der C14-Altersbestimmung, der Magnetostratigraphie durch Paläomagnetik, durch Paläotemperaturmessungen und die globale Korrelierung der Ereignisse durch einen ständigen Vergleich mit den Ergebnissen über die Pleistozän-Entwicklung im marinen Bereich (allgemeine Übersicht bei M. GEYH, 1983). Hier haben von Wien aus in erster Linie J. FINK, D. v. HUSEN, H. NAGL und durch Pollenanalyse besonders I. DRAXLER und W. KLAUS entscheidende Fortschritte erzielt, während vom Innsbrucker Forschungszentrum aus besonders F. FLIRI, S. BORTENSCHLAGER, H. HEUBERGER, E. MAYR, G. PATZELT u. a. neue Perspektiven eröffnen konnten. Auch die Dendrochronologie brachte Sicherheit bei der Einstufung der jüngsten Ablagerungen (B. BECKER, 1972).

An neueren Themenbänden zur Pleistozänforschung in Österreich und dem Umland seien hervorgehoben: G. GÖTZINGER (1938), J. FINK, R. GRILL & H. KÜPPER (1955), A. WINKLER-HERMADEN (1955), J. FINK et al. (1976, Ergänzung 1978), H. NAGL (1978: Festschrift J. FINK), R. HANTKE (1978/1980/1983). Ferner sei auf die Karte des Quartärs in Österreich von J. FINK & H. NAGL (1979, Österreich-Atlas) und die Bodenkarte von J. FINK et al. (1979, Österreich-Atlas) aufmerksam gemacht.

Moderne Werke über das allgemeine Geschehen im Pleistozän wie etwa jenes von C. SCHÖNWIESE (1979) oder T. NILSSON (1983) weiten den Blick für die Zusammenhänge mit der pleistozänen Entwicklung im außeralpinen Raum, in den sich heute die Eiszeitforschung verlagert hat.

Zur zeitlichen Gliederung des Pleistozäns vgl. W. C. MAHANEY [Hrsg.]: *Quaternary Dating Methods*. (Develop. Palaeont. Strat., 7, Amsterdam/Elsevier 1984.)

3. Abgrenzung und Dauer der pleistozänen Eiszeiten

Der Beginn des Pleistozäns wird nach internationaler Übereinkunft an die Grenze von Astiano/Calabriano gelegt, im marinen Bereich durch das erste Auftreten von *Globorotalia truncatulinoides* (D'ORB.) – vgl. F. RÖGL (1974) – an der Planktongrenze N 21/N 22 charakterisiert, im terrestrischen Bereich an der Grenze U./O. Villanyium gelegen, und wird zugleich durch den Einsatz des Olduvai-Event in der reversen Matuyama-Epoche der Paläomagnetika datiert. Die Grenze Pliozän/Pleistozän liegt demnach nach heutiger Kenntnis 1,8 Millionen Jahre zurück (Abb. 84).

Das Ende des Pleistozäns einschließlich des Spätglazials liegt bei 10.300 J. v. h. (8300 v. Chr.) – H. HEUBERGER (1968, S. 270). Das darauf folgende Holozän, das nach dem letzten kräftigen Eisvorstoß, dem Egesen-Stage, beginnt, zeigt nach neueren Ergebnissen eine bessere Ausgeglichenheit der Temperatur als früher angenommen. Die nähere Gliederung des Spätglazials und des Postglazials ist Abb. 85 zu entnehmen.

Die Dauer des Pleistozäns mit seinen Eiszeiten ist demnach wesentlich höher, als man früher angenommen hatte. Die Zahl, Dauer und Abfolge der einzelnen

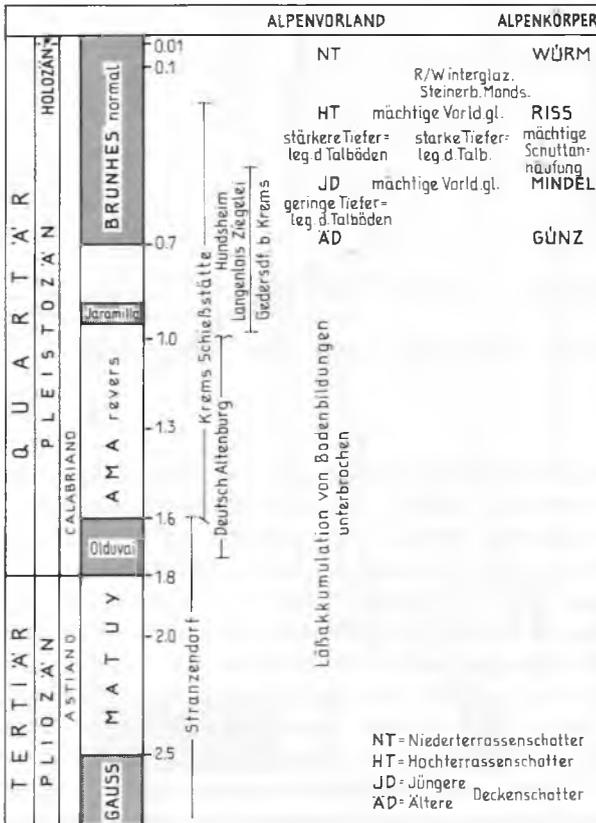


Abb. 84: Die Dauer und Gliederung des Pleistozäns nach J. FINK (1980, Abb. 5) und D. VAN HUSEN (1981, Abb. 8), ergänzt.

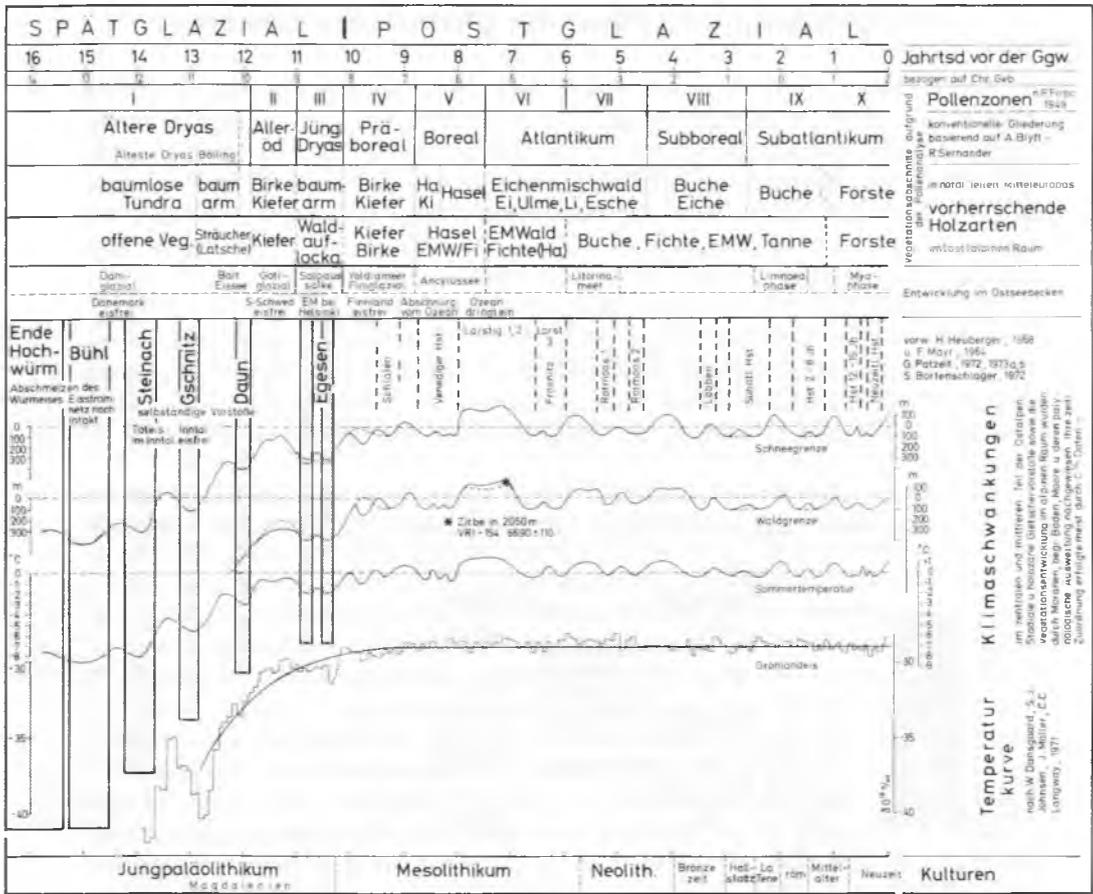


Abb. 85: Die Gliederung des Spät- und Postglazials; nach J. FINK (1979, Abb. 5).

Kaltzeiten zwischen den interglazialen wärmeren Epochen, die etwa dem jetzigen holozänen Interglazial ähneln, hat ebenfalls in neuerer Zeit eine kräftige Korrektur erlitten. Zunächst hat man vor der klassischen Abfolge von Günz- bis zur Würm-Eiszeit noch höhere Terrassenreste im Alpenvorland gefunden und daraus mit Recht auf weitere, ältere Kaltzeiten geschlossen: So hat B. EBERL (1930) in Oberschwaben als nächstältere Kaltzeit vor dem Günz die Donau-Eiszeit erfassen können. Es schloß sich eine Reihe weiterer, ähnlicher Entdeckungen an, sodaß die Reihe der Kaltzeiten gegen hinten hin bis auf insgesamt neun benannte derartige Ereignisse ausgedehnt wurde, denen noch eine Reihe nicht mehr einzeln bezeichneter Kaltzeiten folgt (vgl. C. SCHÖNWIESE, 1979, Abb. 32, S. 92): Hinter der Donau-Eiszeit reiht sich demnach die Biber-, dann die Atter-, Amper- und Alz-Kaltzeit an, dann folgen die unbenannten Kaltzeiten. Ferner kamen Ergänzungen und Korrekturen an der klassischen

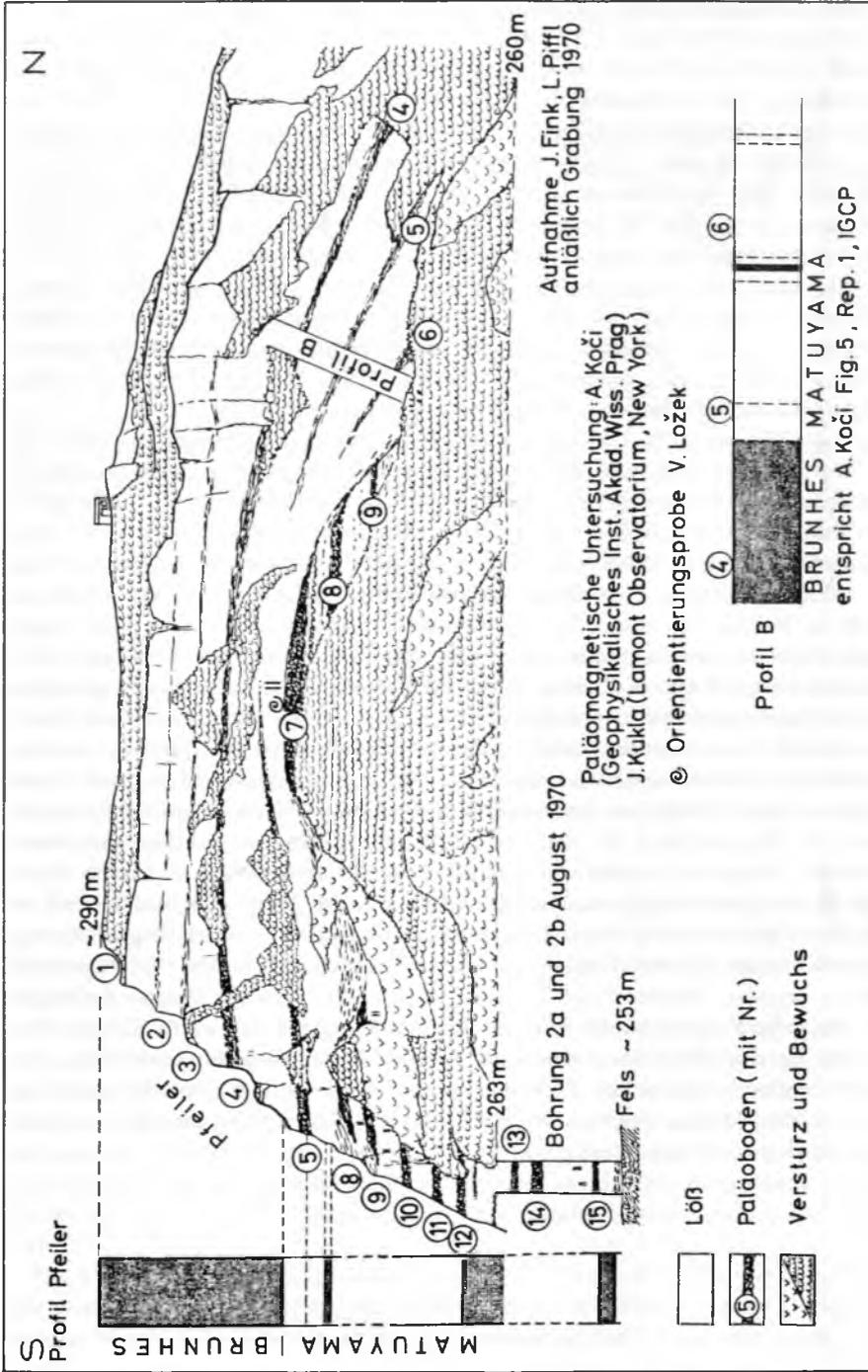


Abb. 86: Das klassische Löß-Profil der Schießstätte Krems, das mit seinen 15 Bodnhorizonten aus Wärmeklima-Lipochen bis in das Altpleistozän zurückreicht, stellt ein mitteleuropäisches Standardprofil der Pleistozängliederung dar; J. FINK (1980, Abb. 3).

Skala hinzu (I. SCHAEFER, 1953; H. GRAUL, 1962; H. KOHL, 1962; M. LÖSCHER et al., 1978). Auf andere Weise kamen J. FINK & G. KUKLA (1977) zum gleichen Resultat der sehr hohen Anzahl von Glazial- und Interglazialepochen während des Pleistozäns: Aus der Kombination der Lößprofile der Schießstätte bei Krems/Donau (Abb. 86) und dem Brünner Lößkomplex in Mähren ergab sich unter Einsatz der magnetostratigraphischen Gliederung eine 17fache Unterbrechung der kaltzeitlichen Lößbildungen durch Einschaltung von Wärmezeiten anzeigenden Paläobodenbildung. Damit sind in einem Zeitraum von 1,800.000 Jahren 18 Kaltzeiten erfaßt. Es entspricht dies übrigens im Durchschnitt wiederum jener rund 100.000 Jahre währenden Dauer eines Glazial/Interglazial-Paares, auf das C. SCHÖNWIESE (1979, Abb. 33) auf Grund anderer Berechnungsmethoden hingewiesen hat. Die Fortsetzung des Profiles der Kremser Schießstätte gegen unten hin ist übrigens in der ebenso bedeutsamen Serie von Stranzendorf 12 km NW Stockerau, NÖ., gegeben (J. FINK et al., 1976, Taf. 6; J. FINK, 1979, Abb. 3: Paläomagnetik), die weit in das Oberpliozän zurückreicht (Abb. 84).

Fragen wir uns nach der Ursache der pleistozänen Vereisung und dem vielfältigen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten innerhalb dieses Zeitraumes, so gibt uns heute endlich die Polar-Koinzidenz-Theorie von R. H. FAIRBRIDGE (1967) in Kombination mit der MILANKOVITCH-Kurve über interne Temperaturschwankungen (s. u.) sinnvolle Antwort, nachdem bisher über fünfzig Ad-hoc-Hypothesen keine glaubwürdige Lösung anbieten konnten. FAIRBRIDGE hat bekanntlich gefunden, daß die mächtigen Eisschilde in Pollage (die dann das Klima weltweit beeinflussen) nicht über freiem Meer entstehen können, sondern nur, wenn eine Landmasse im Sinne der Kontinentalwanderungstheorie in Pollage einwandert und herum aber noch genügend Ozeane als Feuchtigkeitsspender angrenzen. Das ist nun bei der pleistozänen Eiszeit durch Antarktika und bei den älteren erdgeschichtlichen Eiszeiten der Fall gewesen. Die kurzfristigen Schwankungen innerhalb des Pleistozäns zwischen Kalt- und Warmzeiten, die in einem Rhythmus von rund 100.000 Jahren ablaufen, hat der kroatische Astronom M. MILANKOVITCH in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts durch astronomische Frequenzen erklärt, die Umlaufbahnänderungen der Erde um die Sonne bedingen. Diese zunächst angezweifelte Berechnung ist im Jahre 1976 von J. HAYS am Lamont-Observatorium der Columbia-Universität in den USA wiederholt und bestätigt und dabei besonders auf den Einfluß des Jupiterschwerefeldes auf die Erdumlaufbahn hingewiesen worden. Während die Theorie von FAIRBRIDGE ohne Zweifel die zutreffende Lösung der Frage nach der Ursache der großen Eiszeitalter in der Erdgeschichte darstellt, ist die sicherlich berechnete Zusatzklärung von MILANKOVITCH noch nicht ganz allgemein akzeptiert, da keine genaue Zyklizität von 100.000 Jahren der einzelnen Kaltzeitabfolgen gegeben ist. E. THENIUS (1977, S. 145 ff.) referierte anschaulich über weitere Eiszeithypothesen.

4. Der Ablauf des Quartärs in Österreich

a) Vorglazial

Über den Zeitraum des Oberpliozäns, also den Abschnitt unmittelbar vor Einsetzen der pleistozänen Ära, gibt am besten das schon erwähnte Profil der Schottergrube Stranzendorf NW Stockerau auf der Wagramhochfläche, 100 m über der heutigen Donau gelegen, Auskunft (J. FINK et al., 1976, S. 102 ff.). Die Schotter im Liegendanteil sind noch Donauschotter des höheren Pliozäns, darüber breitet sich eine Decke von Löß und lößähnlichem Feinmaterial aus trockenen Perioden mit zwischengeschalteten Rotlehm- und Braunlehmböden, die von feuchteren und wärmeren Abschnitten künden. Die Kleinsäugerfauna dieser Feinsedimente ermöglicht eine Einstufung in das Villany, etwas älter als die mäßig weiterentwickelte Säugerfauna aus den altpleistozänen Spalten von Deutsch Altenburg (G. RABEDER in J. FINK et al., 1976, S. 108) – Abb. 84. In diesem Zeitabschnitt zu Ende des Pliozäns herrschte warm-gemäßigtes, gegenüber der Jetztzeit aber etwas trockeneres und kühleres Klima.

b) Glazialepochen

α) Über das ältere Quartär informiert einerseits die Abfolge von Löß und Bodenhorizonten in der Schießstätte Krems (Abb. 86), andererseits sind Terrassenreste älter als die Älteren Deckenschotter aus verschiedenen Abschnitten des Alpenvorlandes, besonders aus dem Abschnitt Inn und Salzach (H. GRAUL, 1937; L. WEINBERGER, 1955), aber auch aus dem Raum der Strengberge und östlich davon bekannt (W. FUCHS, 1972; H. FISCHER, 1977). Eine größere Zahl älterer Terrassenreste ist stets nur an den größeren Flüssen, wie Donau, Salzach, Mur und Raab erhalten (J. FINK, 1975, S. 331).

Ältere Moränen als Günz sind bisher nicht erfaßt worden.

Über altpleistozäne Formen und Sedimentreste auf der Südost- und Ostabdachung der Alpen hat ausführlich A. WINKLER-HERMADEN (1955, 1957) berichtet und hat auch jüngst wiederum D. v. HUSEN (1981, S. 213 f.) referiert, ohne daß eine moderne gesicherte Datierung bisher möglich gewesen wäre.

β) Der Günz-Eiszeit entstammen die ausgedehnten Schotterfächer der Älteren Deckenschotter. Sie sind über ein flach gewelltes, von Rinnen durchzogenes Relief mit Resten älterer Schotter geschüttet (H. KOHL, 1974, S. 39 f.), das über den pliozänen Pedimentflächen im Altquartär entstanden war. Die Morphologie dieser „Deckenschotter“ (ebenso wie jener des Mindel) ist gekennzeichnet durch eine Zertalung, eine reiche Gliederung durch Dellen, die alten Decksedimente (Löß, Böden) sind durch ausgedehnte Solifluktion gestört, die fossilen Böden unter starker Verwitterung intensiv gefärbt (J. FINK, 1975, S. 331).

Die Moränen des Günz, seit E. BRÜCKNER (1886) S Braunau/Inn erkannt, sind heute aus dem Salzach-, Traun-, Steyr- und Kremisgebiet an der Wurzel der Älteren Deckenschotter bekannt. Durch starke spätere periglaziale Überarbeitung sind sie morphologisch nur mehr schwach ausgeprägt.

Während im bayerischen Alpenvorland die Riß-Moränen am weitesten vorgestoßen sind, liegen im oberösterreichischen Abschnitt die Moränen des (Günz und) Mindel am weitesten draußen (H. NAGL, 1972, S. 165). Dabei aber sind Günz- und Mindel-moränen meist nur dann in verschiedener Position abgelagert worden, wenn sich die Richtung des Gletschers geändert hat (H. KOHL, 1962).

γ) Günz/Mindel-Interglazial. In dieser Zeit erfolgte die neue, von der älteren Vorlandmorphologie unabhängige Zertalung der Älteren Deckenschotterplatte durch vorwiegend konsequent der Donau zuströmende Flüsse, die durch ihre reiche Wasserführung in der wärmeren Zwischeneiszeit breite Täler ausräumten, in die die jüngeren kaltezeitlichen Schotterfluren eingeschachtelt wurden.

Die Einschaltung einer Zwischenkaltzeit in diese Epoche scheint die von H. KOHL (1962, 1971) erfaßte „Weiße Nagelfluh von Kremsmünster“ zu erfordern, die eine kaltzeitliche Schüttung, älter als die etwas weniger verwitterten Mindel-Schotter, repräsentieren dürfte.

δ) In der Mindel-Eiszeit sind im Vorland nun schon „talgebundene“, sog. „jüngere Deckenschotter“ in ältere in tieferer Position eingelagert, zeigen aber selbständige, breite, bis in den Sockel eingeschnittene Täler und vor allem auch eine Änderung in der Zusammensetzung der Komponenten, die sich gegen die Karbonate hin verschiebt (D. v. HUSEN, 1971, S. 513 f.; 1981, S. 215). Durch G. SPAUN (1964) und D. v. HUSEN (1968, 1971, 1975) wurden im Inneren der östlichen Kalkalpen im Bereich von Enns und Steyr z. T. breit erhaltene Terrassen mit geringen Resten verwitterter Kiese über den tiefer gelegenen Hochterrassenschottern des Riß verfolgt, die sich zu breiten Sohlentälern verbinden lassen und wohl dem Mindel zuordenbar sind. Diese Terrassenreste steigen gegen das Alpeninnere hin an, sodaß in der Zeit danach, immer noch vor den nicht mehr verstellten Hochterrassen, eine Hebung des Alpenkörpers nachweisbar ist.

Was nun die Endmoränen der Mindel-Eiszeit betrifft, stießen sie im Ostabschnitt der vorlandvergletscherten Teile – wie erwähnt – weiter vor als die Endmoränenkränze der übrigen Eiszeiten. Im Salzach-, Traun- und Kremsvorland sind die mächtigen Moränenwälle in geschlossener Form bis heute erhalten (L. WEINBERGER, 1955; H. KOHL, 1974). Wo das Eisstromnetz gegen Osten hin aber im Inneren der Alpen stecken blieb, wie im Ennstal und östlich davon, sind zufolge der starken späteren Überformung der engeren Täler keine Moränen älter als Riß erhalten geblieben.

ε) Das Mindel/Riß-Interglazial, auch als „Großes Interglazial“ bezeichnet, bildet die stärkste Zäsur in der Folge der Ablagerungen der Eiszeiten: Die jüngeren Vorlandterrassen aus den Eiszeiten nach diesem großen Interglazial sind frisch und gut erhalten auf unsere Tage gekommen, sie sind nicht mehr von der intensiven Verwitterung betroffen, die in diesem Interglazial alle älteren Bildungen erfaßt hat. Im Alpeninneren schneidet die anhaltende Erosion in dieser Warmzeit tief unter die zuvor erwähnten alten Talböden ein, die als Terrassenreste in den Gehängen erhalten sein können. Dieses neu entstandene Talbodensystem bleibt dann bestimmend für die Schotter der beiden letzten Eiszeiten, die in Form der Hoch- und Niederterrasse, in diese Täler eingesenkt, an sie gebunden sind.

Als beredter Zeuge für das gegenüber heute namhaft wärmere Klima in der großen Zwischeneiszeit dient die altberühmte wärmeliebende Flora der Höttinger Brekzie N Innsbruck, seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts zunächst von F. UNGER, ARN. ESCHER und A. PICHLER, dann von D. STUR (1886) und später weiterhin wiederholt studiert (vgl. Zusam-

menfassung bei A. PENCK, 1921; R. v. KLEBELSBERG, 1935, S. 506 ff.; 1949, S. 699, O. AMPFERER, 1936, H. GAMS, 1936, und R. HANTKE, 1983, S. 84 ff.). Die Höttinger Brekzie reicht als interglaziale Gehängebrekzie mit 2,8 km² Ausdehnung am Südhang der Innsbrucker Nordkette bis 2000 m Höhe empor. Die aus 1000 m Seehöhe stammende Flora mit der wilden Weinrebe *Vitis silvestris*, mit etlichen Rhododendronarten wie *R. sordellii* und dem aus dem heutigen Mittelmeergebiet bekannten *R. ponticum*, aber auch alpinen Arten, läßt auf eine Jahresmitteltemperatur um 3° höher als heute schließen. Die durch A. PENCK (1921, S. 110 ff.) in das Mindel/Riß-Interglazial vorgenommene Einstufung blieb nicht unwidersprochen, indem H. GAMS (1954) sie in das nächstjüngere Interglazial einordnen wollte.

ζ) Die Ablagerungen aus der Riß-Eiszeit sind in den Ostalpen bereits wesentlich besser als alle älteren glazialen Bildungen erhalten: Dies gilt zunächst für die dieser Eiszeit zuordenbaren „Hochterrassen“ im Alpenvorland und abschnittsweise im Osten in den Alpentälern selbst, auf deren wenig zerdellter Oberfläche auch die aussagekräftigen Deckschichten gut erhalten sind; das gilt ebenso für die Endmoränenwälle, die gegenüber jenen der letzten Eiszeit im Würm durch eine um etwa 100 bis 200 m abgesenkte Schneegrenze einige Kilometer weiter im Vorland vorgeschoben liegen. Die Erhaltung der Moränen auf der Alpensüdseite, wo sie aus dem Mur- und Drautal bekannt sind, ist allerdings wiederum, wie bei den in den Tälern selbst liegenbleibenden Eisströmen üblich, wesentlich schlechter. Beträchtliche Unterschiede im weiteren Vorstoß der Riß-Gletscher gegenüber jenen des Würm ergeben sich im Ybbstal (H. NAGL, 1972) und Ennstal (D. v. HUSEN, 1968, 1981: 40 km Unterschied). Der kräftigere Ennstalgletscher hat sein Eis auch über den Pyhrnpaß gegen Norden ins Steyr- und Kremstal abgegeben.

In zahlreichen Regionen Österreichs ist eine Zweiteilung der Riß-Eiszeit in ein Hauptriß und Jungriß möglich gewesen, sowohl durch Untergliederung der Riß-Moränenwälle als auch der anschließenden Terrassenschüttung: Beispiele hierfür liefern das Salzach-, Traun-, Steyr-, Krems- und Ybbstal (L. WEINBERGER, 1955; D. v. HUSEN, 1968, S. 251; 1975, S. 279; 1977, S. 116; H. NAGL, 1972, S. 164; H. KOHL, 1976, Abb. 13).

η) Riß-Spätglazial und Riß/Würm-Interglazial: Interessant sind nähere Einzelheiten über die Klima- und Florentwicklung im Riß-Spätglazial durch W. KLAUS (1975, Abb. 2 ff.; 1977 c, S. 307). Ein vollständiges palynologisches Profil aus dem Steinerbach am Mondsee aus einem Zeitraum vor mehr als 100.000 Jahren präsentiert die Abfolge einer waldlosen glazialen Anfangsetappe, dann einer folgenden Juniperus-Strauchepoche und einer anschließenden Erlen-Ulmen-Fichten-Assoziation zu Ende des Spätglazials (Abb. 87 und 88). Das folgende Interglazial mit Eichenmischwald und folgendem Hasel-Maximum läßt eine um 2° bis 3° höhere Juli-Mitteltemperatur als heute entnehmen, also Wärmeverhältnisse, wie sie auch im großen Interglazial davor geherrscht haben. Die Dauer der Interglazialzeiten kann bisher nur schwer abgeschätzt werden. Für das Riß-Würm-Interglazial hat H. MÜLLER (1974) im außeralpinen Münsterland eine Dauer von bloß 11.000 Jahren berechnet.

θ) Über den Verlauf der Würm-Eiszeit liegt aus neuerer Zeit eine Fülle von überraschendem Material vor. Danach läßt sich das folgende Bild entwerfen.

θ1. Würm-Anfangskaltphase: Der Beginn des Temperaturrückganges am Anfang des Würm wird durch die mit 64.000 ± 1000 J. v. h. alten Bändertone von Schabs in Südtirol angezeigt, deren Flora auf sehr kühle Bedingungen und Waldlosigkeit schließen läßt (F. FLIRI, 1978).

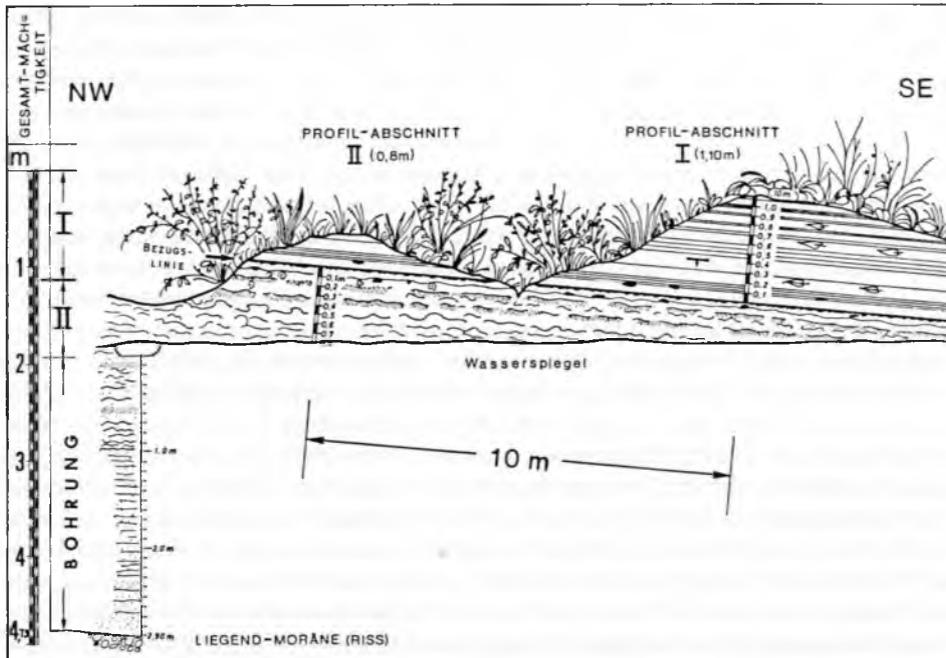


Abb. 87: Aufschlußskizze des Riß/Würm-Interglazials im Steinerbach bei Mondsee, OÖ; nach W. KLAUS (1975, Abb. 3). Sie zeigt im hangenden Abschnitt (I) gebänderte Seetonmergel, im mittleren Teil (II) stark deformierte Süßwassermergel mit Tongyttja-Lagen, im liegenden Teil (Bohrung) zunächst noch Süßwassermergel-Gyttja, dann darunter bis zur unterlagernden Riß-Moräne Feinsande.

02. Würm-Interstadiale: Nach dieser ersten Kaltzeit des Würm schalten sich nun mindestens zwei wärmere interstadiale Epochen ein, die fast an ein Interglazial herankommen. Wir haben in Österreich eine Reihe von Belegen hierfür: Zunächst haben A. FRITZ (1970 a; 1975, S. 219) und D. v. HUSEN (1981, S. 219) in Kärnten im Gailtal (Nieselach) und in den Ostkarawanken (Freibachtal) in klastischen Ablagerungen durch radiometrische Datierungen eine ältere Wärmezeit um 45.000 J. v. h. mit Waldtundrenbestand und eine jüngere mit Daten zwischen 37.000 und 30.000 J. (Schwerpunkt 35.000 J.) v. h. mit Fichtenwald reich an Rotbuchen und Tannen nachgewiesen, in welcher letzterer Phase eine Jahresmitteltemperatur um maximal nur 3° niedriger als heute geherrscht hat.

Sodann wird diese klimabegünstigte Epoche innerhalb des Würm durch die Besiedlung der hochgelegenen kalkalpinen Höhlen (Salzofenhöhle im Toten Gebirge in 2005 m, Schlenkendurchgangshöhle in der Osterhorngruppe) durch den Höhlenbären und durch seinen Jäger, den Altsteinzeitmenschen, in der Zeit von 31.200 J. ± 1100 J. v. h. belegt.

Schließlich gibt das wichtige wärmezeitliche Lößprofil von Stillfried/March in der trockenen Lößzone, in der organisches Material für die absolute Altersdatierung erhalten ist, einen gleichen Hinweis (Abb. 98): Der mitten im Lößprofil eingeschaltete Paläoboden „Stillfried B“ mit einem Alter von 28.000 bis 27.000 J. v. h. belegt wärmeres Klima (J. FINK, 1965, Abb. 5 bis 6; 1979, S. 93 ff.).

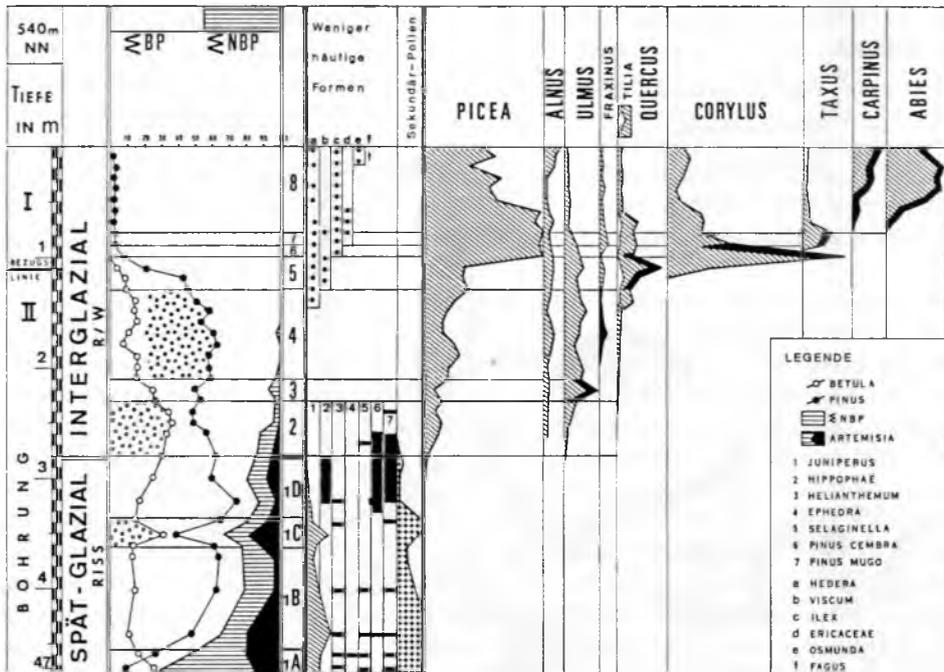


Abb. 88: Das Pollendiagramm aus dem Steinerbach bei Mondsee spiegelt die Floren-Einwanderungsgeschichte aus der Riß/Würm-Interglazialzeit vor mehr als 100.000 Jahren wider; nach W. KLAUS (1975, Abb. 4).

Über den in der Folge einsetzenden rasanten Aufbau eines neuen, zusammenhängenden Eisstromnetzes, das bald auch die hohen Pässe überzog und zur Ausbildung der in Abb. 83 veranschaulichten Vergletscherung führte, hat die Untersuchung der Bändertonabfolge von Baumkirchen 12 km E Innsbruck durch F. FLIRI et al. (1970, 1971, 1972) bzw. F. FLIRI (1977) entscheidende Daten gebracht: Zunächst einmal wird durch Radiokarbondaten belegt, daß das Inntal noch in der Zeit von 31.000 bis 26.000 J. v. h. eisfrei war, eine bescheidene Vegetation existierte und daß eine Fauna mit Fischen, Ostracoden etc. den See, in dem die Bändertone abgelagert worden waren (W. RESCH, 1972), belebte. Die Temperatur wird um 5° niedriger gewesen sein als heute. Diese Daten bezeugen noch das Auslaufen des Würm-Interstadials.

03. Würm-Hochglazial: Es folgt nun unter raschem Temperaturrückgang der Aufbau eines Eisnetzes, das zunächst einen Maximalstand erreicht und dann unter Rückzug der Endmoränen um nur einige wenige hundert Meter bei einem andauernden Hochstand verblieb, von dem aus der Hauptkörper der Niederterrasse geschüttet worden war (D. v. HUSEN, 1975; 1976; 1977, S. 118 f.; 1981, S. 223): Diese Feingliederung ist an Traun-, Enns-, Mur- und Draugletscher nachgewiesen. Im Salzachvorland konnte L. WEINBERGER (1955) sogar drei Würmstadien erfassen. Die Eisbedeckung erreicht im Würm-Hochglazial (Abb. 83) in den österreichischen Alpen eine Fläche von 47.050 km² (Vergleich: im Riß:

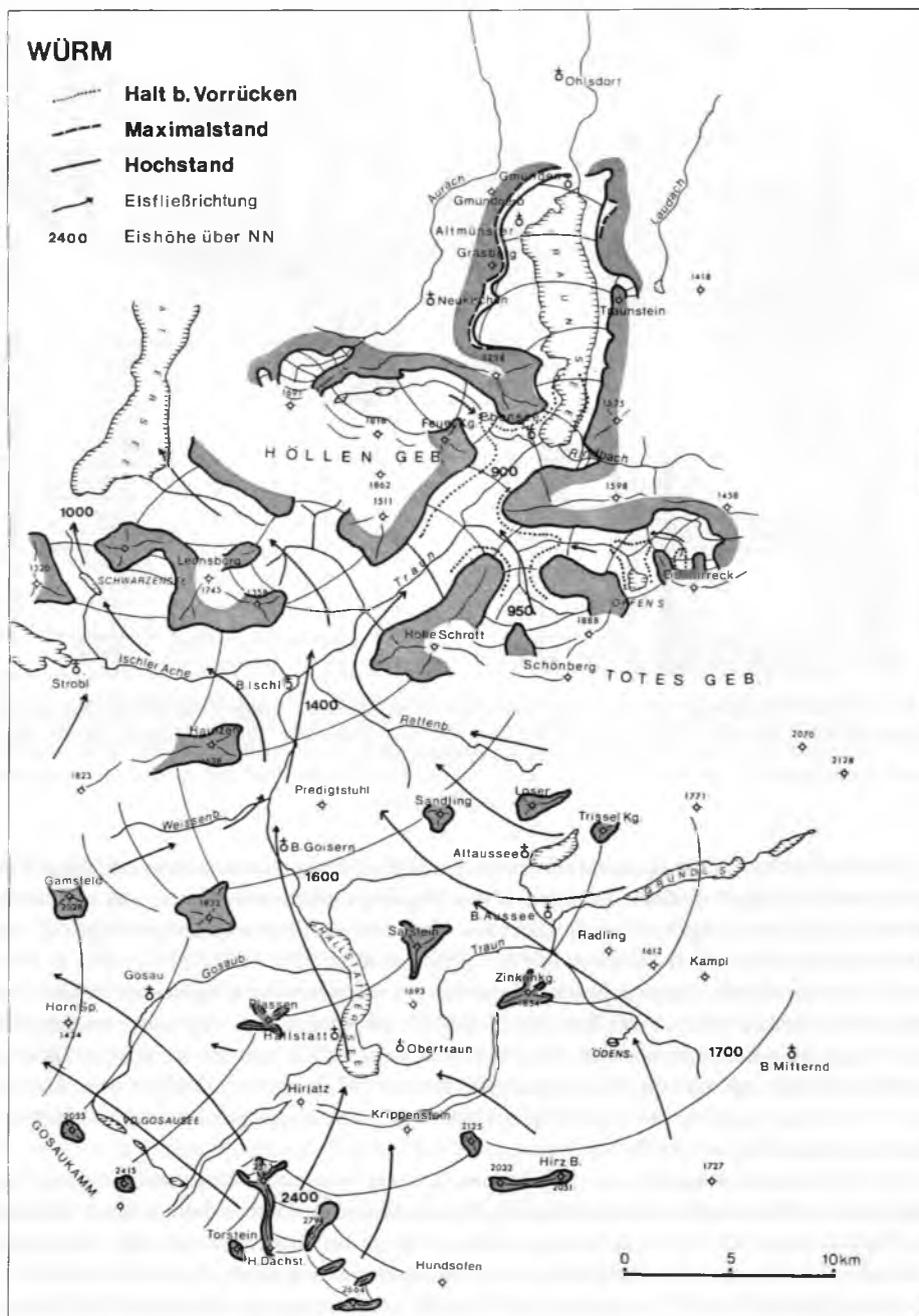


Abb. 89: Der Maximal- und Hochstand des Würmgletschers im Trauntalbereich nach D. VAN HUSEN (1977, Abb. 21) zeigt anschaulich das Ausmaß der kalkalpinen Vergletscherung in diesem Raum.

48.820 km²) – Abb. 89. Belege im Alpenvorland für diese Hochglazialepoche liefert z. B. der Löß von Duttendorf/Salzach mit einer Molluskenfauna einer trocken-kalten Lößsteppe und einem Alter von 21.650 ± 250 J. v. h. (F. TRAUB & H. JERZ, 1975, S. 190 f.).

Da das Abschmelzen dieses Würmeiskuchens phasenhaft in dem mit rund 16.000 J. v. h. – oder nach D. v. HUSEN (1977, S. 90) noch um etwa 1000 Jahre früher – einsetzenden Spätglazial erfolgt, bleibt für den Aufbau, den Ausbau und das Wiederabschmelzen der gesamten Würm-Hochvereisung ein Zeitraum kürzer als 10.000 Jahre, also eine unglaublich kurze Zeit, und wir müssen offenbar umdenken beim Tempo und bei der Mobilität der eiszeitlichen Vergletscherungen.

Ü4. Würm-Spätglazial. Das Abschmelzen der Eismasse des Würmhochstandes erfolgt nicht gleichmäßig und in einem Zug, sondern in dem als „Spätglazial“ bezeichneten Zeitraum zwischen 16.000 (17.000) und 10.300 J. v. h. ziehen sich die Gletscherzungen des Eisstromnetzes phasenhaft unter einzelnen Rekurrenzen und Wiedervorstößen allmählich bis in eine der heutigen Lage ungefähr entsprechende Position zurück – in direkter Abhängigkeit von den herrschenden Temperaturschwankungen (Abb. 85). In dieser Abschmelzphase wurden früh die großen übertiefen Wannener distalen Teile der Talgletscherströme freigegeben, von Seen erfüllt, die selbst wiederum in der überwiegenden Zahl sehr rasch – noch zu Beginn des Spätglazials – von Deltaschottern und Seesedimenten ausgefüllt wurden (D. v. HUSEN, 1979 b). Nur im Ennstal, das am Gesäuseeingang durch eine langsam abrollende Massenbewegung zunehmend aufgestaut worden war, hat die Auffüllung entsprechend länger, und zwar bis gegen das Ende des Spätglazials im Alleröd, ange dauert.

Der Gletscherrückzug in dieser spätglazialen Ära vollzieht sich folgendermaßen: Zunächst erfolgt ein erster rapider Rückzug der Gletscher ohne ausgeprägte Haltephasen, der die Eisströme in den Tälern um ein Drittel oder die Hälfte zurückschrumpfen läßt und im freiwerdenden Talgrund mannigfaltige Eisrandsedimente und in breiteren Becken Kames-, Os-Formen und Toteisstrukturen hinterläßt – beobachtet und beschrieben nicht nur vom Alpen-Nordabfall (L. WEINBERGER, 1955, S. 16 f.; D. v. HUSEN, 1977, S. 46 ff.; 1981, S. 223), sondern auch von der Alpensüdseite, vom Mur- und Drautal (H. BOBER, 1959; E. LICHTENBERGER, 1959; D. v. HUSEN, 1976, 1980, 1981; H. EICHER, 1977).

Sodann stellen sich im weiteren Verlauf des Rückzuges fünf distinkte Haltephasen bzw. Wiedervorstöße ein, die vom Hochglazial weg mit den Namen Bühl, Steinach, Gschnitz, (Schlern KLEBELSBERG ist wieder eingezogen worden), Daun und Egesen bezeichnet worden sind. H. HEUBERGER (1968) gibt eine konzise Charakterisierung der Vorgänge in diesen Einzeletappen. Mustergültig hat D. v. HUSEN (1977) den raschen phasenhaften Rückzug des Traungletschers von den Zungenbecken über den Ischler Stand (angeblich schon bei 17.000 v. h.), den Goiserner Stand im Gschnitz, den Echernstand, bei dem der Gletscher gerade noch den Haupttalboden zur Zeit des Daun erreicht, bis zum Taubenkar-Stand, der am Dachsteinplateau in der Phase des Egesen liegt, analysiert. J. GAREIS (1981, S. 56 ff., Abb. 2) schildert anschaulich den Zerfall des Traungletschers im Abschnitt des Mitterndorfer Beckens im Salzkammergut zu kräftig überschotterten Toteiskörpern, die für die Bildung der eindrucksvollen Umfließungsrinnen im Bereich der Grundmoränen der Gehänge verantwortlich waren. Andererseits haben M. BOBER & R. SCHMIDT (1976, S. 112) und R. SCHMIDT (1976, S. 363; 1979, S. 150; 1981) palynologisch im Salzkammergut und seinem Vorland noch bis in das Egesenstadium, Jüngere Dryas,

kräftige Klimarückschläge abgelesen. Auch W. KLAUS (1967, S. 209 f.; 1972, S. 88) konnte aus dem Salzburger Raum zeigen, daß die Schlußvereisung (Jüngere Dryas/Egesen) nur eine geringe Auflockerung des Kiefernwaldes bringt, daß aber durch einen erhöhten Anteil an *Pinus cembra*, also Zirben (22 Prozent), der oberste Waldgürtel bis annähernd in die Höhenstufe des Walserberges SW Salzburg herabrückt. Damit sinkt die Waldgrenze am Alpennordrand nochmals aus 1000 bis 1100 m in der Allrödzeit um etwa 400 bis 500 m in der Jüngeren Dryas ab. Der Beginn des Postglazials (Präboreal) wird hier durch einen neuerlichen Vorstoß der geschlossenen Kiefernwälder charakterisiert.

c) Postglazial

Zu Beginn der geologischen Jetztzeit, des Postglazials, hatte das Klima nach Abschmelzen des letzten bedeutenden Vorstoßes im Egesenstadium, also vor 10.300 Jahren, die heutigen Werte erreicht. Schon im Jahre 9200 v. h. kann die Bewaldung mit Zirben in der oberen Stufe bis 2300 m empor belegt werden (G. PATZELT, 1972, S. 53). Die Schwankungen von Temperatur, Wald- und Schneegrenze innerhalb des Postglazials werden heute als gering erachtet, welche Auffassung auch durch den Vergleich mit dem im inländischen Grönlandeis gemessenen Temperaturgang über diesen Zeitraum bestätigt wird (Abb. 85). Klimatisch ist demnach in den Alpen die Grenze Pleistozän/Holozän scharf – im Gegensatz zu anderen Regionen, besonders dem nordamerikanischen Schild, wo keine solche deutliche Zäsur beim Eisrückzug gegen Norden festzustellen war. Auf Grund der ergebnisreichen Arbeiten von G. PATZELT (1972, 1973 a, b, 1975), G. PATZELT & S. BORTENSCHLAGER (1978) und S. BORTENSCHLAGER (1972) über die Hohen Tauern, Ötztaler Alpen und weitere Abschnitte Tirols haben sich die Gletscher seit Anfang des Holozäns nicht mehr wesentlich weiter ausgedehnt als beim Stand 1850! Auch das Larstig-Stadium (Abb. 85) kann nicht als besondere Wärmezeit gelten, wenn gerade in diesem Zeitraum ein dem neuzeitlichen Gletscherhochstand entsprechender (Block-)Gletschervorstoß im Ötztalgebiet nachgewiesen worden ist (H. HEUBERGER, 1966; H. NAGL, 1972, S. 172).

In methodischer Hinsicht kommen zur Erforschung des Postglazials heute zur klassischen palynologischen Arbeit noch Radiokarbonmessungen und in wachsendem Umfang die Dendrochronologie hinzu. Besonders hierdurch hat man auch ein in vielem überraschendes Bild von der kräftigen Arbeit des Donaustromes im Postglazial erhalten, der in vielen Abschnitten seine holozänen Ablagerungen im Ausmaß von 10 m Mächtigkeit mehrfach zur Gänze umgelagert hat, dabei die Auwälder vernichtet und oft ganze Baumstammlagen in jungen Schottermassen eingelagert hat (älteste Baumlagen im Tullnerfeld über 9500 Jahre alt – L. PIFFL, 1971 –, jüngste kräftige Umschichtungen auch noch nach der Römerzeit. Zusammenfassend haben hierüber J. FINK (1977) und H. GRAUL (1978) berichtet – vgl. S. 229.

Von Interesse mögen noch einige Bemerkungen über die jüngsten Gletscherbewegungen sein (C. SCHÖNWIESE, 1979, Tab. 7, S. 78 f.): Nach dem Klimaoptimum der Römerzeit (etwa 200 v. bis 450 n. Chr.) folgt das Pessimum der Völkerwanderungszeit mit merkbaren Gletschervorstößen (ca. 450 bis 700 n. Chr.). Im Zeitraum zwischen 950 und 1250 n. Chr. ist das mittelalterliche Optimum zu erfassen, bei dem

die Temperatur im Jahresmittel wohl um 1° bis $1,5^{\circ}$ wärmer als heute war. Es klingt nur ganz langsam während der „Klimawende“ bis etwa 1600 aus. Diese mittelalterliche Warm-Epoche war unter anderem für die Freihaltung der hoch gelegenen Goldbergbaue in den Hohen Tauern von Bedeutung, von denen die höchstplacierten in der Zeit der „Klimawende“ und in der dann folgenden „Kleinen Eiszeit“ (1650 bis 1700) mit ihrer Jahresmitteltemperatursenkung von 1° gegenüber heute durch die rasch vordringenden Gletscher überfahren worden sind und zum Erliegen kamen (Bd. I, S. 74). Es folgen dann (H. NAGL, 1972, S. 172) wiederum Gletschervorstöße in den Jahren 1770, 1820, 1850, 1890 und 1920).

Das letzte Vorstoß-Maximum liegt bei 1850, aus welcher Zeit die noch heute auffälligen Wälle im Gletschervorfeld stammen – Abb. 90 und 91. Seit 1920 waren die Gletscher kräftig im Rückzug (mittlerer Temperaturanstieg von 1900 bis 1940: $0,6^{\circ}$ C), in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts ist zunächst wiederum ein leichter Temperaturrückgang ($0,2^{\circ}$ C) zu erkennen gewesen, der dann ab 1970 zum Stillstand gekommen ist.



Abb. 90: Der heutige Stand des Pasterzen-Gletschers mit breit ausgeaperter Randmoräne. Blick von der Franz-Josefs-Höhe über die Pasterze zum Großglockner. Photo BAUMGARTNER.

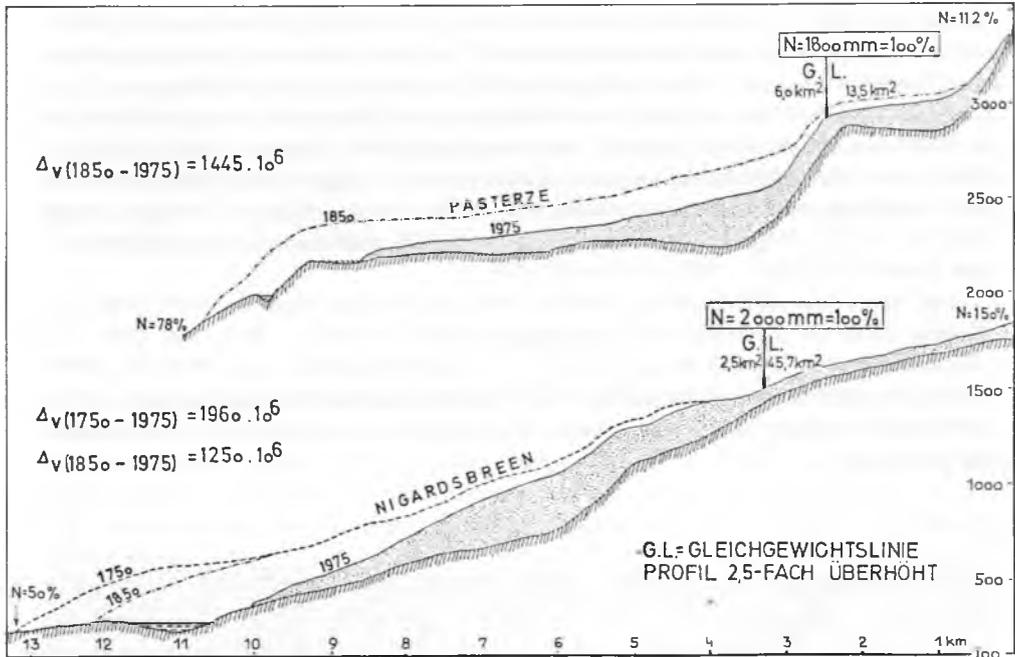


Abb. 91: Der Gletscherrückgang der Pasterze zwischen 1850 und 1975; aus J. FINK & H. NAGL (1976, Arb.-Pap. Geogr. Inst. Wien).

Im Postglazial schließlich wird der Mensch zum neuen Faktor der Gestaltung der Erdoberfläche. War der Altsteinzeitmensch (Neandertaler) vorwiegend auf die eisfreie Lößsteppe im Alpenvorland verdrängt (Funde in der Gudenushöhle bei Hartenstein im Waldviertel) und nur ausnahmsweise in wärmeren Interstadialzeiten auch im Gebirge bis 2000 m Höhe nachweisbar (S. 248), so bleibt der Mensch der jüngeren Altsteinzeit (*Homo sapiens*) weiterhin Großwildjäger (Funde von Willendorf/Wachau, 25.000 J. v. h.) und muß sich der Mensch des Mesolithikums ab dem Postglazial mit Aussterben oder Abwandern des Großwildes mit Kleintierjagd zufriedengeben.

Mit dem jüngeren Neolithikum, also seit rund 4500 Jahren, beginnt zunächst, sehr schüchtern, nachher aber mit einer exponentiell anwachsenden Wirksamkeit, der Eingriff des Menschen in die Natur: Ab damals setzt der Bergbau in Hallstatt und Hallein ein (S. 5), besonders in der jüngeren Bronzezeit florierend, in der der Kupferbergbau in Mitterberg und bei Kitzbühel ab 3800 J. v. h. hinzukommt (Bd. I, S. 545). Die ersten Rodungen erfolgten ebenfalls ab dem jüngeren Neolithikum, um für die Weidewirtschaft und den Ackerbau Platz zu schaffen. Ab der Bronzezeit (etwa 1800 bis 950 v. Chr.), besonders deutlich aber in der Hallstattzeit (etwa 950 bis 400 v. Chr.), kann durch die Zunahme des Getreidepollens und dem damit einhergehenden Unkraut-Pollen in den Pollendiagrammen die Umgestaltung der Naturlandschaft zur Kulturlandschaft erfaßt werden (I. DRAXLER, 1980, S. 69).

5. Das Ausmaß der Gletschererosion

In einer speziellen Studie zur Frage der Gletscherübertiefung in den Haupttälern hat D. VAN HUSEN (1979) am Beispiel von Salzach-, Traun- und Ennstal die Tiefenwirkung des Eises der letzten Eiszeit anschaulich geschildert (Abb. 92). Diese Darstellung zeigt, daß die großen, oft mehrere hundert Meter betragenden Übertiefungen gerade im Zehrgebiet der Gletscherströme der Haupttäler nahe dem Alpenrand auftreten, was von VAN HUSEN auf die hohe Fließgeschwindigkeit des Eises in dieser Region und auf den Reichtum an mitgeführtem Scheuermittel, nämlich Moränenschutt, zurückgeführt wird. Das Ausmaß der Übertiefung steht in Zusammenhang mit dem Ausmaß der zugehörigen Gletscherzungen. So findet man im Rheintal am Alpenrand im Bodensee eine Übertiefung von über 400 m (396 m heutige Seetiefe; die Rheintalfüllung in der Bohrung Dornbirn 1 vorwiegend aus Seetonen ist 336,5 m mächtig), so erreicht die Mächtigkeit der quartären Füllung der eiszeitlichen Wanne im Salzachbecken in der Bohrung Vigaun bei Hallein 338 m, die Tiefe des eiszeitlichen Beckens der Traun im Traunsee 191 m und hat im spätglazial verschütteten, übertiefeten Ennstal die Bohrung Wörschach die Felssohle in 195 m Tiefe angefahren – Abb. 93. Aus dem westlich anschließenden Schweizer Gebiet ist das gleiche Phänomen der glazialen Hauptübertiefung im Bereich der Alpenrandseen bekannt (W WILDI, 1984). Ein Nachsacken des Alpenrandes wirkt in gleicher Richtung.

Das Ausmaß der spätglazialen Auffüllung der eiszeitlich entstandenen Seen hängt besonders auch vom Gesteinscharakter des Liefergebietes ab: Im Kristallin-gebiet werden die Seen sehr rasch zur Gänze – abgesehen von der größeren Deltabildung bei den Flußeinmündungen – von der großen Menge mechanisch transportierter Feinstoffe aufgefüllt. Daher sind im Salzachtal, Ennstal, in den nördlichen Seitentälern der Niederen Tauern (Abb. 92) etc. sämtliche einstige Seen längst zugeschüttet. In den Kalkalpen aber, wo ein guter Teil der Fracht in Form von Lösungen abtransportiert wird, haben die landschaftlich reizvollen Seen zum guten Teil wenigstens in gewissem Umfang bestehen können. Die Auffüllung der glazialen Becken erfolgte nach VAN HUSEN sehr rasch gleich zu Beginn des Spätglazials nach Abschmelzen des Eises und war bei den herangezogenen Beispielen bereits zur Zeit der Wiederbewaldung abgeschlossen.

Beobachtungen von H. SPREITZER (1963) im Bereich des Murgletschers zeigen, daß hier die eiszeitliche Gesamteintiefung des Murtales im Abschnitt Unzmarkt-Judenburg auf Grund der noch gut erhaltenen Reste des präglazialen Talbodens 150 m über dem heutigen Talboden jedenfalls dieses Maß überschritten haben muß. Aus Seitentälern von der Südseite der Hohen Tauern meldete S. MORAWETZ (1949) durchschnittliche Tiefenerosionen des Eises von 40 bis 100 m.

Unter den zahlreichen Erosionsformen des Eises sei hier wenigstens noch einer in den Ostalpen eher seltenen Struktur gedacht, nämlich der auf Felsstufen, über denen das Eis in Spalten aufreißt und Schmelzwässer in die Tiefe stürzen, entstehenden Gletschertöpfe. Während dieses Phänomen in der Schweiz (Luzerner Gletschergarten, Maloja etc.) und auch in den Bayerischen Kalkalpen (Inzeller Gletschergarten) eindrucksvoll ausgeprägt ist, sind aus Österreich nur wenige Beispiele bekannt: Verdeckt unter dem Stausee am Seeriegel des Lünensees im Rhätikon, im Echerntal

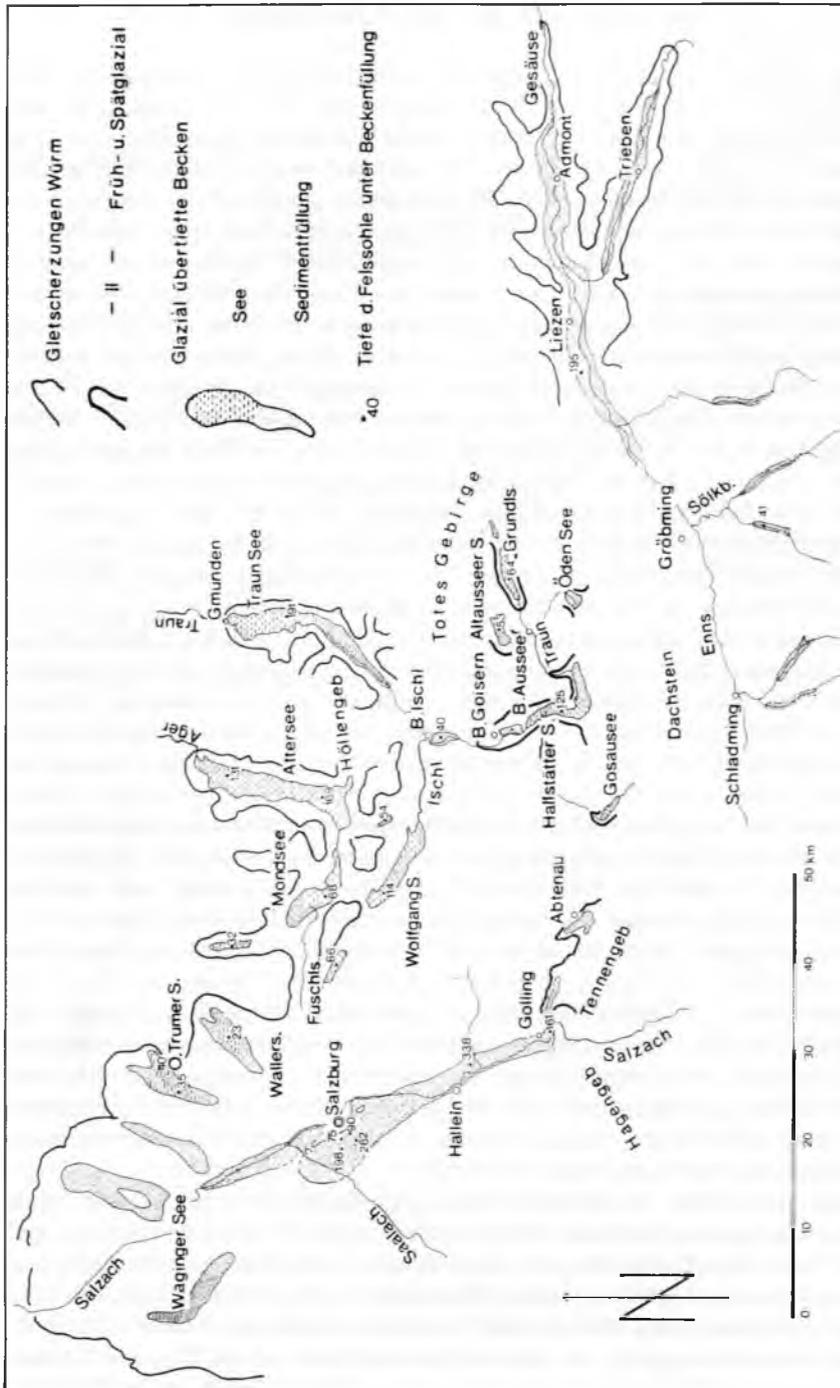


Abb. 92: Die Lage der glazial überfluteten Zungenbecken des Salzach-, Traun- und Ennsgebiets; nach D. VAN IJSEN (1979, Abb. 1).

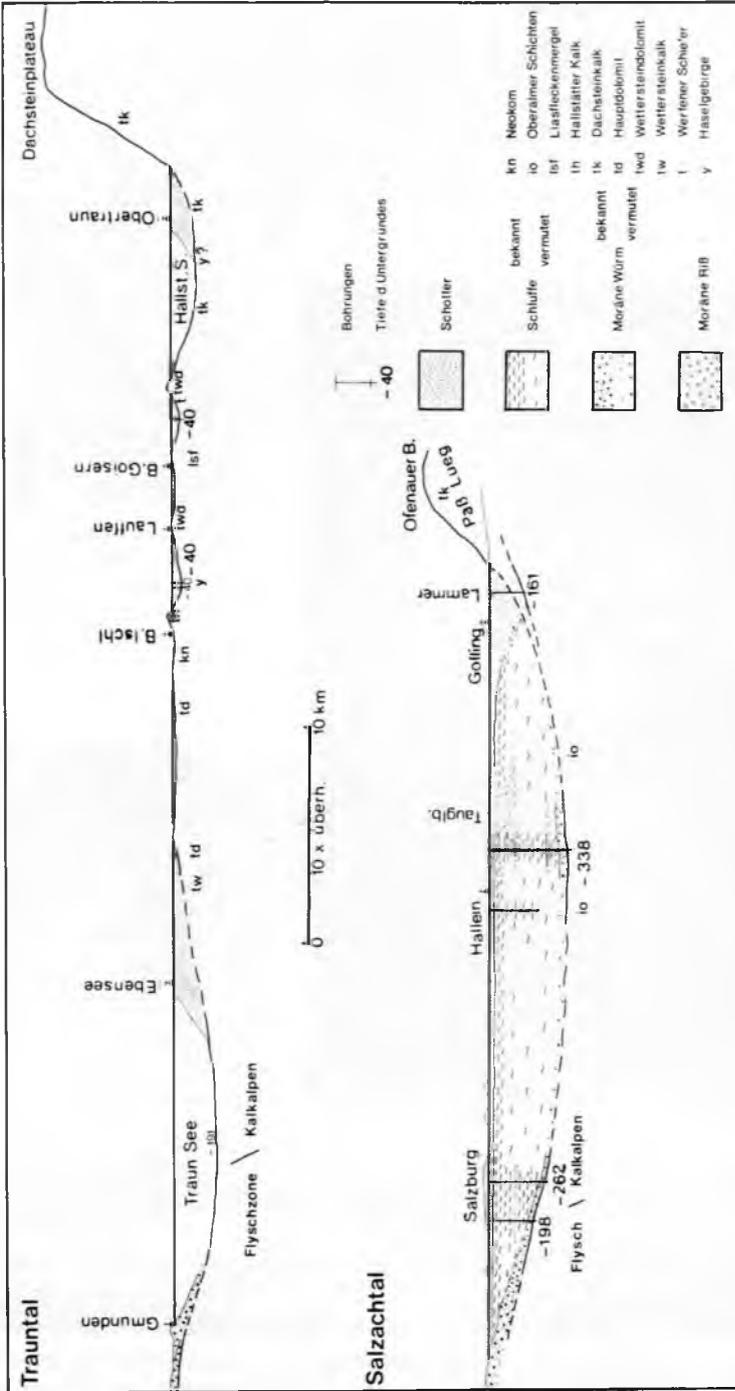


Abb. 93: Profil durch die übertiefsten Gletscherbecken und ihre Füllungen im Salzach- und Trauntal; nach D. VAN HUSEN (1981, Abb. 1).

bei Hallstatt und der Doppelgletschertopf der Pyrkerhöhe in Badgastein (G. GÖTZINGER, 1948; CH. EXNER, 1957, S. 28 f., 46; H. ZIMBURG, 1960).

Gletschertöpfe vom Südabfall der Radstädter Tauern hatte F. SIMONY (1851 b, S. 136: „charackteristische Auswaschungen oder Karrenrinnen“) entgegen der Meinung von F. ROLLE (1856, S. 48) nicht beschrieben (E. DÖLL, 1886, S. 425), wohl aber konnte der Autor im Jahre 1961 noch fast zur Gänze verschüttete Töpfe 2,5 km NW von Mauterndorf entdecken, von denen der inzwischen durch Prof. H. TILL freigelegte Haupttopf 2,5 m Durchmesser aufweist (A. TOLLMANN, 1962 d, S. 32) – Abb. 94.



Abb. 94: Der Gletschertopf in den Radstädter Tauern 2,5 km NW Mauterndorf, Salzburg, im Stadium während der Ausgrabung. Die dreieckige, dunklere Fläche rechts oben, die ursprünglich freilag, hat den Gletschertopf erkennen lassen (A. TOLLMANN, 1962 d).

6. Periglaziales Geschehen

Im periglazialen, vom Eis in den Kaltzeiten freien Raum im Vorland und im östlichen Abschnitt der Alpen hat das eiszeitliche Geschehen spezifische Spuren hinterlassen: Wir haben von der Terrassenabfolge im Vorland und ihren häufig durch Kryoturbationen (Abb. 95, 96) der Kaltzeit betroffenen Deckschichten berichtet. Die Terrassenabfolge im Wiener Raum ist im Zusammenhang mit der Besprechung

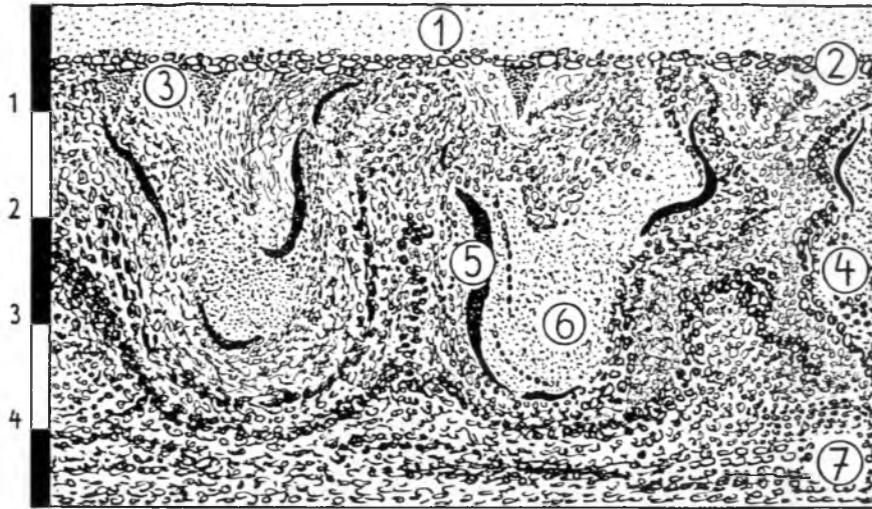


Abb. 95: Beispiel eines eiszeitlichen Brodelbodens (Kryoturbation), wie man ihn häufig in den pleistozänen Terrassenschottern bei Wien findet. Idealisierter Schnitt durch den Oberrand der Gänserndorfer Terrasse NE von Wien; nach J. FINK (1955, Abb. 4). Erläuterung: 1 – Deckschichten (Löß etc.), 2 – horizontaler Schotterschleier, 3 – kleine Eiskeile, erfüllt von braunem Sand, 4 – Kryoturbationszone, 5 – eingewürgter fossiler Boden, 6 – brauner Sand als Füllmaterial der Taschen, 7 – basaler, ungestörter Schotter.



Abb. 96: Photo der Kryoturbationszone in der Sandgrube SE vom Bhf. Oberweiden, im Marchfeld, NÖ, in den pleistozänen Terrassenschottern des Niveaus der „Gänserndorfer Terrasse“

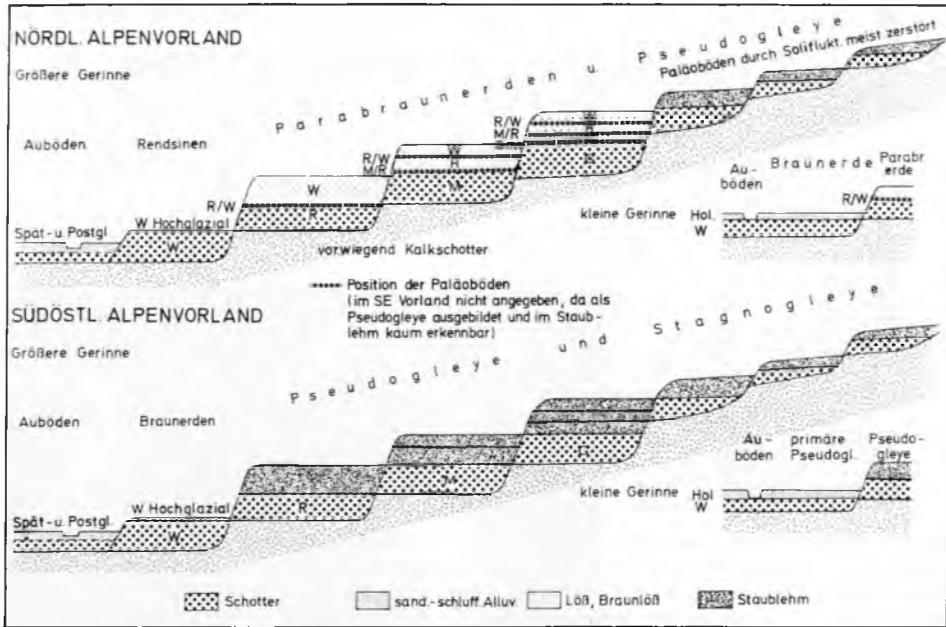


Abb. 97: Schematische Darstellung der Terrassenabfolge und ihrer Deckschichten im Umkreis der Ostalpen; nach J. FINK (1979, Abb. 4).

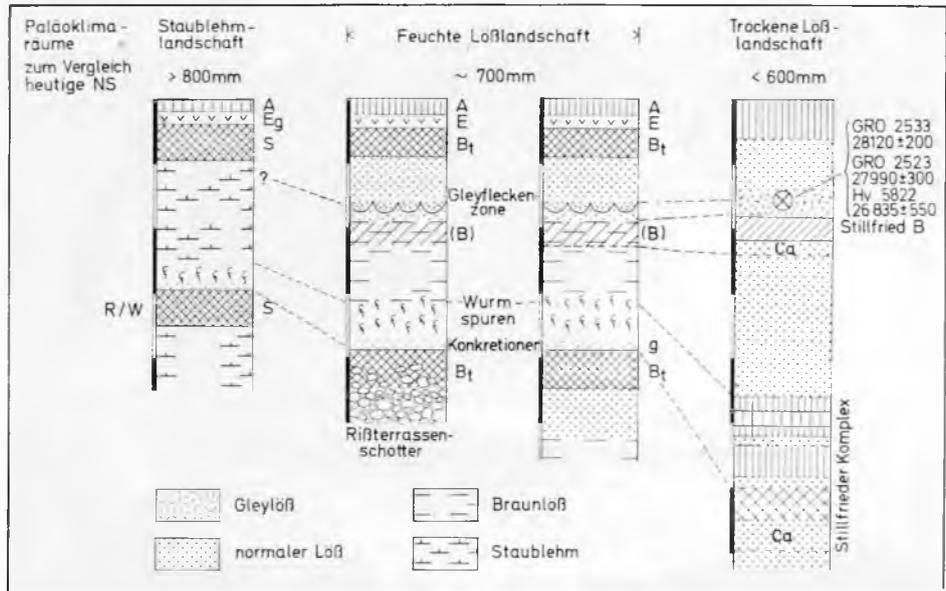


Abb. 98: Standardprofil der Löß- und Bodenbildungen der verschiedenen Paläoklimaräume im Umland der Ostalpen; nach J. FINK (1979, Abb. 3; 1980, Abb. 1).

der Donau (S. 225) behandelt worden. Dort sind auch die klassischen Namen dieser Terrassentreppe mitgeteilt, die nicht einfach in willkürlicher Art verworfen und sämtlich neu benannt werden dürfen (W. FUCHS, 1980 d, S. 500; und in R. GRILL & W. FUCHS, Kt. 1984). Das von J. FINK (1979, Abb. 87) gegebene Schema der Terrassenabfolge zeigt die zugehörigen aussagekräftigen Deckschichten in idealisierter Form – Abb. 97. Über eiszeitliche Driftblöcke in den Terrassenschottern, unabhängig von der basalen Blocklage, haben W. EPPENSTEINER et al. (1973) informiert.

H. FINK hat sich seit 1954 in zahlreichen Arbeiten intensiv mit Gliederung, Genese, Fazies und Alter des Lößes und der pleistozänen Bodenbildungen in klimatologisch-ökologischer Betrachtungsweise befaßt (z. B. 1962, S. 6; 1969 a, b; 1973 b; 1979, S. 84; 1980, Abb. 1 bis 5; J. FINK, G. HAASE et al., 1977; J. FINK & H. NAGL, 1979; J. FINK, R. WALDER et al., 1979) und hat im Umland der Ostalpen drei Lößprovinzen unterschieden (Abb. 98): 1. Die Trockene Lößlandschaft mit dem typischen Löß im Nordosten Österreichs, die mit dem heutigen pannonischen Klimaraum korrespondiert. Das Gebiet des Weinviertels, Wiener Beckens und Eisenstädter Beckens gehören hierzu. 2. Die Region der Staublehne zieht sich in der Westwindstaulage im Alpenvorland W der Erlaf sowie im illyrischen Klimabereich am Südostrand der Alpen mit Zentrum Steirisches Becken hin. Sie ist durch humidere ökologische Bedingungen charakterisiert. Der Staublehm zeigt gegenüber dem Löß Kalkfreiheit, dichtere Packung sowie eine bereits während der Bildung durch das feuchtere Klima entstandene Vergleyung. 3. Die Feuchte Lößlandschaft mit Braunlöß erstreckt sich in der Übergangsregion der beiden zuvor genannten Gebiete, so etwa im Alpenvorland mit Schwerpunkt NE vom Hausruck und zwischen Erlaf und Traisen sowie im Burgenland im Südteil der Landseer Bucht.

Für die absolute Altersdatierung und Korrelierung der Lößprofile mit den übrigen pleistozänen Ablagerungen ist die Trockene Lößregion am wichtigsten, da unter diesen klimatischen Bedingungen sowohl der Kohlenstoff als auch die kalkigen Schalen von Mollusken für radiometrische Messungen erhalten geblieben sind. Die beste Datierung der Lößabfolgen entlang der Donau im Raum zwischen Krems und Wien gibt die Lößwand der Kremser Schießstätte, die mit 30 m aufgeschlossener Höhe einen vielfachen Wechsel zwischen Paläoböden der wärmeren und feuchteren Etappen mit Lößhorizonten der trockenen Kaltzeiten erkennen läßt. Das von J. FINK eingehend analysierte Profil (Abb. 86), das bis zu Beginn des Pleistozäns bei rund 1,8 Millionen Jahren zurückreicht, ist paläontologisch und paläomagnetisch datiert.

In den unvergletscherten Teilen der Alpen, des subalpinen Hügellandes, aber auch der Hügellandschaft der Böhmisches Masse, haben in der Glazialzeit die periglazialen Wirkungen des Dauerfrostbodens eine nicht unbeträchtliche Formung der Oberfläche verursacht: Eine bis 4 m mächtige Solifluktionsdecke wanderte als mobiler Schuttmantel zu Tal (und sorgt heute für Verwirrung bei der Kartierung, wo sie über fremdem, anstehendem Gestein liegt) – H. NAGL (1972, S. 174). Im Waldviertel ist die Freilegung der im Tertiär durch tiefe Verwitterung angelegten Felsburgen und Wollsockelstrukturen im Granitareal diesem pleistozänen Bodenfließen zu verdanken (Abb. 67). Am eisfreien Gebirgssaum im Südosten der Alpen kam es hingegen durch dieses Solifluktionsprinzip zur Bildung mächtiger, an Feindetritus reicher, mobiler



Abb. 99: Steinring im Frostboden des Rhätkalkschuttes NE vom Reckner in den Tarntaler Bergen Tirols. Durch häufiges Frieren und Wiederauftauen des wasserhaltigen Feinmaterials im Zentrum wird der Groschutt durch die jeweilige Volumsvergrößerung des Bodens beim Frieren seitlich abgeschoben.

Schuttströme, die wie Gletscherzungen in den Tälern abwärts flossen, bis sie sich unter Auflösung des Dauerfrostbodens durch Entwässerung an der Sohle konsolidierten (D. VAN HUSEN, 1975 a, S. 72 f.; 1976 b; 1981, S. 206: Beispiel Karawanken).

Eingehende Studien über die in der Gegenwart entstandenen periglazialen Frostbodenstrukturen in der Hochgebirgsregion der Ostalpen mit ihren Rasengirlanden, Wanderblöcken, Steinstreifen, Steinringen etc. (Abb. 99) hat P. FRITZ (1976) vorgelegt. Darüber hinausgehendes Grundsätzliches über das Periglazial kann am besten bei O. WEISE (1983) nachgelesen werden.

7. Literatur

- O. AMPFERER, 1936, 1938; P. BAUMGARTNER & G. TICHY, 1983; B. BECKER, 1972; H. BOBEK, 1959; M. BOBEK & R. SCHMIDT, 1976; S. BORTENSCHLAGER, 1970, 1972; K. BRUNNACKER et al., 1976; J. BÜDEL, 1969; W. DEL-NEGRO, 1966, 1967, 1978; E. DÖLL, 1896; I. DRAXLER, 1977 a, b, 1980; I. DRAXLER & D. VAN HUSEN, 1977, 1978; B. EBERL, 1930; H. EICHER, 1977, 1978, 1979; M. EISENHUT, 1962; W. EPPENSTEINER et al., 1973; CH. EXNER, 1957; J. FINK, 1955, 1957, 1959, 1961 b, 1962, 1965, 1969 a, b, c, 1973 a, b, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979 a, b, 1980, 1981, 1984; J. FINK, H. FISCHER et

al., 1976; J. FINK, R. GRILL et al., 1955; J. FINK, G. HAASE et al., 1977; J. FINK, A. KOCI et al., 1979; J. FINK & G. KUKLA, 1977; J. FINK & H. MAJDAN, 1954; J. FINK & H. NAGL, 1979; J. FINK & L. PIFFL, 1975; J. FINK, R. WALDER et al., 1979; H. FISCHER, 1977; F. FLIRI, 1977, 1978; J. FLIRI, S. BORTENSCHLAGER et al., 1970; F. FLIRI, H. HILSCHER et al., 1971; F. FLIRI, H. FELBER et al., 1972; H. FLÜGEL, 1960 c, 1975 a; A. FRITZ, 1970 a, b, 1972 a, b, 1975; P. FRITZ, 1976; W. FUCHS, 1972, 1980 d; W. FUCHS & R. GRILL, 1984 b; H. GAMS, 1936, 1954; J. GAREIS, 1981; M. GEYH, 1983; G. GÖTZINGER, 1936, 1938 a, b, 1948; H. GRAUL, 1937, 1962, 1978; R. HANTKE, 1978 bis 1983, 1984; W. HEISSEL, 1954 b; H. HEUBERGER, 1956, 1966, 1968; H. HEUBERGER & R. BESCHEL, 1958; D. VAN HUSEN, 1968, 1971, 1974, 1975 a, b, 1976 a, b, 1977, 1979 a, b, 1980, 1981; H. KINZL, 1929, 1957, 1970; W. KLAUS, 1972, 1975, 1977 c; R. v. KLEBELSBERG, 1935, 1948/1949; H. KOHL, 1962, 1968, 1969 b, 1971 b, 1973, 1974, 1976, 1978, 1981, 1983 a, b; H. KOHL & L. WEINBERGER, 1968; M. KÖHLER & W. RESCH, 1973; I. KRETSCHMER, 1983 a; J. KUKLA et al., 1972; H. KÜPPER, 1950 b, 1955 c, 1958; E. LICHTENBERGER, 1959; M. LÖSCHER et al., 1978; F. MAYR, 1964, 1968; F. MAYR & H. HEUBERGER, 1968; S. MORAWETZ, 1949, 1950; H. MÜLLER, 1974; H. NAGL, 1968, 1971, 1972 a, b, 1974 b, 1976; T. NILSSON, 1983; H. PASCHINGER, 1957 a, b; G. PATZELT, 1972, 1973 a, b, 1975; G. PATZELT & S. BORTENSCHLAGER, 1978; A. PENCK, 1921; A. PENCK & E. BRÜCKNER, 1909; A. PENCK & E. RICHTER, 1903; R. PESCHEL, 1982; L. PIFFL, 1975; W. RESCH, 1972; F. RÖGL, 1974; F. ROLLE, 1856; I. SCHAEFER, 1953; R. SCHMIDT, 1976, 1979, 1981; C. SCHÖNWIESE, 1979; W. SENARCLENS-GRANCY, 1958, 1962; F. SIMONY, 1851 b; G. SPAUN, 1964; H. SPREITZER, 1956, 1960, 1961, 1963; D. STUR, 1886; R. SUGGATE, 1974; E. THENIUS, 1954, 1977; G. TICHY, 1980; A. TOLLMANN, 1962 d; F. TRAUB & M. JERZ, 1975; L. WEINBERGER, 1955; O. WEISE, 1983; K. WICHE, 1949; W. WILDI, 1984; A. WINKLER-HERMADEN, 1955; H. ZIMBURG, 1960.

N. METEORITENFÄLLE IN ÖSTERREICH

Zwei Beispiele von unmittelbar beobachteten Meteoriteneinfällen im Gebiet der Republik Österreich sind aus neuerer Zeit bekannt: Am 28. August 1925 ging im Gebiet südlich von Wiener Neustadt um 19.25 Uhr ein Meteorit nieder, dessen plötzliches Aufleuchten, seine nicht geradlinige Bahn, seine Explosion zu mehreren glühenden Teilen beobachtet wurden und dessen Trümmer in Form von 5 kg und 2 kg schweren Chondriten bei Lanzenkirchen 7 km S Wiener Neustadt (als erste in NÖ. gefundene Meteorite) angetroffen worden sind (F. BECKE, 1926, S. 103). Eine moderne mineralogisch-petrographische Nachuntersuchung dieses Meteoriten durch G. KURAT & H. KURZWEIL (1965, cum lit.) charakterisiert ihn als Olivin-Hypersthen-Chondrit mit der Struktur einer monomikten Brekzie, durchzogen von feinen Troilit-Adern.

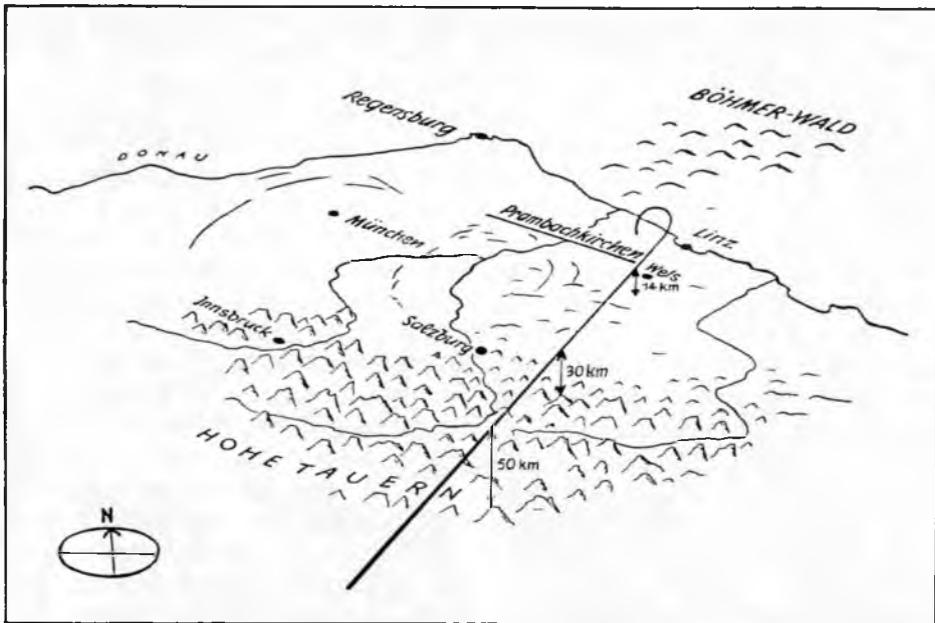


Abb. 100: Die Flugbahn des Meteoriten von Prambachkirchen, OÖ, vom 5. 11. 1932; nach J. SCHADLER (1938, Abb. 3).

Der Einfall des 2,1 kg schweren Chondriten, der mit einer Spiralbahn am 5. November 1932 in Prambachkirchen (W Eferding) in OÖ. niederging, wurde von Herrn F. PITNER aus nur 120 m Entfernung beobachtet, der über die taghelle Aufhellung der Nacht und alle Nebenumstände genau berichtet hat. Aus zahlreichen weiteren Angaben konnten die Flugbahn und Geschwindigkeit – zuletzt 250 m/sec. – rekonstruiert werden (Abb. 100). Auch die Formänderung durch Abschmelzen beim Flug durch die Atmosphäre ist abzuleiten gewesen (Abb. 101) – E. DITTLER & J. SCHADLER (1933), J. SCHADLER & J. ROSENHAGEN (1935), J. SCHADLER (1938).

Neben diesen beiden im einzelnen bekannt gewordenen Meteoritenfällen sind aus Österreich insgesamt noch sechs weitere Meteoriten bekannt:

1. Im Jahre 1618 soll in der zweiten August-Hälfte in der Oststeiermark an der Grenze zu Ungarn ein Meteorit niedergegangen sein, von dem etliche Trümmer gefunden wurden, eines davon angeblich drei Zentner schwer (E. CHLADNI, 1918, S. 220).

2. Nähere Einzelheiten weiß man über den Meteorit, der am 20. November 1768 um 16 Uhr bei Mauerkirchen in OÖ. niederfiel. C. W. GÜMBEL (1878, S. 16–24) vermerkt über diesen 38 bayrische Pfund schweren Meteoriten: „Unter diesem Luftgetümmel sei ein Stein aus der Luft gefallen und habe nach obrigkeitlichem Augenschein eine Grube $2\frac{1}{2}$ Schuh tief in die Erde gemacht“ und schließt eine petrographische Beschreibung dieses Chondriten an.



Abb. 101: Seitenansicht des Meteoriten von Prambachkirchen: Länge 12,5 cm, Gewicht 2,1 kg. An der Abrißfläche rechts unten hat sich bei Wels in 14 km Höhe ein Teilstück abgespalten; nach J. SCHADLER (1938, Abb. 4).

3. Im Raum von Klagenfurt soll im Jahre 1849 ein chondritischer Meteorit gefallen sein, von dem heute nichts näheres bekannt ist.

4. Im Jahr 1877 wurde in Mühlau bei Innsbruck ein chondritischer Meteorit gefunden, über den A. BREZINA (1887, S. 115) berichtet hat.

5. Am 27. Mai 1905 ist um 10.45 Uhr bei Minichhof im heutigen Burgenland ein chondritischer Meteorit eingefallen, wie F. BERWERTH (1912, S. 235) vermerkt hat.

6. Zuletzt wurde von W. SCHNABEL bei seiner geologischen Kartenaufnahme für Blatt Ybbsitz am 17. September 1977 am Prochenberg SE Ybbsitz im Waldboden stekend ein Meteorit mit einer Gesamtmasse von 14,6 kg gefunden, der wahrscheinlich in den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts niedergegangen war. Dieser seltene Fund wurde einer sorgsam modernen Untersuchung zugeführt. In den Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien (Bd. 87, 1985, S. 1–64) wird ausführlich über die Fundumstände (W. SCHNABEL), die Petrologie und Mineralchemie (F. BRANDSTÄTTER et al.), den chondritischen Aufbau (A. BISCHOFF), die Art der Stoßwellen-Verformung (W. F. MÜLLER), den Chemismus (W. KIESL et al., H. PALME et al.), seine Geschichte auf Grund der Edelgas-Analyse (P. SIGNER et al.) und der Radionuklid-Untersuchung (G. HEUSSER) berichtet.

Neben diesen acht bekannt gewordenen Meteoriten-Fällen in Österreich liegen noch zahlreiche, oft ins einzelne gehende Beschreibungen genau lokalisierbarer Meteor-Erscheinungen in unserem Land vor – wie etwa der Bericht von F. BERWERTH

(1887) über den 21. April 1887 um 21 Uhr bei Schrems, NÖ., beobachteten Meteor – bei denen aber die zugehörigen Meteorite nicht entdeckt werden konnten.

Über den wahrscheinlichen Meteoriteneinfall in der Nacheiszeit vor rund 10.000 Jahren im Bereich des Ötztals bei Köfels in Tirol und die sich daran anknüpfenden Erscheinungen (die von manchen Autoren aber auch anders gedeutet werden) ist in Band I, S. 374 f., referiert worden.

Aus dem weiteren Gebiet der Österreichisch-Ungarischen Monarchie liegen zahlreiche Augenzeugenberichte über derartige Ereignisse sowie genügend Funde vor, auf die aber hier, da außerhalb der Grenzen der Republik, nicht eingegangen werden kann. Es sei aber doch betont, daß die Meteoritensammlung des Naturhistorischen Museums in Wien zu den größten derartigen Sammlungen der Welt gehört. Ihr Grundstock geht auf die Erwerbung des 1751 bei Agram gefallenen Eisenmeteoriten (Hauptstück 39 kg) und den Meteoriten von Tabor von 1753 (samt Berichterstattungen) durch Kaiser Franz I. für das k. k. Hofmineralienkabinett zurück. „Die Meteoritensammlung des Naturhistorischen Hofmuseums als Born der Meteoritenkunde“ ist später von F. BERWERTH (1918) eingehend geschildert worden. Die große Tradition dieser Forschungsrichtung im Naturhistorischen Museum hat in Österreich auch später über H. MICHEL bis zu G. KURAT in der Gegenwart angehalten.

Keine Bestandteile fremder Weltkörper hingegen stellen die jüngst auch im Waldviertel gefundenen Moldavite (ein Typus der Tektite) dar, flaschengrüne, durchscheinende, korrodierte Gläser, die, in den Schottern der Moldau umgelagert, nicht selten zu finden sind. F. E. SUESS hat 1901 alles Wissen über die Herkunft der Moldavite in seiner Standardarbeit zusammengefaßt. Wie man heute weiß, stammen sie aus geschmolzenen Gesteinen der Erdkruste typischer Zusammensetzung, die beim großen Meteoriteneinfall von Nördlingen in Bayern (mit einer Geschwindigkeit von 20 km/sec. in der Zeit des Oberen Badenien) durch die Impaktmetamorphose entstanden und ausgeschleudert worden sind. Die Hauptmasse des ausgeschleuderten Gesteinsmaterials ist bis 20 km vom Kraterrand entfernt angehäuft, die kleineren Tektite (Moldavite) aber sind bis 250 km, ja bis 400 km weit vom Rieskrater entfernt gefunden worden. Das Alter des Impaktes vom Nördlinger Ries mit seinem 26 km breiten Krater, das wohl auf einen Meteoriten mit über 1 km Durchmesser zurückgeht, beträgt auf Grund der Bildung des Suevites $14,7 \pm 0,6$ Millionen J. (G. A. WAGNER, 1977, S. 352) und stimmt demgemäß mit dem Edelgasalter der Moldavite (W GENTNER et al., 1963) überein, sodaß auch hierdurch die älteren Hypothesen einer Herleitung der Moldavite vom Mond etc. hinfällig sind – vgl. S. 223.

Hinweise auf Materieregen („fall out“) eines riesigen Meteoritenfalles, der sich an der Wende von der Kreide zum Tertiär vor 66,670.000 Jahren auf der Erde ereignet hat, sind jüngst auch in Österreich und in den Bayrischen Kalkalpen erzielt worden, sodaß hier noch kurz darauf eingegangen werden soll, obgleich der Einfall des Asteroiden selbst sich an einer noch nicht lokalisierten Stelle im Weltmeer vollzogen hat.

Im Elendgraben im Gosaubecken von Gosau hat R. LAHODINSKY (Vortrag Wien, April 1985) profilmäßig die Kreide-Tertiärgrenze erfaßt. Genau an der Grenze zwischen dem Globotruncanen führenden kalkigen Maastricht im Liegenden und dem auflagernden Tertiär mit seinen winzigen Globigerinen in den untersten La-

gen im Hangenden stellt sich eine 2 mm mächtige, gelbbraune, kalkfreie, tonige Grenzschicht ein, die nach den Untersuchungen von A. PREISINGER und Mitarbeitern den Materieregen des seit 1979 bekannten Asteroiden, der zu Ende der Kreide auf die Erde niederging, darstellt. Die Tatsache eines solchen Einschlages eines riesigen Meteoriten haben L. ALVAREZ und Mitarbeiter am 6. Juni 1980 bekanntgemacht, nachdem sie eine außerordentliche Anreicherung siderophiler Elemente im Grenzhorizont, wie Iridium, Platin, Gold, Osmium, Chrom, Cobalt, Nickel etc. – die offensichtlich aus einem chondritischen Meteoriten stammen – im Profil bei Gubbio NNE Perugia in Umbrien, Italien, festgestellt hatten. In der Zwischenzeit sind an dieser Zeitmarke an ungefähr fünfzig Stellen weltweit solche Iridiumanreicherungen bis zum Hundertfachen des Normalwertes erfaßt worden, sodaß hierdurch und durch eine Reihe weiterer Merkmale kein Zweifel an der Realität eines solchen Großmeteor-Einschlages bestehen können.

Zusammenfassende Darstellungen über die Auswirkungen des Einschlages eines solchen Asteroiden mit einem Ausmaß von über 10 km Durchmesser sind in den Symposiumsbänden von L. SILVER & P. SCHULTZ (1982) und H. HOLLAND & A. TRENDALL (1984, cum lit.) präsentiert worden. Danach treffen Asteroide derartiger Größe alle 50 bis 100 Millionen Jahre die Erde. Beim Impakt an der Kreide-/Tertiär-Grenze ist mit einem Krater von etwa 200 km Durchmesser zu rechnen. Der Einschlag erfolgte damals offenbar im Weltmeer, wie auch aus der Zusammensetzung der kleinen, in den Gosauablagerungen des Lattengebirges gefundenen Tektite aus Ozeankrustenmaterial hervorgeht. Beim Aufschlag mit einer Geschwindigkeit von etwa 25 km/sec. hatte der Asteroid eine kinetische Energie von über 100 Milliarden Megatonnen (weit größer als die Energie des gesamten nuklearen Arsenal). Rund 10 Milliarden Tonnen aufgeschmolzenes Material wurde ausgeschleudert, wobei hierbei rund 20 Prozent der Erdoberfläche durch Einfall von Tektiten unmittelbar betroffen wurden, aber weltweit die Mikrotektite in der Kreide-Tertiär-Grenzschicht aufzufinden sind. Der Einschlag verursachte eine Flutwelle, deren Amplitude am Einschlagpunkt der Tiefe des Ozeans entspricht (4 bis 5 km?) und die sich in 5000 km Entfernung im tiefen Wasser auf etwa 100 m verringert hat. Diese Flutwelle bewirkte natürlich beim Auftreffen auf die Küste des Ozeanbeckens einen außerordentlichen Tsunami-Effekt.

Durch die hohe Temperatur wurde beim Aufschlag ein Vielfaches der Masse des Asteroiden aufgeschmolzen, verdampft und ausgeschleudert. Ein Teil davon wurde in Form feinsten Partikel zusammen mit den verdampften Meerwassermassen (zweifache Masse des Projektils) bis in den oberen Bereich der Atmosphäre ausgeschleudert. Die hohen Temperaturen haben auch bedeutende chemische Reaktionen zur Folge gehabt. Hohe Mengen an Stickoxyden wurden freigesetzt und verblieben monatelang in der Atmosphäre. Ferner wurden durch den Impakt in großem Umfang Säuren aufgebaut – Salpetersäure und, durch Zerlegung des Meerwassers, Salz- und Schwefelsäure, was saure Regen gewaltigen Ausmaßes zur Folge hatte. Eine weitere Folge des Impaktes stellt die Freisetzung großer Mengen von CO₂ dar, z. T. direkt aus den betroffenen kalkigen Sedimenten des Meeresbodens, sowie der Abbrand riesiger Waldareale.

Schwerwiegend waren demgemäß die Auswirkungen dieses Ereignisses auf Klima und Leben. Durch Ausschleudern der feinsten Partikel bis in die hohe Atmosphäre kommt es unter Absorption der Sonnenstrahlen an diesem Materiastaub zu einer mo-

natelangen Verfinsterung. Damit tritt einerseits eine drastische Reduktion der Temperatur mit Frost und Schneefall auf den Kontinenten ein, andererseits bewirkt die anhaltende Finsternis einen Kollaps in der Photosynthese der Pflanzenwelt zu Lande und im Ozean, es kommt mit dem Absterben des Phytoplanktons der Ozeane zur Unterbrechung der Nahrungskette. Am Absterben der Organismen im Meer wirkt natürlich auch die durch die Säureregen bewirkte p_H -Änderung des Meerwassers mit. In den Grenztonschichten im Elendgraben der Gosau ist die Anreicherung von Kohlenwasserstoffen auf ein Vielfaches des Normalwertes nachzuweisen, verursacht durch die abgestorbenen Organismenmassen (und wohl Ruß vom globalen Waldbrand).

Im Anschluß an diese erste Epoche der Verfinsterung und des Klimarückschlages stieg dann die Temperatur der Atmosphäre für einen Zeitraum von etlichen Jahrzehnten bis Jahrhunderten um etwa 10° an, u. zw. zufolge des hohen Wasserdampf- und CO_2 -Gehaltes in der oberen Atmosphäre, der den bekannten Glashauseffekt bewirkt.

Auf die Auswirkungen dieser irdischen Katastrophe auf die Lebewelt im einzelnen einzugehen, ist hier nicht Platz. Sie waren jedenfalls gravierend. Genau an der millimeterschmalen Grenzschicht im Gosaubecken wurde durch die Arbeitsgruppe A. PREISINGER (Vorträge Wien, April 1985) das Aussterben der großwüchsigen Globotruncanen nachgewiesen, die im Paleozän dann zögernd von zunächst extrem kleinwüchsigen Globigerinen abgelöst werden. Es muß aber darauf aufmerksam gemacht werden, daß in dieser Art von Event nicht die einzige Ursache für Extinktionen ganzer Faunengruppen liegt, wie bereits ausgeführt.

In der 2 mm mächtigen Grenzschicht im Elendgraben des Gosaubeckens 4 km S Rußbach ist durch A. PREISINGER Meteoritenmaterial in mikroskopischem Ausmaß (0,1 Prozent des Gesamtvolumens der Schicht) auch direkt in Form von Titanomagnetit und Ilmenit (letzterer mit entsprechenden Iridium-Anreicherungen) nachgewiesen worden. Der Iridiumgehalt dieser Grenzschicht beträgt hier 14 ppb. Im weltweiten Maßstab stellt sich in diesem Niveau unabhängig von der Verdünnung durch die unterschiedliche Sedimentationsrate stets der Wert von 10^{-7} g/cm² Iridium ein.

Literatur

- L. ALVARAZ et al., 1980; F. BECKE, 1926; F. BERWERTH, 1887, 1912, 1918 (mit ausführlichem Literaturverzeichnis); A. BISCHOFF, 1985; F. BRANDSTÄTTER, E. KIRCHNER et al., 1985; A. BREZINA, 1887; E. CHLADNI, 1819; E. DITTLER & J. SCHADLER, 1933; W. GENTNER et al., 1963; C. W. GÜMBEL, 1878; G. HEUSSER, 1985; H. HOLLAND & A. TRENDALL, 1984, cum lit.); W. KIESL & F. KLUGER, 1985; G. KURAT & H. KURZWEIL, 1965; W. F. MÜLLER, 1985; A. PREISINGER, 1984 (s. o.); J. SCHADLER & J. ROSENHAGEN, 1935; W. SCHNABEL, 1985; P. SIGNER et al., 1985; L. SILVER, 1982; F. E. SUSS, 1901; A. TOLLMANN, 1977 c; G. WAGNER, 1977.

O LAGERSTÄTTEN

Das Auftreten von Lagerstätten von Erzen und Nichterzen ist kapitelweise im Zuge der regionalen Beschreibung erläutert worden, sodaß hier nur darauf aufmerksam gemacht werden muß, um Wiederholungen zu vermeiden. Die Erdöllagerstätten finden ihre Besprechung im Rahmen des Wiener Beckens, Bd. II, S. 523 ff., und der Molassezone, Bd. II, S. 477 ff.

Als wesentlichster allgemeiner Gesichtspunkt soll hier nur der markante Wandel, der sich im Grundsätzlichen in der Vorstellung über die Bildung von Erzlagerstätten in neuerer Zeit gerade auch an Hand von Beispielstudien aus Österreich vollzogen hat, kurz umrissen werden (vgl. Bd. I, S. 547 f., 639 ff.). Denn der radikale und zu Beginn heiß umkämpfte Umschwung in der Auffassung über die Art der Vererzung der Ostalpen ist wirklich bemerkenswert. Unter dem Eindruck der Darlegungen von W. PETRASCHECK sen. (1926, S. 108; 1928) hatte sich die von W. E. PETRASCHECK (1952, 1963), E. CLAR (1953 c, 1956) und O. FRIEDRICH (1953 a, 1968 b) weiter ausgebauten Vorstellung einer ausschließlich alpidischen epigenetischen Lagerstätten-Entstehung in der Zeit der Kreide und des Tertiärs zunächst voll durchgesetzt (Bd. I, S. 640). Durch die Beobachtungen der sedimentären triadischen Blei-Zink-Vererzung in Bleiberg ab 1953 aber begann diese Meinung unter heftigen Diskussionen zugunsten der gerade für dort entscheidenden synsedimentären-syngenetischen Auffassung umzuschlagen, die ja übrigens unvoreingenommen gerade für Bleiberg sehr früh (K. PETERS, M. LIPOLD) vertreten worden war.

Dieser Umschwung im Grundkonzept ist zunächst den Beobachtungen deutscher Geologen (F. HEGEMANN, H. -J. SCHNEIDER, K. TAUPITZ, A. MAUCHER etc.) in den Alpen aus den sechziger Jahren zu verdanken. In Österreich haben sich besonders W. TUFAR ab 1963 sowie O. SCHULZ und F. UNGER durch immer weitere Belege um die Durchsetzung der Erkenntnis einer umfassenden Bedeutung des synsedimentär-syngenetischen Erzlagerstättentypus besonders verdient gemacht (Lit. Bd. I). W. TUFAR hat außerdem früh unter exzellenter Dokumentation zeigen können, daß auch in zeitlicher Hinsicht der unitaristische Gedanke nicht zutrifft, sondern natürlich auch in den älteren Orogenesen im alpinen Raum Lagerstätten gebildet worden sind, indem er die Überholung der Vererzung durch die Umwachsung von Erzmineralen durch Nebengesteinsmineralien aus der Zeit der variszischen Metamorphose belegen konnte. Die letzten umfassenden Darstellungen der ostalpinen Vererzungen stammen von J. HADITSCH & H. MOSTLER (1982), W. POHL (1984), O. SCHULZ (1979 a bis d, 1983 c, d) und W. TUFAR (1979 a, b, 1980 a, b, 1981).

Literaturnachtrag zum Thema Lagerstätten zu Band I, Zentralalpen (übrige Lagerstättenliteratur in Band II wiederum regional angeordnet):

a) Übersichtsdarstellungen: AMT STM. LANDESREG., 1984; P. BECK-MANNAGETTA et al., 1966; K. BURGER, 1975; G. FETTWEIS, 1981 a, b; O. FRIEDRICH, 1953, 1963 b, 1973; GES. GEOL. BERGBAUSTUD. et al., 1985; M. GÖTZINGER, 1984 b; W. GRAF, 1979, 1983; J. HADITSCH, 1979, 1984; J. HADITSCH & H. MOSTLER, 1979, 1982 a; H. F. HOLZER, 1979, 1980, 1981, 1983; H. F. HOLZER, G. MALECKY et al., 1980;



Abb. 102: Der Steirische Erzberg als Symbol der traditionellen Bedeutung österreichischer Lagerstätten (Photo F. KNOLLMÜLLER / VOEST-ALPINE AG). Seit der Kelten- und Römerzeit in Abbau, seit 712 urkundlich erwähnt, lieferte der Erzberg über lange Jahrhunderte das Eisen, das kunstvoll bearbeitet, eine Säule für Österreichs Wirtschaft, Kultur und Verteidigung darstellte, sowie blühenden Handel bis in den Orient ermöglichte.

H. F. HOLZER & E. STUMPFL, 1980; G. HÜBL et al., 1984; L. HÜTTER, 1953; INST. F. LANDESKD., 1960; W. KLAU et al., 1983; N. KREUTZER, 1984; K. LECHNER et al., 1958, 1964; H. MEIXNER, 1953 a; M. NEINAVIAIE et al., 1981, 1983; W. E. PETRASCHECK, 1977, 1978; J. PIG, 1982; H. PIRKL, 1983; W. POHL, 1984; E. PREUSCHEN, 1955; E. SCHROLL, 1979; O. SCHULZ, 1977, 1979 a bis d, 1980, 1983 c, d; O. SCHULZ & L. BRIGO, 1977; H. SCHWENK, 1982; G. STERK, 1977, 1979 bis 1981, 1980, 1981, 1984, 1985; G. STERK & L. WEBER, 1979; F. THALMANN, 1984; W. TUFAR, 1977, 1979 a, b, 1980 a, b, c, 1981; K. VOHRZYKA, 1968; L. WEBER & A. WEISS, 1983.

b) Regionale Lagerstättenliteratur: H. ANGERER et al., 1976, 1980; J. K. BAUER, 1980; TH. BECHSTÄDT, 1979; A. BERAN, 1979 a, b; A. BERAN, R. GÖD et al., 1985; A. BERAN & F. THALMANN, 1978; L. BRIGO et al., 1977; A. BÜHLING et al., 1979; I. CERNY et al., 1982; E. CLAR & H. MEIXNER, 1981; K. DERKMANN & D. KLEMM, 1979; P. DOLEZEL & E. SCHROLL, 1979; F. EBNER, 1983; F. EBNER & L. WEBER, 1982; K. -O. FELSER, 1977; O. FRIEDRICH, 1975, 1979; H. GOLLNER, 1985; M. GÖTZINGER, 1984 a, 1985; W. GRÄF, 1977, 1979, 1983; W. GRÄF & J. HADITSCH, 1984; H. GROTHJANN, 1978; P. GSTREIN, 1979; J. HADITSCH, 1980, 1984; J. HADITSCH et al., 1978, 1979, 1982 b, 1983; G. HAGENGUTH, 1984; R. HOLL, 1977, 1979; R. HÖLL et al., 1979; H. HOLLER, 1977; A. HORKEL, 1977; G. HÜBEL & L. KOSTELKA, 1978; F. KAPPEL &

E. SCHROLL, 1982; A. KIESLINGER, 1954, 1969; V. KOPPEL & E. SCHROLL, 1979, 1983 a, b, 1985; L. KOSTELKA, 1978; K. KRÄINER, 1985; K. METZ, 1981; H. MOSTLER, 1982 a, b, 1983, 1984 a, b; H. MOSTLER et al., 1984; K. NEBERT, 1985; H. NEINAVAIIE & W. PFEFFER, 1981; G. NIEDERMAYR et al., 1980, 1981, 1983; W. PAAR & M. MEIXNER, 1980; E. PAK et al., 1980; H. PEER, 1980; W. E. PETRASCHECK, 1979; W. E. PETRASCHECK-Festschr., 1986; W. PFEFFER & F. SCHÜSSLER, 1977; C. REIMANN & E. STUMPFL, 1980; U. SCHÄFFER & M. TARKIAN, 1984; G. SCHARFE, 1981; A. SCHEDL, 1985; O. SCHERMANN, 1977, 1980 a, b; M. SCHINDL-NEUMAYER, 1984; J. SCHLÜTER et al., 1984; CH. SCHMID et al., 1979; E. SCHROLL, 1985 a, b; E. SCHROLL & E. PAK, 1980, 1983; E. SCHROLL et al., 1983; O. SCHULZ, 1978 b; O. SCHULZ et al., 1976, 1977 a, b, 1978 a, b, c, 1979 e, 1982, 1983 a, b; O. SCHULZ et al., 1977, 1978, 1980, 1983; R. SCHÜSSLER, 1981; A. Y. SMITH et al., 1977; D. SOMMER, 1977 a, b; W. SPROSS, 1975; V. STINGL, 1982; E. STREHL et al., 1980; E. STUMPFL & M. TARKIAN, 1979; F. THALMANN, 1979; S. TISCHLER, 1978; S. TISCHLER et al., 1979, 1980; W. TUFAR, 1982; H. J. UNGER, 1973, 1975; R. UNKART, 1981; F. VAFTAR, 1976, 1977, 1979 a, b, 1981, 1985; P. WALSER, 1977; L. WEBER, 1977 a, b, 1982, 1983; L. WEBER & A. WEISS, 1983; H. WENGER, 1977 a, b, 1981; H. WENINGER, 1981; W. WERNECK, 1980.

P HYDROGEOLOGIE

1. Historisches

Während die theoretischen Grundlagen des hydrogeologischen Mechanismus erst spät erarbeitet worden sind, hat namentlich das Auftreten von Thermal- und Mineralquellen sowie gespannter artesischer Wässer auch in unserem Land seit alters Aufmerksamkeit erregt, wie etwa die keltischen und römischen Denksteine bei genutzten Thermalquellen (Abb. 103) kundtun, wie die Buchdarstellung von J. DIETMAN über die „Eigentliche Beschreibung deren berühmten dreyen Gesundheits-Bädern als Baaden, Teutsch-Altenburg und Pyrenwarth“ aus dem Jahre 1735 anschaulich darstellt oder wie Freiherr J. v. JACQUIN in seinem Traktat über „Die Artesischen Brunnen in und um Wien“ aus 1831 schildert. Bohrungen auf artesische Wässer waren aus „Unterösterreich“ (Oststeiermark und Wiener Becken) bereits in dem Bericht des französischen Forschungsreisenden, dem Astronomen D. CASSINIS, in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts gemeldet. Von späteren Autoren (1734: BELINDOR; 1750: J. POPOWITSCH; besonders aber J. v. JACQUIN, 1831, dann von O. CORAZZA, 1902, und A. KOCH, 1907) ist das Phänomen der artesischen Brunnen im Wiener Raum mit vielen interessanten Details des handwerklichen Könnens an Hand Dutzender Beispiele beschrieben worden (vgl. H. ZETINIGG, 1982, S. 18 f.).



Abb. 103: Relief einer Quellnymph vom Ende des 2. Jh. n. Chr., gefunden in Bad Deutsch Altenburg, aufbewahrt im Museum Carnuntinum. Inschrift: Ny(m)p(h)is Au(gustus). Die Thermalquellen von Bad Deutsch Altenburg waren wie viele andere warme Quellen des Landes schon zur Römerzeit genutzt worden. Photo des Reliefs aus dem Österr. Archäol. Inst. (II, 1921). (Vgl. M.-L. KRÜGER: CSIR, Österreich, Bd. 1, Fasc. 3, 1. Tl., Taf. 34, Nr. 226, Wien, Verl. Böhrer, 1970).

Unabhängig von diesen frühen praktischen Erfolgen war auf rein theoretischer Ebene der uralte Streit über die Herkunft der Quellen und Grundwässer noch in der Mitte des vorigen Jahrhunderts nicht ausgetragen: Noch 1852 suchte A. NOWAK in dem umfangreichen Werk „Die Räthsel unserer Quellen“ darzulegen, daß die Quellen einem destillierten Meerwasser, das in Hohlräume der Erdrinde eindringt und dann von unten hochsteigt, ihre Entstehung verdanken. Seit der Antike standen sich bis zu dieser Zeit vor allem zwei große Theorien über die Entstehung der Quellen, Bäche, Flüsse gegenüber: Die auf ARISTOTELES und VITRUVIUS zurückgehende „Präcipitationstheorie“ führt die Quellen auf den Niederschlag von Wolken, Regen und Schnee zurück, während von der Vorstellung von LUCREZ, der das Meerwasser kapillar in das Gebirge hochsteigen und als Quellen austreten ließ, sich die „Destillationstheorie“ ableitet, die Quellwasser aus dem in der Erdrinde eingedrungenen, durch die Erdwärme verdampfenden Meerwasser entstehen ließ. Seit dem 17. Jahrhundert wurde durch die Messung der Niederschlagsmenge und die Berechnung des Gesamtniederschlags, der bei weitem für die Versorgung der Flüsse ausreichend erschien, durch die französischen Wissenschaftler PERRAULT (1608 bis

1680) und DE MARIOTTE (1620 bis 1684) die erste solide Basis für weitere hydrologische Überlegungen geschaffen (E. WÜRZER, 1977, S. 280).

Welchen Gegensatz zu A. NOWAKS „Quellen-Räthsel“ stellt das bloß zehn Jahre später erschienene Buch von E. SUESS „Der Boden der Stadt Wien“ (1862 a) dar, mit dem schlagartig die moderne Ära der Hydrogeologie, zugleich der direkten Anwendung der geologischen Erkenntnisse für die Praxis, für das Leben, eröffnet worden ist. SUESS hat in diesem Buch bekanntlich mit außerordentlicher Akribie den unmittelbaren Zusammenhang zwischen geologischem Aufbau des Untergrundes der Stadt, der Grundwasserzirkulation, den Hausbrunnen und schließlich der Verseuchung dieser seichten Grundwässer durch die Verwesungsstoffe der in den Quellgebieten gelegenen Friedhöfe der Stadt mit ihren jährlich über 1000 Ruhr-, Typhus- und Cholera-toten aufgedeckt: „Es war die Drainage der Leichenhöfe, die nach einem kurzen Lauf der Bevölkerung dieser Stadtteile als Trinkwasser geboten wurde“ schreibt SUESS (1916, S. 148) in den „Erinnerungen“ Seine Ausführungen brachten ihn bereits im nächsten Jahr, 1863, in die Wasserversorgungskommission des Wiener Gemeinderates, wo er ein neues, großzügiges Wasserversorgungsprojekt für die Großstadt durch die klaren Wässer der Alpen mittels der „Ersten Wiener Hochquellenleitung“ durchkämpfte. Durch den Bau der 112 km langen, 1873 eröffneten Leitung, die die Großstadt mit dem hervorragenden Wasser des kalkalpinen Hochgebirges versorgt, war weltweit ein Vorbild großstädtischer Wasserversorgung statuiert worden. Die Zahl der Typhustoten in Wien sank von $1,7^0/_{00}$ vor 1873 auf $0,45^0/_{00}$ bis 1880, lag mit weiterem Anschluß von Stadtteilen an das Hochquellenleitungsnetz im Jahre 1880 bei $0,21^0/_{00}$, ab 1891 bei $0,04^0/_{00}$! Mit den Arbeiten von E. SUESS war eine neue Ära der praktischen Geologie auf dem Sektor der Hydrogeologie eröffnet worden.

Eine nächste Epoche der hydrogeologischen Forschung hat in der jüngsten Zeit begonnen mit den modernen Anforderungen, dem ins Gigantische gestiegenen Verbrauch von Wasser durch die Bevölkerung der Städte, die Industrie und die Landwirtschaft. Dadurch hat eine fast hektische Erfassung der Wasserreserven eingesetzt, hat nun endlich auch die großräumige Planung im Hinblick auf ein Gesamtforschungskonzept begonnen. Durch das Anschwellen der Berichte über die Untersuchungsergebnisse in allen Landesteilen konnte mit der Publikation der Ergebnisse nicht Schritt gehalten werden: Die meisten, z. T. sehr wichtigen Daten liegen in Form von unveröffentlichten Berichten in den Landesregierungen der Bundesländer, der Geologischen Bundesanstalt, dem Österreichischen Wasserwirtschaftsverband, im Hydrographischen Zentralbüro Wien, in der Bundesanstalt für Wasserhaushalt und Karstgebiete in Wien, im Institut für Umweltschutz in Graz, im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft etc., sodaß über die hier genannte Literatur hinaus noch weit mehr unveröffentlichte, z. T. zugängliche Berichte über die Hydrogeologie unseres Landes vorliegen. Ein Verzeichnis der wichtigen Dokumentation über die Wasserwirtschaft allein im letztgenannten Ministerium, Abt. IV/1, Wasserwirtschaft, vom August 1984 berichtet auf 34 S. über alle dort aufliegenden „Fachunterlagen für Wasserwirtschaft und Wasservorsorge einschließlich der Unterlagen des Wasserwirtschaftskatasters“ und hat unter anderem auch die wasserwirtschaftliche Literaturdokumentation in fünf Lieferungen von 1970 bis 1984 erstellt. Im Wasserwirtschaftskataster dieses Ministeriums sind die dort vorliegenden hydrogeologischen und hydrolo-

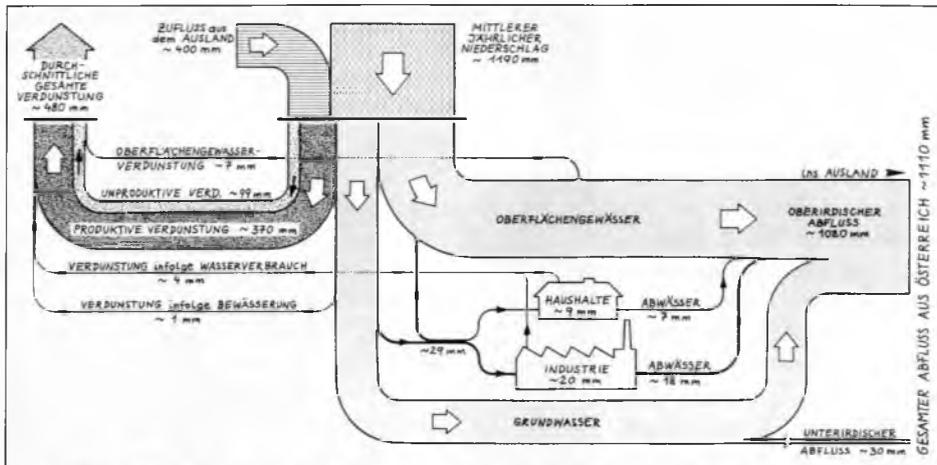


Abb. 104: Die Wasserbilanz Österreichs; Graphik aus W. KATZMANN et al. (1985, Abb. 12).

gischen Veröffentlichungen, nach den 15 Hauptflußgebieten regional angeordnet, dokumentiert. Einen umfassenden Bericht über Tätigkeit und Vorhaben aller wasserwirtschaftlich orientierten Institutionen Österreichs sowie ein Literaturverzeichnis über die gewässerkundlichen und wasserwirtschaftlichen Publikationen einschließlich der hydrogeologischen Arbeiten liefert laufend in jedem Berichtsjahr die „Schriftenreihe des Österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes (ÖWWV)“ – letzter Bericht 1986: Bd. 65. Eine hydrogeologische Karte von Österreich im Maßstab 1 : 50.000 ist durch die Geologische Bundesanstalt im Werden (Blätter 66 Gmunden, 79 Neusiedl/See und 137 Oberwart in Arbeit). Vgl. ferner Lit. S. 291.

2. Wasserhaushalt und Wasserbedarf in Österreich

Ein Überblick über den Wasserhaushalt in unserem Land (Abb. 104) zeigt zunächst einen verhältnismäßig hohen durchschnittlichen Niederschlag, der von Westen (Vorarlberg: mittlere Niederschlagshöhe 1840 mm/Jahr, Salzburg: 1550 mm/Jahr) gegen Osten (Wien und Niederösterreich: 820 mm/Jahr, Burgenland: 710 mm/Jahr) deutlich abnimmt. Die Hauptniederschlagsmenge fällt im Sommer, der Niederschlag im Winter ist wesentlich geringer. Der durchschnittliche Wert des Niederschlages für Österreich beträgt rund 1190 mm. Davon fallen etwa 480 mm der Verdunstung anheim. Der Grundwasserabfluß liegt im Mittel bei 50 Prozent des Gesamtabflusses (W. KRESSER, 1982, S. 91).

Der derzeitige jährliche Wasserverbrauch der Bevölkerung beträgt rund 800 Millionen m³, jener der Industrie etwa 1,5 Milliarden m³ und der der Landwirtschaft bloß rund 50 Millionen m³/Jahr (W. KRESSER, l. c., S. 93). Da einerseits zu erwarten ist, daß der Wasserbedarf weiterhin ansteigen wird und andererseits die Verunreinigung der

Wässer und Grundwässer weiterhin anwächst, so wird auch das an Niederschlag und Wasservorräten reiche Land Österreich in Kürze in arge Wasserknappheit geraten.

An Hand einiger Zahlen möge noch das Ausmaß des heute kolossal steigenden Wasserbedarfs beleuchtet werden, dem ja ein gleichbleibendes Wasserdarbot gegenübersteht, das noch dazu insofern geringer wird, als durch fortschreitende Umweltverschmutzung ein immer geringerer Teil dieses Darbots ohne Aufbereitung verwendbar bleibt: Bereits im Jahre 1968 galten auf Grund von Erhebungen in Mitteleuropa folgende Wasserbedarfswerte: Zur Herstellung von 1 l Bier werden 11 l Wasser benötigt, für 1 l Milch 6 l, 1 l Benzin 9 l, für 1 kg Stahl 60 l, 1 kg Zucker 120 l, 1 kg Zellstoff 350 l. Die Wassererschließung muß allerdings aus technischen Gründen auf den maximalen Tages- oder Stundenverbrauch ausgelegt werden, der z. T. bis 100 Prozent über diesen Mittelwerten liegt. Noch vor zwei Jahrzehnten hatte man bei Projekten von Wasserversorgungen 50 bis 60 l pro Kopf und Tag eingesetzt, heute sind die Zahlen in ländlichem Gebiet auf 200 l, in städtischen Verbrauchsräumen auf 400 l/Kopf und Tag hinaufgesetzt worden.

Sollte die Industrie von der immer knapper werdenden Grundwassernutzung noch mehr zur Flußwasserverwendung unter Aufbereitung übergehen, so erhebt sich sofort das Problem der enorm hohen Reinigungskosten. Daher ist die Industrie weiterhin in erster Linie auf Grundwasser angewiesen, noch dazu im Hinblick auf den mit manchen Prozessen nicht zu vereinbarenden schwankenden Chemikaliengehalt der Flußwässer. Noch im Jahre 1973 war die Donau durch anorganische Bestandteile wenig verunreinigt. Auch die Schwebstoffe erwiesen sich damals noch als arm an absorbierbaren Schwermetallen (Analysen: E. SCHROLL, 1973). Heute liegt die Wasserqualität der Donau in Österreich überwiegend in der Güteklasse II, unterhalb von Wien zeitweise und teilweise in der Güteklasse III. Eine Untersuchung des Donauabschnittes in und unterhalb von Wien durch M. KRÁLIK & M. SAGER (1986) hat in den rezenten tonig-siltigen Ablagerungen eine Schwermetall-Anreicherung von Cadmium, Blei, Zink und Quecksilber ergeben, die im Bereich der Donau eine „mäßige“ (Geoindex I_{geo} zwischen Floridsdorfer Brücke und Staatsgrenze meist zwischen 1,0 und 2,0), am Donaukanal eine „mäßig starke“ Belastung (I_{geo} bei Urania und Simmering: 2 bis 3) darstellt.

3. Die Untersuchungsmethoden

Vorweg noch ein paar Anmerkungen zur hydrogeologischen Untersuchungsmethodik in Österreich, die in Anpassung an den alpinen Raum Ergänzungen zu dem im Grundsätzlichen z. B. bei G. MATTHESS (1973/1983), W. RICHTER & W. LILLICH (1975) u. a. mitgeteilten Methoden bringt.

Ziel der Untersuchungen ist es, die Eigenschaft und Ausdehnung der Gesteinskörper als Durchgangs- bzw. Speichergestein oder aber als Stauer für das unterirdisch strömende Wasser festzulegen. Hierdurch stellt auch für die hydrogeologische Forschung die genaue Kartierung der petrographisch-lithologischen und der tektonischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes zunächst die Grundlage dar. Verschiedene Gebirgstypen erfordern dann verschiedene weitere Untersuchungsmethoden: Über die

Grundwasserverhältnisse im Karst und deren Erforschung wurde bereits im Abschnitt „Morphologie“ (S. 211 ff.) berichtet. Färbemethoden und Sporenriftversuche (frühe Erfahrungen bei M. DECHANT et al., 1958), Schüttungsmessungen, Erfassung von Temperatur (bis auf 0,01° und genauer möglich), Chemismus und jüngst auch des Tritiumgehaltes und des O_{16}/O_{18} -Verhältnisses tragen sehr zur Charakterisierung der Herkunft, der Temperaturbestimmung im Niederschlagsgebiet und damit der Seehöhe der Einspeisung (Sauerstoffisotopenmethode), der unterirdischen Wasserwege im Karst (H. ZOJER, 1978), der oft überraschend hohen Durchsatzgeschwindigkeit (bis zu mehreren Kilometern pro Tag im Karst!), der Verweildauer in tiefen Speicherräumen (vgl. W. KOLLMANN, 1981), der Mischung verschiedener Wässer mit verschiedenem Chemismus des durchströmten Weges einschließlich von gipshaltigen Haselgebirgszonen u. a. bei. Als Altersmarkierung der eingespeisten Niederschläge dient ja bekanntlich der durch die Atombombenversuche in freier Atmosphäre stark erhöhte Tritiumgehalt, der im Jahre 1963 sein Maximum erreicht hatte und bei einer Halbwertszeit von 12,5 J. regelmäßig abnimmt, sodaß die in das Grund- und Karstwasser eingespeisten Niederschläge jedes Jahres durch die mitgeführte Tritiummenge ihren „Altersstempel“ tragen (Abb. 137). Weiters werden an Isotopen Deuterium und das natürliche C14 für derartige Fragen herangezogen.

Mit dem Werk von J. ZÖTL (1974) liegt eine aus alpiner Sicht geschriebene, moderne Karsthydrogeologie vor, in der – besonders an Hand österreichischer Beispiele – neben den Grundprinzipien des Karstwasserkreislaufes auch die verschiedenen Landschaftstypen aus hydrogeologischem Blickwinkel, die Untersuchungsmethoden und die Erfahrung über technische Objekte in Karstgebieten (Tunnel, Stollen, Speicher, Trinkwasserversorgung etc.) eine eingehende Besprechung finden. Über Grundsätzliches zur Karstforschung vgl. S. 206 ff.

Den Grundwasserspeichern der Lockersedimente in den Flußtalniederungen kommt heute dank ihrer überragenden Bedeutung vorrangiges Interesse zu. Hier geht die Untersuchung ganz andere Wege. Durch die Grundwasserspiegelaufnahme in Brunnen wird zunächst die Grundwasserströmung ermittelt, eine Härteprüfung gibt wichtige Hinweise auf die verschiedenen Einzugsgebiete (im Tullnerfeld etwa kommen die weichen Wässer aus dem Kristallin von NW gegenüber den harten Wässern aus dem Süden und dem Weinviertel klar zum Ausdruck – M. SCHUCH, 1973, Taf. 3); die geoelektrische Kartierung (Tiefensondierung) gibt bis in viele Zehnermeter Tiefe – maximal 500 m Tiefe – den Lagen- oder Linsenbau und die Porenwasserfüllung durch wechselnden elektrischen Widerstand an, sodaß hier die bevorzugte Wasserwegigkeit bereits erfaßt werden kann; die Refraktionsseismik hilft weiterhin Grundwasserstau, -leiter (Aquifer) und Felsuntergrund zu bestimmen (F. WEBER, 1975), wodurch die Zahl der kostspieligen Bohrungen (an welche Korngrößen-, Porositätsuntersuchungen, Pumpversuche u. a. anschließen) in ökonomischer Weise reduziert werden können. Die Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal (BVFA) hat aus ökonomischen Gründen die Einbohrloch-Meßmethode für Strömungsrichtung und -geschwindigkeit des Grundwassers weiterentwickelt (vgl. J. MAIRHOFER, 1963; W. DROST et al., 1972; W. NUSSBAUMER & D. RANK, 1979), bei der innerhalb des kurzen Weges von einem einzigen Bohrlochdurchmesser diese Daten mit Hilfe eines radioaktiven Markierungsstoffes erfaßt werden können.

Eine Zusammenstellung aller verfügbaren Methoden, die bei den steirischen Grundwasseruntersuchungen angewendet worden sind, hat H. ZETINIGG (1978) vorgelegt.

4. Die hydrogeologischen Regime der verschiedenen geologischen Einheiten Österreichs

Österreich ist reich an verschiedenen individuellen hydrogeologischen Landschaftstypen: Vom Kristallinsockel des Böhmisches Vorlandes über die tertiären Becken und quartären Talbildungen bis zum kristallinen Hochgebirge und Karst sind sehr verschiedenartige hydrogeologische Regime vertreten – Abb. 105.

Übersicht über diesen Gesamtkomplex geben die Arbeiten von E. FABIANI (1978), T. GATTINGER (1974, 1980) und die thematische Karte von T. GATTINGER (1970), T. GATTINGER & H. PRAŽEN (1968) sowie H. KARREBERG (1970). Auch in Handbüchern österreichischer Autoren wie jenem von J. STINY (1933) über die Quellen oder von A. THURNER (1967) und J. ZÖTL (1974) über die Hydrogeologie finden sich zahlreiche Beispiele aus Österreich.

Bezüglich der spezifischen hydrogeologischen Zeitschriften Österreichs sei zunächst auf die beiden in der Steiermark erscheinenden Schriftenreihen hingewiesen (S. 291), sodann darauf aufmerksam gemacht, daß die „Schriftenreihe des Österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes“ in der Zeit zwischen 1946 und 1983 bereits 59 thematisch hier hereinspielende Hefte herausgebracht hat (Verzeichnis in Heft 59) und in Heft 60 (S. 391) über ihre Publikationstätigkeit informiert. Zu berücksichtigen sind ferner die karstkundlichen Zeitschriften (S. 188) und die unveröffentlichten Berichte einschlägiger Landes- und Bundesämter (S. 273 f.).

Kurzcharakteristik der hydrogeologischen Einheiten:

a) Das Kristallinegebiet des variszischen Gebirgsrumpfes der Böhmisches Masse liegt einerseits im niederschlagsarmen Teil Österreichs, andererseits ist die Wasserführung in den dichten Gesteinen auf die meist geringe, maximal etwa 10 m dicke Verwitterungsdecke und auf Kluft- und Störungszonen beschränkt. Die offenen Klüfte aber schließen sich meist bald gegen die Tiefe hin. Das Gebiet ist demnach arm an nennenswerten Speichergesteinen. Die Wässer haben dem Untergrund entsprechend einen niedrigen Härtegrad und einen leicht sauren Charakter. Eisen ist meist in überdurchschnittlichem Maß gelöst (T. GATTINGER, 1980, S. 581).

Trotz einer Reihe wasserarmer Landstriche in dieser Region gibt es aber doch auch einwandfreie lokale Grundwasserzonen im Wald- und Mühlviertel, geeignet für Versorgung von je 3000 bis 5000 Menschen (H. NAGL, 1983, S. 66). Große Talzüge, die Störungszonen des Untergrundes folgen, sind durch die tropische Verwitterung tiefgründig zersetzt und werden so zu Leitlinien unterirdischer Entwässerung, die in diesen Räumen mengenmäßig dem oberirdischen Minimalabfluß gleichkommt (H. NAGL & S. VERGINIS, 1979, S. 35).

b) In den Zentralalpen verhält sich der kristalline Anteil sowie der Schieferanteil der Grauwackenzone in manchem ähnlich wie die zuvor genannte Region, da

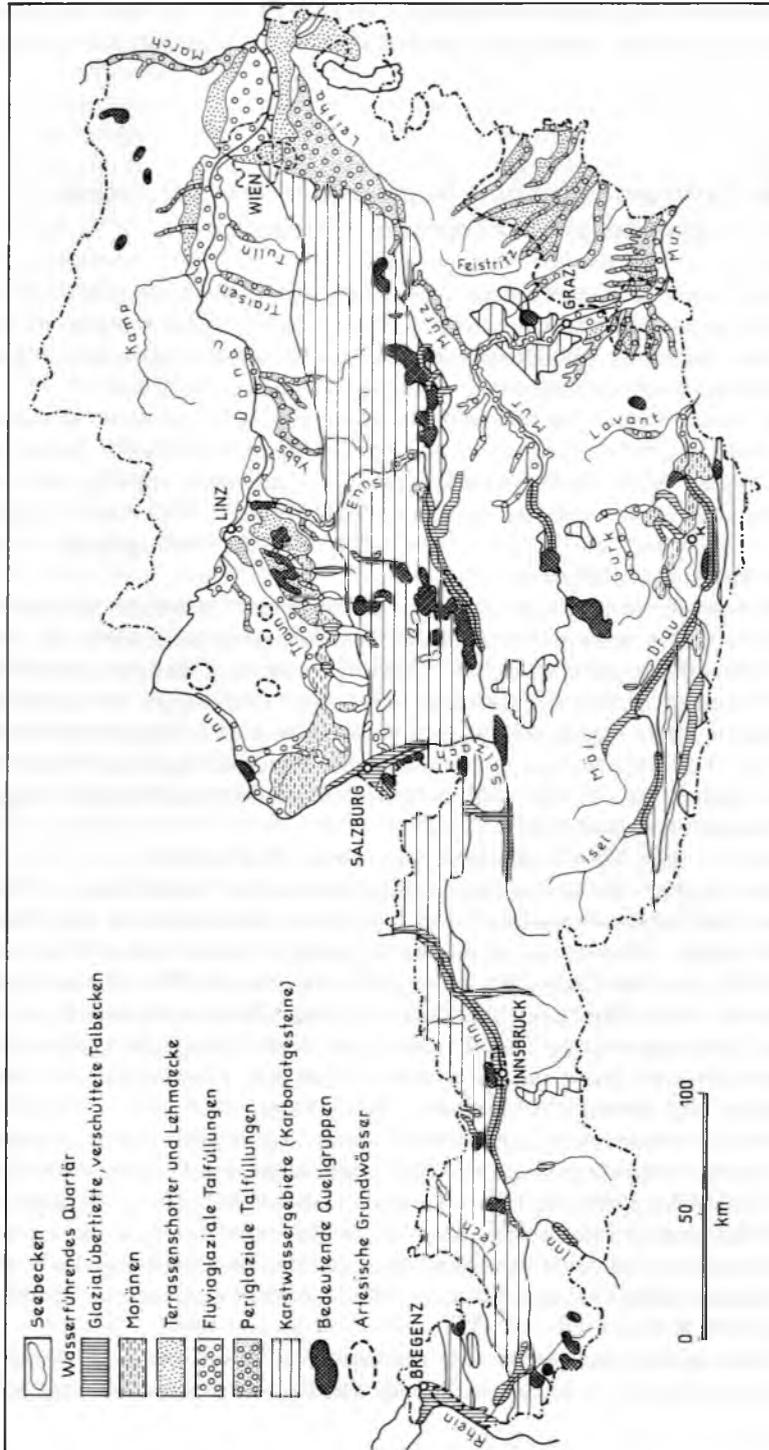


Abb. 105: Bedeutende Quell- und Grundwasservorkommen in Österreich; nach T. GATTINGER (1969, Kt.; 1980, Abb. 15) und E. FABIANI (1978, Beil. 1).

auch in diesen Gesteinen grundsätzlich keine nennenswerte Grundwasserführung auftritt. Unterschiede liegen in den höheren Niederschlagsmengen, die durch die bedeutenden Höhen häufig gegebene Hangauflockerung, die in den Zerrüttungszonen doch namhafte Wasserspeicherung und Quellaustritte zur Folge hat, in den oft bis in große Tiefe offenen wassergefüllten Klüften und in der Einschaltung von Kalkzügen auch größerer Mächtigkeit (Grauwackenzone, Grazer Paläozoikum, Radstädter Tauern etc.), die Karsthabitus zeigen.

c) Das verkarstungsfähige Gebiet der Nördlichen und Südlichen Kalkalpen zeigt die typische Karstausprägung weniger in den dolomitreichen, von engständigen, weniger durchgängigen Kluftsystemen durchzogenen kalkvorlpinen Regionen als in den großen Kalk- bis Riffkalkstöcken der Kalkhochalpen. Die Frage der Gestaltung des Karstes ober- und untertage sowie der Karstwasserführung wurde bereits im Abschnitt über die Morphologie erörtert (S. 206 ff.). Eine reiche, dort z. T. zitierte Literatur über die Karstwasserführung und ihre Erforschung von G. KYRLE bis zu F. BAUER (1970, 1972 et al., 1978, 1979), T. GATTINGER (s. o.), V MAURIN et al.,



Abb. 106: Die Karstquelle beim „Toten Weib“ in der Mürzschlucht S Frein, Steiermark.

(1959 etc.), A. THURNER (1967, 1972), J. ZÖTL (1961, 1974) u. a. umreißt die Bedeutung der Forschungsarbeit in unserem Land auf dem Sektor der Karsthydrologie.

Der Dolomitzkarst weist durch sein enges Netz feiner Klüfte eine gute Speichermöglichkeit auf. Die Erschließung aber stößt auf Schwierigkeiten, da hierdurch keine großen Mengen von Wasser zur Verfügung stehen. Im Zusammenhang mit der Feinklüftigkeit des Dolomites weisen die Dolomitzkarstwässer günstigere bakteriologische Eigenschaften auf als Wässer des Kalkkarstes (R. PAZUVA & H. TRAINDL, 1985, S. 134 ff.).

Der Kalkkarst, besonders im Bereich der Kalkhochalpen mit seinem durch Lösung oft bis zu Höhlensystemen erweiterten Kluftnetz, galt in der klassischen Ära mit Recht als begehrter Lieferant großer Mengen auch geschmacklich vorzüglichen Wassers (Abb. 106). Der Nachteil lag seit je in der großen Schwankung der Wasserspende, die in trockenen Zeiten zufolge des raschen Durchflusses stark zurückgeht. Färberversuche haben ja erwiesen, daß zwischen Einspeisung und Wiederaustritt der Karstwässer der Kalkhochalpenplateaus vom Schneeberg über Hochschwab und Dachstein bis zum Steinernen Meer auch bei kilometerweiter Entfernung oft nur wenige Stunden vergehen (Abb. 107). Dadurch aber unterliegt dieses Wasser auch keinerlei nennenswerter Reinigung. Während dieser Umstand in der Vergangenheit bei der Unberührtheit des Hochgebirges keine Rolle gespielt hat, ist bei dem heutigen Massentourismus im Ge-

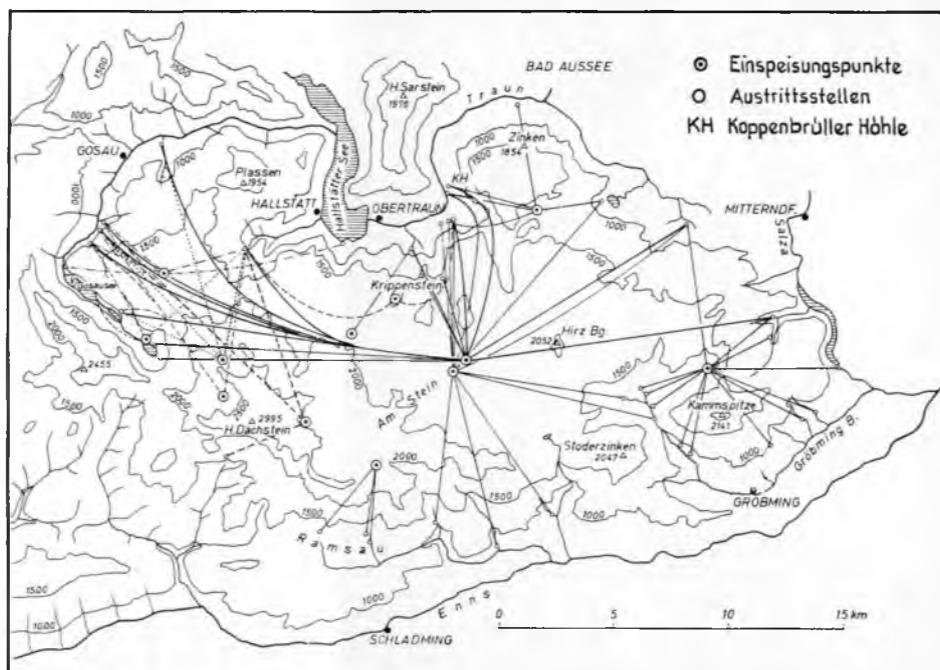


Abb. 107: Karstwasserwege auf Grund von Sporen-Markierung im Dachsteinstock; nach F. BAUER & J. ZÖTL (1972, Abb. 7). Die Wasserwege zeigten bei dieser Untersuchung eine Streuung von 180° Breite.

birge, verbunden mit umfangreicher Verschmutzung auch der hochalpinen Regionen, diese Wasserreserve (von der auch heute noch über ein Drittel der Bewohner Österreichs abhängt) arg bedroht. Schon schiebt sich die Bedeutung der Lockersedimente der Tallandschaften für Großwasserversorgungen in den Vordergrund. Kalkalpine Wässer sind schwach alkalisch und zeigen eine mittelmäßige Härte.

d) Die Flyschsandsteinzone der subalpinen Region im Norden der Alpen zeigt ungünstige hydrogeologische Bedingungen: Trotz genügender Niederschläge sind die Möglichkeiten zur Grundwasserbildung zufolge der Undurchlässigkeit der an Tonen und Mergeln reichen Schichtfolge gering. Sie beschränkt sich auf die dünne Verwitterungsschwarte und auf Klüftzonen. Der Chemismus dieser Wässer zeigt einen bedeutenden Härtegrad und alkalische Reaktion. Im wesentlichen stellt die Flyschzone ein Wassermangelgebiet dar.

e) Im Alpenvorland, der Molassezone, sind nicht so sehr die wasserführenden gröberklastischen Einschaltungen im Schlier an der Basis und die untergeordneten Speicherhorizonte im Inneren der Serie von Bedeutung – die allerdings gelegentlich sogar gespanntes Grundwasser enthalten –, sondern die ausgedehnten pleistozänen Schotter- und Sandauflagerungen entlang der großen Flußtäler, die die Hauptreserven für das Umland darstellen (Abb. 105).

f) Größere Bedeutung für Grundwasserspeicherung weisen die Beckenlandschaften Österreichs auf. In kleinem Ausmaß sind die Gosaubecken im Inneren der Kalkalpen und Zentralalpen, in bedeutender Ausdehnung aber die tertiären Becken am Alpenstrand, im Inneren und als vergleichbarer Typus die Molassezone am Nordrand der Alpen von Interesse. Wenn wir zunächst von den quartären Auflagerungen über diesen älteren Beckensedimenten absehen, so gewinnen einerseits die meist klastischen Transgressionshorizonte an der Basis der Molassezone (Linzer, Melker Sande etc.) und der tertiären bis kretazischen Becken, andererseits die zwischen den tonischen Wasserstauern eingeschalteten durchlässigen Sedimente der Beckenfüllung selbst als Aquifere Bedeutung. Dabei kommt häufig den Basisbildungen größeres Interesse zu, während die klastischen Einschaltungen oft weniger ergiebig sind und häufig auch durch eine einseitige Mineralisation (z. B. Schwefelgehalt bei Pyritzersetzung, Sodagehalt etc.) für den Genuß weniger geeignet sind.

Die Nutzung von Tiefenwässern in solchen Becken oder aus deren Untergrund ist nicht unproblematisch: Nicht nur wegen der erhöhten Temperatur, mit der häufig auch eine erhöhte Mineralisation einhergeht (ganz zu schweigen von den Wässern der Tiefe in den mächtigen Ostrand-Becken, in deren Lagerstättenwässern natürlich oft sehr hohe Salzgehalte erhalten sind), sondern auch wegen der schweren Überblickbarkeit der Wasserwege in der Tiefe: Der weite Weg für Nachschub von der Oberfläche zur Tiefe kann nach einem kurzen Anfangserfolg zu baldigem Rückschlag führen. Für die genaue Kenntnis der Art der Wiederfüllung der Aquifere in der Tiefe ist oft jahrelange Beobachtung nötig.

g) Die wichtigsten Grundwasserspeicher des Landes aber liegen – an Bedeutung auch die Karstgebiete übertreffend – in den quartären Lockersedimenten entlang der Täler und inneralpiner oder randlicher Becken (Abb. 105). E. FABIANI (1978, S. 61 ff.) hat in geradezu klassischer Weise die Bedeutung des Quartärs für die österreichische Wasserwirtschaft herausgearbeitet: Zwar umfassen die

Grundwasser führenden quartären Ablagerungen bloß etwa 12 Prozent der Fläche des Landes, sie bergen aber neben dem Karst alle wesentlichen Wasservorkommen. Sie haben in rapide zunehmendem Maß nicht nur für die darauf angewiesene Industrie, sondern auch für die Versorgung der Städte gegenüber dem Karstquellwasser an Bedeutung gewonnen und bergen noch immer beträchtliche Reserven. Österreich ist daher nicht wie die Schweiz und Deutschland auch auf aufbereitetes Seewasser als Trinkwasser angewiesen (Schweiz: über 25 Prozent der Versorgung aus 35 Seewasserwerken; gewaltige Fernwasserversorgung Baden-Württembergs aus dem Bodensee).

Im Sinne der Gliederung von E. FABIANI lassen sich drei Haupttypen quartärer Grundwasserspeicher in Österreich unterscheiden (vgl. Kt. J. FINK & H. NAGL, 1979):

α) Glazial übertiefte Täler und Becken innerhalb des einstigen Vereisungsgebietes. Diese Täler und Becken entlang von Enns und Salzach, Inn, Rhein etc. wurden spät- bis postglazial mit mächtigen, überwiegend feinklastischen, daher kaum speicherfähigen bis dichten Sedimenten ausgefüllt (vgl. S. 255 ff.). An der Beckenwurzel aber sowie entlang des Randes bei Mündung von Seitentälern wurden mit den Seesedimenten verzahnende Schotterfächer eingeschüttet, die meist wertvolle Grundwasserführung aufweisen. Auch in Erosionsrinnen dieser Beckenfüllungen können brauchbare Grundwasserspeicher auftreten. Besonders günstige Speicher bilden das mittlere Ennstal und die Täler südlich vom Hochschwab.

β) Fluvio-glaziale Talverschüttungen im Vorland außerhalb des vergletscherten Gebietes bieten die weitaus besten Voraussetzungen für ergiebige Grundwasserspeicher: Die im Schlier kastenförmig eingesenkten Talgründe sind nach unten hin gut abgedichtet, der stark ausgewaschene Schotter, der in der Nacheiszeit diese Rinnen ausgefüllt hat, bietet mit seiner guten Durchlässigkeit ideale Verhältnisse für Regeneration und Speicherung des Grundwassers. Hierzu zählen nicht nur die von Schotterterrassen begleiteten Vorlandflußstrecken in der oberösterreichischen Molassezone, sondern auch das Donautal selbst, das zwar nur meist etwa 10 m mächtige, aber sehr ausgedehnte jüngste Schotterfelder im Bereich des Eferdinger Beckens, im Raum abwärts von Linz, im Machland, Tullnerfeld und Marchfeld birgt. Auch entlang der Mur sind im Alpeninneren, besonders aber auch im Steirischen Becken ähnliche Bedingungen im Abschnitt Grazer-, Leibnitzer und Murfeld gegeben.

γ) Der periglaziale eisfreie Bereich am Alpenost- und -südostrand bietet in den Talfüllungen ungünstige Bedingungen: Durch Fehlen der sonst starken Schutt- ausstrahlung des Gebirges sind die Täler meist von umgelagertem, feinkörnigem Tertiär erfüllt, die Verwitterung hat eine oft ungünstige starke Mineralisation (Schwefelverbindungen aus Pyrit) bewirkt. Hier sind nur die großen jüngstquartären tektonischen Senkungsfelder, die die alpinen Schotter angezogen haben, von Wert, wie etwa die Mitterndorfer (III. Wiener Wasserleitung) und die Lasseer Senke im Wiener Becken und dann in grandiosem Ausmaß die Kleine und Große Ungarische Tiefebene, die aber bereits außerhalb unserer Betrachtung liegen.

5. Artesische Wässer, Mineralquellen und Thermen

a) Gespannte Grundwässer, durch artesische Brunnen gewonnen, sind in Österreich weiter verbreitet als gemeinlich bekannt. Bereits im historischen Abschnitt dieses Kapitels (S. 271) wurde auf die jahrhundertealte Tradition in der Nutzung dieses Grundwassertypus in Österreich hingewiesen. Die Voraussetzungen hierfür sind vielerorts gegeben: Beckenförmig eingelagerte Aquifere, nach oben hin durch wasserstauende Feinstdimente abgedichtet und seitlich bis hoch am Beckenrand empor durch ober- oder unterirdische Wasserzufuhr erfüllt, bringen bei Durchbohrung der Abdichtung ihr Wasser selbsttätig unter Druck, oft hoch emporspringend, zutage. Solche Strukturen stellen sich teils in den muldenförmig gebauten tertiären Becken ein, teils bei quartärerfüllten inneralpinen Seebecken, bei denen grobklastische Ablagerungen mit feinen, abdichtenden Seetonen wechsellagern. Besonders Randlagen solcher verlandeter Seebecken bieten günstige Voraussetzungen.

Als Beispiele für solche artesisch genutzten gespannten Grundwässer seien erwähnt: Neusiedlersee-Becken im Raum Neusiedl/Gols; Wiener Becken, besonders südlich von Wien (J. v. JACQUIN, 1831; O. CORAZZA, 1902, S. 17, 30, 60, 73, 103; H. GRUBINGER, 1951); Steirisches Becken (G. DAVIS et al., 1968; L. BERNHART et al., 1972; H. ZETINIGG, 1973; G. SUETTE & TH. UNTERSWEIG, 1983): Derzeit werden im Steirischen Becken elf Gemeinden durch 26 artesische Brunnen versorgt, hinzu kommen 1527 artesische Hausbrunnen, wodurch gespannte Wässer bis in Tiefen über 200 m genutzt werden – Monographie hierüber von H. ZETINIGG (1982; Taf. 2 = Karte) – Abb. 108; mittleres Ennstal unterhalb von Stainach-Irdning mit bis zu drei artesischen, gespannten Grundwasserstockwerken (Becken von Gstatterboden, Frauenberg, Liezen, Wörschach: Steighöhen bis 14 m über Niveau – K. BISTRITSCHAN, 1952, 1955, 1956; M. PLATZL, 1960) und im angrenzenden Paltental (E. FABIANI, 1978, S. 51); Kärntner Seengebiet: verlandete Randzone des Faaker-, Ossiacher-, Millstätter-, Weißensees (J. STINI, 1952; K. BISTRITSCHAN, 1955, S. 87); untergeordnet im Salzach- (Zeller See-N) und Saalach-Flußgebiet; Unterinntal (Bohrung Hall i. T.: Grundwasser in 199 m Tiefe, 20 at Druck; Innsbruck: gespanntes Wasser im unteren Grundwasserstockwerk); in den glazial übertiefen Alpenquertälern bei ihrem Austritt in das Vorland durch Verzahnung von durchlässigen und dichten spätglazialen Ablagerungen, wie etwa im Bodensee-Rheintal, wo mehrere unter hohem Druck stehende Grundwasserstockwerke auftreten (P. STARCK, 1977, S. 36); in sedimenterfüllten glazialen Eisumfließungsrinnen am Alpenrand, wie NW vom Attersee (K. VOHRZYKA, 1973); schließlich in den tertiären Ablagerungen des Alpenvorlandes selbst (Ried, Schallerbach, E Schärding, Schwertberg, im Eferdingen Becken usf.; K. VOHRZYKA, 1973, S. 26 ff.).

Kommen artesische Wässer aus größerer Tiefe, dann können sie einerseits stärker mineralisiert, andererseits entsprechend erwärmt sein. Als altbekannte Beispiele solcher gespannter, in Bädern genutzter Wässer im Bereich der Stadt Wien seien das Theresienbad (12. Bezirk, Hufelandg. 3), das mindestens seit 1711 Mineralwasser von 14° C aus dem Oberen Badenien nutzt, und das Pfannsche Mineralbad erwähnt (12. Bezirk, Mandlg. 4), dessen artesischer Zufluß im Jahre 1819 beim Vertiefen eines Brunnen im Untersarmat erschlossen worden ist (F. BRIX, 1974, S. 27 ff.).

b) Österreich ist dank seiner geologischen Vielfalt reich an verschiedenartig ent-

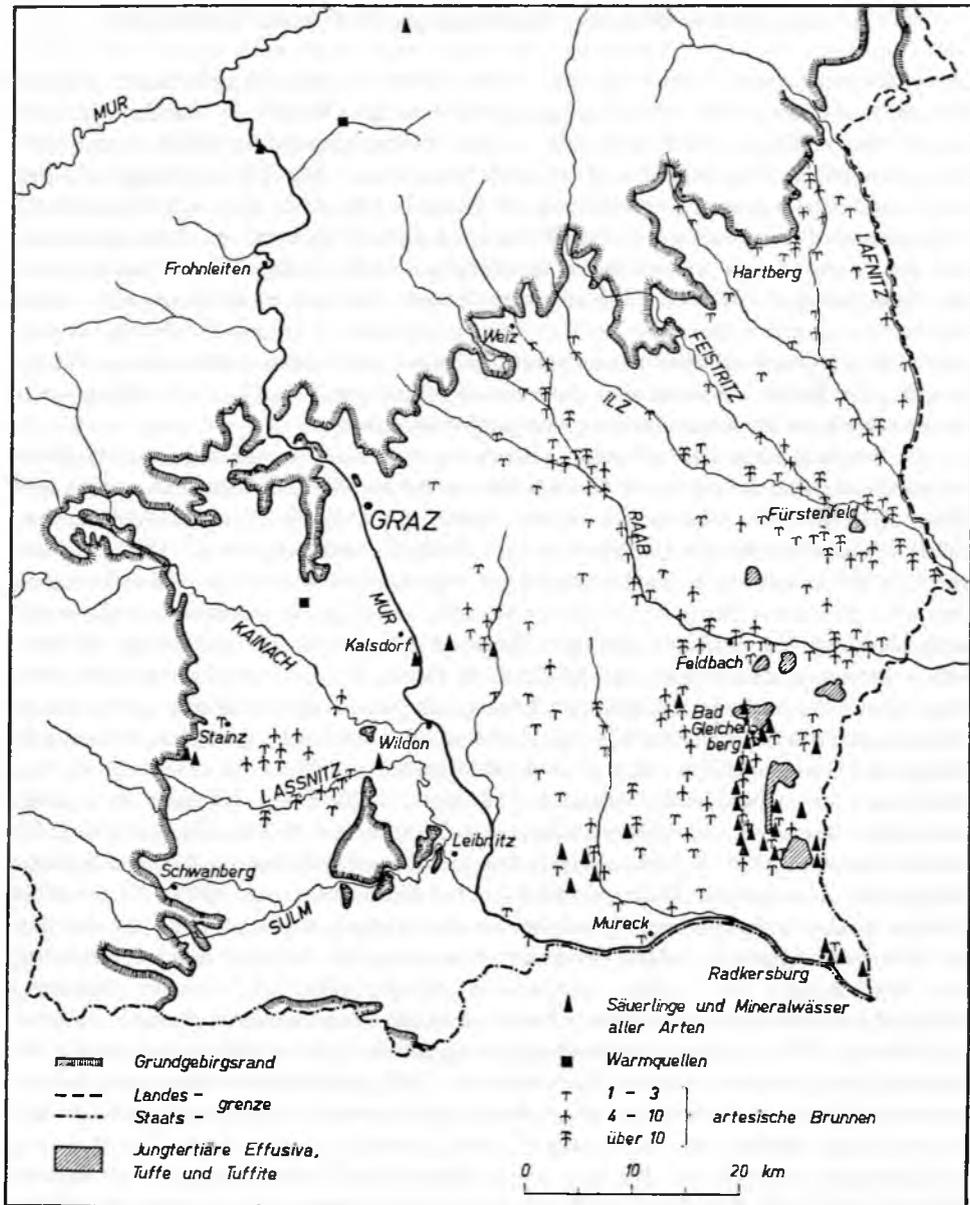


Abb. 108: Artesische Brunnen, Mineralquellen und Säuerlinge im Steirischen Becken; nach V. MAURIN & J. ZÖTL (1964).

wickelten Mineral- und Thermalquellen, die zum Teil als Trinkwasser (Mineralwasser), zum Teil als Heilquellen in Heilbädern genutzt werden (Abb. 109). Bereits im regionalen Teil haben bedeutendere derartige Vorkommen im jeweiligen Abschnitt über Lagerstätten Erwähnung gefunden. Kartenmäßige Übersichten über die Mineral- und Heilquellen in Österreich haben H. KÜPPER (1966) bzw. I. WIESBÖCK (1966) gegeben, zusammenfassende textliche Darstellungen stammen von W. CARLÉ (1975), K. DIEM (1914), J. KNETT (1928), H. KÜPPER & I. WIESBÖCK (1966), R. LORENZ (1953), P. SLEZAK (1975, 1976), J. STINI (1954) und A. THURNER (1965). Eine Monographie der Kärntner Heilquellen hat F. KAHLER (1978), jener von Tirol J. ZEHETNER (1893) geliefert.

Einen anschaulichen, stark auf die Praxis ausgerichteten Überblick über die natürlichen Heilquellen Österreichs haben jüngst W. MARKTL (1985) und V. WALLNER et al. (1985) gegeben.

Mineralquellen mit über 1 g gelöster Stoffe pro kg Wasser werden als Heilquellen bezeichnet, bei bestimmten, wirksameren Substanzen (Radon, Jod, Eisen, Schwefel) genügen aber auch kleinere Mengen für eine derartige Bezeichnung. Der Begriff Thermalquelle oder Therme wird hierzulande für Quellen mit einer Mindesttemperatur von +20°C angewendet. Die praktische Nutzung von Heilbädern und Thermen ist seit Kelten- und Römerzeit in Österreich durch entsprechende Reliefsteine (Bad Mitterndorf, Bad Deutsch Altenburg) belegt – Abb. 103.

Die Mineralquellen und Thermen sind grundsätzlich an Störungslinien gebunden, eine Reihe von Sauerlingen (reich an Kohlendioxid) in der Oststeiermark und im Burgenland knüpfen direkt an den jungen, miopliozänen Vulkanismus an. Beispiele hierfür sind Bad Gleichenberg, Sieldorf, Radkersburg, Deutschgoritz, wohl auch die etwas weiter abseits liegenden Sauerlinge von Güssing und Tatzmannsdorf, vielleicht auch noch solche im Burgenland bei Oberschützen, Góberling etc. Problematisch ist nach wie vor die Herkunft der Kohlensäure in Sauerlingen an Störungen, abseits jeglichen Vulkanismus in den Zentralalpen, wie etwa in jenen von Stainz, Zlaten, Fentsch E. Judenburg, Stanz, Thalheim, Preblau, Wildbad Einöd, Eisenkappel, Ebriach etc. im Osten und Süden des Landes bis Prutz im Engadin im Westen. Sie entspringen den verschiedensten Gesteinsarten. A. THURNER vermutet (1965, 1974), daß die Kohlensäure auch in diesen Fällen aus der Entgasung des Magmas und daher aus sehr großer Tiefe stammt. Die tiefgreifenden Störungen fungierten dann bloß als Aufstiegswege. Die Mineralisation der Wässer hingegen ist unschwer durch die Herauslösung der Stoffe aus dem durchströmten Gestein zu verstehen.

Welch verschlungene und weite Wege solche Wässer oft nehmen, bevor sie wieder an die Oberfläche kommen, hat der erst vor kurzem durch G. WESSELY (1983) stichhältig begründete erstaunliche Mechanismus der Thermen und Schwefelquellen an der Thermenlinie am Westrand des Wiener Beckens gezeigt (Bd. II, Abb. 241): Die aus dem kalkalpinen Einzugsgebiet stammenden Niederschlagswässer strömen kräftig in großer Tiefe bis weit unter den Westabschnitt des Wiener Beckens, steigen erwärmt an inneren Störungen dieses Beckens hoch und gelangen dann in wasserwegigen Lagen des Tertiärs wiederum zurück zum Beckenrand, wo sie mineralisiert und erwärmt entlang der Randstörungen aufsteigend, die Oberfläche erreichen. Die Thermal- und Schwefelquellen des Westrandes (Bad Fischau, Bad Vöslau,

Baden usf.) sind ebenso wie jene des Ostrandes des Beckens (Sauerbrunn, Leithaprodersdorf, Mannersdorf/L., Bad Deutsch Altenburg usf.) auf diese Art erklärbar (Bd. II, S. 527). Der Schwefelgehalt stammt wohl aus dem in den neogenen Sedimenten des Wiener Beckens häufigen Gips und Pyrit.

Schwefelquellen wie auch Solequellen sind häufig auch an das permische Salinar des Haselgebirges gebunden (Bad Goisern, Bad Ischl, Bad Aussee, Dürrenberg bei Hallein, Hall i. Tirol etc. – O. SCHAUBERGER, 1979 b), ebenso Glaubersalzquellen (Bad Aussee). Unter den seltenen Typen an Mineralquellen seien genannt: Die Jod-(Sole-)Quelle von Bad Hall/OÖ. (A. SCHMÖLZER, 1955), die Eisenquellen von Vellach/Ktn., Pyrawarth/NÖ., Gams ob Frauental; Kaliquellen am Ostrand des Ruster Höhenzuges im Burgenland (Bd. II, S. 552); schließlich radiumwirksame Quellen wie Gastein (19 Thermen, 48° C, Gehalt an Radium, Radon, Thorium, Thorium-Emanation, Uran, max. 390 Mache-Einheiten = M.E. – CH. EXNER, 1957, S. 138; C. JOB & J. ZÖTL, 1969) und Steinach-Nöblach/Brenner (62 M.E.), Imsterau/Tirol (29,5 M.E.), Steinberg b. Amstetten/NÖ. (18 M.E.) etc. Eine frühe Serie von detaillierten „Beiträgen zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen Tirols“ haben M. BAMBERGER & K. KRÜSE (1907–1914) und K. KRÜSE (1926) geliefert.

Bei den Thermalquellen steigt das durch die aufsteigende Erdwärme in der Tiefe erwärmte Wasser an Bruchstörungen selbsttätig empor. Gelegentlich kann durch die Anbohrung von solchen Heißwasser führenden Störungen in geringer Tiefe ein stark überhitztes artesisches Thermalwasser erschrotet werden, wie etwa durch die 461 m tiefe Erdölbohrung in Bad Schallerbach/OÖ., die 37,5° C heißes Wasser brachte (K. VOHRZYKA, 1973, S. 26) oder durch die ÖMV-Bohrung Oberlaa, die (statt Erdöl) Heißwasser aus Tiefen zwischen 352 bis 419 m mit 53° C und einem Schwefelgehalt von 58 mg/kg Wasser fördert und damit zur wärmsten und stärksten Schwefeltherme Österreichs wurde (G. WESSELY, 1983, S. 53).

Insgesamt sind in Österreich auf der Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen (I. WIESBÖCK, 1966) weit über 200 derartige Vorkommen eingetragen, die unter den oben definierten Begriff mit über 1 g gelöster Stoffe je kg Wasser fallen – vgl. Abb. 109.

6. Grundwasser und Umweltschutz

Zur wichtigen Frage der Erhaltung unzerstörter Grundwasserreserven und die Frage der Beseitigung der Abwässer wird im Kapitel Umweltschutz S. 364 ff. Stellung genommen.

7. Die regionale Verteilung der wichtigsten Grundwasservorkommen Österreichs

Bei der Vielfalt der individuellen Speicher von Grundwasser ist es unmöglich, auf die regionalen Verhältnisse im Detail einzugehen. Es wird daher hier für jedes Bundesland neben grundsätzlichen Bemerkungen über wichtige Grundwasserspeicher die weiterführende Literatur angegeben. Allerdings liegt ein guter Teil der modernen hy-

drogeologischen Untersuchungsergebnisse nur in Form unveröffentlichter Berichte in den auf S. 273 f. genannten Ämtern auf. Einen modernen Überblick über die Grundwassersituation in den einzelnen Bundesländern gibt der Band von W. BIFFL & H. FRISCHHERZ (1983).

Beiträge zur Hydrogeologie sind auch in den einzelnen regionalen Kapiteln dieses Buches enthalten.

a) **Vorarlberg.** In den beiden tief von quartären klastischen Ablagerungen erfüllten Talbecken des Walgtaus (Illtal) und des Rheintales liegen die bedeutendsten Grundwasserreserven des Landes. Dabei bietet der Walgau trotz geringerer, bis zu 150 m reichender Mächtigkeit des Quartärs gegenüber Tiefen bis 400 m im Rheintal die günstigeren Möglichkeiten, da seine grobkörnigen Talfüllungen die besseren Trinkwasserreserven enthalten, die durch Bergwässer laufend ergänzt werden. Im Abschnitt unterhalb von Bludenz werden die größten Mächtigkeiten erreicht (H. LOACKER, 1971; G. WALACH & F. WEBER, 1977; sechs weitere Berichte im Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, IV/1).

Die Grundwasserverhältnisse im Vorarlberger Rheintal sind gründlich studiert: Schon zur Zeit L. KRASSERS (1956) waren über 2000 Bohrungen und Sondierungen hydrogeologisch untersucht. Die Möglichkeit der Grundwassernutzung in diesem Raum ist allerdings aus mehreren Gründen eingeschränkt (H. BERTSCHINGER et al., 1978): Zunächst bestehen mächtige zentrale Teile der bis 400 m dicken (Bohrung Dornbirn: 336,5 m Quartär, Bd. II, S. 467) spät- bis postglazialen Ablagerungen im heute verlandeten Raum südlich des Bodensees aus feinkörnigen, vielfach dichten Seetonen, in die nur vom Rand her gröbere, bis in 40 m Tiefe reichende, grundwasserreiche Flußablagerungen verzahnend eingreifen. Durch eine hohe Mineralisation, durch eine Ansäuerung aus Torfmoorlagen und durch eine schon seit dem Bericht von L. KRASSER (1956) stark zunehmende Verschmutzung um Industriezentren wird die Brauchbarkeit des Grundwassers weiter eingeschränkt. Das günstigste Hoffungsgebiet ist noch das Ildelta unterhalb Feldkirch, ein zweites Reservoir liegt unterhalb von Rankweil. Wichtig sind Karstwasser-Zubringer aus dem Helvetikum im Raum des Götzer Gewölbes (Götzis) und des Ranzenberg-Gewölbes (Hohenems) – R. OBERHAUSER (1970), M. KOBEL & R. HANTKE (1979). Im Bodensee-Rheintal sind mehrere gespannte Grundwasserstockwerke in Form von isolierten Schwemmfächern zwischen den Seetonen anzutreffen (P. STARCK, 1970, 1977). Bregenz bezieht sein Wasser zum Teil auch aus dem 40 m mächtigen Kieskörper der Bregenzer Ache S vom Kloster Mehrerau.

b) In Tirol sind die Siedlungen noch gegen Ende der siebziger Jahre fast ausschließlich durch Quellwasser versorgt worden: 85 Prozent der Gemeinden wurden bis dahin ausschließlich durch Quellwasser, nur 3 Prozent durch Grundwasser und 9 Prozent durch zusätzliches Grundwasser beliefert (E. FABIANI, 1978, S. 45). Die Industrie greift natürlich schon seit längerem auch in Tirol in erster Linie auf Grundwasser zurück. Erst in den letzten Jahren, dafür aber mit umso größerem Impetus, sind bei der vermehrten Verwendung von Grundwasser größte Anstrengungen zur systematischen Erfassung der Wasserreserven als Grundlage für Planung und Schutz dieser Reserven unternommen worden. Zwar ist nur wenig darüber publiziert, aber eine enorme Zahl von Gutachten und Berichten in der Tiroler Landesregierung zeugen vom raschen

Fortschritt der Dokumentation. Besonders M. SCHUCH hat in zahllosen, mit modernsten geophysikalischen Methoden unterbauten Untersuchungsberichten im Auftrag dieser Landesregierung die wichtigsten Grundwasserreserven der Haupttäler in Text und Karten erfaßt, vom Lechtal (Weißbach–Reutte, 1984) über das Inntal (Silz–Stams, 1981; Wattens–Jenbach, 1982; Rattenberg–Kundl, 1977; Endach bei Kufstein–Zollhaus, 1983) zum Leutaschtal südlich des Wettersteingebirges (1984), zum Scharnitzer Becken (1982) und zur Großen Ache zwischen Erpfendorf und Kössen (1975). T. GATTINGER (1981) hat einen hydrogeologischen Bericht über das österreichische Inntal vorgelegt, LÄSSER & FEIZLMAYR (1984) haben eine Dokumentation über die Grundwasservorkommen im Unterinntal mit aller verfügbaren modernen Literatur einschließlich der einschlägigen geophysikalischen Arbeiten wie jene von K. ARIC & R. STEINHAUSER (1977) erstellt. Eine publizierte zusammenfassende Darstellung der Grundwasservorkommen Tirols in Text und Karten verdanken wir N. ANDERLE (1975 Kt.; 1978 Text mit fünf Grundwasserkarten).

Schon ein erster Überblick zeigt, daß zwar auch in diesem Bundesland die Kalkalpen einen wichtigen Lieferanten für Trinkwasser darstellen, wie etwa das Karwendelgebirge (E. ECKERT, 1977) für Innsbruck (Mühlauer Karstwasser des Muschelkalkes der Nordkette mit 700 bis 1500 l/sec. genutzt – vgl. J. ZÖTL, 1974, S. 250 f.), daß aber die ergiebigsten Grundwasserspeicher wiederum in den quartären Lockersedimenten der oft tief verschütteten Haupttäler liegen.

Als Beispiel können wir hier das Inntal herausgreifen, um diesen Typus von Speichergesteinen zu charakterisieren (T. GATTINGER, 1981 b; etc.): Im Talabschnitt zwischen Landeck und Imst wird der Inn von einem etwa 1 km breiten Grundwasserstrom begleitet, der aus den angrenzenden Kalkalpen reichlich unterirdische Zuflüsse erhält. Die Mächtigkeit der Talfüllung beträgt gegen Osten zunehmend zunächst bis 50 m, schließlich bis 100 m. Von der Ötztalmündung abwärts bis Innsbruck und Hall nimmt die Stärke der Füllung weiter zu bis auf rund 300 m. Während im Raume von Innsbruck das obere Grundwasserstockwerk mit dem Inn in Korrespondenz steht, ist eine Erneuerung des unteren, gespannten Grundwasserstockwerkes vom kalkalpinen Rahmen her gewährleistet. Die Bohrung Rum bei Hall mußte in 199 m Tiefe wegen des enormen Druckes des zuströmenden Grundwassers von über 20 at eingestellt werden. Nach geophysikalischen Untersuchungen werden in diesem Raum Mächtigkeiten der Sand-Schotter-Talfüllung bis maximal 380 m erwartet. Mehrere Schotterhorizonte sind als Grundwasserleiter in dieser mächtigen feinkörnigeren Serie eingeschaltet, die von Innsbruck nach Jenbach zieht. Innabwärts bis Wörgl nimmt die Mächtigkeit der Talfüllung wieder ab; die Bohrungen Wörgl, die in 92 m bzw. 98 m den Fels erreicht haben, liegen aber mehr randlich (K. BISTRITSCHAN, 1955, S. 82). Bei Kirchbichl, NE von Wörgl, tritt der Felsuntergrund nach seismischen Messungen erst in 135 m bis 185 m Tiefe auf. Der Abschnitt von Endach/Kufstein bis zur Staatsgrenze weist eine bis 200 m mächtige Talfüllung auf, das Relief der Oberkante des Stauers unter dem bis 30 m mächtigen obersten Grundwasserhorizont schwankt hier beträchtlich.

In Osttirol repräsentiert das Becken von Lienz den wichtigsten Grundwasserspeicher (G. PLATZER, 1968; N. ANDERLE, 1978, S. 41). Unter einer 20 bis 30 m mächtigen Kiesauflage wird Grundwasser bis aus Tiefen von 60 m entnommen. Die Mächtigkeit der Beckenfüllung ist nicht genau bekannt.

c) Kärnten. Eine zusammenfassende Darstellung der Grundwasserverhältnisse Kärntens, begleitet von einer Grundwasserkarte 1:200.000, haben H. HANSELY & N. ANDERLE (1973) vorgelegt. Kürzer und präziser ist die Darstellung bei E. FABIANI (1978, S. 49 ff.). Wesentliche, unpublizierte neue hydrogeologische Aufnahmen einzelner Talzüge und Beckenlandschaften liegen wiederum in Form von unveröffentlichten Berichten der Kärntner Landesregierung vor (vgl. Verzeichnis des Bundesmin. Land-Forstwirtsch., IV/1, 8. 1984): Hier stehen Gutachten von E. H. WEISS über die Hydrogeologie des Ossiachersee-Gebietes (1974), des Rosentales (1974), des Jauntales (1981), des Lavantals und des Lurnfelds (1977) sowie von F. KAHLER über das Gailtal (1977) und von I. ALBER über das Drautal von Spittal bis Villach (1984) hervor.

Nicht unbedeutende Grundwasservorkommen treten außer in den 10 bis 30 m mächtigen jungen diluvialen bis alluvialen Talböden der Hauptflüsse, wie Gail, Drau, Glan, Gurk etc., auch in den von Quartär erfüllten Becken des Landes auf: So wird das Villacher Becken mit einem etwa 30 m mächtigen obersten Grundwasserstockwerk von vier sich vereinigenden, nordöstlich hinziehenden Grundwasserströmen durchzogen. 120 m und 170 m tiefe Bohrungen bei Villach haben den Untergrund noch nicht erreicht. Eine Bohrung am Ossiachersee verblieb bei 165 m noch im Quartär. Im Klagenfurter Becken erreichen Quartärablagerungen bis über 200 m Mächtigkeit (Bohrung östlich vom Wörthersee). Die 280 m tiefe Bohrung Grafenstein E Klagenfurt erfaßte zuletzt (tertiäre?) Sande und Schluffe. Die eiszeitlichen Ablagerungen verhalten sich aber je nach Zusammensetzung (Schotterterrassen, Schotterdeltas, Grundmoränen mit z. T. lehmigem, undurchlässigem Material) recht verschieden. Die Sattnitzkonglomeratplatte im Süden aus Kalkschottern entwässert karstartig an Spalten, Klüften und Lösungshohlräumen zur Tiefe, sodaß an der Basis der Platte vielfach kräftige Karstquellen austreten. Das südlich des Sattnitzkonglomerates gelegene Rosental ist durch über 50 Bohrungen der Draukraftwerke-AG erschlossen: Keine der bis 100 m tiefen Bohrungen hat den Sockel unter dem Quartär erreicht. Man rechnet hier nach geophysikalischen Messungen mit Talzuschüttungen von 150 bis 250 m Mächtigkeit. Im wesentlichen lagern hier zuoberst 10 bis 30 m mächtige Schotter, darunter ebenso mächtige Sande, die ihrerseits von feinkörnigen Seeablagerungen unterteuft werden. Im Krappfeld tritt ein größeres zusammenhängendes Grundwasservorkommen in dem 40 km² großen diluvialen Terrassenschotterfeld auf. Das Lavantaler Becken führt im tertiären Anteil nur wenig ergiebige Grundwasser, während die Flußauen der Lavant selbst noch die bedeutenderen Grundwasservorkommen bergen. Die Herkunft der Wässer aus den verschiedenen Rahmenteilern dieses Beckens lassen sich am Chemismus und der Härte gut unterscheiden (H. KÜPPER & W. PRODINGER, 1955).

d) Salzburg. Eine Gesamtübersicht über die Wasservorräte im Lande Salzburg gibt ein Gutachten für die Landesregierung von H. BRANDECKER (1977/78, Überarbeitung 1985), der auch in weiteren detaillierten Studien die Hydrogeologie des Salzburger Beckens und des Lungaus dargestellt hat.

Zwei Haupttypen von Wasserreserven stehen zur Verfügung: Einerseits die Karstwässer namentlich der Kalkhochalpen, andererseits die Grundwässer der quartären Beckenfüllungen der Täler. Neue Studien zur Hydrogeologie, den Quellaus-

tritten und den Abflußverhältnissen im Karst stammen z. B. von G. VÖLKL (1977) über die Leoganger Steinberge und von B. TOUSSAINT (1971) über das Tennengebirge mit seinen 878 Quellen sowie das Lammergebiet (1978). Auch die Stadt Salzburg deckt einen wesentlichen Teil ihres Bedarfes durch Karstwasser des Untersberges mittels der Karstquelle von Fürstenbrunn mit ihrer Spende bis 400 l/sec. (J. ZÖTL, 1974, S. 249 f.).

Unter den Untersuchungen über die pleistozänen Beckenfüllungen stehen neben jenen aus der Zellersee-Furche bei Saalfelden (M. SCHUCH, 1978) vor allem die Untersuchungen im Salzburger Becken auch auf Grund ihrer praktischen Bedeutung hervor (H. BRANDECKER, 1974; H. BRANDECKER & V MAURIN, 1982). Wie bereits auf S. 255 ausgeführt, ist auch das glazial stark übertiefte Salzachquertal im Raum des Salzburger Beckens nach Abschmelzen des Eises zu Beginn des Spätglazials rasch durch mächtige detritische Serien aufgefüllt worden: In der Bohrung Vigaun bei Hallein erreicht das Quartär 338 m, nimmt aber gegen Norden hin ab, sodaß Bohrungen im Raum von Salzburg (Innsbrucker Bundesstraße: 230 m, Koglhof: 169 m) den Fels bereits früher erreicht haben. Von besonderem Interesse sind die mit den feinen Seesedimenten verzahnten groben, wassererfüllten, fossilen Deltabildungen der Flußeinmündungen, etwa der Lammer, des Torrenbaches, der Tauhl, des Almflusses, die saubere Karstwässer aus dem kalkalpinen Rahmen einbringen (Abb. 110). Über die Verteilung der Hauptwasserentnahme im Salzburger Becken, die pauschal mit 4000 l/sec. bewilligt ist, gibt E. FABIANI (1978, S. 48) Übersicht.

e) Steiermark. In diesem Bundesland sind seit 1961 umfassende systematische moderne hydrogeologische Untersuchungen durch das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung durchgeführt worden, die im Mürztal begannen, im Murtal fortsetzten und sich dann auf die Karstwasservorräte des Hochschwabgebietes konzentrierten, dem heute im Generalplan der Wasserversorgung durch die Verbundwirtschaft eine besondere Bedeutung zukommt (H. ZETINIGG, 1978).

Überblick über den Gesamtrahmen der Grundwasseruntersuchungen in der Steiermark und die reiche Literatur zu diesem Thema geben die Arbeiten von J. ZÖTL (1971, 1983 b), E. FABIANI (1974; 1978, S. 57 ff.), H. ZETINIGG (1978), I. ARBEITER (1978), L. BERNHART et al. (1974) sowie die Abhandlung von H. ZETINIGG & W KASPER (1977) über die Grundwasserschongebiete. Ein Autoren- und Sachregister ist in der seit 25 Jahren bestehenden Zeitschrift „Steirische Beiträge zur Hydrogeologie“ von J. ZÖTL (1983) veröffentlicht. Ferner sind bis zum Jahre 1983 66 Bände „Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung“ des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung erschienen (Verzeichnis dort erhältlich).

Steiermark hat mit seinem Nordabschnitt Anteil an dem kalkhochalpinen Karst mit seinen Quellen, ein weiteres Karstgebiet liegt im Grazer Paläozoikum. V MAURIN & J. ZÖTL (1969, 1973) geben in Text und Karte Überblick über den Zusammenhang zwischen Hydrogeologie und Verkarstung dieser Räume, die von Westen nach Osten das Dachsteinmassiv (Untersuchungen besonders seit J. ZÖTL, 1957) – vgl. Abb. 107, das Tote Gebirge (V MAURIN & J. ZÖTL, 1964, 1967) – Abb. 74, die Gesäuseberge (W KOLLMANN, 1975, 1983), den Hochschwab (E. FABIANI, 1980, etc.) und die Schnealpe (F. BAUER, 1969; T. GATTINGER, 1973) betreffen. Im Raum des Hoch-

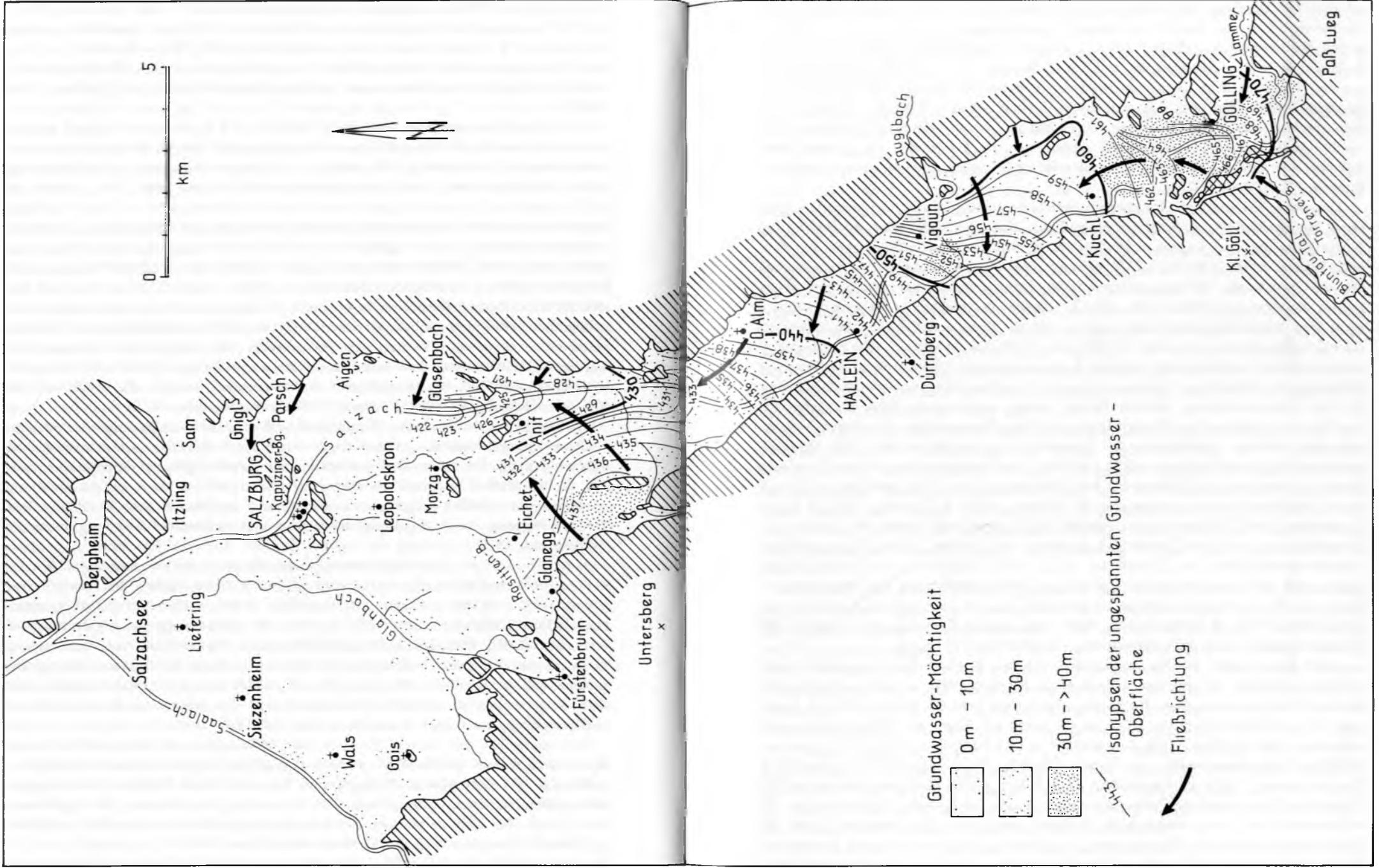


Abb. 110: Die Grundwasserverhältnisse im Salzburger Becken; nach H. BRANDFCKER (1974, Taf. 4-5).

schwabs hat allerdings das in seinen gegen Süden hin entwässernden und bis 80 m (Seebachtal), bzw. bis über 150 m (Seeau b. Leopoldsteinersee), ja bis 200 m (Ilgental) glazial übertieften und erfüllten Tälern enthaltene Grundwasser erst heute erstrangige Bedeutung erlangt (E. FABIANI, 1978, S. 52; L. BERNHART et al., 1981). Die Hydrogeologie des Karstes des Grazer Berglandes, die Schüttungen der bedeutendsten dortigen Karstquellen und ihre geologische Bedingtheit hat V MAURIN (1960, 1961), den Abschnitt um den Schöckel speziell H. ZETINIGG et al. (1982) zur Darstellung gebracht. Auch hier sind wiederum Beckenfüllungen im Hangenden des Grazer Paläozoikums, wie jene des poljeartigen, tertiärerfüllten Passailer Beckens, von zusätzlichem Interesse (P. HACKER, 1973).

Die zweite Gruppe der Grundwasser-Speichergesteine sind die talgebundenen quartären Lockersedimente entlang der Hauptflüsse. Über die Sondersituation entlang des Ennstales mit seinen gespannten Wässern in tieferen Horizonten abwärts von Stainach-Irdning haben wir auf S. 283 berichtet. Das Hauptinteresse gilt heute natürlich den an Grundwasser reichen quartären Sedimenten in den Becken entlang des Murtales, die zwar nur 570 km², also etwa 3,5 Prozent der Fläche der Steiermark einnehmen; ihre Bedeutung erhellt aber daraus, daß für diese Schotter eine Grundwasser-Entnahmebewilligung von rund 10.000 l/sec. (7000 für Industrie, 3000 für Gemeinden) durch die Landesbehörde vorliegt. Fast alle größeren Städte entlang der Mur von Judenburg bis Radkersburg bedienen sich der Grundwasserbrunnen im Murtal-Quartär für ihre Hauptversorgung, darüber hinaus werden angrenzende Wassermangelgebiete von hier aus versorgt. Im oberen Murtal wird das Zungenbecken der letzten Vergletscherung zwischen Niederwölz und Unzmarkt von jedenfalls über 54 m (Frojach) mächtigen Lockersedimenten erfüllt; der Rest des Zungenbeckens älterer Vereisung zwischen Judenburg und Zeltweg hat nach Bohrungen über 80 m mächtige, an Grundwasser ergiebige Schotter aufzuweisen (E. WORSCH, 1972; H. ZETINIGG, 1978, S. 115 f.; I. ARBEITER, 1980). Weiter abwärts schließt bei Kraubath und weiter bis Leoben eine Talstrecke mit z. T. 40 m mächtigen Schottern und einem 20 bis 30 m mächtigen Grundwasserstockwerk an (I. ARBEITER et al., 1976). Flußabwärts sind innerhalb der Alpen noch die Grundwässer im Quartär des Mürz-Nebenflusses von Bedeutung, an denen ja die moderne Untersuchungstätigkeit in der Steiermark eingesetzt hat (W TRONKO, 1963; H. SCHEIBENGRAF, 1966). Ihre genaue Kenntnis dient heute bereits für Maßnahmen des Grundwasserschutzes (H. ZETINIGG, 1983 a, b).

Nach dem Austritt der Mur in das Steirische Becken sind die großen Schotterfelder unterhalb des Gratkorner Beckens (A. HAUSER, 1949) ab Graz in hydrogeologischer Sicht von vorrangiger Bedeutung: das Grazer Feld (H. FLÜGEL, 1960; I. ARBEITER, 1971; L. BERNHART et al., 1973), davon durch die Enge von Wildon getrennt das Leibnitzer Feld (J. ZÖTL, 1968; L. BERNHART et al., 1973; E. FABIANI, 1973) und anschließend ab Ehrenhausen das Untere Murfeld (E. FABIANI, 1978; G. SUETTE & TH. UNTERSWEIG, 1983; H. NACHTNEBEL & J. FÜRST, 1984). Grundsätzlich nimmt die Mächtigkeit der quartären Lockersedimente in den Teilbecken flußabwärts ab. Im Stadtbereich von Graz erreichen die Schotter über dem Tegel maximal 30 m, der Grundwasserstrom ist bis 20 m mächtig. Im untersten Abschnitt zwischen Mureck und Radkersburg beträgt die Quartärmächtigkeit maximal 10 m bei Grundwassermächtigkeiten bis maximal 7 bis 10 m, sodaß im letztgenannten Raum ein kräftiger Austritt

von Grundwasser in die Mur stattfindet. Über Pumpversuche und Fördermengen aus dieser Region berichtet H. ZETINIGG (1978, S. 113 f.).

Auf die wasserwirtschaftlich weniger geeigneten Regionen der Untersteiermark beiderseits abseits vom Murtal, im Westen (L. BERNHART et al., Ber. wasserwirtsch. Rahmenplang., Bd. 30, 31, 57) und in der Oststeiermark, wo namentlich dem Feistritz-, Ilz- und Raabtal eine gewisse Bedeutung zukommt (J. ZÖTL, 1972; H. ZOJER, 1972; H. JANSCHKEK et al., 1975; K. PRZEWLOCKI, 1975; I. ARBEITER, 1978; L. BERNHART, 1978; H. FESSLER, 1978 etc.), kann hier nicht im einzelnen eingegangen werden.

J. ZÖTL (1983 b) unterrichtet über die tiefen Grundwässer des Steirischen Beckens: 1. Die oberste Etage im Tertiär beinhaltet die gespannten Grundwässer, die durch rund 1500 artesische Brunnen genutzt, genauer gesagt vergeudet werden (S. 284, 365). Die wasserführenden Horizonte in diesem oberen Anteil liegen im Westen besonders in 60 bis 90 m Tiefe, sie reichen maximal bis zu Tiefen von 250 m (Fürstenfeld). 2. In der mittleren Tiefenzone schließen ab 300 m Tiefe gegen unten hin salinar geprägte, hochmineralisierte „Wasser-Lagerstätten“ an, die z. T. als Mineralwässer und Bäder genutzt werden (Bad Loipersdorf). 3. Im Untergrund des Tertiärs treten in paläozoischen Karbonaten wiederum geringer mineralisierte Tiefenwässer auf, was auf eine Verbindung zum und einen Nachfluß vom Steirischen Randgebirge hinweist. Durch die Tiefenlage und den erhöhten Wärmefluß sind sie auf etwa 60° bis 100° aufgewärmt. Hierdurch ist eine geothermale Nutzung dieser Wässer möglich, wie das Beispiel Waltersdorf seit 1982 zeigt (S. 303).

f) Oberösterreich. Eine zusammenfassende Darstellung der Hydrogeologie von Oberösterreich samt hydrogeologischer Karte 1:250.000 liegt von K. VOHRZYKA (1973) vor, der neben anderen Autoren in zahlreichen Heften des amtlichen oberösterreichischen Wassergüteatlasses vom Amt der OÖ. Landesregierung Teilregionen dieses Landes des näheren hydrogeologisch beschrieben hat. Eine Grundwasserkarte des Landes 1:100.000 hat W. LOHBERGER (1985) erstellt. Diese Karte sowie weitere zusammenfassende Berichte liegen im Bundesmin. f. Land- und Forstwirtschaft in Wien auf.

Wiederum sind es die vielfach genannten zwei Milieus, die für die Gewinnung größerer Wassermengen von Interesse sind: der kalkalpine Karst und die Grundwasservorräte der quartären Lockersedimente. Vom kalkalpinen Anteil haben besonders die Dachsteingruppe (J. ZÖTL, 1957, 1961 usf.) und das Tote Gebirge (J. ZÖTL, 1961; T. DINÇER et al., 1972; J. ZÖTL & H. BRANDECKER, 1977) eine nähere Untersuchung erfahren: Die Kalke und Dolomite dienen als Wasserleiter oder -speicher, die schieferigen Horizonte wie Haselgebirge, Werfener Schichten, Zlambach- und Liasfleckenmergel sowie Neokom und Gosau als Wasserstauer. Eine nicht vorhersehbare verwirrende Wasserwegsamkeit (Abb. 74, 107), ein rascher Durchsatz (im Dachsteinstock 8,4 km in 6 Tagen), die Bewältigung weiter unterirdischer Strecken (im Dachsteinstock 17 km), keine Filterung der bakteriellen Verunreinigungen und der Austritt bei starker Schwankung der Schüttungen vorwiegend in den Talböden (Schüttungen bis 500 l/sec.) ist für diesen Typus von Karst bezeichnend.

Unter den für die Grundwasserführung maßgebenden quartären Aufschüttungen Oberösterreichs sind hervorzuheben: Das Eferdinger Becken an der Donau, in dem über dem Schlieruntergrund Jüngstpleistozän und Alluvium mit einer

Mächtigkeit von maximal 17 m im Westen und von 12 m im Osten auflagert und das einen rund 10 m mächtigen Grundwasserkörper enthält, der in spitzem Winkel in Richtung Donau strömt. Es folgt donauabwärts das Urfahrer Becken, aus dem – neben Brunnen im Alluvium der Pleschinger Au – Linz seinen Wasserbedarf deckt, dann das Machland SE von Perg mit seinem 15 bis 20 m mächtigen Schotterkörper der Niederterrasse über dem Schlieruntergrund und einem Grundwasserstrom von Norden gegen Süden, der dann nach Osten einschwenkt und südlich von Perg einen hohen Eisengehalt führt. Die Grundwasserfelder entlang der Donau werden heute allerdings durch den Ausbau der Staustufen der Donau beeinträchtigt (E. FABIANT, 1978, S. 55).

Im Alpenvorland sind besonders die gelegentlich über 100 m mächtigen Schotterrinne im Schlieruntergrund des Vöckla-Ager-Traun-Abschnittes von Interesse, die wertvolle Grundwasserkörper von 20 bis 30 m, ja 60 m Mächtigkeit enthalten (H. FLÖGL, 1970); sie sehen teils nach Eisumfließungsrinnen, teils nach Abflußrinnen aus. Die Welser Heide entlang der unteren Traun (K. VOHRZYKA, 1973, Abb. 6, S. 48 ff.) führt in geringer Tiefe einen wirtschaftlich wertvollen, maximal 8 m mächtigen Grundwasserstrom mit Strömungsgeschwindigkeiten von 11 bis 25 m und Spitzen von 100 m/Tag. Die Traun-Enns-Platte hingegen mit ihren verschiedenartigen und zertalten eiszeitlichen Sedimenten läßt im Süden nach Austritt der Gerinne aus dem Moränengebiet eine Zone der Versickerung erkennen, während talabwärts eine Zone der Quellen in Erscheinung tritt, die teils an der Verschnittlinie der Talflanken zum Grundwasserspiegel, teilweise an der Schlieroberkante liegt. Quellen mit Schütungen von 80 bis 100 l/sec. in solcher Position sind für die Stadt Wels gefaßt und werden im Raum Kremsmünster gerade erschlossen.

Welche Bedeutung allerdings die in jüngster Vergangenheit so stark zunehmende chemische Belastung und Verschmutzung gerade solcher Gewässer wie Ager, Traun, Krems usf. durch die Industrie für die Grundwasserströme hat, ergibt sich aus dem zuvor Gesagten von selbst. Die in vier Stufen ausgedrückte Wassergüte dieser Flüsse (I = sehr gut, IV = stark verschmutzt, biologisch tot) liegt (1982) bei der Traun bei II bis III, bei der Krems bei III bis IV (vgl. S. 361) – Abb. 133.

g) Niederösterreich und Wien. Niederösterreich verfügt als ein Gebiet geringer eiszeitlicher Vergletscherung nur in untergeordnetem Maß über fluvioglaziale, an Grundwasser reiche Sedimente: Sie sind auf die Säume der Donau und auf die 150 m tief von jungpleistozänen Schottern erfüllte Senke von Mitterndorf im Wiener Becken beschränkt. Hinzu kommen noch die kalkalpinen Karstquellen, die ja seit der klassischen Ära für die Wiener Trinkwasserversorgung genutzt werden, welche letztere heute aber zu 20 Prozent durch Uferfiltrate der Donau aus den Wasserwerken Nußdorf, Prager Straße und Lobau ergänzt wird. Die übrigen Talfüllungen, die Sand- und Schotterhorizonte innerhalb des Tertiärs, verschiedene Quelltypen im zentralalpinen Anteil des Semmeringgebietes u. a. tragen nur zur lokalen Wasserversorgung bei.

Wenden wir uns zunächst den Hauptgrundwasserspeichern an der Donau zu, dem Tullnerfeld und dem Marchfeld. Die moderne hydrogeologische Analyse des Tullnerfeldes durch M. SCHUCH (1973) hat gezeigt, daß im Bereich der Donaustromebene zwischen Krems und Stockerau nahe der Wiener Pforte die Mächtigkeit des Grundwasserleiters von wenigen Metern südlich der Donau bis auf maximal 12 m

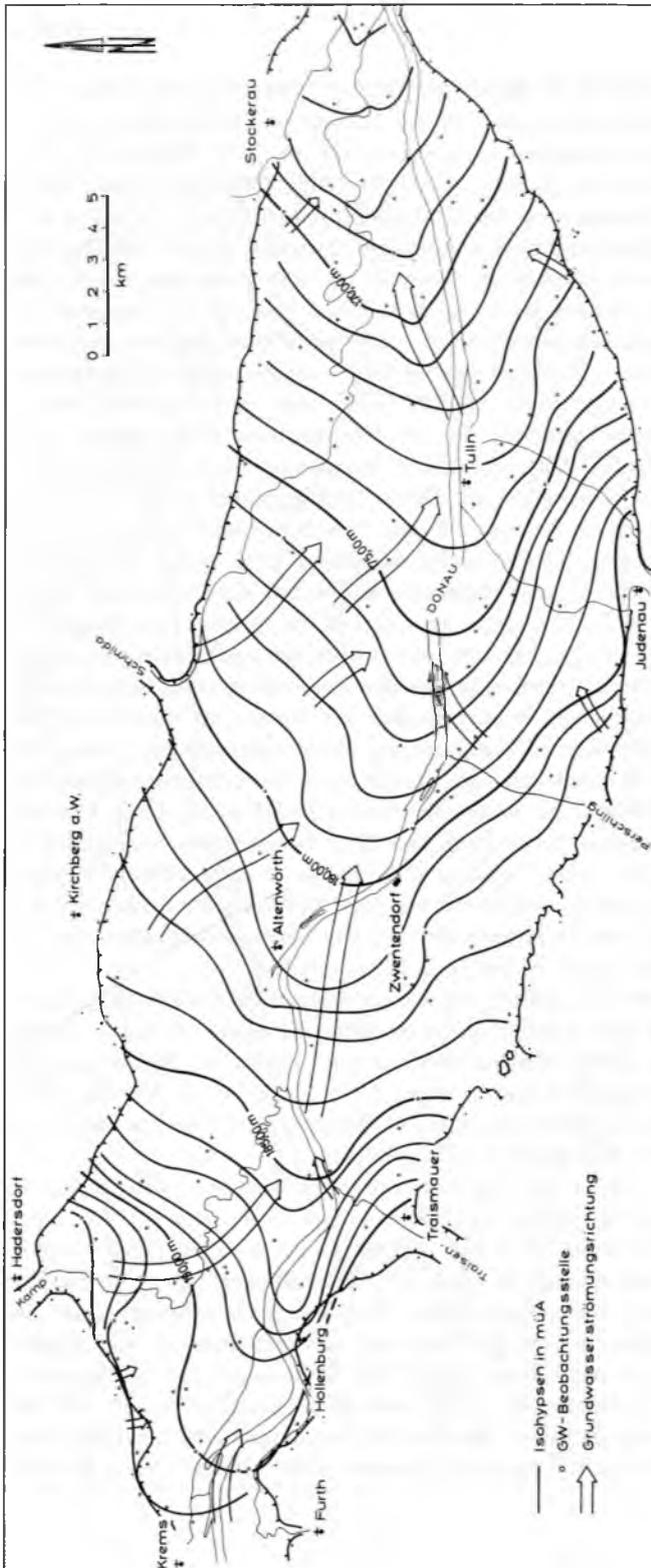


Abb. 111: Grundwasserschichtenplan und -strömung im Tullner Feld; nach M. SCHUCH (1973, Taf. 2).

(SW Stockerau) bzw. 18 m (S Hadersdorf/Kamp) anwächst. Der Grundwasserstrom pendelt zunächst südlich, dann nördlich der Donau, um zuletzt schräg unter der Donau nach Nordosten an Stockerau vorbeizuziehen (Abb. 111). Ebenso wie das Tullnerfeld birgt das Marchfeld (J. FINK, 1977) wertvolle Grundwasserreserven, die aber durch die intensive Bewässerung der Kulturlächen bereits arg strapaziert sind, sodaß eine künstliche Anreicherung durch einen Marchfeldkanal geplant ist. Die Mächtigkeit des grundwasserleitenden Kiesköpers schwankt im Marchfeld dank dreier jungtektonischer, NE-streichender Senken stark (vgl. S. 227 und Abb. 80) – M. SCHUCH (1977).

In der hydrogeologischen Situation des südlichen Wiener Beckens sind zwei Fakten von besonderem Interesse: Zunächst der mächtige jungpleistozäne Grundwassertrog der Mitterndorfer Senke, hoch empor erfüllt mit geschmacklich hochwertigem Grundwasser kalkalpiner Herkunft, der im Neunkirchner Schotterkegel wurzelt und von Wiener Neustadt über Mitterndorf und Moosbrunn nach Nordosten in Richtung Fischamend zieht. Die Einspeisung in diesen Trog geschieht nicht nur durch Grundwasser, sondern auch durch kräftige Abgabe von Schwarza-Flußwasser im Abschnitt Schwarzau E Neunkirchen. Der Grundwasserspiegel weist gegen Nordosten hin ein geringeres Gefälle als die Geländeoberfläche auf, sodaß der im Bereich Wiener Neustadt noch tief liegende Wasserspiegel am Ostrand des Wiener Neustädter Schotterkegels in Form der Fische-Dagnitz-Quelle bereits obertage austritt. Die überregionale Bedeutung dieses Grundwassertroges geht aus der Versorgung einer bedeutenden Anzahl von Gemeinden im südlichen Wiener Becken bis Baden, im nördlichen Burgenland und nun, durch die III. Wiener Wasserleitung ab Moosbrunn, auch eines Teiles von Wien hervor. Daher ist die langlebige Verseuchung des Nordteiles dieses Grundwasserstromes an seiner Wurzel im Raum Ternitz bis Bad Fischau durch Perchloräthylen im Frühjahr 1982 besonders verwerflich. Der Grundwasserstrom bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von nur 3 bis 7 m/Tag, d. h. im Mittel etwa 2 km/Jahr, gegen Nordosten. Über den heutigen Kenntnisstand von der Mitterndorfer Senke, der durch Forschungen von J. STINY über H. KÜPPER bis zu J. REITINGER und W. PROHASKA (1983) erzielt worden ist, wurde bereits in Bd. II, S. 529 f. referiert.

Auch betreffs des zweiten Themas, das wie ein roter Faden die Erforschung der Hydrogeologie des Wiener Becken durchzieht, die randliche *Thermelinie* im Osten und besonders im Westen mit den berühmten Thermen von Bad Fischau, Bad Vöslau, Baden etc., hat sich seit 1735 eine spezielle Literatur über J. STINY (1953) und M. VENDEL (1963) bis zur überraschenden Lösung des Problems durch G. WESSELY (1983) und zu M. SCHUCH (1984) entwickelt – vgl. S. 303 f. und Bd. II, S. 527 f., Abb. 241.

Die Karstwässer der Niederösterreichisch-Steirischen Kalkalpen, über die in letzter Zeit F. BAUER (1969) und T. GATTINGER (1973: Schnealpe); N. FENZL (1977: Hohe Wand, Fischauer Berge); D. RANK et al. (1982) und R. SPENDINGWIMMER (1984: Ötscherland); H. NAGL (1970: Göstlinger Alpen); R. PAVUZA (1983) und H. TRAINDL (1983: Kalkvoralpen von Waidhofen/Ybbs-Weyer) neue Daten erbracht haben, versorgen die Stadt Wien mit den Karstquellen der Rax und der Schnealpe durch die rund 100 km lange, 200 Millionen l/Tag bringende I. Wiener Hochquellenleitung (A. DRENNING, 1973) aus dem Jahre 1873 und mit jenen der Nordseite des Hochschwabs durch die über 200 km lange, 1900 bis 1910 erbaute, 100 Millionen l/Tag fördernde II. Leitung (F. TRAUTH, 1948). Hinzu kommt für Wien noch

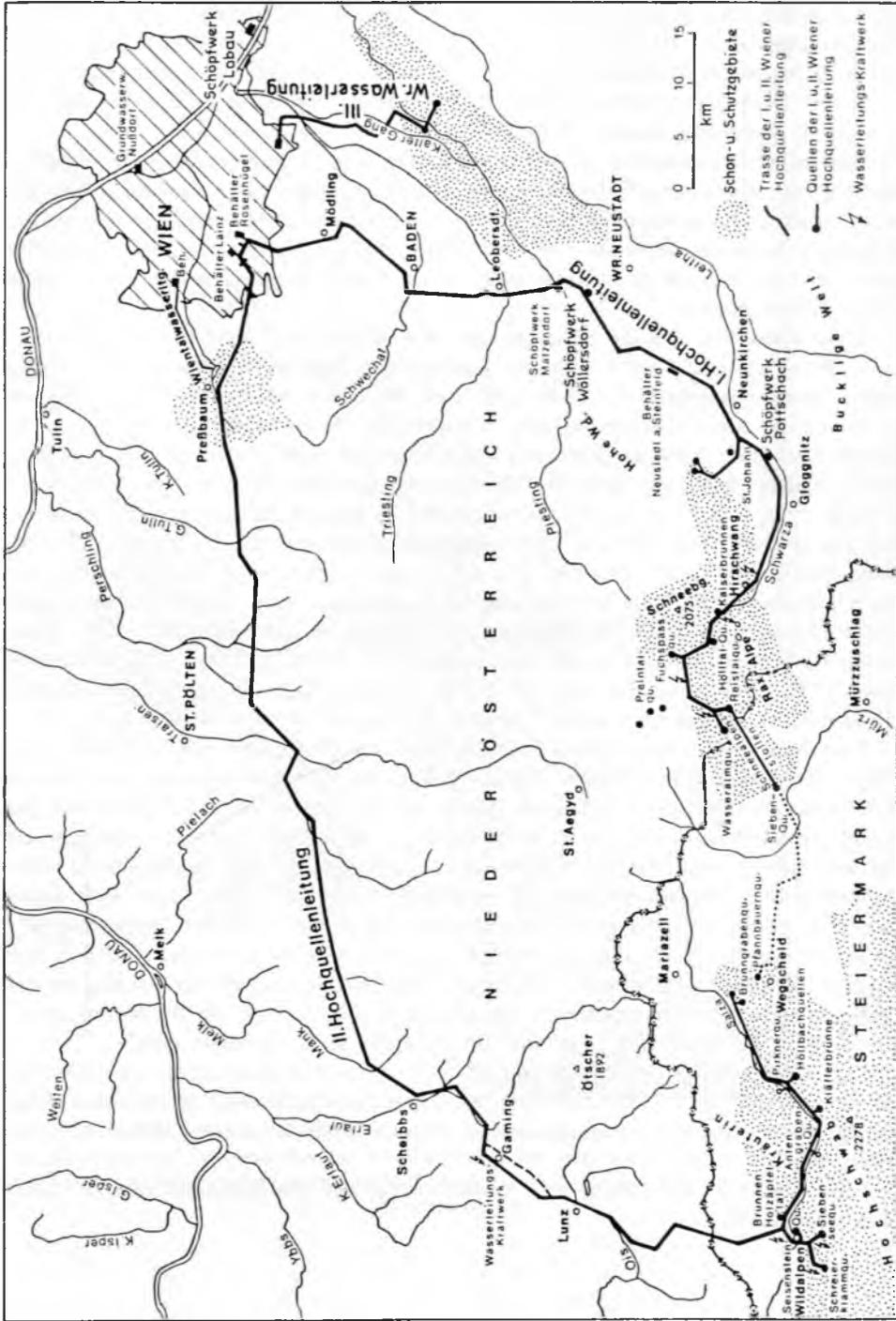


Abb. 112: Die Wasserversorgungsanlagen der Stadt Wien; nach A. DRENNING (1973, Anh. 6), ergänzt.

die Grundwasserversorgung aus der bei Moosbrunn im Mitterndorfer Trog des Wiener Beckens installierten III. Leitung mit erhofften 400 l/sec. und schließlich auch bereits durch Donauwasser-Uferfiltrat – künftig womöglich noch von der Donauinsel – mit all seinen Nachteilen (H. FRISCHHERZ, 1979; R. LEINER, 1981), was die weise Ära von E. SUESS zu vermeiden wußte – Abb. 112.

Der lokale Wasserbedarf in den übrigen Abschnitten des Landes wird allgemein aus den mäßigen Reserven der Talfüllungen gedeckt, wobei die Kalkalpen (Ybbs, Erlaf, Traisen etc.) und Zentralalpen (Pittental – F. HABART, 1978) noch günstigere Bedingungen aufweisen als weite Teile des Wein- und Waldviertels oder des Flysch-Wienerwaldes, die man abschnittsweise sogar an ein Fernleitungsnetz aus dem Tullnerfeld anzuschließen gedenkt.

Einen Überblick über die Hydrogeologie von Wien hat F. BRIX (1972) gegeben.

h) **Burgenland.** Weite Teile des Burgenlandes sind durch Fehlen von fluvioglazialen grundwasserträchtigen Schotterfächern im niederschlagsarmen pannonischen Trockengebiet am Alpenostrand sehr benachteiligt. Noch relativ günstig liegen die Verhältnisse im nördlichen Abschnitt des Landes mit dem Durchzug eines oberpliozänen-altpleistozänen verschütteten Donaulaufes, der von Petronell gegen SE führt (J. FINK, 1966, Taf. 1 bis 2). Die Grundwässer aus den alt- bis jungpleistozänen Schottern der Parndorfer Platte ziehen gegen Südosten und daher z. T. zum Neusiedlersee-Becken, z. T. zur Leitha hin. Das Seebecken erhält sogar Wasser aus dem tiefen Untergrund des Wulkabeckens, die in klastischen Lagen des Jungtertiärs gegen Osten absinken, durch die Wulkapforte bei Schützen durchtreten und an den Westrandstörungen des Neusiedler Sees hochkommen (A. TAUBER, 1959 d, 1965; T. GATTINGER, 1975, Taf. 4 und S. 338) – Bd. II, S. 551 f. samt einschlägiger Literatur (H. SCHMID, A. TAUBER etc.) sowie V. RAJNER & D. RANK (1981) – Abb. 113.

Eine besondere Überraschung brachten die Untersuchungen von D. RANK et al. (1982, 1984) und F. BOROVIČENY et al. (1983), die Altersbestimmungen des Grundwassers im Seewinkel vornahmen: Bereits das ganz seicht unter der Oberfläche liegende Grundwasser weist ein Radiokarbonalter von 28.000 Jahren auf, stammt also aus der letzten Eiszeit! Daß auch hier jede Verunreinigung dieses stagnierenden hochstehenden Grundwassers Schäden auf lange Sicht bewirken würde, ergibt sich daraus zwingend, ebenso wie hier keine nennenswerte Entnahme von Wasser möglich wäre.

Der Wasserbedarf der Orte am Südhang des Leithagebirges und von Teilen des Eisenstädter Beckens kann nur durch eine Ringleitung gestillt werden, die neben den randlichen Quellaustritten am Gebirgsfuß (H. KÜPPER, W. PRODINGER et al., 1955) vor allem durch Wasser aus der Mitterndorfer Senke beschickt wird.

Zur Verbesserung der Situation in den Wassermangelgebieten im mittleren (H. KÜPPER, 1957 a, S. 52 ff., Abb. 3) und im südlichen Burgenland werden neuerdings kräftige Anstrengungen unternommen (P. HACKER & W. KOLLMANN, 1981; W. KOLLMANN, 1984).

Eine generelle Erkundung der Wasservorräte des Burgenlandes erfolgte durch H. NOVAK (1976).

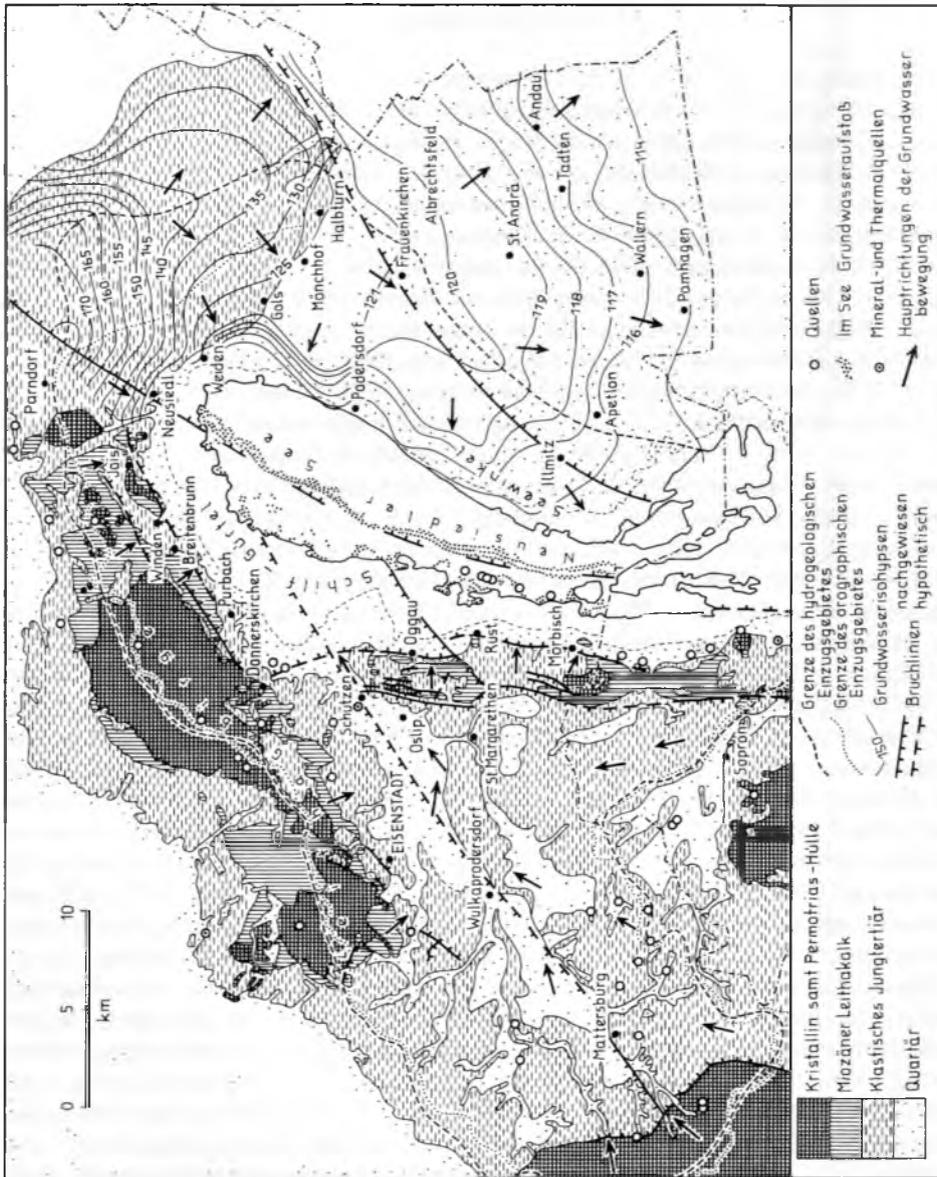


Abb. 113: Das Grundwassereinzugsgebiet des Neusiedler Sees; nach T. GATTINGER (1975, Taf. 1). Die „Kochbrunnen“ im Neusiedler See werden heute nicht mehr durch Grundwasseraufstoß bzw. Quellaustritte erklärt, sondern gehen nach D. RANK (1985, S. 3) bloß auf den Austritt von Methangasen zurück.

8. Literatur

- N. ANDERLE, 1969, 1975, 1978; I. ARBEITER, 1971, 1978, 1980; I. ARBEITER, H. ERTL et al., 1976; K. ARIC & P. STEINHAUSER, 1977; M. BAMBERGER & K. KRÜSE, 1907 bis 1914; F. BAUER, 1969, 1970, 1978, 1979; F. BAUER & J. ZÖTL, 1972; L. BERNHART, 1978; L. BERNHART, E. FABIANI et al., 1974; L. BERNHART, E. HÜBL et al., 1981; L. BERNHART, W. KÜSSEL et al., 1981; L. BERNHART, H. ZETINIGG et al., 1972, 1973 a, b; H. BERTSCHINGER et al., 1978; K. BISTRITSCHAN, 1952, 1955, 1956; F. BOROVICZENY et al., 1983; H. BRANDECKER, 1974; H. BRANDECKER & V MAURIN, 1982; F. BRIX, 1972, 1974; W. CARLÉ, 1975; O. CORAZZA, 1902; G. DAVIS & T. GATTINGER, 1968; G. DAVIS et al., 1968; M. DECHANT et al., 1958; K. DIEM, 1914; J. DIETMANN, 1735; T. DINÇER et al., 1972; A. DRENNING, 1973; W DROST et al., 1972; R. ECKART, 1977; E. FABIANI, 1973, 1978 a, b, 1980; N. FENZL, 1977; H. FESSLER, 1978; J. FINK, 1966, 1977; J. FINK & H. NAGL, 1979; H. FLÖGL, 1970; H. FLÜGEL, 1960 c; H. FRISCHHERZ, 1979; V FRITSCH & A. TAUBER, 1959; T. GATTINGER & H. PRAZEN, 1968; H. GRUBINGER, 1951; F. HABART, 1978, 1980; P. HACKER, 1973; P. HACKER & W. KOLLMANN, 1981; P. HACKER & H. ZETINIGG, 1981; H. HANSLEY & N. ANDERLE, 1973; A. HAUSER, 1949; A. HAUSER & A. THURNER, 1954; W HUF, 1963; J. v. JACQUIN, 1831; H. JANSCHKEK et al., 1975; C. JOB & J. ZÖTL, 1969; F. KAHLER, 1978, 1983 b; H. KARRENBERG, 1970; J. KNETT, 1928; M. KOBEL & R. HANTKE, 1979; A. KOCH, 1907; W KOLLMANN, 1975, 1981, 1983, 1984; M. KRALIK & M. SAGER, 1986; L. KRASSER, 1956; W KRESSER, 1982; K. KRÜSE, 1926; H. KÜPPER, 1954, 1955 a, 1957 b, 1961, 1962 c, 1966, 1968, 1977 a, b, 1981; H. KÜPPER & W PRODINGER, 1955; H. KÜPPER, W. PRODINGER & R. WEINHANDL, 1955, 1961; H. KÜPPER & I. WIESBÖCK, 1966; LÄSSER & FEIZLMAYR, 1984; R. LEINER, 1981; H. LOACKER, 1971; W LOHBERGER, 1985; R. LORENZ, 1953; J. MAIRHOFER, 1963; W MARKTL, 1985; R. MATTHES, 1973, 1983; V MAURIN, 1960, 1961, 1964; V MAURIN & J. ZÖTL, 1967, 1969, 1973; V MAURIN, J. ZÖTL et al., 1959; H. NACHTNEBEL & J. FÜRST, 1984; H. NAGL, 1970, 1983; H. NAGL & S. VERGINIS, 1979; H. NOVAK, 1976; A. NOVAK, 1852; W NUSSBAUMER & D. RANK, 1979; R. OBERHAUSER, 1970 a; ÖSTERR. WASSERWIRTSCH., 1983; R. PAVUZA, 1983; R. PAVUZA & H. TRAINDL, 1983, 1985; G. PLATZER, 1968; M. PLATZL, 1960; W PROHASKA, 1983; K. PRZEWLOCKI, 1975; D. RANK, 1985; D. RANK et al., 1982, 1984; D. RANK, R. SPENDLINGWIMMER et al., 1982; V RAJNER & D. RANK, 1981; J. REITINGER et al., 1973; W RICHTER & W LILICH, 1975; O. SCHAUBERGER, 1979 b; H. SCHEIBENGRAF, 1966; HANNS SCHMID, 1968 b, 1970, 1972, 1977; A. SCHMÖLZER, 1955; E. SCHROLL, 1973; M. SCHUCH, 1973, 1975, 1977 a, b, 1978, 1981, 1982 a, b, 1983, 1984 a, b, c; P. SLEZAK, 1975, 1976; R. SPENDLINGWIMMER, 1984; P. STARCK, 1970, 1977; H. STEINHÄUSSER, 1968; J. STINI, 1952, 1954; J. STINY, 1933; E. SUSS, 1862 a; ERH. SUSS, 1916; G. SUEITE & TH. UNTERSWEIG, 1983; A. TAUBER, 1959 a, d, 1965; A. THURNER, 1965, 1967, 1972, 1974; B. TOUSSAINT, 1971, 1978; H. TRAINDL, 1983; F. TRAUTH, 1948; W TRONKO, 1963; M. VENDEL, 1963; K. VOHRZYKA, 1973; G. VÖLKL, 1977; G. WALLACH & F. WEBER, 1977; V WALLNER et al., 1985; F. WEBER, 1975; G. WESSELY, 1983; I. WIESBÖCK, 1966; E. WORSCH, 1972; J. ZEHETNER, 1893; H. ZETINIGG, 1973, 1978, 1982, 1983 a, b; H. ZETINIGG, W GRIESSLER et al., 1982; H. ZETINIGG & W KASPER, 1977; H. ZOJER, 1972, 1977, 1978, 1980; J. ZÖTL, 1957, 1961, 1968, 1971–1974, 1983 a, b; J. ZÖTL & H. BRANDECKER, 1977.

Q GEOTHERMIE

Kaum beachtet ist in unserem Land die Möglichkeit einer Nutzung der geothermischen Energievorräte, obgleich Österreich als Alpenstaat einerseits, als Anrainer an dem pannonischen Wärmedom mit seinem hochliegenden Mantel andererseits durchaus günstige Chancen für geothermische Energiegewinnung hätte.

Österreich verfügt über vier Regionen, die in Hinblick auf erhöhten Wärme- fluß oder Wärmetransport durch gerichtete Grundwasserströme von Interesse sind: 1. der Anteil am Westrand des Pannonischen Beckens und der angrenzenden Regionen mit ausgedünnter Kruste wie Burgenland, Oststeiermark und Ostkärnten, 2. das Wiener Becken mit großen Bruchsystemen, an denen erwärmte Wässer der Tiefe hochsteigen, 3. bestimmte Teile des Alpenvorlandes in Oberösterreich, 4. die Voralberger Region im Bereich der Rheintal-Querstruktur (Überblick in BUNDESMIN. WISS. FORSCH., 1976; F. RONNER, 1980 und A. TOLLMANN, 1980 b).

Im einzelnen seien folgende Erläuterungen zu den geothermischen Verhältnissen dieser Regionen gegeben.

1. Pannonisches Becken und alpine Ostrand-Becken mit gegen Osten ausdünnender Kruste: Wie S. 140 erwähnt, nimmt nach den geophysikalischen Untersuchungen des Alpenlängsprofils die Kruste in Österreich von 50 km unter den Zentralalpen ab Judenburg gegen Osten hin beständig an Mächtigkeit ab, sodaß sie im Pannonischen Becken in Ungarn und in der österreichischen Grenzregion auf 25 km und darunter reduziert ist und dadurch der heiße Mantel hoch emporreicht (vgl. Wärme- flußkarte Europas von V ČERMÁK, 1979). Während im stabilen Europa der Wärme- fluß im Durchschnitt 1,5 HFU (Wärmeflußeinheiten) beträgt, steigt er im Ungari- schen Becken auf 2,6 HFU, liegt in den angrenzenden Teilen Ostösterreich bei 2,5, im Lavanttal (Zentrum: Kollnitz) ebenfalls bei 2,6 HFU. Aus den Erdöl- und Wasser-Bo- rungen der Oststeiermark wissen wir, daß im Raum SW Feldbach, noch mehr im Ge- biet NW Loipersdorf und Fürstenfeld bis Waltersdorf (H. ZOJER, 1984, S. 39) der geo- thermische Gradient statt $30 \text{ m}/1^\circ \text{C}$ (Normalwert) bei $16 \text{ bis } 18 \text{ m}/1^\circ \text{C}$ liegt, sodaß in optimalen Bereichen hier in der Tiefe von 1000 m bereits 60° bis 70° heiße Wässer auftreten – Abb. 114. In der Bohrung Binderberg bei Loipersdorf S Fürstenfeld wurde in rund 1550 m Tiefe Heißwasser mit 96°C angetroffen, in Waltersdorf in der Ost- steiermark in 1250 m Tiefe Wasser mit 61°C , in Bad Radkersburg wurde in 1800 m Tiefe an der Basis des Tertiärs zum paläozoischen Kalkuntergrund 80°C heißes Wasser erschrotet (vgl. H. LEDITZKY & H. ZOJER, 1984, S. 37 f.). Die Geoisothermen dieser Re- gion stehen offenbar mit dem erhöhten Wärmefluß aus dem Mantel in Zusammen- hang und sind unabhängig von den jungen Vulkanbauten – vgl. S. 295.

2. Im Wiener Becken ist zwar kein erhöhter Wärmefluß zu registrieren (vgl. T. BOLDIZSÁR, 1968, Abb. 5; bzw. das Beispiel der Bohrung Aspern 2 bei Wien, die aus 3000 m Tiefe bloß 105° heißes artesisches Wasser brachte), wohl aber sind die gewaltigen Brüche, die den kräftigen kalkalpinen Grundwasserstrom im Beckenunter- grund lenken, für ein Hochkommen von Heißwasser in geringe Tiefe an der Ther- menlinie verantwortlich. Während in der Bohrung Sollenau 1 am Kalkalpenrand der rasch strömende, beckenwärts gerichtete Kaltwasserzufluß mit 32° (statt 86°) in 2470 m

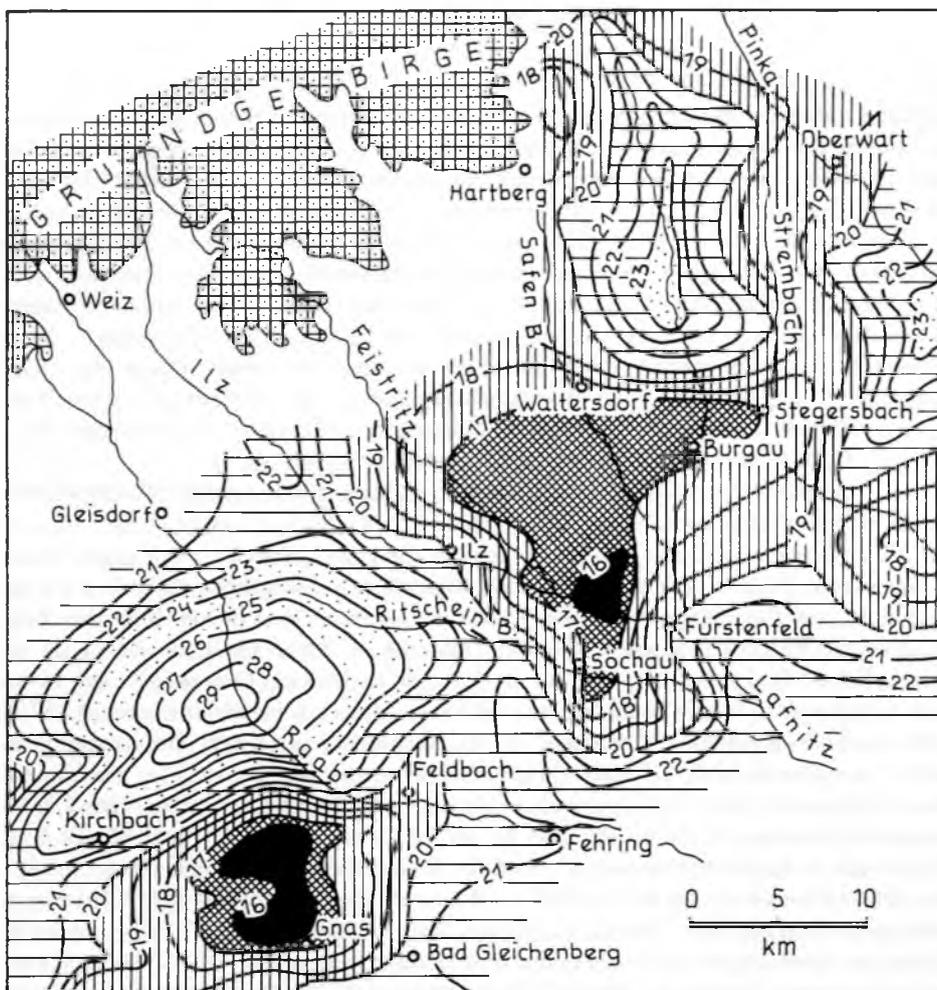


Abb. 114: Geoisothermenkarte des Ostteiles des Steirischen Beckens. Die Isolinien geben die geothermische Tiefenstufe an ($m/1^{\circ}C$). Dargestellt auf Grund der Temperaturmessungen an artesischen Brunnen durch H. ZÖJER (1977, Abb. 2).

Tiefe und in Berndorf 1 mit 49° (statt 156°) in 4750 m Tiefe gemessen wurde, steigen diese Grundwasserströme – nach Auswertung der Meßdaten der Bohrungen im Wiener Becken durch G. WESSELY (1983) – erwärmt an dem großen beckeninternen Störungsbündel im Leopoldsdorfer Bruchsystem empor und nähren rückströmend die Warmwasserströme und -quellen an der Thermenlinie (Bd. II, Abb. 241). Ein spiegelbildlich gleiches Regime stellt sich an der östlichen Thermenlinie am Ostrand des Wiener Beckens (Bd. II, S. 522) ein.

3. Positive Wärmeanomalien ergeben sich ferner in der oberösterreichischen

Molassezone NE Grießkirchen und bei Geinberg S Oberberg/Inn, wo in einer Tiefe von 1000 m bereits die 60°-Isotherme überschritten wird (B. KUNZ, 1978). In der Bohrung Geinberg WNW Ried/Innkreis wurde im verkarsteten Jurakalk des Molasseuntergrundes in 2150 m Tiefe 100° heißes Wasser angetroffen – Abb. 115.

4. Aus der Vorarlberger Molassezone wissen wir durch die Tiefbohrung Dornbirn, daß in 2280 m Tiefe 136° C herrscht. Dies steht in Übereinstimmung mit dem schon zuvor bekannten erhöhten Wärmefluß in der westlich anschließenden Schweizer Molassezone.

Die Messungen des Wärmeflusses sind teils in Erdölbohrungen, teils aus Bohrungen für technische Vorhaben (Tauernautobahn), aus Untertagebohrungen in Bergbauen, bei Tunnelbauten, aber auch in alpinen Seen vorgenommen worden. Ein Querprofil durch den Mittelabschnitt der Ostalpen hat folgende durchschnittliche Wärmewerte erbracht (R. HAENEL, 1976, S. 712): Voralpen 1,86 HFU, Nordalpen 2,04 HFU, Zentralalpen 1,64 HFU, Südalpen 1,77 HFU.

Als Ursachen für den erhöhten Wärmefluß lassen sich folgende Fakten erkennen:

1. Die kräftigste Erhöhung bewirkt der flächenmäßige Aufstieg des Mantels im Pannonischen Becken, das eine Back-arc-basin-Struktur darstellt, bei der die Kruste lokal bis unter 20 km ausgedünnt ist (S. 141). In Ungarn hat man daher bereits eine umfangreiche Nutzung der verfügbaren geothermischen Energie eingeleitet, sodaß dort zu Ende der siebziger Jahre bereits 0,5 Millionen m² Treibhausfläche und tausende Wohnungen geothermal beheizt worden sind, aber ein noch umfangreicheres Nutzungsprogramm in Entwicklung steht.

2. Im alpinen Raum hat die Orogenese ein komplexes System der Temperaturumschichtung bewirkt: Einerseits eine Verminderung des direkten Manteleinflusses für die Oberflächentemperatur durch Subduktion ursprünglich kalter Krustenteile und Verdickung der Kruste in den Zentralalpen auf (heute noch) 50 km; andererseits sind zweifellos basische Gesteinskörper, aus der Tiefe kommend, im tiefen Stockwerk des Deckenbaues, mit Wärmetransport verbunden, hochgeschaltet worden; ferner ist durch die Einbringung von wasserhältigen Sedimenten der Kruste in die Tiefe der Wärmetransfer an die Oberfläche erhöht worden, und schließlich sind mit der isostatischen Heraushebung des Alpenkörpers in den letzten 30 Millionen Jahren bei gleichzeitiger kräftiger Abtragung tiefere, wärmere Gesteinspartien hochgeschaltet worden, sodaß hierdurch eine um 20 bis 50 Prozent erhöhte Wärmestromdichte an der Oberfläche bewirkt worden ist.

3. Die Ursache für die positive Wärmeanomalie im Alpenvorland im Bereich der oberösterreichischen Molassezone ist nicht bekannt. Diese Anomalie könnte eventuell durch einen säkular aufsteigenden warmen Grundwasserstrom erklärt werden, der letztlich durch die hoch aufragenden Alpen im Hinterland als fernes Einzugsgebiet verursacht sein mag.

4. Besonders eindrucksvoll ist die Auswirkung tiefer Bruchsysteme auf die Wärmebilanz. Rückstau, Hochsteigen, Rückströmung von Thermalwässern schafft hier oft gravierende Veränderungen des normalen lokalen Wärmeflusses. In der Praxis sind solche bevorzugte Wege für Wasser aus der Tiefe von besonderer Bedeutung (Beispiele: westliche und östliche Thermenlinie im Wiener Becken, Rheintalbruchlinie etc.).

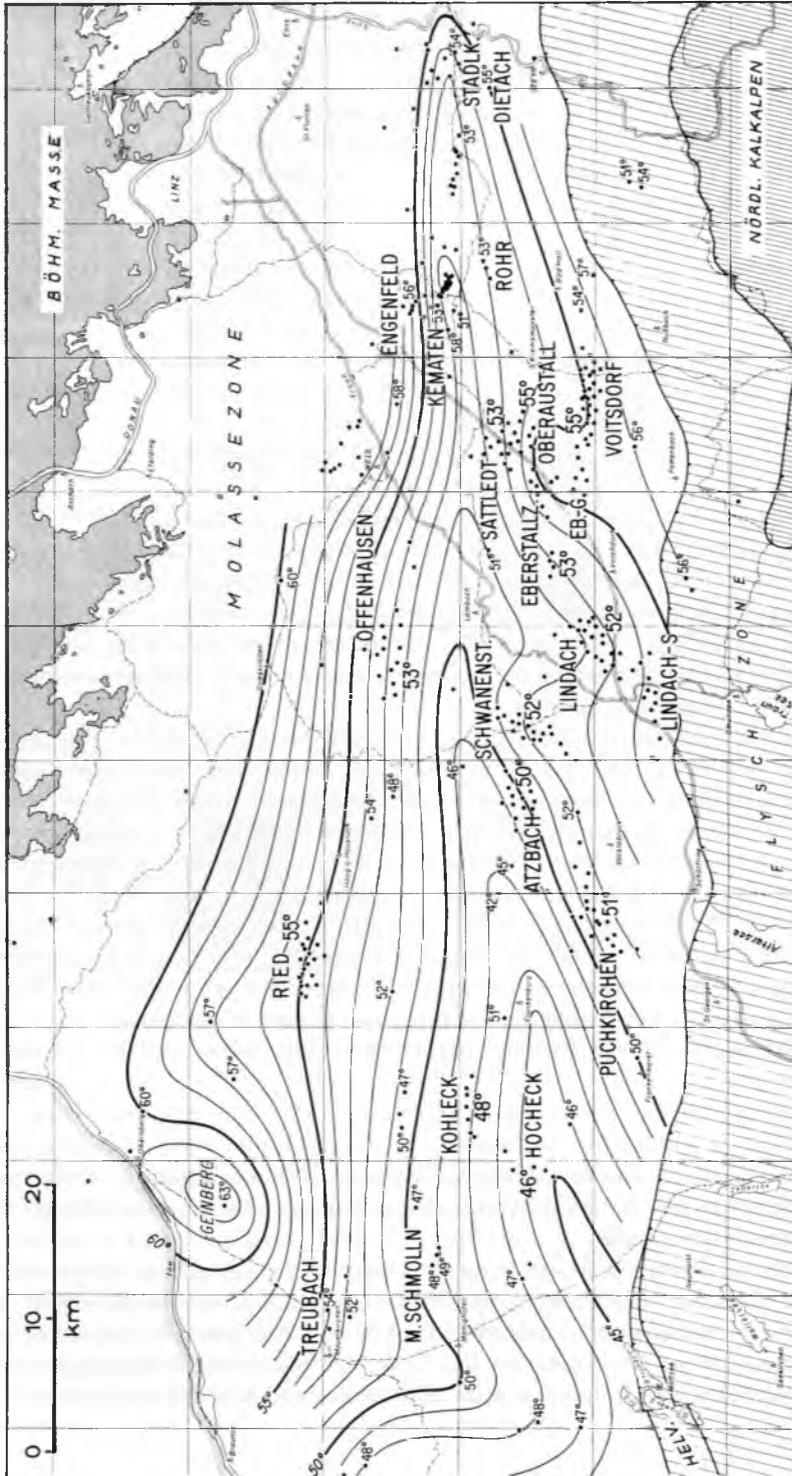


Abb. 115: Isothermen in 1000 m Tiefe in der oberösterreichischen Molassezone; nach B. KUNZ (1978, Abb. 8).

Die Bedeutung der Nutzung der Erdwärme ist im Zeitalter der Vergeudung der leicht zugänglichen fossilen Energieträger bisher unterschätzt worden, auch in unserem Land. Trotz jahrelanger erfolgreicher Nutzung der Geothermie im Nachbarland Ungarn ist in Österreich gerade erst jetzt im Jahr 1984/85 die erste Tiefbohrung mit dem Ziel der Nutzung geothermaler Energie im Fürstenfelder Becken in der Oststeiermark niedergebracht worden. Sie ist allerdings durch zu geringen Wasserzutritt erfolglos geblieben. Die bisher in Österreich genutzten Heißwässer der Tiefe aus Bohrungen (Oberlaa, Waltersdorf/Stmk., Geinberg/OÖ.) waren ja nur zufälliges Nebenprodukt von Tiefbohrungen mit anderen Zielsetzungen.

Literatur

M. BOCCALETTI et al., 1976; T. BOLDIZSÁR, 1968; BUNDESMIN. WISS. FORSCH., 1976; V. ČERMÁK, 1979; S. P. CLARK, 1961; R. GIESE, 1970; R. HAENEL, 1974, 1976; R. HAENEL & G. ZOTH, 1973; W. JANOSCHEK, 1976; H. JANSCHKE, 1975; A. KAUFMANN, 1977; B. KUNZ, 1978; K. LACHMAYER, 1980; H. LEDITZKY & H. ZOJER, 1984; E. OXBURGH & PH. ENGLAND, 1980; F. RONNER, 1974, 1980; W. J. SCHMIDT, 1979; L. STEGENA et al., 1975, Abb. 8; A. TOLLMANN, 1980 b; M. VENDEL, 1963; F. WEBER et al., 1981; M. WEIGL, 1978; G. WESSELY, 1983; H. ZOJER, 1977, 1984.

R TECHNISCHE GEOLOGIE

1. Überblick

Die erste zielbewußte Anwendung der geologischen Grundlagenforschung für die Praxis erfolgte in vielfältiger Form im Buch von E. SUESS „Der Boden der Stadt Wien“ (1862), in dem in minutiöser Weise der Zusammenhang zwischen geologischer Struktur, Lage der Friedhöfe der Stadt und Seuchenverbreitung im Grundwasserstrom unterhalb dieser Friedhöfe nachgewiesen worden ist. SUESS hat im Anschluß daran angewandte Geologie in weitestem Sinne betrieben, indem er auch noch die technischen Voraussetzungen zur Abhilfe von der Seuchengefahr – das Projekt einer Hochquellenleitung – selber schuf und auch selbst im Gemeinderat die Durchsetzung dieses Vorhabens gegen Unvernunft und Widerstand durchkämpfte.

Auch wenn wir uns hier im immens breiten Feld der angewandten Geologie auf den Bereich der technischen Geologie bzw. Ingenieurgeologie in Österreich beschränken wollen, hat auch diese Teildisziplin heute eine enorme Breite und praktische Bedeutung erlangt. Der technischen Geologie obliegt zunächst die technische Ma-



Abb. 116: Carl Ritter v. GHEGA, Pionier des Bergbahnbaues (10. 1. 1802–14. 3. 1860).

terialkunde, die von der Gewinnung des technisch verwendbaren Gesteins im Steinbruch (Steinbruchgeologie) über die vielfältige Prüfung der technischen Verwendbarkeit des Materials im Labor bis zur handwerklichen und künstlerischen Gestaltung des „Geistes im Stein“ (A. KIESLINGER) von der einen Seite bis zur Verwitterung auf der anderen Seite reicht. Ein nächster Zweig besonderer Bedeutung ist die gerade in Österreich speziell entwickelte Fels- bzw Gebirgsmechanik, die den geologisch-tektonischen Gefügeplan und den möglichen Spannungszustand des Gebirges in bezug auf seine auch rechnerisch erfassbaren technischen Auswirkungen hin prüft. Die in der Baugeologie wichtigen Fragen der Hangbewegungen, der Standfestigkeit, des Talzschubes und der Bergstürze sind eng damit verbunden. Das Zusammenwirken von exogenen Ereignissen mit den geologischen Gegebenheiten und möglicher Abhilfe analysiert die Arbeitsrichtung, die sich mit Lawinen, Wildbachverheerungen, Unwetterkatastrophen und Muren befaßt.

In der Baugeologie sind gerade nach dem Zweiten Weltkrieg in Österreich sehr wichtige Erfahrungen in allen Teilsektoren erzielt worden, im Straßenbau, in der Brückenpfeilerfundierung, im Hochbau, bei der Anlage von Pipeline-Trassen (H. ZAUNER, 1980), ganz besonders aber im Talsperrenbau sowie im Tunnel-, Stollen- und Kavernenbau, wobei gerade im Tunnelbau einerseits in Österreich Pionierarbeit geleistet worden ist, andererseits eine intelligente, kostensparende, moderne Methode entwickelt werden konnte.

Einen Überblick über den Aufgabenbereich der Ingenieurgeologie im allgemeinen gibt neben dem klassischen Werk von L. BENDEL (1944, 1948) der jüngst erschienene Bd. III von F. BENDER (1984).

2. Historische Entwicklung

Mehr als in außeralpinen Ländern stellen im Alpenland Österreich Relief und geologische Komplikation des Untergrundes Anforderungen an ingenieurgeologische Prognosen und an die Durchführung von Großbauten. Es ist daher kein Zufall, daß in diesem Land, durch eine derartige Problematik angeregt, eine alte Tradition und zugleich ein hohes Ausmaß an schöpferischen Ideen zur Bewältigung schwieriger technisch-geologischer Fragen gegeben ist.

a) Den grandiosen Auftakt im steten Ringen um die Beherrschung des Gebirges bei technischen Großbauten gab in Österreich die großartige Leistung eines C. v. GHEGA (1802 bis 1860), der nach detaillierten Erhebungen im Gelände gegen den heftigsten Widerstand aller Sachverständigen und des Ingenieur- und Architektenvereins den Bau der ersten Gebirgsbahn der Welt in tollkühnen Galerien, Tunneln und Viadukten quer durch Felswände und Schluchten im Semmeringgebiet durchzog – Abb. 116. Die im Jahre 1853 fertiggestellte Strecke mit dem damals einmaligen 1430 m langen, in vierjähriger Arbeit (1848 bis 1852) erstellten Scheiteltunnel in äußerst schwierigem, mobilem Gebirge war zuvor als absolut unüberwindlich für eine Adhäsionsbahn erachtet worden. Dabei ist diese Strecke in der „sanften“ Art, unter Verwendung der in unmittelbarer Nachbarschaft zur Verfügung stehenden Bausteine, mit Kreuzmeißel statt mit Bohrmaschinen in den Tunneln etc., bewältigt worden. Ein vergleichbarer, mit einfachsten Mitteln ohne jegliche technische Kunstbauten (abgesehen vom kurzen Scheiteltunnel) in die Landschaft eingefügter Bau war später das Werk der Glockner-Hochalpenstraße nach den Plänen von Ing. F. WALLACK.

Die nächsten großen Eisenbahntunnelbauten in Österreich erfolgten 1884 mit dem 10,2 km langen Arlbergtunnel (nachdem man damals bereits in den Westalpen gewisse Erfahrungen hierüber gesammelt hatte: 1871: Mont Cenis, 1882 Gottard), dann 1906 mit dem 8,1 km langen Karawankentunnel, 1909 mit dem 8,5 km langen Tauerntunnel etc. In dieser Zeit standen allerdings ingenieurgeologische und felsmechanische Überlegungen noch vollkommen zurück hinter einfacher Prognose der zu erwartenden geologischen Struktur der Tunneltrasse.

b) Die nächste Phase der Entfaltung der technischen Geologie in Österreich wurde durch die Anforderungen des um 1920 einsetzenden Wasserkraftwerkbaues eingeleitet, mit der Errichtung großer, auf Fels gegründeter Staudämme, unter besonderer Berücksichtigung der Hangstabilität und des zu erwartenden Verhaltens des Felses während und nach dem Eingriff. Durch diese Vorhaben wurde die enge Zusammenarbeit von Bauingenieur einerseits und Geologe andererseits stimuliert. Das Ausmaß dieses gewaltigen Lernprozesses kann man etwa an der von H. GRENGG (1961) publizierten Zusammenstellung über die bis dahin errichteten 43 österreichischen Großstaudämme ermessen (E. CLAR, 1964, S. 928; E. CLAR & W. DEMMER, 1982, S. 22).

Für eine derartige Zusammenarbeit waren in Österreich günstige Voraussetzungen gegeben: Einerseits hatten seit jeher Geologen mit großem Einfühlungsvermögen ihr Augenmerk auf technisch-geologische Bauvorhaben gerichtet, wofür etwa in früherer Zeit die Arbeiten von F. v. HOCHSTÄTTER (1873 Begriffsprägung „Ingenieurgeologie“) oder besonders von O. AMPFERER zeugen, der von der physikalischen Seite her zur Geologie gekommen war (J. STINY, 1953, S. 30). Ferner war mit B. SANDERS Gefügellehre das Werkzeug für die Arbeitsrichtung der Felsmechanik geschaffen worden. Andererseits kamen von der rein technischen Seite her bedeutende Forscher wie A. ROSIWAL oder K. TERZAGHI, der Schöpfer der Bodenmechanik, an die gemeinsame Fragestellung heran.

Der lang anhaltende Höhepunkt dieser Phase stand ganz unter dem Eindruck der souveränen Beherrschung der baugelologischen Fragen der Praxis durch J. STINY (1880 bis 1958), die durch sein unerreichtes Einfühlungsvermögen Entscheidendes für den Talsperrenbau und für alle technisch-geologischen Fragen dieser Ära beigetragen hat. In 340 Publikationen und über 700 Gutachten hat er Wesentliches zum Zusammenspiel von „Geologie und Bauwesen“ (wie der Titel der von ihm über 23 Bände hindurch herausgegebenen Zeitschrift lautet) geleistet (vgl. Nachrufe von NN., 1950; A. KIESLINGER, 1958; L. MÜLLER, 1958; E. CLAR, 1977, 1981). L. MÜLLER(-SALZBURG) (1980, S. 47) schildert das „intuitive“ Erfassen der Probleme der Talsperren durch J. STINY als echte Erkenntnis derart: „Es war faszinierend, dabei zu beobachten, wie



Abb. 117: Gedenktafel für Prof. J. STINY an der Technischen Universität in Wien.

unmittelbar er, vom Großen ins Kleine gehend, zu einem ganz sicheren Ergebnis gelangte; viele dieser Talsperren sind ja inzwischen gebaut worden; dabei hat sich seine Beurteilung (sogar felsmechanisch) stets als zutreffend erwiesen, und es hat nie einen Mißerfolg oder auch nur wesentliche Überraschungen gegeben.“ – Abb. 117.

c) Die zweite Phase der Entfaltung der Technischen Geologie in Österreich ging weiterhin von der Geländebeobachtung und nicht vom Experiment oder von der Theorie aus: Es ist die durch L. MÜLLER(-SALZBURG) geprägte „Österreichische Schule der Felsmechanik“, die letzten Endes in den gefügekundlichen Erkenntnissen von B. SANDER (vgl. 1948, 1950) wurzelt, welcher selbst die Bedeutung dieser Arbeitsrichtung in der Baugeologie klar herausgestellt hatte (B. SANDER, 1956). L. MÜLLER kämpft seit der Gründung des „Salzburger Kreises“ und seinem ersten Kolloquium im Jahre 1951 für diese enge Verbindung von Praxis und Theorie (L. MÜLLER-SBG., 1982) und steht auch nicht an zu tadeln, daß gerade in neuerer Zeit unter der Begeisterung für Modell und Theorie bei manchen Technikern die ganzheitliche Betrachtung wiederum zurückgedrängt wird, ja sogar das erarbeitete „gute Werkzeug“ vielfach nicht mehr zum richtigen Einsatz kommt (L. MÜLLER-SBG., 1980 a, b; 1984, S. 6).

Gerade auch die Beobachtung des Gebirgsverhaltens in der Praxis am Beispiel der Stollenbaustellen von Prutz-Imst und Schwarzach hat ja zur Entwicklung der so ökonomischen fortschrittlichen „Neuen Österreichischen Tunnelbauweise“ geführt (vgl. E. CLAR & W. DEMMER, 1982, S. 23).

Es ist hier nicht möglich, auf die historische Entwicklung der technischen Geologie in Österreich in der ganzen Breite einzugehen. Symbolhaft soll hier zum Schluß nur eine der spezifischen Forschungsweisen dieser Richtung angeführt werden, um auf diese Vielfalt der Angewandten Geologie hinzuweisen: jene Richtung, die von der technischen Materialkunde, vom Steinbruch und Baustein über dessen Verwertbarkeit bis zur Kulturgeschichte im Stein, zum „Geist im Stein“ (1962) vorgestoßen ist, verkörpert im Geiste und in den grandiosen einschlägigen Werken A. KIESLINGERS (G. HORNINGER, 1975; W. EPPENSTEINER, 1978) – vgl. hierzu A. KIESLINGER 1935, 1938, 1949, 1951, 1953 a, b, 1954, 1956, 1962 a, 1964 a, b, 1969, 1972.

3. Geologisch-technische Materialkunde

Gerade diesem Sektor der angewandten Geologie ist in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg mit dem rapiden Aufschwung im Baugewerbe besondere Beachtung geschenkt worden. Es beginnt mit der Fragestellung nach der Anlage von Steinbrüchen und Baustoffgruben (J. STINY, 1930), der regionalen Erfassung der Steinbrüche (Steinbruchkartei der Geologischen Bundesanstalt) und der auch kartennmäßigen Festlegung des Großraumpotentials (wie dies pioniermäßig derzeit vom Institut für Umweltgeologie in Graz unter der Leitung von Prof. W. GRÄF gerade für die Steiermark so mustergültig durchgeführt wird).

Die Untersuchungen setzen fort mit Arbeiten, die sich der speziellen Eignung des Gesteins im weitesten Sinne für Bauzwecke, aber auch technisch-industrielle Prozesse widmen: War hierbei zunächst das Augenmerk in erster Linie auf die technische

Verwertbarkeit der Festgesteine gerichtet (A. KIESLINGER, 1951 bis 1972; R. v. KLEBELSBERG, 1947; A. SCHMÖLZER 1938; O. FRIEDRICH, 1965; F. DE QUERVAIN, 1967; bis etwa zum Projekt STA32F des Instituts für Umweltgeologie in Graz, W. GRAF et al., 1984, über die Dekorsteine der Steiermark), so hat sich in jüngster Zeit das Interesse gleichermaßen den Lockergesteinen, den Industriemineralien, Tonen und Erden in Österreich zugewendet, wie eine Auswahl typischer, eben erschienener einschlägiger Untersuchungen mit modernsten chemischen, mineralogischen und sedimentologischen Methoden sowie zahlreiche weitere Artikel, besonders im Archiv für Lagerstättenforschung, bezeugen: E. FLÜGEL & J. HADITSCH (1975): Kalk; H. LOBITZER & R. SURENIAN (1984): Dolomit; W. GRAF (1982), W. GRAF, R. AIGNER et al. (1985), G. ZEZULA et al. (1983): Schotter; F. EBNER & W. GRAF (1982), K. CZURDA et al. (1983, 1984): Tone; M. GÖTZINGER (1984): Gesamtübersicht.

Eine besondere Bedeutung hat neuerdings die technische Gesteinskunde auf dem Sektor des Straßenbaues durch eine beeindruckende Verfeinerung der Untersuchungsmethodik und das wachsende Ausmaß dieser Untersuchungen an der „Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal“ in Wien erlangt. Gegenüber den einfachen Betrachtungen aus der Vorkriegszeit (vgl. R. GRENGG, 1930) geben Übersichten wie jene von E. SCHRÖLL (1970) und P. WIEDEN (1976) oder Spezialarbeiten wie jene von P. WIEDEN & J. PONAHL (1970) und P. WIEDEN & F. KAPPEL (1973) Einblick in die ungemein vielfältige Art der heutigen Forschungsweise.

Schließlich aber ist nicht nur der Frage nach der Gewinnung und Nutzung von Bausteinen, sondern auch nach dem anderen Ende des Zyklus, der Zerstörungen an Steinbauten und Bausteinen durch Verwitterung, wiederholt Augenmerk gewidmet worden. Nach A. SCHMÖLZER (1936) war es vor allem wiederum A. KIESLINGER, der sich in zahlreichen Einzelarbeiten (1957, 1959 etc.) und in einer Buchpublikation (1932) dieses Themas annahm. Gerade heute kommt dieser Betrachtung durch die intensive Zerstörung von Steinbauten durch den beständig aggressiver werdenden Säureregen besondere Bedeutung zu, emittiert doch Österreich selbst an die halbe Million Tonnen Schwefeldioxyd, ferner Massen von Stickoxyden und Kohlenoxyden pro Jahr als gravierenden Beitrag zur Bildung der Säureregen!

Zur breiten Palette der durch diese Verantwortungslosigkeit bewirkten Schäden gehört auch die unwiederbringliche Zerstörung der steinernen kulturellen Zeugen vom Wert der romanischen Plastiken der Kirche von Schöngraben in NÖ., die unter dem Schwefelsäureregen vergipst und zerfallen, der bunten Glasfenster der gotischen Kirchen, der Gemälde in den Museen etc. Auch vor Betonkonstruktionen machen derartige aggressive Niederschläge nicht halt, wie die Techn. Mitt. des Österr. Ing. und Architekten-Vereins, 1981, H. 3, ausführen: „Im Bereich der DIN 4030 (Schutz des Betons vor angreifenden Wässern) ist ein p_H -Wert von 4,3 als stark angreifend einzustufen. Die durch diesen Säureniederschlag auftretenden Korrosionsschäden machen in Ballungszentren eine gründliche Überwachung der bestehenden Konstruktionen erforderlich.“

4. Felsmechanik, Gesteinsspannungen und Hangbewegungen

Die Unterscheidung der „Gebirgsfestigkeit“ gegenüber der „Gesteinsfestigkeit“ geht auf den Schweizer Geologen A. HEIM zurück, der auf den für die Baugewebologie wesentlichen Umstand hinwies, daß die mechanische Eigenschaft großer Gesteinskomplexe auf Grund ihrer Bankung und Klüftung entscheidend von der Eigenschaft des gleichen Materials abweicht, die an homogenen Gesteinsstücken im Labor ermittelt wird. J. STINY, K. MÜLLER und E. CLAR (1963, 1965) haben in Österreich erfolgreich der Erforschung des diskontinuierlichen Gefüges des Gebirges im Rahmen der Felsmechanik den Weg gebahnt, indem sie die Ergebnisse der Gefügekunde B. SANDERS (1948/50) und F. KARLS (1954) der Praxis der Beschreibung und praktischen Berücksichtigung des Fugen-Gefüges vom „Fels“ bzw. „Gebirge“ (ober- oder untertage) dienstbar gemacht haben. Die detaillierte Aufnahme des Gefüges ist heute in der technischen Felskartierung unabdingbar geworden, für die Vorhersage ebenso wie während des Bauvorganges. E. CLAR (1965, S. 48) hat hier die oft mehrphasigen früheren, unter tektonischen Bedingungen einer fernen Vergangenheit aufgeprägten Verformungen des Gebirges abgetrennt von jenen, die die Felskörper unter Einwirkung der Schwerkraft unter den heutigen Geländeformen zusätzlich aufgeprägt erhalten und die meist für die ingenieurgeologische Betrachtungsweise am wesentlichsten sind: Hangtektonik, die zum „Talzuschub“ STINYS führt oder Hangbewegungen, die bis zum Bergsturz fortschreiten, sind Obertageäußerungen dieser jüngsten Zerlegung, Verformung und Verdrückung von Tunnel- und Stollenprofilen oder aber auch Gebirgsschläge, die auf Restspannungen im Gestein untertage zurückgehen (E. TSCHERNIGG, 1932, 1958 a etc.; A. KIESLINGER, 1960; F. KOHLBECK et al., 1981).

Aktuelle großräumige tektonische Bewegungen in den Ostalpen (T. GATTINGER, 1978, 1981), mehr aber noch die unter den postglazialen Geländeformen besonders unter Mitwirkung des Grundwassers und des Porenwassers wirksamen Massenbewegungen vom Gekriech über Erdbeben bis zum Fels- und Bergsturz (O. LANSER, 1967; G. ABELE, 1974) – Abb. 118 – stellen im alpinen Gelände besondere Anforderungen an den technischen Geologen. Die Gehäubebewegungen werden bekanntlich seit J. STINY (1941) als „Talzuschub“ bezeichnet. Durch eine genaue Analyse der Erfolge und Mißerfolge (besonders auch der Großkatastrophe beim künstlich induzierten Bergsturz im Vajonttal in den Südalpen – E. H. WEISS, 1964; L. MÜLLER-SBG., 1968) sind heute gerade an alpinen Beispielen viele Zusammenhänge zwischen Geländeform, Gesteins-, Gefüge- und besonders Wasserverhältnissen (H. ZOJER & J. ZÖTL, 1975), aber auch der Tonmineral-Verteilung (G. RIEDMÜLLER, 1972; G. RIEDMÜLLER et al., 1977) bekannt geworden, ist der bedeutende Tiefgang der Deformationen erfaßt worden (L. MÜLLER-SBG., 1963), der Bewegungsablauf durch langfristige Messungen kontrolliert worden, sodaß man sowohl adäquate Maßnahmen zur Sanierung von Rutschungen (CH. VEDER, 1979) als auch zum Vortrieb und Ausbau von Tunneln in solch schwierigem Gebirge unter oft enormem technischem Aufwand entwickelt hat (G. SPAUN, 1979, S. 340 ff.). Ein vorsorgliches Umgehen solcher als in Bewegung befindlich erkannter Hangpartien ist allerdings nach wie vor die bessere Lösung des Problems, aber nicht immer möglich.



Abb. 118: Der hell beleuchtete Teil der Südbabstürze des Tschirgant in Tirol stellt die Ausbruchsnische des im Gschnitz-Stadiums (10.600–7.580 v. Chr.) auf den Ötztalglatscher niedergegangenen Bergsturzes dar. Die 180 Mio. m³ Material aus dieser Nische, vermischt mit Moränenmaterial, sind auf einer sieben Kilometer langen Fahrbahn quer über das Inntal hinweg ins Ötztal aufwärts gebrandet. Während solche großen, katastrophenartig niedergehenden Bergstürze seltene Naturereignisse darstellen, sind die langsamen Massenbewegungen in den Alpen durch glaziale Übersteilung und durch Mitwirkung des Klufwassers weithin verbreitet und für die technische Geologie von besonderer Bedeutung.

Als modern untersuchte Beispiele für alpine Großhangrutschungen aus neuerer Zeit seien die Arbeiten von E. CLAR & P. WEISS, 1965 (Millstätter Alpe), A. ALKER et al., 1969 (steirische Beispiele), J. HADITSCH, 1970 bis 1971 (Stubenberg, Stmk.), H. LITSCHER, 1979 (Gr. Fleißtal bei Heiligenblut) und E. HAUSWIRTH et al., 1982 (Wörschachwald im Ennstal) genannt. Zu einer Klassifikation der Massenverlagerungen in den Alpen haben W. LAATSCH & W. GROTTENTALER (1972) beigetragen. H. PETZNY (1967) und U. ZISCHINSKY (1967, 1969) haben sich um den allgemein gültigen Deformationsplan für instabile Felsböschungen bemüht.

Eine moderne Behandlung der vielfältigen Facetten des Themas der Felsmechanik erfolgte einerseits in der Leopold-MÜLLER-SBG.-Festschrift (E. BECKER et al., 1974), andererseits in der Festschrift für CH. VEDER (M. FUCHSBERGER, 1983) an Hand einer Vielfalt spezieller Probleme.

Die Bedeutung einer richtigen Bodenklassifikation bzw. Beurteilung der Bodenstandfestigkeit ist ja erst jüngst durch die am 18./19. Dezember 1985 in 150 m Länge bis 15 m tief abgesackte, soeben neu eröffnete Südautobahntrasse bei Pinkafeld im

Burgenland und den damit verbundenen finanziellen Schaden so recht ins Bewußtsein der Öffentlichkeit geraten. Dem viel zu hoch geschütteten Damm hat der hier bekannt labile tertiäre Untergrund nicht standgehalten. R. SCHWINGENSCHLÖGL & E. WEISS haben ja (1984, S. 223) gerade an Hand dieses Projektes der Südautobahn die Problematik der Bodenklassifikation im Tertiär (Beispiel Sinnersdorfer Schichten) als Baugeologen erörtert.

Eine regionale Erfassung sämtlicher Hangrutschungen, Bergzerreibungen, Bergstürze und aller übrigen Risikofaktoren von Österreich erfolgt auf der von der Geologischen Bundesanstalt unter der Ägide von G. SCHAFFER erstellten „Karte der geologisch-geotechnischen Risikofaktoren der Republik Österreich 1:50.000“. Seit der Planung im Jahre 1980 liegen sieben Blätter in Reinzeichnung vor, darunter das Blatt Gmunden, an Hand dessen das Prinzip dieses Kartentypus durch A. DAURER & G. SCHAFFER (1983) erläutert worden ist – vgl. S. 349.

5. Lawinen-, Muren- und Wildbachverbau

Die Bemühungen um Sicherheit vor Lawinen und Wildbachschäden haben in Österreich zufolge des hohen Anteils an der hochalpinen Region hohe Tradition. Dieser Wissenszweig erwuchs aus der Praxis. Wildbachverbauungen reichen in den österreichischen Alpenländern über Jahrhunderte zurück, wie die Maßnahmen im Raum Brixen in Südtirol in der Zeit des Fürstbischof A. KROSIN zeigen: O. LANSER (1962, S. 9 ff.) hat ausführlich über die frühen österreichischen Leistungen in der Wildbachverbauung berichtet. Pioniere der Wildbachverbauung waren die Tiroler F. v. ZALLINGER mit seinem Werk „Von den Ueberschwemmungen in Tyrol“ aus dem Jahre 1779 und insbesondere J. DUILE mit seinem Buch „Ueber die Verbauung der Wildbäche in Gebirgs-Ländern“ aus 1826. Ein langer Weg führt von diesen Vätern der Wildbachverbauung bis zu den heutigen wegweisenden Untersuchungen des Institutes für Wildbach- und Lawinenverbauung an der Universität für Bodenkultur in Wien unter Prof. H. AULITZKY

Der kontinuierliche systematische Aufbau und Ausbau dieses Wissenszweiges begann zu Beginn der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts mit der Einrichtung eines Forsttechnischen Dienstes in den österreichischen Südalpen. Durch Freiherrn A. v. SECKENDORFF (1845 bis 1886), den Leiter des Forstlichen Versuchswesens in Mariabrunn, seit 1875 an der Hochschule für Bodenkultur Wien tätig, wurden die Voraussetzungen für die akademische Ausbildung in dieser Disziplin in Österreich geschaffen. Über die große Tradition des genannten Institutes an der Universität für Bodenkultur – dem ältesten Institut für Wildbach- und Lawinenverbauung der Welt – berichtete anlässlich des hundertjährigen Jubiläums der staatlichen Wildbachverbauung in Österreich eingehend H. AULITZKY (1984 a), dabei auch der Ausstrahlung österreichischer Wildbachverbauer im Ausland gedenkend.

Die Wildbach-, Lawinen- und Murentätigkeit wird heute einerseits von der Praxis her erfaßt und klassifiziert (Beispiel: Zweigeteilte Wildbachklassifikation durch H. AULITZKY, 1984 b), andererseits wird auf theoretischem Weg der Mechanismus

Die XXXVI. Figur.
Wie **Einfall** **Theurdanck** **in** **eine**
 andere Gefährlichkeit führet / **under** **Schnee-**
Ballen.



Abb. 119: Die älteste überlieferte Darstellung einer Lawine aus dem „Theuerdanck“ Kaiser Maximilians aus Tirol (1517); teste W. KATZMANN et al. (1985, Abb. 43).

von Massenströmen der Lawinen und großen Bergstürze analysiert: Geschwindigkeit und Reibungskoeffizient von Lawinen mit langsam rutschender und rollender Bewegung, mit langsamer Fließbewegung und mit rascher, turbulenter Bewegung sind heute grundsätzlich ebenso berechenbar (W LAATSCH, 1977), wie sich Reichweite, Geschwindigkeit und Mechanismus auch der übrigen großen Massenströme vom Anbruch bis zur Ablagerung annäherungsweise nachvollziehen lassen (H. J. KÖRNER, 1976). Auch in den vergleichbaren westalpinen Arbeiten werden Praxis und theoretische Berechnung heute harmonisch verbunden (A. VOELLMY, 1955: Zerstörungskraft von Lawinen).

Der zweite Schritt, die technischen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Hangstabilität bei wildbachbedingtem Talzus Schub und daran anknüpfend präventive Handlungen, bedient sich heute neben klassischen auch durchaus moderner Methoden (W FÜRLINGER, 1972; G. KRONFELLNER-KRAUS, 1974; H. AULITZKY, 1981 etc.): z. B. einer besonderen Verbauungstechnik mit umfassender Hebung der Bachsohle durch Geschiebeauflagen oder einer Entwässerung nicht nur auf mechanische (Dränage, Tiefbrunnen, wasserdichte Schürzen etc.) und biologische Art, sondern auch der bis in den ungestörten Boden gerammter Kurzschlußleiter, welche die den Wasserzustrom verursachende Elektrosmose durch den Abbau der elektrischen Potentialdifferenzen nach der Methode C. VEDER (1979) unterdrücken.

Eine Analyse des bisherigen Erfahrungsschatzes über das Ausmaß des Erfolges der verschiedenartigen Lawinenschutzmaßnahmen durch H. AULITZKY (1983) hat ergeben, daß die größten Sicherheitserwartungen bei permanenten Lawinenschutzverbauungen liegen, gefolgt von weiteren permanenten Bauten, während jene von temporären Maßnahmen (wie übrigens auch die Zuverlässigkeit der Lawinenvorhersagen) weit hinter den erstgenannten Maßnahmen zurückbleiben.

Den wichtigsten Schutz gegen Lawinen im alpinen Raum aber stellt der Wald dar. Eindringlich zeigt Tab. 3 bei W. KATZMANN et al. (1985, S. 64) den Zusammenhang zwischen dem Rückgang der Waldflächen und der Zunahme der Wildbach- und Lawinenflächen im Nordtiroler Raum seit dem Jahr 1774. Noch immer liegt die Zahl der Lawinenopfer in Österreich im Vergleich mit den übrigen Alpenländern am höchsten: bei 33 Prozent Anteil am Alpenbogen fallen 41,2 Prozent der Opfer auf Österreich (W KATZMANN et al., 1985, S. 67, Abb. 44).

Über die geologischen Grundlagen der Murentätigkeit und über Möglichkeiten der Vorbeugung vor Unwetterkatastrophen im alpinen Raum ist nach den klassischen Werken von J. STINY (1910, 1931 b) in neuerer Zeit von geologischer Seite mehrfach Stellung genommen worden (E. CLAR, 1959, 1971; N. ANDERLE, 1971; G. KRONFELLNER-KRAUS, 1974; TH. PIPPAN, 1977; W. KATZMANN et al., 1985 etc.). Neben der Bereitstellung des Lockermaterials sind natürlich erhebliche Unwetter die Voraussetzung für die oft verheerenden Vermurungen der Täler: Bei der Hochwasserkatastrophe im August 1958 im Mürtal in der Steiermark fiel dort innerhalb von zwölf Stunden ein Niederschlag von 500 mm, während der mittlere Jahresniederschlag in der Steiermark 1180 mm beträgt – Abb. 129 bis 130.

Einen regionalen Überblick über das Ausmaß der Lawinenverbauung in Österreich und speziell in Tirol hat jüngst H. AULITZKY (1975, 1984 a) gegeben.

6. Straßen-, Brücken- und Hochbau in Abhängigkeit von den geologischen Gegebenheiten

Wie bei den übrigen Eingriffen in den Untergrund sind bei den modernen großzügigen Straßenanlagen und deren Brücken mit oft bedeutender Spannweite und tiefen Pfeilerfundierungen ähnlich umfangreiche Überlegungen und Untersuchungen wie bei anderen technischen Großbauten im alpinen Raum vonnöten. Da wiederum die gleichen Fragen der Hang- und Untergrundstabilität wie beim Talsperrenbau auftreten, können wir uns hier kurz fassen.

Die Schwierigkeiten bei der Anlage groß dimensionierter Schnellstraßen und Autobahnen im alpinen Raum ergeben sich aus zwei Umständen: 1. Komplizierte geologische Verhältnisse zufolge der starken alpinen Tektonik und rascher Wechsel von Festgesteinen und eiszeitlichen Lockerablagerungen. 2. Geringe Ausweichmöglichkeiten zufolge der meist engen und besiedelten Talstrecken. Hierdurch bedingt müssen vielfach von vornherein Strecken eingeplant werden, die voraussehbare hohe geologische Risiken bringen.

Als Beispiele solch schwieriger Straßentrassen-Führungen aus neuerer Zeit seien etwa die von H. BRANDECKER & R. VOGELTANZ 1975 (Bundesstraße B 167 durch die Gasteiner Klamm), R. VOGELTANZ 1975 (Lammertal-Bundesstraße B 162), W. DEMMER 1976 a (Tauernautobahn Fritzbachtal) und R. VOGELTANZ 1983 (Pinzgauer Schnellstraße S 11 im Salzachtal zwischen Schwarzach und Taxenbach) beschriebenen Fälle erwähnt. Die Schwierigkeiten ergaben sich einerseits (Lammertal) aus unvorhergesehenen großen Hanganschnitten in Lockermassen, die durch eine flexible Krainerwand-Raumgitterkonstruktion beherrscht werden konnten und durch umfassenden Einsatz von Baustahlgitter, Alluvialnägeln und Spritzbeton während des Bauvorganges gesichert werden mußten. Es hat sich dort wiederum einmal mehr gezeigt, daß eine zu lockere geologische Vorerkundung nachträglich kostspieligere Sanierungsmaßnahmen erfordert und auch Kernbohrungen nicht einfach durch Rammsondierungen ersetzt werden können. Bei komplizierten Verzahnungen verschiedener quartärer Sedimente und Rutschmassen (Fritzbachtal) soll man naturgemäß bei Brücken größere Spannweiten wählen, um sich die Pfeiler in den tiefen Rutschmassen zu sparen und diese zu überbrücken. Daß naturgemäß mylonitische bruchtektonische Störungen, wie im Fall der Salzach-Längsstörung mit ihrem bis 200 m mächtigen Mylonit, die flach, schräg oder parallel angeschnitten werden, enorme Schwierigkeiten bringen, ergibt sich von selbst: Der in trockenem Zustand durchaus gründungsfähige Mylonit weicht natürlich durch Wasseraufnahme der Tone entsprechend auf und wird zur Gleitbahn.

In solchen mylonitisierten Großstörungen liegen naturgemäß auch bedeutende Gefahrenmomente bei der Fundierung von Brückenpfeilern. So hat etwa die Locierung des Südpfeilers der Melker Donaubrücke in NÖ. im Bereich der bereits aus dem Satellitenbild klar ersichtlichen Diendorfer Großstörung einen bedeutenden technischen Mehraufwand bei der Fundierung erfordert.

Ein Musterbeispiel für die sich in den endgültigen Kosten niederschlagenden erheblichen Schwierigkeiten der Fundierung auch nur im Nahbereich solcher großen Störungen lieferte bekanntlich die Europabrücke, die das Silltal im Zuge der Brenner-Autobahn 7 km südlich von Innsbruck quert (A. FUCHS, 1966; J. MALINA,

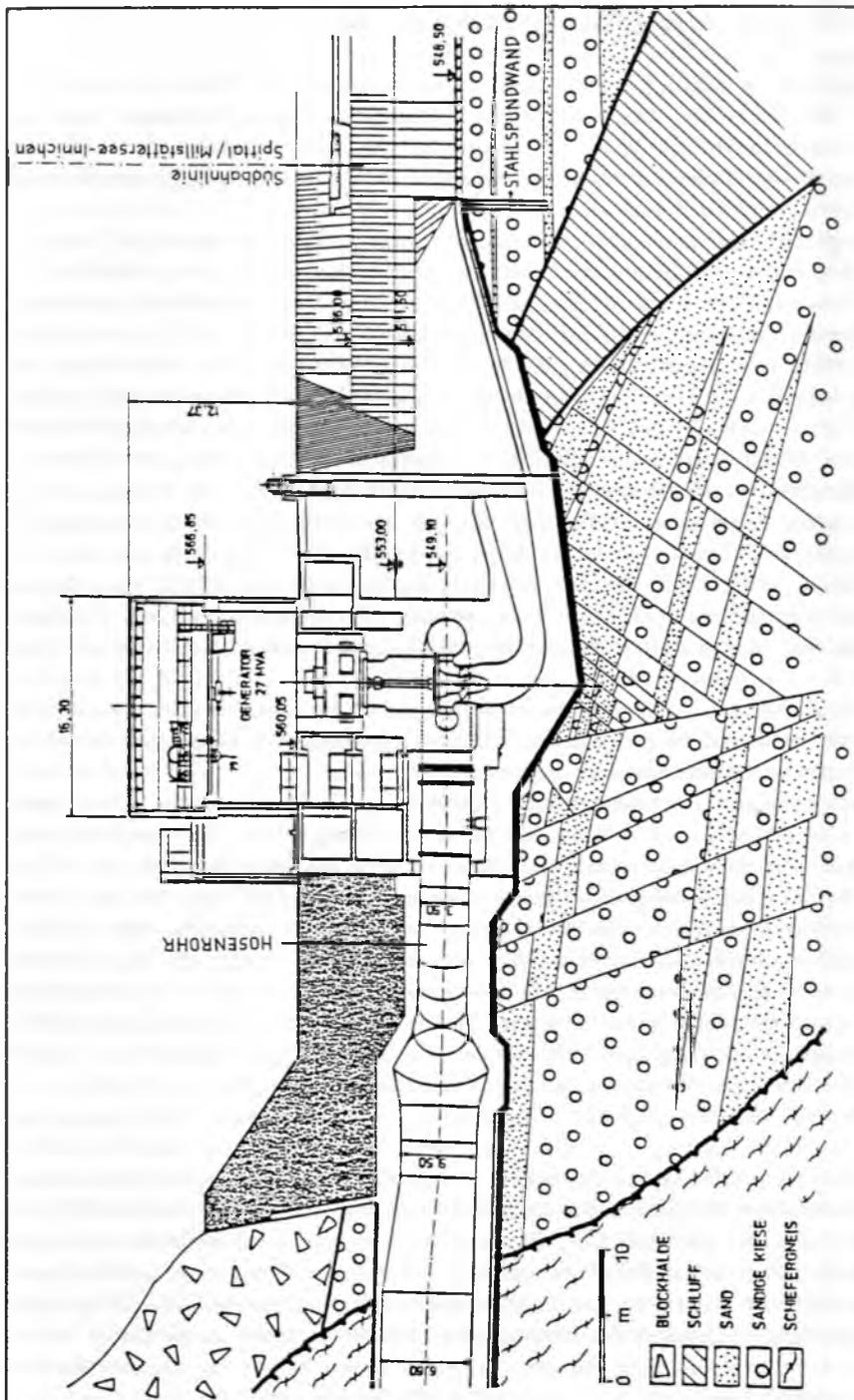


Abb. 120: Die Kraftstation Möllbrücke in Kärnten zeigt die technische Bewältigung einer schwierigen Untergrund-Situation. Am vorgegebenen Standort fanden sich von Brüchen durchsetzte alluviale Lockersedimente, verbunden mit Schluff, bedrängt vom Hangblockwerk, dahinter fester Schiefergneis; nach W. DENNER (1984, Abb. 6).

1969; G. HORNINGER & E. H. WEISS, 1980, S. 258). Die Gründung von vier der fünf vorgesehenen, bis zu 185 m hohen Pfeiler war deshalb so aufwendig, weil hier zur Silltal-Hauptstörung parallel mylonitisierte Nebenstörungen die Pfeilerareale durchzogen und dadurch schon beim Aushub der Baugruben Hangrutschungen und der Einsturz einer 22 m hohen Wand bei Pfeiler III verursacht worden waren. Am problemreichsten war Pfeiler I in einem hangparallel fallenden Quarzphyllit mit mylonitischen Klüften, noch dazu nahe dem Eisenbahntunnel.

Ein ausgezeichnetes Beispiel sorgfältiger technisch-geologischer Arbeit zur Vorbereitung des Baues der Hangbrücke Saag der Südautobahn in Kärnten nördlich des Wörther Sees hat E. H. WEISS (1973, S. 28 ff.) geschildert: Die Methodik der geotechnischen Untersuchung in diesem kritischen, mobilen, gleitanfälligen Glimmerschieferhang mit Hilfe von umfangreichen, bis 50 m tiefen Bohrungen, von 44 Schlitzten und Schächten und später einer ständigen Begutachtung und Bearbeitung der flächenmäßigen Aufschlüsse während des Baues sowie der danach gemeinsam mit Ing. F. PACHER abgestimmte Einsatz aller technischen Möglichkeiten wie Vergrößerung des Pfeilerabstandes, Fundierung in elliptischen Brunnen zur Ermöglichung des Vorbeikriechens der gleitenden Felsmassen, Abführung des gestauten Wassers durch verschiedene Dränagemethoden, stark variierte Pfeilergründungstiefe (vgl. H. BRANDECKER & R. VOGELTANZ, 1975, S. 42: Beispiel Lend), Ankerung einzelner Pfeiler nach System Loosinger, Vermeidung der durch die genaue Untersuchung erfaßten Veldener Störung usf. hat hier zu einem erkämpften Erfolg in schwierigerem geologischem Terrain geführt.

Grundsätzliches zur Gestaltung von Böschungen in Lockermaterial und in Fels bei Straßenanschnitten hat H. BRANDECKER (1971) – besonders an Hand von Beispielen aus Österreich – zusammenfassend dargelegt.

Daß bei anderen Hochbauten naturgemäß gleiche Überlegungen gelten, ergibt sich von selbst. Man wird also besonders bei erdbebengefährdeten Gebäuden wie etwa Atomkraftwerken, Schulen, Krankenhochhäusern etc. besonderes Augenmerk auf die Art und Struktur des Untergrundes legen müssen und nicht wie im Falle des Atomkraftwerkes Zwentendorf den Gebäudekomplex samt Sicherheitswanne unter Mißachtung der geologischen Gegebenheiten teils mit Magerbeton direkt auf festem Schlier, teils aber auf lockerem, wassergetränktem Donausand und -schotter der Nachrömerzeit gründen, damit sich nicht dann die daraus zwingend resultierenden Konsequenzen der verschiedenartigen Setzung, der Öffnung der Trennfugen, des Eintrittes von Grundwasser durch die Sicherheitswanne in das Reaktorgebäude einstellen (vgl. S. 185).

Als Beispiel für die geglückte Überwindung von schwierigen, heterogenen Untergrundbedingungen in dem von Staffelbrüchen durchzogenen, von Schluff durchsetzten, vom Talhang her durch eine Blockhalde belasteten jungen Tallalluvionen sei die Kraftstation Möllbrücke der Draukraftwerke-AG. angeführt, über die W. DEMMER (1984) berichtet hat (Abb. 120). Bauliche Maßnahmen wie Lastplattenversuche in der Baugrube, aber keine Rüttelverdichtung, keine Unterteilung des Tiefbaublockes, Dehnungsstücke im Ansatz an die Verteilrohrleitungen etc. konnten die richtig eingeschätzte geologische Ungunst des vorgegebenen Standortes völlig ausgleichen, wie die Praxis bewiesen hat: Die geringfügigen Setzungen waren bereits im zweiten Betriebsjahr völlig abgeklungen.

7. Alpiner Talsperrenbau

Abgesehen vom Tunnelbau mit seiner langen, bis auf Frh. C. v. GHEGA zurückreichenden Tradition hat auch der Bau von Talsperren in den österreichischen Alpenländern eine lange Vorgeschichte aufzuweisen: Sperren im Zusammenhang mit der Wildbachverbauung gehen über Jahrhunderte zurück; Sperren für Auffangbecken von Gletscherseebrüchen und Triftklausen zum Zwecke des Holzflößens waren in den beiden vorigen Jahrhunderten weit verbreitet (O. LANSER, 1962, S. 14 ff.). Der Talsperrenbau zur Schaffung von Ausgleichsspeichern für die Gewinnung elektrischer Energie setzt nach dem bescheidenen Vorläufer des Kraftwerkes Andelsbuch/Bregenzer Ache in Österreich mit der Errichtung der beiden Sperren Wienerbruck und Erlaufklause an der Erlaf in den Jahren 1908 bis 1911 ein, die für das Kraftwerk Wienerbruck im Zuge der Elektrifizierung der Mariazellerbahn errichtet worden sind (O. LANSER, 1962, S. 20; H. GRENGG, 1962, S. 36 ff.).

Der in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts in zunehmendem Maße einsetzende Talsperrenbau der E-Wirtschaft stellt wohl die größte Herausforderung der Ingenieurgeologen dieser Epoche dar: Konnte hierbei doch nicht auf die aus dem Bergbau seit urdenklicher Zeit vorhandene Erfahrung zurückgegriffen werden, sondern kam nun als neuer Fragenkomplex das Verhalten des Felses mit all seinen individuellen Gefügemerkmalen obertage hinzu, zugleich die Notwendigkeit, seine Reaktion während des Baues der Staumauern, nach Belastung der Staumauer mit dem Wasserdruck, seine unterirdische Wegigkeit wegen Wasserverlusten sowie das künftige Verhalten der Felsflanken bei der völlig neuen Situation nach Erreichung des Stauzieles vorherzusagen, zu berechnen und in die Planung voll einzubeziehen. Mit Hilfe der verschiedensten Methoden hat man dieses Ziel zu erreichen getrachtet: Durch genaue Kartierung, exakte Gefügaufnahmen, geophysikalische Sondierungen, Bohrungen, Sondierstollen mit Stempeldruckversuchen, technische Feldversuche, Wasserabpreß- und Injektionsversuche, sodann durch Laborversuche am Gestein, felsmechanische Berechnungen, Modelluntersuchungen und mit Computermodellrechnungen.

Wie oben erwähnt, hat Österreich auf diesem Sektor eine gewaltige Erfahrung sammeln können, waren nach H. GRENGG (1962) allein in der Zeit zwischen 1920 bis 1960 bereits 43 österreichische Großprojekte von Talsperren und Staudämmen realisiert worden und schritt der Ausbau der Wasserkraft in den Alpentälern und an der Donau inzwischen zügig fort. Eine besondere Nachkriegsleistung und zugleich eine Quelle wertvoller Erfahrungen war der Ausbau des Kaprunertales durch die beiden Stufen des Tauernkraftwerkes „Glockner-Kaprun“ (J. GÖTZ, 1951; J. GÖTZ & R. EMANOVSKY, 1955).

Jede der Kraftwerksketten an den großen Flüssen (Donau, Drau, Mur, Enns, Salzach, Ziller usw.) brachte bei den geologisch so unterschiedlichen und komplexen Bedingungen der Standorte und mit zunehmender Einbeziehung der Geologen beim Baugeschehen einen rasch wachsenden Umfang an Erfahrungen in der Geologie des Talsperrenbaues. Österreich hat hierdurch auf diesem Sektor nicht nur eine lange Tradition aufzuweisen, sondern konnte auch zahlreiche internationale Spitzenleistungen vollbringen.

Einen Querschnitt über die aktuellen Fragen der im jeweiligen Zeitraum im Vor-

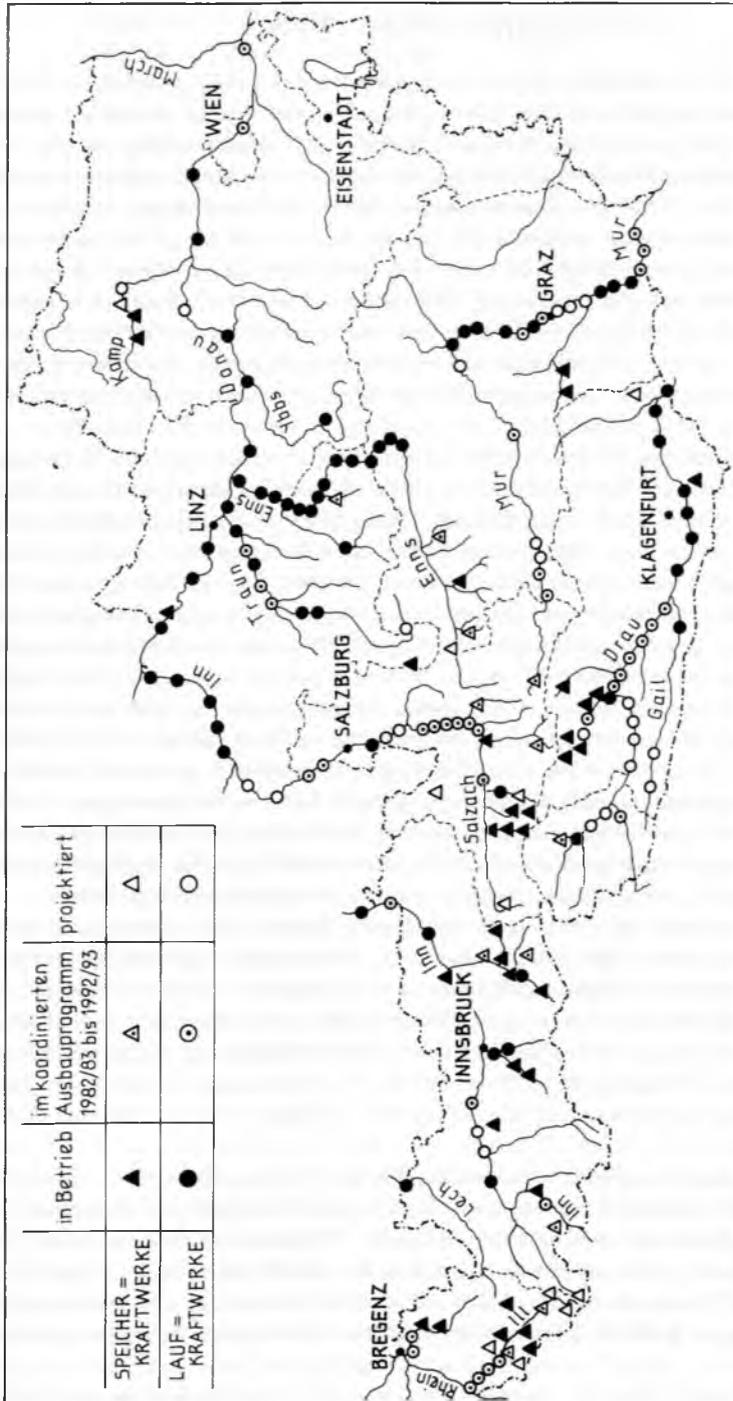


Abb. 121: Wasserkraftwerke und Talsperrenbau in Österreich. Aus dem koordinierten Ausbauprogramm der Österreichischen Elektrizitätswirtschaft; aus W. KATZMANN et al. (1985, S. 66).

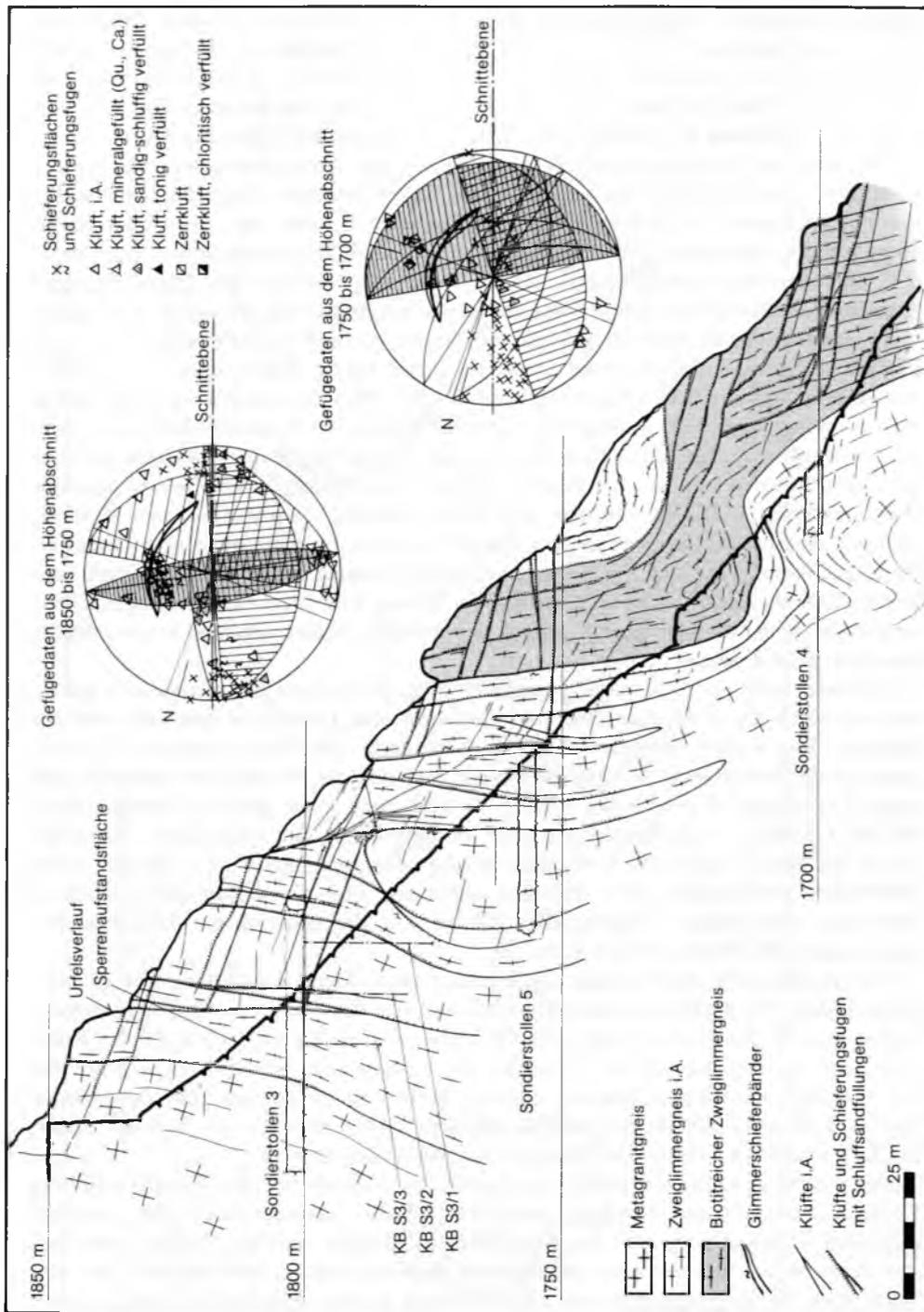
dergrund stehenden Talsperrenbauten geben Übersichtsarbeiten oder Exkursionsführer zum gestellten Thema wie etwa jene von H. GRENGG & H. LAUFFER, 1949; J. STINI, 1955; E. CLAR & G. HORNINGER, 1964; W. DEMMER, 1978; G. HORNINGER & E. H. WEISS, 1980; E. TENTSCHEIT, 1983 und das 1986 erschienene Heft 29 von E. CLAR, W. DEMMER & G. HORNINGER [Hrsg.]: „Geologie der Talsperren Österreichs“

Während die theoretische Seite der Frage der Gründung von Talsperren, vor allem die Wahl der verschiedenen Talsperrentypen durch Modellversuche, von O. -J. RESCHER (1981) durchgetestet worden ist und dabei aber das Verformungsverhalten des Sperrenuntergrundes auf diese Weise noch keineswegs befriedigend beurteilt oder berechnet werden kann, sind in zahlreichen praktischen Untersuchungen grundlegende Entscheidungshilfen für die vielfach auftretenden Probleme herausgearbeitet worden. Als Beispiel für solche umsichtigen Forschungsarbeiten für die Praxis sei jenes der Untergrunduntersuchung der Sperre Hochwurten am Weißsee, Sonnblickregion, durch H. LITSCHER & E. H. WEISS (1977) herausgegriffen: Mustergültig ist der Bezug zwischen geologischer Detailkartierung und parallel laufenden Aufschließungsarbeiten zur Erkundung des Gebirges mittels Bohrungen, Wasserabpressungen, Zementinjektionen etc. zur Feststellung der Durchlässigkeit und der zumutbaren Injektionsdrücke hergestellt worden. Der hohe Aufwand an geotechnischen Untersuchungen aber hat sich auch in diesem Beispiel mit dem zertrümmerten und versackten Granitgneisuntergrund und der Lockermaterialüberlagerung gelohnt, da hierdurch heute die Auswahl der adäquaten Sperrenart (in diesem Fall Damm), der nötigen Dichtungsmaßnahmen im Untergrund und in der lockeren Sedimentauflage verantwortlich getroffen werden kann.

Zahlreich sind die Fälle auch in neuester Zeit, wo ähnliche Schwierigkeiten auftraten und durch die Zusammenarbeit von Geologen und Technikern beherrscht werden konnten. Das jüngste Beispiel bietet die Gründung der Bogenstaumauer Zillergündl im Zentralgneis der Hohen Tauern, wo sich im Bereich der ungewöhnlich tiefen Gefügelockerung am rechten Talhang nach einer genauen Gefügaufnahme des Geländes, nach Bohrungen, einer Gefügeprüfung der freigelegten Aufstandsfläche der Sperre nach dem – auf Empfehlung bedeutend vertieften – Aushub unter zusätzlicher Heranziehung von Fernsehsondierungs- und Kernbohrungen schließlich doch eine zureichende Gleitsicherung (1,4 bis 1,6) der abgrenzbaren kritischen Bereiche ergab (W. NOWY, 1984) – Abb. 122.

Die rechnerische Abschätzung der Standfestigkeit durch Auswertung der geologischen Daten, der Meßdatenänderungen während des Baues und von Laborversuchsergebnissen muß die Kennlinien des Gebirges mit den Kennlinien für die Beanspruchung der Auskleidung von Schächten etc. entsprechend kombinieren, um den für den Gebirgsdruck nötigen Ausbauwiderstand bestimmen zu können. Am Beispiel des Schachtkraftwerkes Kühtai der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz in den Stubai Alpen hat R. WIDERHOFER (1983) eindrucksvoll diese Methode dargelegt.

Aber auch in kritischen Fällen, wo durch den Auftrieb bei der Staubeckenfüllung Felsgleitkörper der Gehänge mobilisiert werden, können durch eine ständige sorgfältige Überwachung, eine Speicherfüllung in Etappen bis zum Vollstau unter beständigem Messen der Bewegungen, Berechnung der Gleitbahn und Kontrolle im Modellversuch die Vorgänge gesteuert und beherrscht werden. Ein Beispiel hierfür liefert



die Kontrolle der Bewegung eines großen Hang-Gleitkörpers mit konkaver Bahn im Bereich von Hochmais am Gepatschspeicher mit seinem 153 m hohen Steinschüttdamm des Kaunertalkraftwerkes der TIWAG in Tirol (H. LAUFER et al., 1974). Trotz einer Gesamtverschiebung der Gleitscholle am Westhang des 140 Millionen m³ großen Speicherraumes um 11,15 m waren die Vorgänge durch Überwachung während des Vollstaus in drei Etappen von 1964 bis 1966 beherrschbar gewesen.

Zu den Fragen der sicheren Gründung der Talsperren und der Beherrschung von Gefügelockerung oder Felsgleitung in den Gehängen des Stauraumes kommt, namentlich im Karstgebiet, immer noch die Frage der Dichte und Abdichtungsmöglichkeiten des Untergrundes zur Vermeidung größerer Wasserverluste hinzu. J. ZÖTL (1974, S. 226 ff.) hat am Beispiel des Dießbachspeichers am Westrand des Steinernen Meeres in den Kalkhochalpen gezeigt, daß durch die Klärung der Karsthydrologie eines solchen Raumes mit den S. 276 erwähnten Methoden sowie Probebohrungen zur Ermittlung der Klufteigenheiten in der Tiefe auch in einem solchen kritischen Karstgebiet unter Einsatz von Zementinjektionen mit durchaus begrenztem Injektionsgut perfekte Dichtungsschleier erzielt werden können, sodaß dort im hochalpinen Dachsteinkalk-Karst ein absolut dichter Speicherraum zustande gekommen ist.

Beim Aufbau der Kette der Donaukraftwerke ist schließlich auch die ingenieurgeologische Erfahrung durch den sehr wechselnden Aufbau der einzelnen Abschnitte der Donau – vom kristallinen Grundgebirge bis zu den tertiären und quartären Flußstrecken – wesentlich bereichert worden. F. MAKOVEC (1976 a, b), R. FENZ et al. (1970) und J. KOBILKA (1984) gaben Einblicke in die geologischen und geotechnischen Verhältnisse der verschiedenen Staustufen. Eingehend wird 1976 (a) von F. MAKOVEC die geotechnische Situation der vier im Tertiär gegründeten Niederungskraftwerke Ottensheim-Wilhering, Abwinden-Asten, Wallsee-Mitterkirchen und Altenwörth geschildert. Hierbei kommen vor allem auch die geologischen und geophysikalischen Untersuchungsmethoden zur Sprache, einschließlich der bis 300 m langen, unter dem Strom ausgeführten Horizontalbohrungen und der hierbei angewandten Bohrlochendoskopie mit Fernsehbohrlochsonde zur exakten Erfassung von Gesteinsbeschaffenheit, Lagerung und Störungszonen. Mit Aufschlußschächten ist sparsam vorgegangen worden, im allgemeinen wurde nur je ein über 40 m tiefer Schacht pro Anlage erstellt.

Die jüngsten Erfahrungen von der 8. Donaustufe bei Melk in technischer und geophysikalischer Hinsicht haben G. GANGL et al. (1980), P. STEINHAUSER et al. (1980) und R. WAGNER (1982), jene der Stufe Greifenstein, die im Flysch gegründet ist, hat R. SCHWINGENSCHLÖGL (1984 a) mitgeteilt: Der Einsatz von fünf verschiedenen unabhängigen geophysikalischen Methoden bei Melk ist deshalb vorgenommen worden, da ja in südöstlicher Nachbarschaft die große, bis in die Gegenwart aktive Diendorfer Störung durchzieht und man die Bauwerksgründung außerhalb von etwaigen begleitenden Hauptstörungen sicherstellen wollte.

Abb. 122: Die Gründung der rechten Seite der Sperre Zillergründl der Tauernkraftwerke AG Salzburg in schwierigem Terrain mit z. T. flach talauswärts fallenden Klüften, mit von Schluffsandstein erfüllten Schieferungsfugen und chemisch zersetzten Glimmerschieferbändern innerhalb des Zentralgneises; nach W. NOWY (1984, Abb. 6).

Eine aufschlußreiche Zusammenfassung über die geologischen Erfahrungen beim Ausbau aller Draustufen durch die Draukraftwerke-AG. hat W. DEMMER (1978) vorgelegt: Die Reihe reicht von den problemlos auf anstehendem Fels fundierten Staustufen Schwabeck, Lavamünd und Edling an der unteren Drau – wo man lernte, die Schwebstoffe der Stauseen als natürliches Dichtungsmittel der Stauräume zu nutzen – über die bereits problemreichere Kraftwerksgruppe an der mittleren Drau, bei der das Kraftwerk Rosegg-St. Jakob mit dem sehr heterogenen Untergrund (W. DEMMER, 1975) und die Staustufe Annabrücke mit kräftig verstelltem pleistozänem Lockermaterial als Sockel (H. BRETH, W. DEMMER et al., 1982) Schwierigkeiten bereiteten, bis zur Kraftwerksgruppe der oberen Drau, bei der man bereits genügend Erfahrung hatte, um sämtliche Gründungen auf Lockergestein zu wagen.

Bei den Speicherkraftwerken dieser Draukraftwerkskette im hochalpinen Zentralgneisgebiet (W. DEMMER, 1978, S. 186 ff.), dem 1947 bis 1960 erbauten Winterspeicherwerk Reißbeck-Kreuzeck mit 1772 m Gefälldifferenz vom höchsten Speicher zur Kraftstation im Mölltal und dem in fünfjähriger Bauzeit errichteten Maltakraftwerk mit der 200 m hohen und an der Krone 626 m langen Bogenmauer der Kölnbreinsperre beim Hauptspeicher (W. FINGER et al., 1975; E. CLAR & W. DEMMER, 1979), lieferte namentlich die letztgenannte Sperre spezielle Probleme: Der nicht befriedigend abgestimmte technische Entwurf der Betonbogensperre in bezug auf den eher ungünstigen breiten glazialen Talboden, auf die große Steifigkeit des massigen Granitgneises und auf örtliche Diskontinuitäten zufolge weicherer Schiefergneiseinschlaltungen erbrachte bei hohem Aufstau eine Überbeanspruchung mit Rissebildung im Fundierungsbereich der mittleren Mauerblöcke, eine Schwächung der betroffenen Gründungsquerschnitte und eine erhöhte Wasserdurchlässigkeit. Über die schwierigen Probleme dieser Sperre und über die laufenden technischen Sanierungsmaßnahmen haben zuletzt W. DEMMER & H. LUDESCHER (1985) berichtet.

Der Bau der beiden erwähnten Hochgebirgsspeicher der Draukraftwerke-AG. war übrigens verbunden mit der Anlage von 90 km Stollensystemen. Die Erfahrungen, die bei diesen Anlagen erzielt worden sind – z. B. die Zweckmäßigkeit der zusätzlichen Konstruktion eines abdichtenden, bis 11 m dicken Betonvorbodens vor dem wasserseitigen Sperrenfuß – wurden bereits bei der nächsten im Bau befindlichen, 186 m hohen Bogenstaumauer Zillergründl in Tirol in die Praxis umgesetzt.

Eine der großen Sorgen im Talsperren- und Stollenbau – sei es im Sedimentgestein, sei es im kristallinen Fels – bildet die Gefahr des Eintrittes eines „Grundbruches“, d. h. des gewaltsamen Durchtritts des gespannten Wassers nach Aufstau durch den Porenraum bzw. die Klüfte des Gesteins. Auch hier hat man aus der Praxis gelernt – besonders am Beispiel dreier Stollen-Grundbrüche im Bereich des Kampkraftwerkes Dobra-Krumau, NÖ., mit Wasserausbrüchen bis zu 70.000 l/sec. (J. STINI 1956, S. 231): Die Panzerung des Stollens muß von außen her mindestens bis zu jenem Punkt reichen, an dem das Gewicht der Felsüberlagerung den hydrostatischen Druck ausgleicht. J. STINI hat dort (1956, S. 236 ff.) ferner über die technischen Maßnahmen zur Vermeidung von Grundbrüchen unter Talsperren an Hand einer Reihe von Beispielen berichtet – vgl. auch L. MÜLLER (1961).

Wesentlich für den Erfolg auf dem Sektor Talsperrenbau ist u. a. die laufende Kontrolle während des Bauvorganges, dann die genaue Überwachung während des

Füllens des Speichers und – bei kritischen Situationen – eine Revision in der Natur, in der Berechnung, unterstützt durch Modellversuche, und schließlich in der Folge eine langzeitige ständige Prüfung und Überwachung durch die Österreichische Staubeckenkommission mit Sitz im Ministerium für Land- und Forstwirtschaft (S. RADLER, 1980, S. K7).

Ein neuer Gesichtspunkt tritt in der letzten Zeit bei Kraftwerksbauten allmählich ins Bewußtsein – auch der beratenden Geologen: Im Zeichen des Wiederaufbauwillens nach dem Zweiten Weltkrieg war der Ausbau der Kraftwerksstufen in den Alpen und im Vorland zunächst selbstverständlich, dann aber in den folgenden Jahrzehnten noch gewohnheitsmäßig rein ökonomisch orientiert. Heute macht man sich in zunehmendem Maß Gedanken über die mit den Kraftwerksbauten verbundenen ökologischen Fragen, berücksichtigt bei der Wahl der Sperrmauern und Dämme auch Umweltbezüge, denkt daran, eventuell Pflichtwassermengen in den abgeleiteten Bächen (deren Zubringer ja meist auch in Beileitungen gefaßt sind) zu belassen, die Materialentnahmestellen zu rekultivieren, die Druckstollenleitungen mehr den Landschaftserfordernissen anzupassen etc. (S. RADLER, 1980; K. SCHIMUNEK, 1984).

8. Stollen-, Tunnel- und Kavernenbau

Schwierige und großartige Leistungen wurden in Zusammenarbeit österreichischer Ingenieure und Geologen seit der Pioniertat von Frh. von GHEGA vor 135 Jahren auf dem Sektor des Tunnelbaues vollbracht, ein gewaltiger Erfahrungsschatz wurde gesammelt – vgl. Zwischenbilanz J. STINI, 1950 – und schließlich wurde eine grundsätzlich neue, ökonomische, dem Verhalten des Gebirges am besten angepaßte Bauweise entwickelt (Neue Österreichische Tunnelbauweise – NÖT und ihre Varianten). Jeder dieser großen Eingriffe stellt Bauherren, Planer, Ingenieurgeologen und Baufirmen vor neue Probleme, da die tausendfältige Individualität des alpin-tektonisch geformten komplexen Gebirges jedesmal neue Überraschungen bereithält. Durch eine weit vorangetriebene Methodik der Vorerkundung in Zusammenwirken mit der heutigen Technik aber lassen sich vielfach Schwierigkeiten umgehen oder beherrschen. Man darf allerdings nicht vergessen, daß in vielen Fällen nicht die geologischen Verhältnisse des Untergrundes für die Planung der Trasse maßgebend sein können, mögen sie lokal auch noch so große Schwierigkeiten mit sich bringen. Gerade etwa der U-Bahnbau in Wien hat so anschaulich verdeutlicht, daß vielfach eben in erster Linie verkehrstechnische, städtebauliche Gesichtspunkte sowie spätere langfristige Betriebskosten für die Wahl der Trasse entscheidend sind und dann eben der Ingenieurgeologe mit den zu erwartenden Schwierigkeiten fertig werden muß (A. DOLLERL, 1976; H. PLACHY, 1976).

In stets wachsendem Maß hat auch in Österreich der Bau von Tunneln, Stollen und Kavernen immer gewaltigerer Längen und Dimensionen zugenommen: Wasserkraftwerkstollen mit Längen von 21 km und Vortriebsleistungen von 1 km/Monat (Beispiel Walgaustollen, H. LAUFFER, 1983) stehen neben Straßentunneln von 14 km (Arlberg, Ausbruchzeit 40 Monate). Und schon liegen detaillierte Pläne und Prognosen für einen Brennerflachbahntunnel mit der bevorzugten



Abb. 123: Südportal des Autobahn-Tauern隧ns bei Wald im Zederhauental (Lungau, Salzburg) während des Baues im Jahre 1971. Dieser Tunnel verbleibt in seiner gesamten Länge von 6.353 m in der mäßig nordfallenden penninischen Schieferhülle, welche die im Bereich des Tunnels auflagernden älteren, triadischen Kalke und Dolomite des Unterostalpins der Radstädter Tauern tektonisch flach unterlagert. Damit ist durch diesen Großaufschluß ein neuer Beweis für den Deckenbau im Bereich des Tauernfensters erbracht worden.

Ost-Variante zwischen Innsbruck und Aicha im Eisacktal mit 57,7 km Länge, 10,5 Jahren Bauzeit und 19,5 Milliarden Schilling Kosten (Preisbasis 1978) oder der gar 66,6 km langen Westvariante zwischen Innsbruck und Meran vor (M. KÖHLER, 1978). Dazu treten technische Anforderungen zur Auffahrung groß dimensionierter Kavernen verschiedenster Bestimmung auch in schwierigen Gebirgsarten auf (F. PACHER & G. SAUER, 1979). Keine Frage, daß neben dem hierdurch beständig weiter wachsenden geotechnischen Erfahrungsschatz durch solche vielfach profilmäßig die Tiefe aufschließenden Großbauten einschließlich der Pipeline-Stollen auch entscheidende geologisch-tektonische Erkenntnisse über die Struktur der Alpen anfallen: Man denke nur etwa beispielsweise an den Tunnel in den Radstädter Tauern (Tauern-tunnel der Autobahn (Abb. 123) – Vorprojekt A. TOLLMANN (unveröff.), Bericht W. DEMMER (1976 b) –, der den einst so umstrittenen Deckenbau im Rahmen des Tauernfensters bewiesen hat, oder an den Schneecalpenstollen der I. Wiener Hochquellenleitung (T. GATTINGER, 1973), der die Antwort auf die Frage „Pilzfalten“ bei gebundener Tektonik im Sinn von W. SCHLAGER (1967) oder „Schneecalpen-Deckscholle“ im Sinn der Vertreter der Deckenlehre gebracht hat. An Hand dieses Beispiels könnte sogar die seinerzeit von H. P. CORNELIUS in der Öffentlichkeit an L. KOBER gerichtete ironische paradoxe Frage

„Sind Sie schon unter dem Schneeberg hindurchgekrochen, um den Deckenbau zu beweisen?“ heute durch „Ja“ beantwortet werden: Der Schneeanpenstollen führt im basalen Gebirge genau unter der flach auflagernden Deckscholle der Schneebergdecke hindurch!

Mit welcher weit größeren Gefahren in der Pionierzeit der Tunnelbau verbunden war, bei dem zwar eine geologische Vorhersage die groben Umrisse der Schichtfolge und Lagerung, aber keinerlei für die technische Durchführung im einzelnen wesentlichen Auskünfte gegeben hatte, zeigt sich etwa an dem Ringen mit den Schwierigkeiten beim Bau des ersten Semmeringtunnels (vgl.: Bau des neuen Semmeringtunnels, W. J. SCHMIDT, 1952) oder des Bosrucktunnels mit seinen Gebirgsnachbrüchen und gewaltigen Wassereinbrüchen (G. GEYER, 1907; vgl. W. NOWY & R. LEIN, 1984) – s. Bd. II, Abb. 115. Durch Fehlen der Möglichkeit, die Übertiefung glazialer Täler und deren pleistozäne Füllung geophysikalisch zu orten, ist man bei deren Untertunnelung in der Vergangenheit knapp an Katastrophen durch Wassergroßeinbrüche vorbeigegangen, wie das aus den Westalpen genommene Beispiel des Gotthardtunnels so eindringlich dokumentiert (R. HAEFELI, 1968, S. 42), dem fast ein ähnliches Schicksal wie dem Lötschbergtunnel beschieden gewesen war: Die vorsorglich sehr tief unter dem Urserenbecken bei Andermatt geführte Gotthardtunneltrasse ging, wie man aus Bohrungen heute weiß, nur 40 m unter der Sohle des von (wassererfülltem) Alluvium und Moränen 250 m tief verschütteten Urserentals hindurch!

Sicherlich gibt es auch heute noch bei weniger umsichtiger Behandlung Divergenzen zwischen Vorerkundung, Ausschreibung und Ausführung derartiger Großprojekte im schwierigen alpinen Gebirge, wie W. FÜRLINGER (1978) am Beispiel des Mitterbergtunnels an der Packstraße und eine Reihe weiterer Autoren in K. SCHUSSEK (1974) ausgeführt haben. Muß man doch berücksichtigen, daß die Gebirgsgüteklasse nach E. H. WEISS bei Vollausbau von Tunnels gegenüber jener im Sondierstollen festgelegten im schwierigen Fels um ein bis eineinhalb Klassen schlechter zu erwarten ist, ja im angezeigten Beispiel des Mitterbergtunnels vielfach um zwei Klassen schlechter war. Für detaillierte Prognosen und eine gebirgsgerechte Klassifizierung sind eben außer (1.) einer sehr genauen Aufnahme der zugänglichen geologischen und geotechnischen Daten (wie etwa mustergültig von E. H. WEISS, 1976 a, 1978 und M. JOHN 1976, für den Arlbergtunnel oder von J. KAISER [1981] für den Dalaaser Tunnel der Arlbergstraße durchgeführt) – Abb. 124 – (2.) eine erschöpfende Auswertung der Daten der Vorerkundungsstollen im Sinn von T. R. SCHNEIDER (1979) und (3.) eine detaillierte laufende baugeologische Dokumentation der Aufschlüsse während des Baues, die verbesserte Aussagen über die unmittelbar bevorstehende Situation ermöglicht (E. H. WEISS, 1976), nötig.

Hierzu ist erläuternd zu bemerken:

(1.) Die Aufnahme, unterstützt etwa durch Bohrungen, geophysikalische Sondierungen etc., wird Angaben von der Gesteinsbeschaffenheit der Einzelabschnitte über das tektonische Gefüge, über tektonische Spannungszustände, Gebirgsfestigkeit und die Bergwässer liefern, sodaß bereits hierdurch gut begründete Aussagen über die Gebirgsgüteklassen möglich werden.

(2.) Bei Vorerkundungsstollen mit noch kleinem Ausbruch wird unter genauer Aufnahme eine Fülle weiterer Daten hinzukommen, obgleich man nicht einfach

GGKL	BEZEICHNUNG DES GEBIRGS- VERHALTENS	GEBIRGSBESCHAFFENHEIT – KRISTALLIN			
		GEFÜGEMERKMALE	CHEM. MERKMALE	BERGWASSER	
				ZUSTAND	BEEINFLUSSUNG
	1	2	3	4	5
I	standfest	massig, weitständige Klüftung		trocken bis bergfeucht	keine
II	nachbruchig	grob- bis mittel- bankig weit- bis mittel- ständige Klüftung	strichweise verwittert	bergfeucht bis schwaches Tropfwasser	keine bis schwacher Kluftwasserdruck
III	gebräch	dünnbankig, mittelständige Klüftung	sehr verwittert	lokal starkes Tropfwasser, sehr bergfeucht	geringe
	bis leicht druckhaft	bis dünn-schieferig, engständige Klüftung, Mylonitisierung, Zerrüttung	bis chemisch zersetzt oder ausgelaugt, sekundäre Ton- mineralbildungen	bis flächenhaft auftretendes Tropfwasser: schwache Quellen	mäßige hohe Kluftwasserdrücke
IV	druckhaft	plastische Schiefer, bindige Lockerüber- lagerungen, dünn- schieferige Zonen mit engständiger Klüftung, Verwerfer, Mylonitisierung Zerrüttungen	Sekundärbildungen von blähenden Tonmineralen, völlig verwitterte und entfestigte Partien	flächenhaft auftretendes Tropfwasser, intensive Durchfeuchtung und Quellen	hohe Beeinflussung der Gebirgsfestigkeit (Schwelldruck)
V	sehr druckhaft	plastische und blähende Schiefer, kohäsionslose Lok- kerüberlagerungen, Verwerfer, Mylonitisierung, Kluftscharen, Zerrüttungen	blähende Tonminerale, metallische Aggregate völlig zersetzt, Auslaugungen.	feucht, flächenhaft sehr hohe Bergfeuchte, Quellen, sehr naß	starke Beeinflus- sung der Gebirgs- festigkeit, plasti- sche Verformung, hoher Schwelldruck, Porenwasserüberdruck
VI	fließend	weich-plastisch, blähend, wasserge- sättigt, lehmige Schluffe, Tonmine- ralaggregate, kohäsionslose Schwimmsande bis Schluffe	gesunde bis angewitterte Minerale, thixotrope Eigenschaften	bergfeucht bis sehr naß	geringe bis maximale Beein- flussung (Materialausfluß)

SIGNATUREN

S SCHIEFERUNG

V VERWERFER

Z ZERRÜTTUNG

P PLASTISCHE SCHIEFER

K KLÜFTE

M MYLONITZONE

Sp SPALTEN

H HARNISCHFLÄCHEN

Abb. 124: Beispiel für die baueologische Beschreibung der Gebirgsgüteklassen an Hand des Arl-bergtunnels durch E. H. WEISS (1976, Abb. 5).

GEBIRGSBESCHAFFENHEIT – ARLBERGTUNNELBEREICH							EINBAU-TYPEN
GESTEINS-TYPEN	SONDER-HEITEN	BERGWASSER		GEFÜGE			
		Z.	B.	S ←	K, V, M, Z	→ N	
6	7	8	9	10	11	12	13
MUSKOWITGRANITGNEISE QUARZTSCHIEFER FELDSPATKNOTEN- UND BIOTITPLAGIOKLASGNEISE GNEISPHYLLITE ZERRÜTTUNGSZONEN MYLONITE PLASTISCHE EINSCHALTUNGEN LOCKERÜBERLAGERUNGEN		VORTUNNEL UND HAUPTTUNNEL: MASSIGE GESAMTWASSERMENGE; ABER STETIGE DURCHFÜHRUNG HAUPTTUNNEL: GERINGE GESAMTWASSERMENGE					Örtlicher Kopfschutz
							Firstverzug
	Abhängig von der Mächtigkeit und vom Bergwasserandrang		Veränderungen durch eine sehr hohe Bergfeuchte				Einbau in Firste und Ulme
							Einbau mit Sohlschluß
			kontinuierlich, stark tropfend; Gebirgsverband wird sehr beeinflusst				Einbau mit Brustverzug und Sohlschluß
			wie in IV				Einbau mit Brustverzug, Sohlschluß und eventuell mit vorliegender Stützung
							Sondermaßnahmen

EINFALLSWINKEL DER GEFÜGEFLÄCHEN (EINHEITSQUADRATE) S-(P) K

0-15 15-40 40-65 65-80 80-90°



M, V, Sp, Z, H

TA TUNNELACHSE

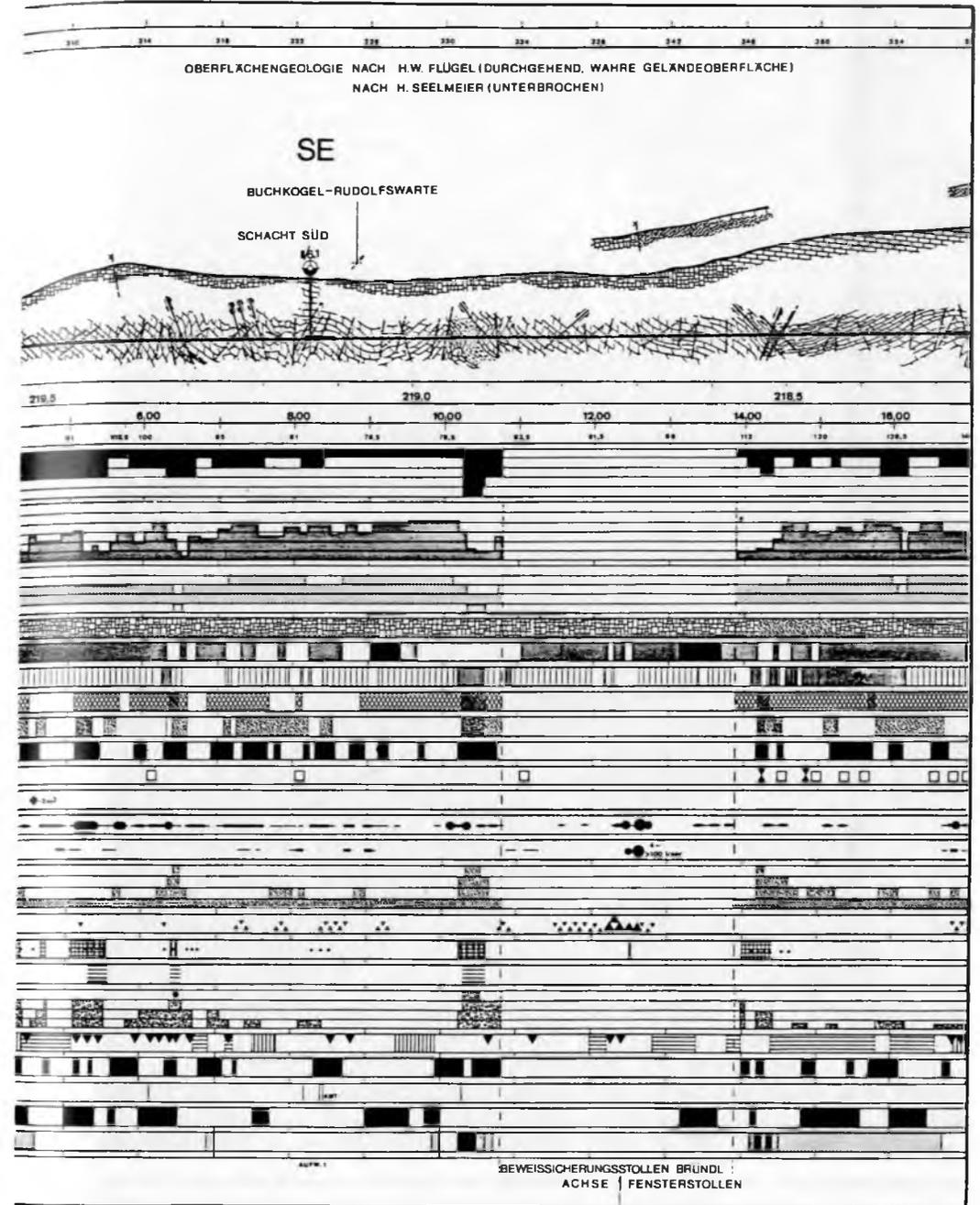
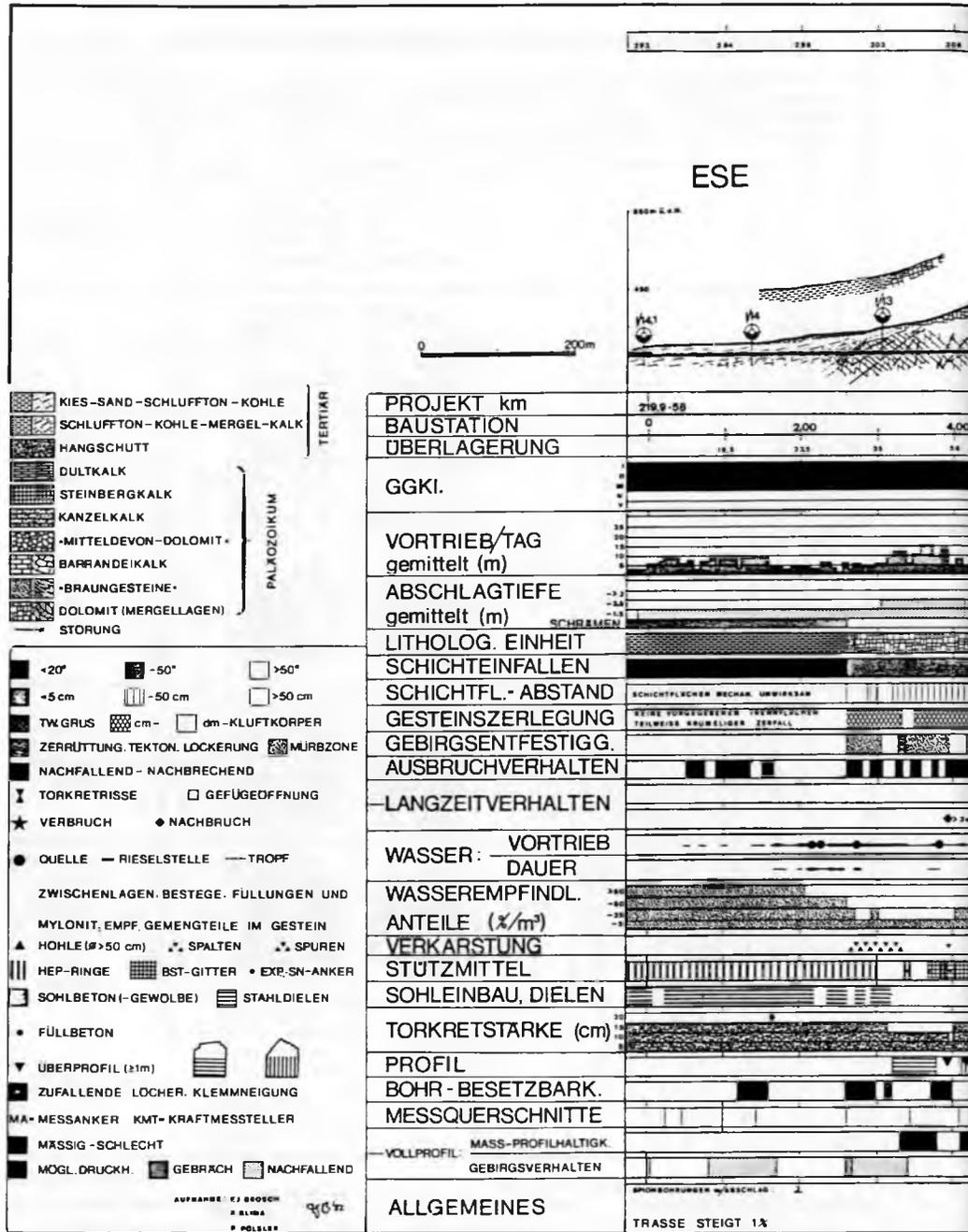


Abb. 125: Ausschnitt aus dem baugewologischen Längsprofil des Plabutschunnel-Sondierstollens der Pyhrnautobahn von F. Brosch et al. (1984, Abb. 1), um die Art der Dokumentation zu zeigen.

durch Extrapolation auf die große Fläche schließen kann, da geologische Körper auseinanderweichen, Fugen sich öffnen und viele Gefüge sich im Raum rasch verändern können. Es wird daher heute in kritischen Abschnitten lokal eine Ausweitung zu Vollprofilen vorgenommen (vgl.: J. BROSCHE et al., 1984: Plabutschunnel und Sondierstollen der Pyhrnautobahn westlich von Graz – Abb. 125). Das Materialverhalten kann in solchen Richtstollen im einzelnen in situ unter Berücksichtigung des Faktors Zeit studiert werden: Wesentliche Verbesserungen der Prognose für den Vollausschub ersparen oft mehr, als die Kosten des Richtstollens ausmachen (M. JOHN & J. WOGGIN, 1979). Die Anlage von Erkundungsstollen wird demnach besonders dort von Wert sein, wo Informationen über das Kurz- und Langzeitverhalten der zu erwartenden Gebirgstypen noch weitgehend fehlen.

(3.) Der Wert einer exakten beständigen baugewissenschaftlichen Dokumentation während des Vortriebes des Vollausschubes dient natürlich in Verbindung mit gleichzeitig geführten Erkundungsbohrungen nicht nur für die erwähnte genauere Prognose für die nächsten Ausbruchsmeter, sondern ist auch die beste Grundlage für eine vielleicht vorgesehene zweite Tunnelröhre und liefert natürlich auch die Beweissicherung für nachher aufgerollte Fragen mannigfaltiger Art. An mustergültigen derartigen Aufnahmen aus neuerer Zeit seien etwa die Arbeiten von W. NOWY (1976, mit sechs Beilagebänden; bzw. 1978), E. H. WEISS (1976 a: Arlbergtunnel) oder F. BROSCHE (1982: Kalcherkogeltunnel, Südautobahn Koralm bei Pack) genannt.

Die baugewissenschaftlichen Erfahrungen sind im Zuge des intensivierten Tunnel- und Stollenbaues der neueren Zeit deshalb so rasch angewachsen, da man angesichts der im Weltmaßstab sehr kleinräumigen stratigraphisch wie tektonisch vielfältigen Struktur der Ostalpen bei fast jedem dieser Projekte auf sehr unterschiedliche Gebirge mit ebenso unterschiedlichem Verhalten gestoßen ist – man vergleiche etwa nur die Vielfalt des Gebirges im 2 km langen Walgaustollen in Vorarlberg (G. INNERHOFER, 1983, Abb. 1 und 2; H. LOACKER, 1986). So hat man sich in neuerer Zeit mit verschiedenen Grundproblemen des Tunnelbaues mit Hilfe detaillierter Beobachtungen und neuer Methoden, die auch rechnerischen Ansatz ermöglicht haben, erfolgreich auseinandergesetzt, wie stichprobenartig genannte Beispiele aus jüngster Zeit zeigen sollen: Probleme des verschiedenartigen Reagierens des geschichteten Gebirges je nach Richtung der Verquerung führt U. ZISCHINSKY (1984) einschließlich der Ergebnisse von Modellversuchen aus, hierbei über qualitative Aussagen bezüglich der erforderlichen Eigenschaften zu angepassten technischen Maßnahmen vordringend. K. CZURDA & G. GINTHER (1983) teilen ihre Erfahrungen über das Quellverhalten der Molassemergel im Zuge der Anlage des Pfändertunnels bei Bregenz mit, das vom Gehalt an Montmorilloniten und der durch Klüftung gegebenen Wasserwegigkeit abhängt.

Über Sondermaßnahmen im gips- und anhydrithaltigen Gebirge berichteten A. KIESLINGER (1962 b), G. SPAUN (1974) und L. NÖSSING et al. (1979, S. 173 ff.), letztere nach Beobachtungen im Helbersbergtunnel bei Werfen im Zuge der Autobahn. Aus den Erfahrungen über die hohe Geschwindigkeit der Verformung des Gipsgebirges, besonders in feuchtem Zustand, das in Tunneln zu Sohlhebungen bis zu mehreren Metern führen kann, hat G. SPAUN (1974) die Reihenfolge der nach dem Ausbruch wirksam werdenden Faktoren festgehalten und daraus die zweckmäßigsten Tunnelprofile, Bauweisen und Auskleidungen abgeleitet.

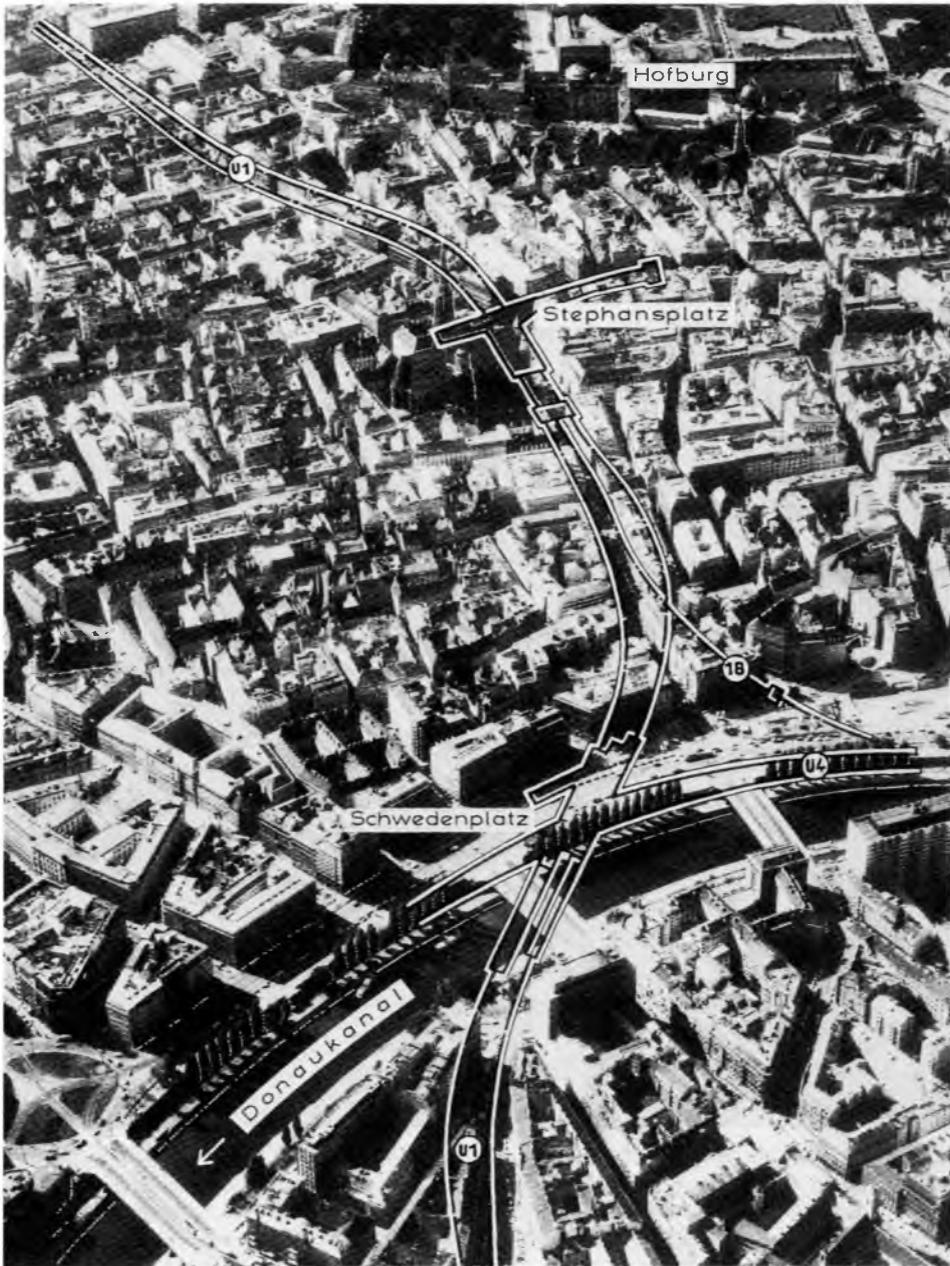


Abb. 126: Die Trasse der in das gegebene Stadtbild eingeplanten Wiener Untergrundbahn U 1, deren Tunnelstrecke – an der Grenze vom Pleistozän zum Tertiär verlaufend – mannigfaltige Schwierigkeiten im verbauten, vielfach in Lockersedimenten liegenden Areal durch technische Maßnahmen zu überwinden hatte; nach A. DÖLLERL (1978, Photo 1).



Abb. 127: Inspiration unter dem Eindruck der bedrohlichen Situation beim Bau des Schneecalpenstollens in den Kalkhochalpen mit seinen gewaltigen Wasser- und Schlammteinbrüchen. Gemälde aus dem Jahr 1966 vom geologischen Stollenbetreuer, T. GATTINGER (1973, Frontispiz), mit dem Symbol des stygischen Fährmannes.

Besondere Schwierigkeiten stellen sich meist auch bei Tunnel- und Schachtbauten im Lockergestein ein. Solche Lockermassen können Hangschuttstrecken aus diluvialen oder alluvialen Material darstellen, die dann in schwierigen Fällen mittels eines Zement-Bentonit-Injektionsschirmes (L. NÖSSING et al., 1979, S. 161) bzw. in abgewandelter NÖT-Bauweise (W. TROPPER, 1979) beherrscht werden können. Sie können aber auch bis zum schwimmsandähnlichen Lockerboden reichen, wo dann tiefe Schächte, wie etwa beim Kavernenkraftwerk Fulpmes in Tirol, nur durch die Gefriermethode erfolgreich erstellt werden können (A. AGLASSINGER, 1984). Analoge Schwierigkeiten wie im Lockerterrain stellen sich in großem Umfang bei U-Bahn-Bauten in Großstädten, die, wie etwa in Wien, meist an der Grenze zwischen quartären Lockerbedeckungen und unverfestigtem Tertiär aus schluffigen Tonen verlaufen (vgl. geol. Profile der Linie U1 in H. PLACHY, 1976, und L. MARTAK & H. PLACHY, 1978), wo bei den Untertagearbeiten vielfach der Schildvortrieb eingesetzt werden mußte (W. HINKEL, 1976) und aufwendige Sicherungsmaßnahmen nötig waren (A. DÖLLERL, 1976; H. KRIMMER & G. SAUER, 1985; J. PELZ & F. DEIX, 1985) – Abb. 126.

Über die nach wie vor schwer im einzelnen vorhersagbaren und beherrschbaren gravierenden Wasser- und Schlamm-(Kluftlehm-)Einbrüche beim Stollenbau im hochalpinen Karst mit großer Überlagerung hat eindrucksvoll T. GATTINGER (1973, S. 21, 28, 34) an Hand der Erfahrungen im rund 9,7 km langen Schnealpenstollen zwischen dem Karlgraben bei Neuberg/Mürz in der Steiermark im SW und dem Reistal bei Hinternaßwald/NÖ. im NE geschildert: Der Einbruch von maximal 1300 l/sec., begleitet von Lehm- und Sandschüttungen im Südtrum, konnte nicht beherrscht, sondern nur durch einen Umfahrungsstollen umgangen werden (vgl. auch P. STEINWENDER & J. DONNER, 1970; J. ZÖTL, 1974, S. 206 ff.) – Abb. 127.

Besonders im Karstgebiet sind bei derartigen Stollenbauten umfangreiche hydrogeologische Voruntersuchungen nötig, nicht nur im Hinblick auf Vorhersage, Planung und Beratung bei der Durchführung des Bauvorhabens selbst, sondern besonders auch wegen möglicher langfristiger Beeinflussung der Wasserversorgung umliegender Gemeinden durch ungewollte Anzapfung von relevanten Karstwasserreservoirs bei der Stollenanlage. J. ZÖTL (1974, S. 211 ff.) schildert an Hand der Beispiele des Triebwasserstollens der Ennskraftwerke Altenmarkt (OÖ./Steiermark) – vgl. E. CLAR, 1961, S. 119 ff. – und des rund 7 km langen Plöckentunnels der Ölleitung Triest–Ingolstadt in den Karnischen Alpen – vgl. Bd. II, Abb. 137c – die Beeinflussung der Karstwasserführung durch derartige Stollen. An letztgenanntem Beispiel (Plöckentunnel der TAL) zeigt er, daß eine rechtzeitig beauftragte hydrogeologische Vorsorgeuntersuchung kaum einige Prozent der dort dann tatsächlich gezahlten Entschädigungskosten betragen hätte.

Weiterentwickelt wurde inzwischen auch die segensreiche „Neue Österreichische Tunnelbauweise“ (NÖT, NATM), die unter Materialeinsparung auf die natürliche Umstellung des Gebirgsdruckes nach dem Eingriff und eine neue Gebirgsgewölbedruck-Ausbildung Rücksicht nimmt (vgl. B. MAIDL, 1984), indem bei beständiger Messung der Gebirgsdeformation die Verwendung der Stützmittel so gesteuert wird, daß wohl Deformationen, aber keine Brucherscheinungen des Gebirges eintreten. Die NÖT hat sich als anpassungsfähig auch an die Bedingungen im Lockergestein

(W. TROPPEL, 1979), für kritische Zonen im Städtetunnelbau (R. KATZENBACH & H. BRETH, 1981), in Quetschzonen und schwierigen Gebirgsarten (G. FEDER & A. OLSACHER, 1978) sowie bei Großausbrüchen (F. PACHER & G. SAUER, 1979) erwiesen. Erst in neuester Zeit erzielt die NÖT (= NATM, New Austrian Tunneling Method) auch in den USA Erfolge gegenüber der konservativen ASSM (American Steel Support Method) – J. GOLSER & K. MUSSGER, 1985.

Hat die österreichische Fachwelt auf Grund des komplexen alpinen Aufbaues unseres Landes wertvolle Erfahrungen in der Methodik zur Analyse und Beherrschung kritischer Felsgefüge bei technischen Großbauten erzielt, bleibt ihr in unserem Land ein moderner Sektor auf technisch-geologischem Gebiet glücklicherweise vorenthalten: Die Problematik bei Großprojekten im Bereich von rezent aktiven Plattengrenzen, also im Bereich von Großstörungen, Seitenverschiebungen, verbunden mit Erdbeben. R. SCHWINGENSCHLÖGL hat 1984 (b) an Hand außerösterreichischer Beispiele über dieses Thema berichtet.

9. Anhang: Militärgeologie

Anhangsweise soll hier noch eine spezielle Sparte der Angewandten Geologie Erwähnung finden: Die Militärgeologie, die allerdings in Österreich – im Vergleich zu den rund 1000 einschlägigen Publikationen in der übrigen Welt – keine besondere Tradition aufweisen kann.

Während vor dem Zweiten Weltkrieg einzig die kurze Notiz von J. STINY & O. KÜHN (1937) die Aufgaben einer möglichen Wehrgeologie in Österreich umreißt, sind im Lauf des Zweiten Weltkrieges auch von Geologen unseres Landes im Rahmen der deutschen Organisation Todt wehrgeologische Aufgaben übernommen worden.

Aus der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg liegen bloß die Studien von J. SCHRAMM (1978 a, b) und H. HÄUSLER (1981 c, d) vor. Darin werden nach einem historischen Rückblick wiederum, nun ausführlicher, die Aufgaben der Geologie in der Landesverteidigung umrissen. Unter dem Begriff „Wehrgeologie“ werden allgemeine sachspezifische Arbeiten subsummiert, im Ausdruck „Militärgeologie“ spezielle regionale geologische Unterlagen für militärische Vorhaben inkludiert. Als Hauptaufgabe einer Wehrgeologie wird die Dokumentation des landesverteidigungsrelevanten geowissenschaftlichen Potentials Österreichs, zusammengefaßt möglichst in Form von thematischen Kartenwerken mit Erläuterungen, hervorgehoben. Themenkarten zu folgenden Faktoren sollen erstellt werden: Geländebefahrbarkeitskarten mit Ketten- und Radfahrzeugen zu verschiedenen Jahreszeiten, Hindernisbewertung von Gewässern (Furtbarkeit, Uferbeschaffenheit), Geländebearbeitbarkeitskarten („Baugrunderkarten“), Gefahrenzonenkarten unter Eintragung der von Elementarereignissen (Steinschlag, Bergsturz, Muren, Lawinen, Hochwasser) bedrohten Regionen, Wasserversorgungskarten einschließlich möglicher Notwasserversorgungen, Baustoffversorgungskarten, Rohstoffpotentialkarten und schließlich als Zusammenfassung militärgeologische Karten, die die wesentlichsten Züge der oben genannten Faktoren synoptisch zur Darstellung

bringen, darüber hinaus noch Hohlräume von Kavernen sowie Dämme enthalten, deren Sprengung Großüberschwemmungen verursachen würde.

Die regionalgeologische Umsetzung dieses Projektes beginnt derzeit mit der in Druck befindlichen Arbeit von H. HÄUSLER (1986), die die Grundlagen für eine taktische Boden- und Untergrundkarte bereitstellt.

Literatur

- G. ABELE, 1974; A. AGLASSINGER, 1984; A. ALKER et al., 1969; N. ANDERLE, 1971; H. AULITZKY, 1975, 1981, 1983, 1984 a, b, c; L. P. BECKER, 1980; L. BENDEL, 1944, 1948; F. BENDER, 1981, 1984; H. BRETH et al., 1982; H. BRANDECKER, 1971; H. BRANDECKER & R. VOGELTANZ, 1975; F. BROSCHE, 1982; F. BROSCHE et al., 1984; E. CLAR, 1959, 1961, 1963, 1964, 1965 b, 1971 b, 1977, 1981; E. CLAR & W. DEMMER, 1979, 1982; E. CLAR & W. DEMMER et al., 1985; E. CLAR & G. HORNINGER, 1964; E. CLAR & P. WEISS, 1965; K. CZURDA & S. BERTHA, 1984; K. CZURDA & G. GINTHER, 1983; K. CZURDA et al., 1983; A. DAURER & G. SCHÄFFER, 1983; W. DEMMER, 1975, 1976 a, b, 1978, 1984; W. DEMMER & H. LUDESCHER, 1985; W. DEMMER & W. NOWY, 1979; H. DETZLHOFER, 1969; A. DOLLERL, 1976; J. DUILE, 1826; F. EBNER & W. GRÄF, 1982; E. FECKER et al., 1974; G. FEDER & A. OLSACHER, 1978; R. FENZ et al., 1970; W. FINGER et al., 1975; E. FLÜGEL & J. HADITSCH, 1975; O. FRIEDRICH, 1965; A. FUCHS, 1966; M. FUCHSBERGER, 1983; W. FÜRLINGER, 1972, 1978; G. GANGL et al., 1980; T. GATTINGER, 1973, 1978, 1981; G. GEYER, 1907; P. GMEINER, 1979; J. GOLSER & K. MUSSGER, 1985; J. GÖTZ, 1955; J. GÖTZ & R. EMANOVSKY, 1955; M. GÖTZINGER, 1984; W. GRÄF, 1982; W. GRÄF, R. AIGNER et al., 1985; H. GRENGG & H. LAUFFER, 1949; R. GRENGG, 1930, 1962; J. HADITSCH, 1970, 1971; R. HAEFELI, 1968; H. HÄUSLER, 1981 c, d, 1986; E. HAUSWIRTH et al., 1982; W. HINKEL, 1976; G. HORNINGER, 1975, 1976; G. HORNINGER & E. H. WEISS, 1980; G. INNERHOFER, 1983; M. JOHN, 1976; M. JOHN & J. WOGGIN, 1979; J. KAISER, 1980, 1981; F. KARL, 1954; R. KATZENBACH & H. BRETH, 1981; W. KATZMANN et al., 1985; A. KIESLINGER, 1932, 1935, 1938, 1949, 1951, 1953 a, b, 1954, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1962 a, b, 1964 a, b, 1965, 1969, 1972; R. v. KLEBELSBERG, 1947; J. KOBILKA, 1984; F. KOHLBECK & A. SCHEIDEGGER, 1981; M. KÖHLER, 1978, 1979, 1983; J. KÖRNER, 1976; H. KRIMMER & G. SAUER, 1985; G. KRONFELLNER-KRAUS, 1974; W. LAATSCH, 1977; W. LAATSCH & W. GROTTENTHALER, 1972; O. LANSER, 1962, 1967; H. LAUFFER et al., 1971; H. LITSCHER, 1979; H. LITSCHER & E. H. WEISS, 1977; H. LOACKER, 1986; H. LOBITZER & R. SURENIAN, 1984; B. MAIDL, 1984; F. MAKOVEC, 1976 a, b; J. MALINA, 1969; L. MARTAK & H. PLACHY, 1978; L. MÜLLER-SALZBURG, 1958, 1963, 1968, 1979, 1980 a, b, 1982, 1984; L. MÜLLER-SALZBURG et al., 1979; NN., 1950; L. NÖSSLING et al., 1979; W. NOWY, 1976, 1978, 1984; W. NOWY & R. LEIN, 1984; F. PACHER & G. SAUER, 1979; J. PELZ & F. DEIX, 1985; H. PETZNY, 1967; TH. PIPPAN, 1977; H. PLACHY, 1976; F. DE QUERVAIN, 1967; S. RADLER, 1980; O. RESCHER, 1981; G. RIEDMÜLLER, 1972; G. RIEDMÜLLER & B. SCHWAIGHOFER, 1977; B. SANDER, 1948, 1950, 1956; K. SCHIMUNEK, 1984; W. J. SCHMIDT, 1952; A. SCHMÖLZER, 1936, 1938; T. SCHNEIDER, 1979; J. SCHRAMM, 1978 a, b; E. SCHROLL, 1970; K. SCHUSSEK,

1974; R. SCHWINGENSCHLÖGL, 1984 a, b; R. SCHWINGENSCHLÖGL & E. H. WEISS, 1985; G. SPAUN, 1974, 1979; P. STEINHAUSER et al., 1980; P. STEINWENDER & J. DONNER, 1970; J. STINY, 1910, 1930, 1931 b; später: J. STINI, 1941, 1950, 1953, 1955, 1956; J. STINY & O. KÜHN, 1937; E. SUESS, 1862; E. TENTSCHEIT, 1983; W. TROPPEL, 1979; E. TSCHERNIG, 1932, 1958 a; CH. VEDER, 1979; A. VOELLMY, 1955; R. VOGELTANZ, 1975, 1977, 1983; F. WALLACK, 1960; E. H. WEISS, 1964, 1973, 1976 a, b, 1978; R. WIDERHOFER, 1983; R. WIDMANN, 1983; P. WIEDEN, 1976; P. WIEDEN & F. KAPPEL, 1973; P. WIEDEN & J. PONAHL, 1970; F. v. ZALLINGER, 1779; H. ZAUNER, 1980; G. ZEZULA et al., 1983; U. ZISCHINSKY, 1967, 1969, 1984; H. ZOJER & J. ZÖTL, 1975; J. ZÖTL, 1974.

S UMWELTGEOLOGIE

1. Allgemeine Fragen

a) Aufgaben

Bisher wurde die Bedeutung der Geologie für den Schutz und die Erhaltung der menschlichen Umwelt und für eine sinnvolle, schonende Nutzung der Naturschätze im allgemeinen vollkommen unterschätzt. Meist fällt kaum ein Wort darüber in den einschlägigen Büchern oder Vorlesungen. Trotz der rasant fortschreitenden Zerstörung der Umwelt, auch in bezug auf den Sektor im Bereich der Erdwissenschaften, ist dies bis jüngst kaum ins Bewußtsein auch der Fachleute gedrungen. Aufrüttelnde Appelle kamen von anderer Seite: So etwa im Buch von H. GRUHL (1975): „Ein Planet wird geplündert“, der ausführt (S. 41): „Erst vor etwa 200 Jahren brach ein Teil der Menschheit einen ebenso gigantischen wie rücksichtslosen Eroberungskrieg gegen die wehrlos gewordene Natur vom Zaum. Sie wurde plötzlich nur noch als Objekt der Ausbeutung gesehen.“ Und weiter: „Die Menschheit lebt unbekümmert vom Kapital der Erde und bejubelt jede Steigerung des Tempos der Ausbeutung unwiederbringlicher Lagerstätten. Was die Menschen heute vernichten, ist zum größten Teil nicht ihre eigene Lebensgrundlage, sondern die ihrer Kinder und Enkel. Diese aber können ‚ihre Welt‘ nicht verteidigen. Was vermag ein Geisterheer von Ungeborenen in einer Welt, in der nicht Geist, sondern Materie herrscht “

Heute, wenige Jahre nach dieser eindringlichen Warnung GRUHLS, der voraussieht: „Sobald die ersten Zusammenbrüche gemeldet werden, wird uns nichts mehr möglich sein, als pausenlos Katastropheneinsätze jahraus und jahrein“, werden die ersten selbstverschuldeten heraufkommenden Großkatastrophen etwa an den Beispielen der Verseuchung der Luft, des Waldsterbens, der langfristigen Verseuchung bedeutender Grundwässertröge, aber auch andere Anzeichen, wie die durch eine unglaubliche Vergeudung verschuldete rasch absinkende Produktion aus den heimischen Kohlenwasser-

stofflagerstätten, die rasant um sich greifenden Zerstörungen der Naturlandschaft einschließlich von Naturreservaten und Naturdenkmälern (ohne daß bisher in Österreich auch nur ein einziger Nationalpark installiert worden wäre) für breite Schichten der Bevölkerung unseres Landes greifbar.

Hier erwächst dem weitblickenden Erdwissenschaftler, der diesen materialistischen technokratischen Feldzug gegen unsere Naturschätze einer außer Rand und Band geratenen Wohlstandsgesellschaft mit ansehen muß, eine besondere ethische Verantwortung, an die bereits vorausahnend E. SUESS in seiner Abschiedsvorlesung im Jahre 1901 eindringlich appelliert hat.

Es ist demnach eine vordringliche Aufgabe gerade auch der Wissenschaftler, neben den Hinweisen zur Verhinderung geogen bedingter Naturkatastrophen heute mehr noch zur Einbremsung der bereits in vollem Gang befindlichen anthropogen verursachten Katastrophen beizutragen, die vielfach irreversiblen negativen Auswirkungen zu verhindern und konkrete Maßnahmen zur Erhaltung bzw. Schonung von Boden, Grundwasser, Lagerstätten, Energieträgern, ja darüber hinaus der davon abhängigen Atmosphäre und Biosphäre einschließlich der Naturreservate und der vom sauren Regen angefressenen Kulturdenkmäler vorzulegen und mitzuarbeiten an deren Verwirklichung.

b) Der globale Rahmen

Die grenzüberschreitenden Dimensionen der anthropogenen Umweltzerstörung in der Welt

Die Welt ist beim heutigen Stand der Technik, des Verkehrs, der Kommunikation klein geworden. Was im Nachbarland an Umweltzerstörung oder -erhaltung geschieht, was sich im Nachbarkontinent vollzieht, hat vielfach auf kurzem Weg, jedenfalls aber auf lange Sicht seine Auswirkung auch auf unser Land. Wir wollen daher vor Besprechung der Umweltsituation in Österreich und der möglichen geowissenschaftlichen Maßnahmen einige Bemerkungen zum Verständnis der bedrohlichen Entwicklungen in der Welt vorausschicken. Dabei zeigt sich schon bei dieser Betrachtung wie auch bei den speziellen Verhältnissen in unserem Land, daß viele Fragen aus dem Bereich der Erdwissenschaft, wie etwa Raubbau an den Lagerstätten, nur im Zusammenhang mit Entwicklung auf ganz anderen Gebieten, etwa im Bereich der Wirtschaft, Soziologie, Politik usw. beurteilt werden können, sodaß randlich auch hierüber gelegentlich Bemerkungen vonnöten sind.

Als Beurteilungsgrundlage für eine Entwicklung der Welt in bezug auf die Umweltsituation in der nächsten Zeit mag der im Auftrag Präsident CARTERS von US-Wissenschaftlern erstellte Bericht „Global 2000“ dienen (G. O. BARNEY, 1980; Hrsg. der deutschen Übersetzung R. KAISER, 1980), hier durch weitere Fakten ergänzt. Als Grundlage ist die Explosion der Weltbevölkerung vorangestellt, die von 4 Milliarden von 1975 (Vermehrung 75 Millionen/Jahr) auf 6,35 Milliarden im Jahre 2000 (Vermehrung 100 Millionen/Jahr) und auf 10 Milliarden im Jahr 2030 anwachsen wird. 11 Milliarden Menschen betrachtet man als absolute mögliche Obergrenze (B. WARD & R. DUBOS, 1972, S. 187). Allerdings erfolgt 90 Prozent des Zuwachses in

den ärmsten und unterentwickelten Ländern, sodaß dort Armut, Hunger, Krankheit und ein katastrophales Kindersterben um sich zu greifen beginnt (bereits gegen Ende der siebziger Jahre verhungerten 15 Millionen Menschen/Jahr, darunter 5 Millionen Kinder). In den letzten Jahren ist die Zahl der an Hunger sterbenden Kinder jährlich auf 13 bis 17 Millionen angestiegen (FAO/UNO, 1985).

Die Ausbeutung der nicht mineralischen Rohstoffe steigt jährlich weltweit um 3 bis 5 Prozent an. Bis zum Jahr 2000 wird bei den Ressourcen der meisten mineralischen Rohstoffe noch keine Erschöpfung eintreten. Durch absichtliche Fabrikation kurzlebiger Produkte und eine intensive Verbrauchswerbung in unserer Ära ist aber eine unglaubliche Verschwendungssucht einerseits anerzogen worden, andererseits vergeudet eine exzessive Weltrüstung die Vorräte unserer Weltlagerstätten derart, daß auf längere Sicht betrachtet (seit dem Einsatz des Motors in der Technik auch in der Machbarkeit entscheidend gefördert) sich hier ein Raubbau an den für die kommenden Generationen sehr begrenzten Lagerstätten vollzieht, der nur als rücksichtslose Plünderung bezeichnet werden kann. Seit Kriegsende hat die Menschheit mehr an Rohstoffen verbraucht als in ihrer gesamten vorhergehenden Geschichte.

Die Energieprognosen von „Global 2000“ deuten noch keine baldige Lösung des Energieproblems der Welt an. Die Erdölproduktion wird auf der Erde noch vor der Jahrtausendwende ihren Höhepunkt erreichen. Die Ölreserven der Erde reichen, ausgedrückt in Jahresproduktionen von 1984, insgesamt noch 34 Jahre, die Erdgasreserven 52 Jahre, die Reserven von Kohle 240 Jahre – alles kurze Zeitspannen in Anbetracht der kommenden Generationen, die über diese Grundstoffe nicht mehr verfügen werden. Während die Praxis zeigt, daß der Versuch der Nutzung der Atomenergie – von allen Gefahrenquellen einschließlich dem Endlagerungsproblem abgesehen – durch den gigantischen Kostenaufwand eine Sackgasse ist (keine Neubestellung von Atomkraftwerken in den USA, dem Land mit der meisten Erfahrung auf diesem Sektor, seit 1978, darüber hinaus Aufgabe von 102 im letzten Jahrzehnt in Auftrag gegebener, z. T. schon 50 Prozent fertiggestellter Objekte unter enormen Verlusten), wird die Solarenergie, deren Entwicklung besonders in Japan rasch vorangetrieben wird, nach Aussage zuständiger Experten der Hauptenergieträger der Zukunft sein.

Bis zum Jahr 2000 wird weltweit und auch für Österreich vorausgesagt, aus mehreren Gründen Wasserknappheit eintreten. Die Wasserverschmutzung wird durch die starke Anwendung langlebiger Pestizide (die sich in den unterentwickelten Ländern bis zu dieser Zeit vervierfachen wird) und durch zunehmende Industrialisierung entscheidend verstärken. Große Dammprojekte bringen nachteilige Veränderungen in den Ökosystemen mit weitverzweigten Auswirkungen.

Der Raubbau am Wald hält weltweit ungebrochen an. Seit 1945 ging die Gesamtfläche der Regenwälder von 16 Millionen km² auf 9,4 Millionen km² (1980) zurück. Nach „Global 2000“ betrug der Waldverlust in den siebziger Jahren weltweit 20 Millionen ha/Jahr (entspricht der halben Größe von Kalifornien). Im Jahr 2000 würden 40 Prozent des Waldes der unterentwickelten Länder zerstört sein. Die heutige Praxis in Südamerika übertrifft noch diese Voraussagen, sodaß man heute bereits mit einer Vernichtung des tropischen Regenwaldes in 20 bis 30 Jahren rechnet: Jährlich werden derzeit 100.000 bis 200.000 km² zerstört. Verödung von nutzbarem Land, Zerstörung der Böden und klimatische Änderung im Wasser- und Sauerstoffhaushalt sind

damit untrennbar verbunden. Daß jetzt noch das flächige Waldsterben in der gemäßigten Zone durch Vergiftung der Atmosphäre hinzutritt, verschlimmert die Situation in entscheidendem Maß.

Die Klimaänderungen werden in mehrfacher Hinsicht einschneidende negative Auswirkungen zeigen: Der CO_2 -Gehalt in der Erdatmosphäre ist in den letzten hundert Jahren um etwa 15 Prozent gestiegen. Mit der Verbrennung der in Jahrhundertmillionen festgelegten Kohlen- und Kohlenwasserstofflagerstätten innerhalb von ganz wenigen Generationen wird dieser CO_2 -Gehalt im Jahr 2000 ein Drittel über dem vorindustriellen Niveau liegen und bis 2050 maximale Werte erreichen. (Zur Verschärfung der Situation tritt aber noch die Vernichtung der tropischen Regenwälder in rasantem Maß und der Wälder der gemäßigten Breiten durch den sauren Regen hinzu, wodurch der Abbau des CO_2 aus der Luft durch Assimilation zugleich weiter gesenkt wird.) Als Ergebnis stellt sich ein „Glashauseffekt“ in der Atmosphäre ein, der Temperaturanstieg zwischen den frühen siebziger Jahren und dem Jahr 2000 wird im Durchschnitt 1°C betragen. Damit werden sich unter anderem für bestimmte (keineswegs alle) Regionen der Erde Dürreperioden einstellen. 1 kg fossiler Brennstoff produziert eine Menge von CO_2 , die normalerweise in 6000 m^3 Luft enthalten ist. Der Treibhauseffekt würde bei einer Verdoppelung der CO_2 -Menge zu einer Temperaturzunahme von 2 bis 3°C in niederen und mittleren Breiten, von bis zu 10°C in den bodennahen Schichten der hohen Breiten und dem Abschmelzen der polaren Eiskappen (H. BINSWANGER et al., 1978, S. 74) führen – unterstützt wird diese Entwicklung zugleich durch die Abwärmeproduktion beim Verbrennungsvorgang der Energieträger.

Als mindestens ebenso gefährlich wird die Zerstörung der Ozonschicht in der Stratosphäre durch die Fluorkohlenwasserstoff-Emissionen betrachtet: Diese Ozonschicht hat ja die Erde vor schädlicher intensiver Ultraviolett-Strahlung, die z. B. Hautkrebs verursacht, geschützt. Laut NASA-Berichten sind vom ursprünglichen Ozongehalt im Jahre 1976 6 Prozent, 1977 10,8 Prozent, 1979 16,5 Prozent bereits zerstört worden. Die Folgen einer solchen Entwicklung sind gravierend.

Die Verseuchung der Atmosphäre durch den Menschen hat sich durch die Konsumgesellschaft der siebziger Jahre in einem exponentiellen Maß gesteigert, mit einer in „Global 2000“ noch nicht absehbaren Folgenkette. Bereits 1976 warnte K. RAHN (Univ. Rhode Island/USA), daß sogar über den Eiswüsten der Arktis dichte Wolken von Schwefelgasen und Schwermetallstäuben hinziehen, wie sie für die abgasverseuchten Industriezentren typisch sind und daß im Winter in diesen entlegenen Räumen, von Nordamerika und Europa importiert, die Verschmutzung der Luft bereits ein Drittel der Werte von Hochindustrieregionen erreicht. SO_2 , CO , NO_x und andere giftige Industrie- und Autoabgase haben, nach Umwandlung durch Energiezufuhr in der Atmosphäre zu Säuren, bereits bisher unabsehbare Schäden in der Biosphäre bewirkt: Die Säureregen verursachten zuerst in den zehntausenden Seen der Nordstaaten (Kanada, N-USA, Skandinavien etc.) eine das Leben vernichtende Übersäuerung. Nach den toten Seen kam das Sterben der Wälder (G. MEISTER et al., 1984: Beispiel BRD), die Schädigung der Wiesen, der Felder- und Feldfrüchte, die Zerstörung des Bodens (Tötung der Kleinlebewesen im Boden durch Übersäuerung), die Vergiftung des Grundwassers durch Lösen der (aus dem Staub der belasteten Atmosphäre stammenden) Schwermetalle in den Böden, die Zersetzung der Skulpturen der Kunst-

bauten – vom „Roland“ am Rathaus zu Bremen oder den Figuren am Bamberger Dom über die romanischen Skulpturen der Kirche von Schöngraben in NÖ. bis zur Akropolis –, von der Gefährdung der Betonkonstruktionen (S. 312) bis zur langfristigen, aber auch akuten Schädigung des Menschen (schon im Dezember 1930: 63 Smogtote im Maastal/Belgien; im Dezember 1952: rund 4000 zusätzliche Todesfälle im Londoner Smog etc.).

Die Verseuchung von Grundwasser und Böden durch Umwelt-Chemikalien (Kunstdünger, Pestizide, Herbizide, Sprays, Waschmittel, Fabriksabfälle, Abgase, Abwässer, Verkehrs-Emissionen, Atomkraftwerks-Emissionen usf.) hat beängstigendes Ausmaß angenommen. Blei, Cadmium, Quecksilber, Thallium und andere Schwermetalle haben ebenso wie langlebige Insektizide (DDT, Aldrin, Dieldrin etc.), Fungizide und Herbizide nicht nur Böden, Gewässer und Merresräume in verschiedenem Ausmaß vergiftet, sondern vor allem durch Anreicherung in der Nahrungskette die Pflanzen, die Tierwelt und den Menschen in verschiedenen hohen Konzentrationen verseucht, geschwächt und geschädigt, wobei hier noch der Potenzierungseffekt bei der Kombination mehrerer Stoffe hinzukommt (H. AN DER LAN, 1978, S. 364 ff.). Beispiele aus allen Medien sind zahllos: Großflächige Überdüngung in Mitteleuropa hat in beträchtlichen Arealen zur flächenhaften Verseuchung der Grundwässer mit Nitraten geführt, die oft mehrfach über der Toleranzgrenze liegen und sich im menschlichen Körper über Zwischenstufen in die krebserregenden Nitrosamine umwandeln. Der Rhein führt jährlich 12.300 t Zink-Verbindungen, 1900 t Blei, 1500 t Kupfer, 110 t Quecksilber usf., insgesamt aber eine unübersehbare Zahl organischer chemischer Verbindungen – und trotzdem wird das Flußwasser des Rheins bis zu 20 Mal, immer wieder aufbereitet, in der Kette der Industrieorte als Trinkwasser verwendet. Eine Sanierung auf Grund von G. MÜLLERS Daten (1985) ist im Gang.

Daß die radioaktive Verseuchung der Welt durch die Atomwaffenversuche, Atomwaffenfabriken und Kernkraftwerke zur Energieproduktion bisher noch nicht so weit fortgeschritten ist als befürchtet, liegt nur daran, daß die Installierung der Nuklearenergie auf der Welt einen ganz anderen Weg genommen hat, als von den Betreibern geplant: Das Szenarium von A. WEINBERG (Salzburger IAEA-Symposium, Mai 1977) hat ja für das Jahr 2000: 2000 Anlagen, für 2015: 12.500 Anlagen, für 2050: 25.000 Atomkraftwerke vorgesehen (real: August 1985: 350 Werke installiert). In Wahrheit aber ist der anfängliche Aufwärtstrend durch überhöhte Kosten, Pannen, geringere Auslastbarkeit, Widerstand der Betroffenen etc. stark rückläufig geworden (A. TOLLMANN, 1983 c, S. 230). Hinzu kommt noch die mit Atomkraftwerken stets verbundene Gefahr eines Großunfalles, die weit höher ist als in dem von 160 Experten erstellten RASMUSSEN-Bericht berechnet, dessen Zahlen RASMUSSEN im Mai 1979 nach dem Unfall von Harrisburg selbst zurückgenommen hat (A. TOLLMANN, 1980 h, S. 9) – vgl. Tschernobyl, April 1986. Die Belastung der Erde durch zunehmende Radioaktivität auch im Zuge des Normalbetriebes der Nuklearanlagen samt der nach wie vor ungelösten Endlagerung des Atommülls stellt eine unabsehbare zusätzliche Gefahrenquelle mit einer für menschliche Begriffe „geologischen Dauer“ dar.

Die verheerenden Folgen der Umweltzerstörungen für Pflanzen und Tiere werden jetzt in ganzer Breite sichtbar. Nach den aufrüttelnden Schriften hierüber von V ZISWILER (1965) bis H. WERNER (1978; cum lit.) liegen nun endlich auch

aus Teilen Österreichs „rote Listen“ der durch unsere Gesellschaft gefährdeten Tiere vor (Beispiele: J. GEPP, 1981: Steiermark). „Global 2000“ stellt (S. 86) fest, daß bis zum Jahre 2000 schätzungsweise 15 bis 20 Prozent aller lebenden Arten von Pflanzen und Tieren ausgerottet sein werden. Unmittelbar bedroht sind derzeit nach Angaben der UN 1000 Arten von Wirbeltieren, 25.000 Pflanzenarten und eine Legion der Kleinlebewelt – alles irreversible Vorgänge, deren Fortschreiten höchstens gestoppt, die aber nie mehr rückgängig gemacht werden können.

Einhalten geboten werden kann dieser weltweiten Entwicklung nur durch radikalen Stopp der Verschwendung im Konsum der Naturschätze wie Rohstoffe, Energieträger, Wasser etc., durch die bessere technologische Ausnutzung von Energie und Rohstoff, den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energie, die Verwendung von „Abwärme“, das Recycling des Materials, die Herstellung von Langzeitgütern, den Ersatz von hochgiftigen Produkten, deren Abfälle die Umwelt belasten, durch umweltverträgliche, vor allem aber durch eine wiederum ins Lot gebrachte ethische Einstellung gegenüber Natur, Lebewesen, Mitmenschen und Nachkommen. Das Vorbild – auch für die Gesellschaft – liefert in idealer Weise der Naturhaushalt selbst durch perfektes Recycling in einem totalen Kreislauf, der seit der Entfaltung des Lebens vor 570 Millionen Jahren keinen Abfall produziert hat, während in Österreich pro Jahr 10 Cheopsyramiden voll umweltbelastenden Mülls entstehen und die Müllhalden in den USA eine größere Fläche bedecken als jene der Bundesrepublik samt den Benelux-Staaten. Mit einer der Grundlagen für ein Umdenken in unserem Land wäre natürlich auch eine genaue Bestandsaufnahme der umweltrelevanten Fakten aus geologischer und aus allgemeiner Sicht in Österreich, die erst in den Anfängen steckt, und eine erste zusammenfassende Publikation in der Art des Umweltatlas der deutschen Bundesrepublik „Die Lage der Nation“ (E. KOCH & F. VAHRENHOLT, 1983). Mit dem Bändchen „Öko-Insel Österreich“ von T. KOFLER & O. STOCKER (1985) beginnen hier erste zögernde Schritte in dieser Richtung.

c) Die historische Entwicklung des Umweltbewußtseins

Während im vorigen Jahrhundert der Eingriff des Menschen in die Natur nur von wenigen Erdwissenschaftlern seit L. v. BUCH (1806) bewußt erlebt worden ist, beginnt erst im 20. Jahrhundert mit der Arbeit von E. FISCHER (1916) „Der Mensch als geologischer Faktor“ diese Denkrichtung in konkreter Form Fuß zu fassen. Trotzdem bleiben in Österreich in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts umweltgeologische Betrachtungen stets nur an Einzelphänomenen haften: Etwa die Auswirkungen von Grundwasseränderungen bei Flußregulierungen auf die Vegetation, von Abholzung oder Abbrand auf die Verkarstung, die anthropogene Auslösung von Erdbeben etc. Daneben allerdings waren gerade die Pionierleistungen der angewandten Geologie und Ingenieurgeologie in Österreich, vom Straßen- und Bahnbau angefangen bis zum Lawinen- und Wildbachverbau, stets von einem großen Einfühlungsvermögen in die Natur getragen.

Den ersten zielstrebigsten Versuch, „das Wirken des Menschen im geologischen Geschehen“ umfassend darzustellen, hat H. HÄUSLER sen. (1959), von Beispielen aus dem

oberösterreichischen Raum ausgehend, unternommen. Mit großer Energie hat übrigens W GOETHEL, ein Schüler von E. SUESS, bei seiner geologischen Arbeit in Polen den Naturschutzgedanken, abgewandelt für eine Schonwirtschaft im Bergbau, bis nach dem Zweiten Weltkrieg durchzusetzen versucht.

Früher als die Erdwissenschaftler haben auch in Österreich die Biologen auf das exponentielle Wachstum der Umweltzerstörung reagiert, in Wien z. B. Frau Prof. G. PLESKOT, als Leiterin der Abteilung für biologische Umweltforschung am 1. Zoologischen Institut der Universität Wien (vgl. G. PLESKOT, 1976).

Eine weitere Zuwendung von Erdwissenschaftlern zu Fragen des Umweltschutzes hat im deutschsprachigen Gebiet aber erst mit fortschreitender Verknappung und Bedrohung der Naturschätze in den siebziger Jahren, in Österreich erst in allerjüngster Zeit begonnen: Als Gradmesser für das Verständnis der Bedeutung der Aufgabe der Erdwissenschaft auf dem Sektor Natur- und Umweltschutz kann der Grad der Ausarbeitung von Naturraumpotentialkarten dienen, die ja Grundlage für jede weitere Diskussion bilden und an deren Erstellung die Erdwissenschaften vorrangig beteiligt sind: In der BRD hat man erst Anfang der siebziger Jahre mit einem solchen Projekt begonnen, im Jahre 1980 lag dann als erstes Ergebnis ein Kartenwerk mit 12 Blättern im Maßstab 1:200.000 über Niedersachsen vor (F. BENDER, 1984, S. 525). In Österreich sind ebenfalls erst Anfang der achtziger Jahre erste Ergebnisse derartiger Bemühungen vorgelegt worden: Mustergültige Pionierarbeit hat das Institut für Umweltgeologie und Angewandte Geographie in Graz unter der Leitung von W GRAF mit der Herausgabe der Serie von 24 Naturraumpotentialkarten vom Bezirk Radkersburg, Steiermark, geleistet (I. ARBEITER-CZERNY et al., 1983), von welchem Institut aus in gleicher Weise bereits vier weitere steirische Regionen bearbeitet worden sind (vgl. S. 349). Daneben ist der Atlas zur räumlichen Entwicklung Österreichs von der „Österreichischen Raumordnungskonferenz“ seit 1983 im Erscheinen. Den Erdwissenschaftlern (wie vielen übrigen Sparten) steht heute ein Wettlauf mit der Zeit bevor, soll hier noch helfend eingegriffen werden und nicht nur Versäumtes und Zerstörtes nachträglich dokumentiert werden.

d) Dokumentation

Da das Thema Geologie und Umweltschutz auf weite Bereiche der Naturwissenschaft übergreift, ist die einschlägige Literatur weit verstreut publiziert oder dank der plötzlich von der Praxis her geforderten Unterlagen vielfach nur in Form von unveröffentlichten Gutachten vorhanden. Einige Hinweise auf sich gerade erst entwickelnde Zentren der Dokumentation dieser Sparte sind daher nötig.

An grundlegenden deutschsprachigen Werken zum Thema seien vorweg das vierbändige deutsche „Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt“ von K. BUCHWALD & W. ENGELHARDT (1978 bis 1980) und der Abschnitt über „Angewandte Geowissenschaften in Raumplanung und Umweltschutz“ in Band 3 von F. BENDER (1984, S. 521 bis 650 cum lit., S. 343 bis 357) erwähnt. In den USA hat man sich schon früher mit Fragen der Umweltplanung aus geologischer Sicht befaßt (z. B. A. HOWARD & I. REMSON, 1978), doch liegt die Problematik in diesem Kontinent vielfach andersartig als in unserem Lande.

Eine Zusammenstellung der Literatur zur Raumforschung und Raumplanung in Österreich gibt die ÖROK-Dokumentation 1981/2, in der die Literatur über Bergbau (ab S. 52, 126, 188), Energie und Ressourcen (ab S. 64, 93, 145) und Umweltschutz (ab S. 69, 94, 150, 197) angeführt ist (s. u. ÖSTERR. RAUMORDNUNGSKONF., 1982). Verzeichnisse über Berichte über Grundwasser- und Gewässerschutz sind im Rahmen der hydrogeologischen Literatur (S. 273 f.) erwähnt. Literatur zu Fragen der Planung über Rohstoff- und Energieressourcen findet man im Kapitel Lagerstätten (S. 269 ff.). Für die Steiermark ist in diesem Zusammenhang eine Dokumentation in der Schriftenreihe „Steirische Beiträge zur Rohstoff- und Energieforschung“ hervorzuheben (AMT DER STM. LANDESREG., 1982 bis 1984). Ferner bringt die Schriftenreihe „Beiträge Umweltschutz etc.“ des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz einschlägige Berichte. Sodann soll noch die mit Sach-, Orts- und Gewässerregister versehene sechsbändige Dokumentation des „Österreichischen Bundesinstitutes für Gesundheitswesen“ im Auftrag des letztgenannten Ministeriums spezielle Erwähnung finden, die die Themen Luft, Lärm, Abfall, Wasser, Boden und Vegetation abhandelt. Auf weitere, speziellere umweltgeologische Themenbände – etwa von der Art der wichtigen periodischen „Interpraevent“-Symposiumsbändereihe – einzugehen, ist im einzelnen hier nicht möglich. Arbeiten mit statistisch ausgewerteten Daten zum Thema findet man in den regelmäßig erscheinenden Veröffentlichungs-Verzeichnissen des Österreichischen Statistischen Zentralamtes.

Umfassend angelegt ist schließlich der Fachinformationsführer „Umweltschutz“ von ST. GERGELY & O. DWORAK (1984), in dem alle einschlägigen Informationsvermittlungsstellen, Datenbanken, Zeitschriften, Bibliotheken, aber auch damit befaßte Institute, Forschungseinrichtungen, Dienststellen des Bundes und weitere Organisationen angegeben sind.

e) Naturraumpotential-Forschung

Die erst in jüngster Zeit begonnene Erfassung des Naturraumpotentials, seine textliche und kartenmäßige Darstellung, bildet die Grundlage für jegliche großräumige Planung und Abstimmung. Die Erdwissenschaft ist entscheidend an der Erstellung dieser Grundlagen für Raumordnung und Raumplanung beteiligt. In einem dicht besiedelten Land wie Österreich muß die Art der Nutzung der vorhandenen Flächen und Gegebenheiten genau abgewogen werden: Während auf der einen Seite Siedlung, Industrie, Verkehr, Tourismus und Land- und Forstwirtschaft Raum benötigen, erfordern auf der anderen Seite Bergbau, Tagbau, Anlagen zur Sand-, Ton-, Schotter-, Bruchstein- und Bausteingewinnung sowie zur Förderung von Energieträgern und zur Gewinnung von sauberem Grundwasser ihre Flächen. Das Abwägen dieser diametralen Forderungen unter Mitberücksichtigung des vorhandenen geogenen Gefahrenpotentials kann nur nach exakter Erfassung von Ausdehnung, Mächtigkeit, Ergiebigkeit, Ersetzbarkeit der Naturschätze sowie des materiellen und auch des ideellen Wertes (Naturschutz) einer Landschaft zu einem Resultat führen, das die bestmögliche Nutzung der natürlichen und zivilisatorischen Gegebenheiten aufzeigt (T. GATTINGER, 1980 b; J. HADITSCH, 1980 b; H. FLÜGEL, 1982; H. SCHWENK, 1982; H. HÖNIG, 1983;

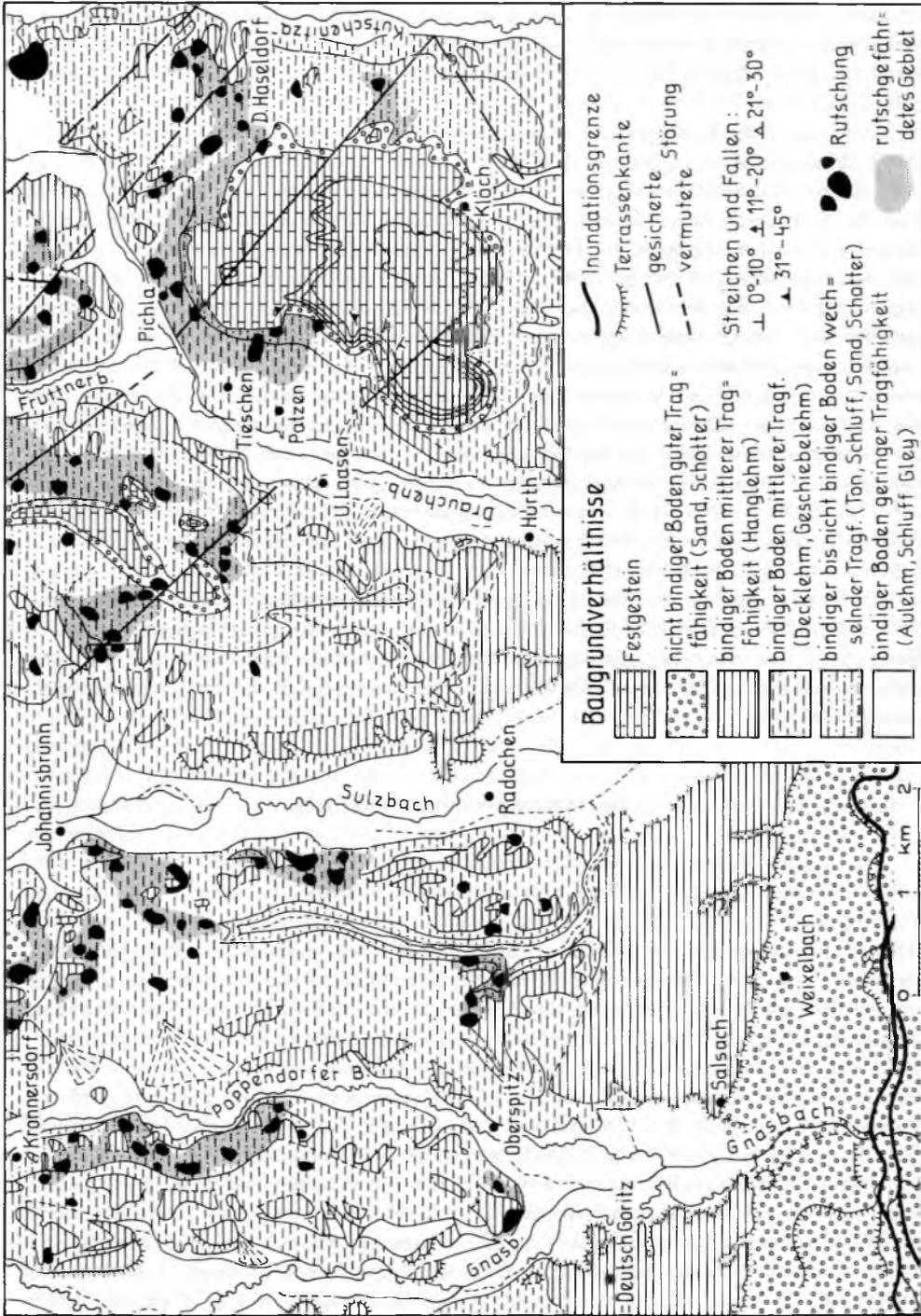


Abb. 128: Ausschnitt aus der Baurisikokarte des Naturraumpotential-Atlas des Bezirks Radkersburg, von G. SUETTER & Th. UNTERSBERG (1983, Blatt 5).

H. KÜRZL, 1984; ÖST. RAUMORDN. KONF., 1984; W. GRAF et al., 1984; F. BENDER, 1984, S. 521 ff.; G. STERK, 1985 b).

Mit der Erfassung des Naturraumpotentials geht natürlich auch eine Risikobewertung in bezug auf mögliche Naturkatastrophen geogener und anderer Art einher, so daß in einer Gesamtsystemanalyse zugleich eine Risikoanalyse enthalten ist (W. PETAK & A. ATKISSON, 1982).

Gleichsam als Pionierprojekt auf dem Naturraumpotentialsektor kann in Österreich der oben erwähnte Naturraumpotentialatlas samt Erläuterungen des Bezirkes Radkersburg in der Steiermark dienen, der unter der Leitung von W. GRAF erstellt worden ist (I. ARBEITER et al., 1983; G. SUETTE & TH. UNTERSWEIG, 1983). Da an Hand dieses Beispiels mustergültige Grundlagen für jede weitere Raumplanung erarbeitet worden sind, soll zur Durchleuchtung des gesamten Fragenkomplexes der Inhalt dieser thematischen Karten in Kurzform mitgeteilt werden: Geologie, Bohrprofile, Quartärmächtigkeit, Sand- und Schottermächtigkeit, Baurisiko (Abb. 128), Steinbrüche und Baumaterialgruben, Böschungswinkel, Grundwasserschichtenpläne bei Hoch- und Niederwasserstand, Extremgrundwasserstand, Grundwasserüberdeckung, Bodentypen, Wasserverhältnisse, Bodenschwere, Erosion, Bodenwert, Natur- und Landschaftsschutzgebiete sowie berg- und wasserrechtliche Schongebiete, Kaltluftzonen, Temperaturmaxima, Temperaturgunstzonen, Besonnung, Nebelzonen, Vegetation. Analoge Naturraumpotentialkarten mit erläuterndem Text sind in der kurzen Zwischenzeit im Institut für Umweltgeologie bereits für die Region des mittleren Murtales (F. EBNER, 1981 b, 1983), die Bezirke Leibnitz (M. PÖSCHL et al., 1982 bis 1983; H. HONIG et al., 1984) und Deutschlandsberg (J. FLACK et al., 1983), Voitsberg (F. EBNER et al., 1984) sowie für das Mürztal (G. HÜBEL & G. RAUCH, 1984) erstellt worden.

Der Weg zu einem Naturraumpotentialatlas von ganz Österreich ist allerdings noch weit

Als Beitrag der Geologischen Bundesanstalt zu einer Naturraumpotentialkarte des Landes kann die begonnene regionale Feststellung des Rohstoffpotentials verstanden werden, wie sie beispielsweise von H. PIRKL (1984) für das Blatt Wörgl und Neukirchen am Großvenediger durchgeführt worden ist. Überblick über die Rohstoff-Forschungsprojekte 1978 bis 1983 gibt der Bericht von H. PIRKL (1983). Noch im Jahr 1986 wird seitens der Geol. Bundesanstalt ein Katalog über die meist unveröffentlichten Ergebnisberichte der zahllosen Rohstoffprojekte in Österreich ausgegeben werden (H. PIRKL, 1986). Von Interesse ist in diesem Zusammenhang auch die Erstellung des Geochemischen Atlas von Österreich im Maßstab 1:50.000, der 33 Elemente erfaßt (an der Geol. Bundesanstalt als Folien aufgelegt), der auch in Form von Übersichtsblättern für die einzelnen Elemente im Maßstab 1:1.000.000 im Druck erscheinen wird; Beispiel: Arsen – F. THALMANN (1984).

Von besonderer Bedeutung in der Naturraumpotentialforschung ist naturgemäß auch die Erfassung der Georischen als negatives Naturraumpotential. Durch die Initiative von G. SCHAFFER entsteht seit dem Beschluß der Geologischen Bundesanstalt von 1980 eine „Karte der geologisch-geotechnischen Risikofaktoren der Republik Österreichs 1:50.000“, die der Forderung nach geotechnischer Sicherheit Rechnung tragen soll. Für Raumplanung und Umweltschutz in bezug auf Sicherheit von Bau-, Verkehrs- und Transportwesen einschließlich Pipelines und Fernwasserlei-

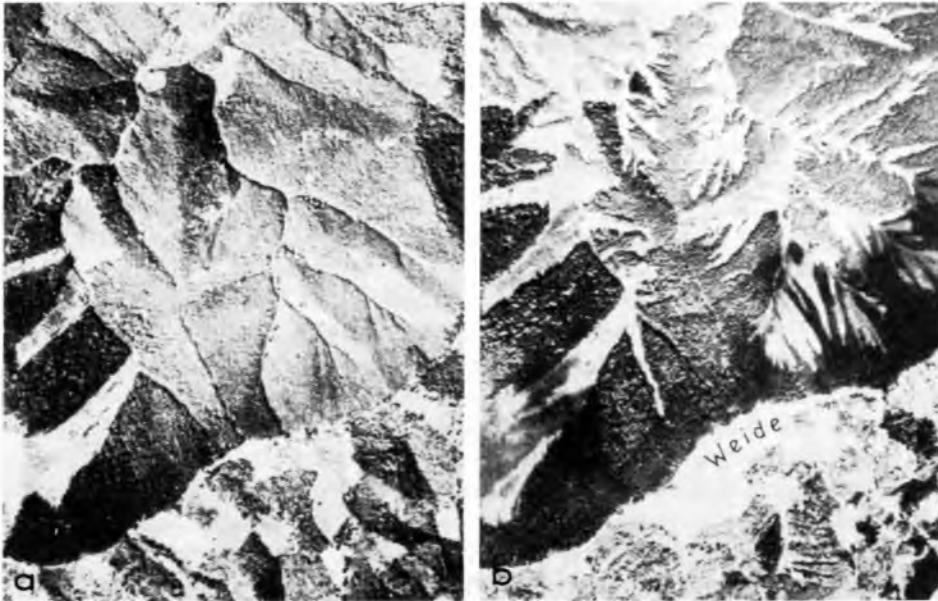


Abb. 129: Schlagartige Erosionswirkung und Anriß einer Unzahl von Anbrüchen im bewaldeten Gehänge des Jassnitzgrabens S Allerheiligen im Mürztal bei der steirischen Unwetterkatastrophe am 12. August 1958. Die Bilder aus der Studie von E. CLAR (1959, S. 136, Abb. 7–8) zeigen Luftaufnahmen vor und nach dem Unwetter (Norden ist unten!).

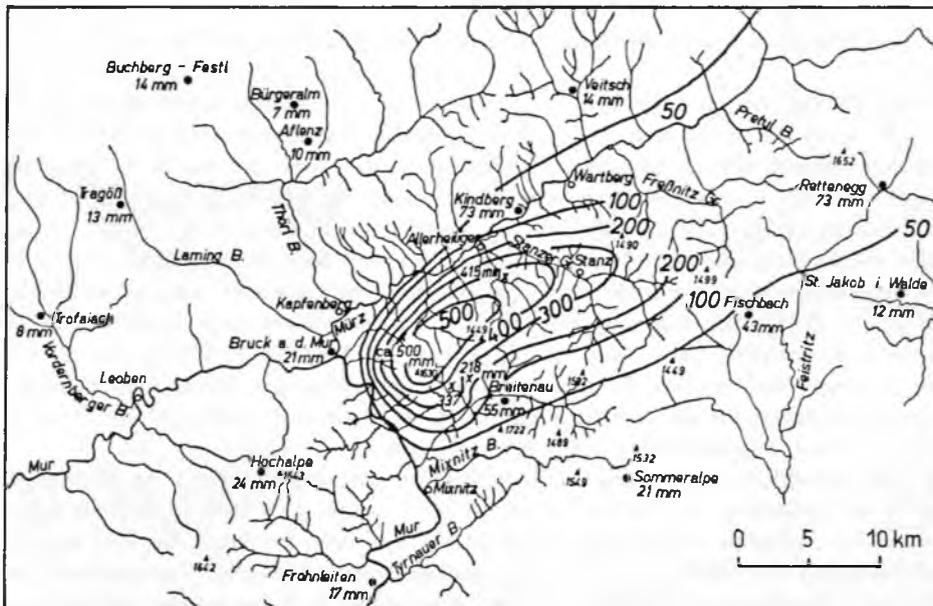


Abb. 130: Die Niederschlagsmengen am 12. August 1958 in mm bei der Unwetterkatastrophe im Raum Stanz-Breitenau südlich des Mürztals; nach J. ZÖTL (1971, Abb. 27).

tungen wird dieses Kartenwerk besondere Bedeutung besitzen. Bisher (1985) liegen sieben Blätter dieser negativen Naturraumpotentialkarte in Reinzeichnung vor, 16 Karten stehen in Bearbeitung. Von den geschätzten 70.000 bis 100.000 geogenen Risikofaktoren in Österreich sind hierdurch bisher 7000 im Detail erfaßt.

2. Spezielle Aufgabenbereiche

a) Geologische Vorsorge gegen Naturkatastrophen und bei technischen Großbauten

Die Klärung der Ursachen geogen bedingter Naturkatastrophen, die Entwicklung vorbeugender Maßnahmen, die Vorhersage, im besten Fall sogar die Verhinderung solcher Ereignisse, sind klassische Aufgaben der Angewandten Geologie. Ihr Aufgabenbereich in dieser Richtung betrifft vor allem Ereignisse wie Erdbeben, Bergstürze, Hangrutsche, Wildbach- und Murschäden, Hochwässer, in Österreich glücklicherweise nicht Vulkanausbrüche oder Tsunamis. Da wir im Abschnitt Seismologie und Technische Geologie bereits an Hand einiger Beispiele auf die spezifische Situation Österreichs eingegangen sind, müssen wir uns hier mit diesen Hinweisen begnügen (S. 185 f., 318 ff.). Zahllose eindrucksvolle Beispiele aus Österreich betreffs Hochwasser- und Hangrutschkatastrophen sowie Murschäden (Abb. 129, 130) sowie deren Verhinderung durch Entwässerung der Rutschhänge, Wildbachverbau, Anlage von Retentionsräumen, Dammschutz etc. sind z. B. im Referateband „Hochwasser und Raumplanung“ (H. ÖLLINGER et al., 1971) und – auf internationaler Ebene – in der Publikationsreihe „Interpraevent“ der „Forschungsgesellschaft für vorbeugende Hochwasserbekämpfung“ enthalten, die bisher 13 Bände herausgegeben hat (1 Bd. Klagenfurt 1967, 4 Bde. Villach 1971, 3 Bde. Innsbruck 1975, 5 Bde. Linz 1980/81 – vgl. H. AULITZKY et al., 1980(1981), eindringlich vor Augen geführt. Wie umsichtig auch bei Verbauung von Wildbächen vorgegangen werden muß, zeigt etwa der Artikel von E. LEYS (1980) über die Grenzen der „Machbarkeit“ in Gebirgslandschaften, in dem gezeigt wird, daß bei übersteigerten Ausbauten durch Störung der Ökologie des Wildbaches die Gefahrenquellen wieder vergrößert werden. Näheres hierzu vgl. S. 315 ff.

Erst in unserem Jahrhundert erhält mit dem Anwachsen der technischen Großprojekte ins Gigantische die Erdwissenschaft noch den Auftrag, auch vor anthropogen bedingten Katastrophen zu schützen. Ein geborstener Staudamm (Vajont, Italien, 1963: 3000 Tote; Johnstown, USA, 1889: 2142 Opfer; Malpasset, Frankreich, 1959: 381 Tote; Vega de Tera, Spanien, 1959: 144 Tote), eine unterspülte, weggesackte Bahntrasse, ein unüberlegt auf eine Bebenlinie gesetztes und eventuell hierdurch betroffenes Großkrankenhaus, ein nicht genügend vor Erdbeben geschütztes und gegebenenfalls zerstörtes Atomkraftwerk, das beim Supergau durch Dampfexplosion das radioaktive Inventar in die Atomsphäre freisetzt und ganze Ländereien verwüstet – all das sind Katastrophen, die in ihrer Auswirkung für die Menschheit und Natur durchaus Naturkatastrophen übertreffen können – vgl. Supergau im April 1986 in Tschernobyl, UdSSR. Eine umweltbedachte Bauplanung, besonders etwa in Bebengebieten, ist heute Thema der internationalen Fachliteratur (vgl. Überblick bei B. BOLT, 1984, S. 167 ff.).

Wir haben auch in dieser Hinsicht, wie bereits im Abschnitt der Technischen Geologie, über die Meisterleistungen österreichischer Erdwissenschaftler bei der sorgfältigen Planung solcher Bauwerke berichtet. Wir haben aber wiederholt selbst erlebt, daß in manchen Techniker-Kreisen jene Beziehung zur Natur, zur lebendigen Erde fehlt, sodaß dann oft Großbauwerke ohne Heranziehung von Erdwissenschaftlern oder unter zu später Befragung in die Landschaft gesetzt werden und man dann über die Auswirkungen höchstlichst erstaunt ist. Beispiele dieser Art gibt es leider auch in erklecklicher Anzahl. Bekannte Fälle sind Großhotels am Semmering und in Vorarlberg, die auf sehr heterogenem Gesteinsmaterial fundiert worden sind, u. zw. teils auf festem Fels, teils auf lockerem oder mobilem Untergrund. Sie haben dann naturgemäß durch eine verschiedenartige Beanspruchung eine unterschiedliche Setzung erfahren, die sich in Rissen an den absetzenden Bauteilen äußert. Die Sicherheitswanne eines Atomkraftwerkes vor den Toren Wiens hat, wie S. 185 erwähnt, dasselbe Schicksal erlitten. Die Verwendung ungeeigneter, verlehmteter Schotter beim Bau des Autobahnabschnittes „Strengberge“ hat durch Auffrieren des wasseransaugenden Materials den Abriß des Belages und den Abtrag eines guten Teiles der Fahrbahn dieser Strecke erforderlich gemacht. Besondere Beachtung in der Öffentlichkeit hat die am 19. Dezember 1985 erfolgte großräumige, bis 15 m tiefe Absackung eines 150 m langen Trassenstückes der Südautobahn einen Monat nach Eröffnung dieses Abschnittes im Raum von Pinkafeld im Burgenland gefunden. Auf dem hier stark zu Rutschungen neigenden neogenen Untergrund hatte die viel zu hohe Belastung der bis fast 20 m hohen Schüttung ein Nachgeben des mobilen Untergrundes bewirkt.

Das unsachgemäße Einschlämmen eines dreimal so hoch als zulässig errichteten Dammes des Kohlenbergbaues Köflach hat im Jahre 1965 zum Dammbbruch des Schlammteiches geführt, sodaß sich etwa 500.000 m³ Schlammassen in das Bahnhofgelände und in die Wohnsiedlungen sowie den Karlschacht von Köflach ergossen haben (G. KOPETZKY, 1966). Die Errichtung von Brücken in unterschätzten Störungszonen an mylonitischen Bruchstörungen haben wiederholt kostenaufwendige, übertiefe Fundierungen der Pfeiler bewirkt. Anschnitte von Rutschhängen im Wienerwald an der Westautobahn haben nach ersten Maßnahmen der Entwässerung eine jahrelange Sanierung der mobilen Zonen erfordert. Eine die lokalen Eigenheiten des Felsuntergrundes nicht zureichend berücksichtigende Konstruktion der Maltatalsperrre in den Tauern hat anhaltende Schäden an der Basis der Sperre bewirkt (S. 326), die sich auch in finanzieller Hinsicht entsprechend ausgewirkt haben. Die bekannte Fehlentscheidung der E-Wirtschaft, ein Atomkraftwerk in ein nachgewiesen stark bebengefährdetes Gebiet mitten über den Hauptgrundwasserstrom Ostösterreichs entgegen dem offiziellen, absolut negativen geologisch-hydrogeologischen Gutachten der Geologischen Bundesanstalt (H. KÜPPER, N. ANDERLE, R. GRILL, 1962, unveröffentlicht: Standort mit „nicht geeignet“ und „ganz auszuschließen“ klassifiziert), hat ja bekanntlich neben anderen Gründen zur Ablehnung der Inbetriebnahme dieses Werkes bei Zwentendorf vor den Toren Wiens durch eine Volksabstimmung am 5. November 1978 geführt.

Diese Auswahl von Beispielen der Geringschätzung der geologischen Gegebenheiten durch Manager oder Techniker zeigt eindringlich, daß die Erdwissenschaften in Fragen des Katastrophenschutzes bei geogen oder bei anthropogen bedingten Gefährdungen rechtzeitig herangezogen werden sollen, um vorbeugende Maßnahmen zu treffen.

b) Schonwirtschaft im Bergbau

Derzeit wird auch in Österreich in vielen Lagerstätten direkt oder indirekt Raubbau betrieben, trotz aller bestehenden Berggesetze. Direkter Raubbau liegt vor, wenn nur die reinsten Erze, der reinste Graphit, der reinste Magnesit usf. entnommen werden und etwas niedrigerprozentige, aber durchaus wertvolle Erze und Rohstoffe, die bei der augenblicklichen Preislage nicht gewinnbringend absetzbar sind, nicht auf Halde oder in Reserve kommen, sondern mit dem Nebengestein im Berg als Hinterfüllung gesprengt werden und damit unwiderruflich für unsere Nachkommen verloren sind. Das ist in etlichen Bergbauen unseres Landes leider direkt zu beobachten. Grundsätzliches zur Frage Raubbau und Umweltschutz im Bergbau bringt in übersichtlicher Form W GOCHT (1983, S. 131 ff.).

Der indirekte Raubbau an unseren Lagerstätten aber ergibt sich aus der Verschwendungswirtschaft unserer Zeit, die mit der falschen Strategie des immerwährenden Wirtschaftswachstums immer noch mehr auf den Markt werfen und verschwenden will: Absichtlich kurzlebig konzipierte Produkte, Wegwerfeinwegpackungen, ein durch Werbung suggeriertes Übermaß an angehäuften, morgen veralteten, aus der Mode gekommenen Geräten, all das hat in ungesunder Weise den Konsum angeheizt und bewirkt die Plünderung unserer Lagerstätten von Erzen, Nichterzen und fossilen Energieträgern. Symbolhaft zeigen die bisher geförderten Mengen von Eisenerz am Steirischen Erzberg die zunehmende Ausbeutung der Lagerstätten: Förderung seit der Römerzeit bis 1600: 1 Million t, 1601 bis 1880: 15 Millionen t, 1881 bis 1980: 167 Millionen t. Während der Erzberg noch vor 300 Jahren maßgebend für eine führende Stellung Österreichs unter den größten Eisenproduzenten Europas war (W GRAF & J. HADITSCH, 1984, S. 24 f.), wird sein Erz in 50 bis 60 Jahren zur Gänze abgetragen sein. Durch die Erzeugung von Wegwerfgütern statt Langzeitgütern in allen Sparten einschließlich der Autoproduktion hat die Vergeudung aller Rohstoffe zerstörende Dimensionen angenommen.

Bei der Vergeudung der Energieträger bietet sich das gleiche Bild: Das größte neuerrichtete Kohlenkraftwerk Dürnrohr bei Tulln wird in Fehlplanung so konzipiert, daß die „Abwärme“ nicht nutzbringend verwendet werden kann, sondern 29 m³ um 8° aufgewärmte Wasser sollen sich jede Sekunde durch eine 3 m dicke Rohrleitung in die Donau ergießen. Statt 90 Prozent der zugeführten Energie der täglich in mehreren Zügen ankommenden polnischen Steinkohle zu nutzen, wie in Blockheizkraftwerken mit Wärme-Kraft-Koppelung (bei denen kombiniert Strom und Wärme erzeugt wird) möglich, werden bestenfalls 42 Prozent der zugeführten Energie genutzt, der Rest, der mehr als die 800 MW elektrischer Leistung beträgt, wird vernichtet und trägt zur Störung der Flußökologie bei. Es war eingeplant, daß dort rund die Hälfte der zugeführten Energie verschwendet werden wird. Dies entspricht einer Menge, für deren Produktion viele Dutzende der aus Naturschutzgründen so umkämpften Kampftkraftwerke nötig wären oder mit der man eine ganze Serie von Städten von der Größe von St. Pölten heizen könnte. Die Zahl derartiger Beispiele auf allen technischen Sektoren ist Legion: Weitere Möglichkeiten gegen Energieverschwendung neben der Abwärmenutzung liegen im höheren Wirkungsgrad industrieller Prozesse, in verbesserter Wärmedämmung der Häuser, in wirksameren Heizsystemen, in höherer Effi-

zienz der Haushaltsgeräte, besserer Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel – auch für Güterverkehr Schiene statt Straße –, in Qualität statt Quantität bei Gütern, in besserer Benzinnutzung im Auto (Wirkungsgrad etwa 34 Prozent) usf. bis zu einer sinnvolleren Planung der Stadtgestaltung, um den Dauerverkehr zwischen Arbeits-, Wohn- und Erholungsplatz einzuschränken. Unüberlegte bis absichtlich auf Verbrauch ausgelegte Technologien haben in unserem Jahrhundert entscheidend zur Vernichtung hochwertigster Energiereserven geführt. Die Feststellung des Statistischen Zentralamtes (Untersuchung 1982), daß in Österreich 50 Prozent der jährlich verfügbaren Energiemengen verlorengehen, davon 64 Prozent durch nicht zweckmäßig energieaufnehmende Geräte und Maschinen und 26 Prozent bei den Energieumwandlungsbetrieben, unterstreicht die Notwendigkeit des Umdenkens.

Ein weiterer Weg, Energie und Rohstoffe einzusparen, ist die Wiederverwertung der brauchbaren Anteile des „Abfalls“. Statt Einwegflaschen und Aluminiumdosen wird mit wiederverwertbaren Flaschen enorme Energie eingespart. Ferner würden bei Wiederverwertung des Aluminiums von Aludosen nur 15 Prozent jener Energiemenge verbraucht werden, die bei Herstellung aus dem Rohmaterial Bauxit erforderlich ist. Die Aluminium-Produktion verbraucht ja etwa 11 Prozent des der Industrie zugeführten Stromes. Radikales Umdenken der Wegwerfgesellschaft vom Raubbau zur Schonwirtschaft ohne Qualitätsverlust ist hoch an der Zeit. Ansätze zu diesem Umdenken werden vielfach sichtbar und auch durch Broschüren populär gemacht (vgl. W. ALTZIEBLER, 1984; T. KOFLER & O. STOCKER, 1985).

Durch sinnvollen Einsatz von Umweltschutzmaßnahmen aber kann nicht nur die Verschmutzung der Umwelt hintangehalten werden, sondern zugleich durch Nutzung der rückgewonnenen Stoffe wertvolles Rohmaterial erspart werden. So hat der Einbau von Filtern in einem Zementwerk im Unterinntal aus dem sonst in die Umgebung geblasenen Feinstaub die Möglichkeit geboten, einen wertvollen Spezialzement für spezifische Zwecke auf den Markt zu bringen. Bei Kohlenkraftwerken kann heute der Gesamtrückstand als technisches Rohmaterial wiederverwendet werden, sodaß in Deutschland bei modernen Kraftwerken die Anlage von Halden deponie unterbleibt: die SO_2 -Abgase werden mit Kalk zu technisch einwandfrei verwendbarem Gips gefällt, Flugasche dient für Bindemittelzwecke in der Baustoffindustrie, Magnesiumbisulfid wird zum Rohstoff für Zellstoff-Fabriken, Magnesiumoxyd wird derzeit noch als wertvolles Gut importiert, Ammoniumsulfat kann als Düngemittel verwertet werden. Der Forschungsbericht „Beiträge zum Umweltschutz etc.“ des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz 1/1977 beschreibt die Verwertbarkeit von Aschen und Schlacken von Kohlekraftwerken des näheren.

Zur Charakterisierung der heute in Österreich noch herrschenden Problematik der technischen Verwertung der aus den Abgasen herausgefilterten Stoffe soll das Beispiel des Rauchgasgipses in der Steiermark dienen. Das Kraftwerk Voitsberg NW Graz würde bei Filterung der Abgase jährlich ca. 68.000 t, das Kraftwerk Mellach SE Graz ca. 20.000 t Gips produzieren. Der Gipsbergbau sieht bei der Verwendung dieser Gipsmengen in der Gipsindustrie eine den Bergbau gefährdende Konkurrenz, die steirische Zementindustrie könnte bei allmählicher Umstellung jährlich 50.000 bis 65.000 t dieses Gipses verwerten, wenn er allen Anforderungen entspräche. Wenn es aber im Gegensatz zu anderen Industriestaaten zu keiner Verwertung solcher Produkte käme, brächte

die Deponie beträchtliche Probleme: Allein die Flugasche und der Rauchgasgips würden bei Deponie den gesamten Tagbau Karlschacht bereits in 12 bis 15 Jahren ausfüllen, wobei durch die darin enthaltenen Substanzen das Grundwasser gefährdet werden könnte. Falls daher keine Abnahme des gesamten Rauchgasgipses zu erreichen wäre, müßte man daneben Produkte wie Schwefelsäure (wie in den USA), elementaren Schwefel etc. herstellen, die derzeit von Österreich importiert werden müssen.

Die allein bei den Kraftwerken Voitsberg und Mellach anfallenden Gipsmengen, die bereits rund 15 Prozent der österreichischen Gipsproduktion (1983: 611.000 t) ausmachen, zeugen vom Ausmaß der bisher in die Luft geblasenen Schadstoffe einerseits, von den gewinnbaren Rohstoffen durch Filterung andererseits. Der Vergleich mit deutschen Verhältnissen macht diese Situation noch anschaulicher: Wenn ab 1988 in der BRD laut Verordnung die Mehrzahl der Kraftwerksabgase gefiltert sein wird, werden allein die Kohlenkraftwerke in Nordrhein-Westfalen über 2 Millionen t Gips/Jahr produzieren – also fast die Hälfte des jährlichen Gipsverbrauches in der Bundesrepublik!

Die Zahl der Beispiele über Energie- und Rohstoffeinsparung durch Wiederverwertung gebrauchter Güter ist Legion und kann nicht im einzelnen angeführt werden. Es mag etwa noch das Beispiel der Altglasverwertung in Österreich zitiert werden: Die Förderung der direkten Wiederverwertung der Glasflasche, wie dies vor der Verschwendungsära selbstverständlich war, ist im heutigen Bewußtsein noch nicht durchgedrungen. Aber allein die Nutzung von 47.000 t Altglas im Jahre 1982 in Österreich (25 Prozent der verwendeten Menge an Hohlglas) bedeutet 36.500 m³ weniger Müll, 1,7 Millionen m³ weniger Erdgasverbrauch (23 Millionen kWh weniger Energieverbrauch), 21 Millionen m³ weniger Abgase und verminderte Abwasserbelastung. Daß dies nur den Beginn eines Umdenkens anzeigen soll, zeigt der Vergleich mit der Schweiz, wo im Jahre 1984 nicht 6,7 kg Altglas/Einwohner wie in Österreich, sondern 21,3 kg – also mehr als dreimal soviel – gesammelt worden ist.

Auch die jüngsten Daten zeigen noch immer ein Übermaß der Verschwendung: Zuletzt landeten in Österreich noch 200.000 t Altglas/Jahr im Müll und wurden nur 63.000 t wiederverwertet; 450.000 t Altpapier werden jährlich als Abfall weggeworfen, obwohl die österreichische Industrie 300.000 t Altpapier pro Jahr einführen muß (T. KOFLER & O. STOCKER, 1985, S. 88) – hier und bei vielen anderen Grundstoffen ein unnötiger Verschleiß an Rohmaterial, Energie, Wasserverbrauch und Wasserverschmutzung.

Grundlage einer sinnvollen Nutzung der Lagerstätten von Erzen, Nichterzen und Energieträgern aber ist natürlich neben deren umfassender Erfassung (Lit. S. 347) eine genaue Planung für die Art des Abbaues einerseits, die Lösung der damit verbundenen Umweltprobleme andererseits. Zum erstgenannten Thema, der exakten Abbau-planung, hat sich ein neuer Wissenschaftszweig zur Abschätzung der Reserven und der Geometrie der Lagerstätten mit Hilfe der Statistik, die sogenannte Geostatistik, entwickelt, die auch bei den Einzelheiten des Beprobungsplanes und der Bohrungs-Lochierung Hilfe für die Bergingenieure gewährt. Sie ist an Hand der Kohlenlagerstätte Trimmelkam, OÖ., beispielsweise erprobt worden (M. VINZENT, 1984).

Die Probleme der Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe unter Berücksichtigung der Umwelterfordernisse bis hin zum Fremdenverkehr müssen heute – gerade in



Abb. 131: Plakate der frühen Bürgerinitiative „Verein zum Schutz der Landschaft und heimischen Wirtschaft“ riefen bereits im Jahre 1970 im Raum Kitzbühel gegen die Lagerstättenprospektion durch Geologen und gegen Bergbau in diesem Fremdenverkehrsgebiet auf. Die Notwendigkeit der Abstimmung konträrer Interessen kündigt sich an.

Österreich – in zunehmendem Maße berücksichtigt werden (G. LÜTTIG, 1979; S. EBERLE & R. RUDEK, 1983; J. HADITSCH, 1984).

Über die herkömmlichen Fragen der Umweltbeeinflussung durch den Bergbau durch Senkung oder Hangrutschung (Beispiel: Großrutschung im mobilen Gehänge aus Buntem Keuper über dem Gipsbergbauggebiet Myrtengraben unterhalb des Bärenwirtes im Semmeringgebiet, NÖ.; Grundsätzliches hierzu bei H. KRATZSCH, 1983), ferner durch Halden, durch Grundwasserabsenkung durch Tagbaue (G. KELLER 1969, S. 252 ff., 273 ff., 283 ff.), besonders aber durch Prozeßwässer (Filtration, gravitative Separation, Lösen, Waschen etc.) informieren bereits die einschlägigen Handbücher (F. BENDER, 1984, S. 595 ff.).

Eine schwerwiegende Gefährdung der Umwelt durch die in den USA bereits im Jahr 1964 im „Pflugchar-Projekt“ (Plowshare project) getestete Methode der totalen Aufbereitung ganzer Bergstöcke zu Trümmergestein durch unterirdische oder flachgründige oberirdische atomare Großsprengungen für die bessere Gewinnung des Erzes durch Laugung ist dann doch wegen der Möglichkeit atomarer Verseuchung zurückge-

stellt und in der Praxis nicht angewendet worden (H. AUST & J. BECKER-PLATEN, 1985, S. 86).

Heute kommt in Fremdenverkehrsländern als neue Komponente die Störung des Fremdenverkehrs durch Tagbau oder Bergbau mit Halden in landschaftlich wertvollen Gegenden hinzu: Wir erinnern uns noch der Plakate von Bürgerinitiativen im Raum von Kitzbühel im Jahre 1970, von denen uns in fetten Lettern „DAS BERGWERK DROHT“ und „TOD DEN GEOLOGEN“ entgegenleuchtete, als Reaktion auf die geologische Prospektion und die Bohrungen der Union Corporation in der Region einer mutmaßlichen östlichen Fortsetzung der Vererzung des Röhrebichels (J. HADITSCH, 1984 b) – Abb. 131.

Jüngst hat nun G. STERK (1985 b) in seiner Studie „Rohstoffgewinnung und Umweltschutz in Österreich“ gerade den Zusammenhängen zwischen Bergbau und Umwelt, den einschlägigen Problemen, aber auch den erfreulichen gegenwärtigen Fortschritten auf diesem Sektor in verantwortungsbewußter Weise größte Aufmerksamkeit gewidmet.

Aus der Reihe der dort bei G. STERK angeführten Fortschritte auf diesem Sektor seien vier Beispiele herausgegriffen, die zugleich zeigen, daß Umweltschutz nicht immer nur Mehrkosten bedeutet, sondern vielfach auch zu zusätzlicher Rohstoffgewinnung oder verbesserter Rohstoffausbringung, also zu finanziellem Erfolg, verhelfen kann:

1. Der Scheelitbergbau Mittersill in den Hohen Tauern – einer der größten Wolframbergbaue der Welt – ist durch Begrünung der Halden, Verlegung von Werksgebäuden untertage, unterirdischen Roherztransport durch Stollen statt obertags mittels Lkw u. a. so gut wie immer möglich in die Hochgebirgslandschaft eingefügt worden.

2. Der Magnesitbergbau Hochfilzen in Tirol hat die alten Halden aufgeforstet und für die Rauchgase des Werkes eine Naßentschwefelungsanlage errichtet, wodurch Gips und Magnesiumsulfat zur Nutzung anfallen.

3. In der Saline Steinkogel (OÖ.) der Österr. Salinen-AG wird aus der Mutterlauge Kaliumchlorid rückgewonnen, wodurch einerseits der bisher damit belastete Vorfluter freigehalten wird, andererseits das gewonnene Kaliumchlorid in der Düngemittel-Industrie verwertet werden kann.

4. Durch die Rückeinpressung von täglich 30.000 m³ gereinigter salzhaltiger Ölfeldabwässer in den Untergrund entlastet der österreichische Erdölbergbau einerseits die Umwelt, erspart die Kosten der Entsalzung dieser Abwässer und erzielt gleichzeitig durch eine Steigerung des Lagerstättendruckes eine erhöhte Erdölausbeute.

c) Schutz des Bodens

50 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Böden in Österreich sind nach ihrer Qualität und Zusammensetzung kartierungsmäßig erfaßt. 32 Prozent dieser durch die Landwirtschaft bewirtschafteten Böden wird intensiv genutzt. Hierdurch ist in der heutigen Zeit automatisch die ebenso intensive Behandlung des Bodens mit Kunstdünger (pro Jahr werden in Österreich weit über 1 Million t aufgebracht) sowie mit Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (jährlich werden rund 4000 t einge-

setzt) verbunden. Damit aber tritt bei der vielfach gehandhabten unsachgemäßen Anwendung eine langfristige Schädigung von Boden, Grundwasser und Vegetation ein.

Grundsätzliches zu diesen Fragen aus geologischer Sicht wird bei H. AUST & J. BECKER-PLATEN (1985, S. 73 ff.) vermerkt. Über die Situation in Österreich auf diesem Sektor informiert am umfassendsten das Heft „Umweltsituation – Boden“ von E. KASPEROWSKI (1981, cum lit.). Die Schädigung der Böden vollzieht sich laufend in breitem Ausmaß: Zunächst durch die Zersiedlung (täglich werden in unserem Land 35 ha verbaut), sodann durch die Zerstörung durch den Fremdenverkehr, und zwar nicht nur im Bereich der Skipisten (S. KUX et al., 1981, Abb. 48), durch Bearbeitung des Bodens mit schweren Maschinen bis zu stets gleichbleibender, beträchtlicher Tiefe, was zur Verdichtung, besonders zur Pflugsohlenbildung führt; durch die massenhafte Einbringung von Kunstdünger in den bewirtschafteten Boden (1970: rund 1,6 Millionen t, 1979 rund 1,2 Millionen t), durch die Klärschlammdüngung samt Schwermetallgehalt und organischen toxischen Verbindungen, durch die Biozide, durch unkontrollierte Mülldeponien, durch die SO₂-Emission von Kraftwerken, Industrie und Haushalt, die, umgewandelt, als saurer Regen mit verheerenden Wirkungen für die Bodenorganismen auf die Böden einwirkt, durch die Bleibelastung entlang der Fahrbahnen (die bis auf 100 m Entfernung noch 30 Prozent der unmittelbar am Verkehrsträger gemessenen Werte betragen), durch die Salzstreuung auf Verkehrswegen, die in den späten siebziger und Anfang der achtziger Jahre rund 100.000 t Steinsalz/Jahr und untergeordnet auch CaCl₂ aufgebracht und damit die angrenzenden Böden alkalisiert hat, was zu Störungen der Pflanzenatmung und zum schnelleren Absterben der Allee-bäume in den Städten geführt hat.

Abhilfe kann hier geschaffen werden durch Eindämmung des Verbauens der fruchtbaren Böden, die der Landwirtschaft vorbehalten bleiben müssen, durch Verminderung des Kunstdünger- und Biozid-Einsatzes unter vermehrter Verwertung des Stalldüngers sowie Wiederherstellung einer natürlichen Harmonie durch eine vielgestaltige Kulturlandschaft, in der sich wiederum das ökologische Gleichgewicht einstellen kann, Beschränkung im Straßen- und Pistenbau u. a. mehr: Auch hier gilt die Forderung nach rascher Umstellung angesichts des Ausmaßes der rücksichtslosen und konzentrischen Art der heute herrschenden Bodenzerstörung.

d) Schutz des Grundwassers und der Gewässer

a) Allgemeines

Grundsätzliches über die Frage der Grundwassersituation in Österreich, der unterschiedlichen Gegebenheiten bei Karstgrundwasser und beim Grundwasser der Talbecken, der Strömungsgeschwindigkeit, ihrer Erneuerung, dem Konnex mit dem Flußwasser und andere einschlägige Fakten sind bereits im Abschnitt Hydrogeologie (S. 271 ff.) erörtert worden.

Hier soll zusätzlich der ausgedehnte Fragenkomplex der Grundwasserverunreinigung und des Grundwasserschutzes zur Sprache kommen, dem bei der rasch fortschreitenden Wasserverknappung in der Welt und in Österreich in Gegen-

wart und Zukunft erhöhte Bedeutung zukommt. Gerade das Wissen, wie langsam in manchen Regionen die Grundwassererneuerung vor sich geht (Extrembeispiel: Grundwasser im Seewinkel östlich vom Neusiedler See mit einem Alter von 28.000 Jahren, das also seit der letzten Eiszeit nicht mehr erneuert worden ist – S. 300), zwingt uns zu wesentlich verantwortungsbewußteren Wasserschutzmaßnahmen als bisher.

Übersichtsdarstellungen liegen z. B. in F. BENDER (1984, S. 343 ff., 614 ff.) und in H. KARRENBERG (1981, S. 228 ff.) vor, die österreichischen Gegebenheiten sind in „Umweltsituation Wasser“ von W. KATZMANN (1981) und Bd. 61 (1984) der Schriftenreihe des ÖWWV („Grundwasserschutz“) dargelegt.

b) Fließende Gewässer

Vor Betrachtung der Grundwassersituation in Österreich ist es nötig, zunächst einen Einblick in die Situation der fließenden Gewässer zu gewinnen, da ja Grundwasser mit dem Flußwasser in stetem Konnex steht und eingebrachte toxische Stoffe beide Systeme wechselseitig belasten. Die Situation der österreichischen Gewässer ist leider durch die nur sehr mangelhafte Reinigung der Abwässer von Industrie, Gewerbe und Gemeinden nicht zufriedenstellend. Die in Österreich in die Flüsse eingeleiteten Abwässer enthalten Verunreinigungen, die insgesamt 25 bis 28 Millionen Einwohner-Gleichwerten entsprechen. Erst 40 bis 50 Prozent davon werden mechanisch oder biologisch behandelt (W. KATZMANN, 1981, S. XI). Die Zellstoffindu-



Abb. 132: Natürliche Flußlandschaft mit noch hoher Wasserqualität im Oberlauf der Erlauf im Bereich der Tormauer, Ötcherland, NÖ.

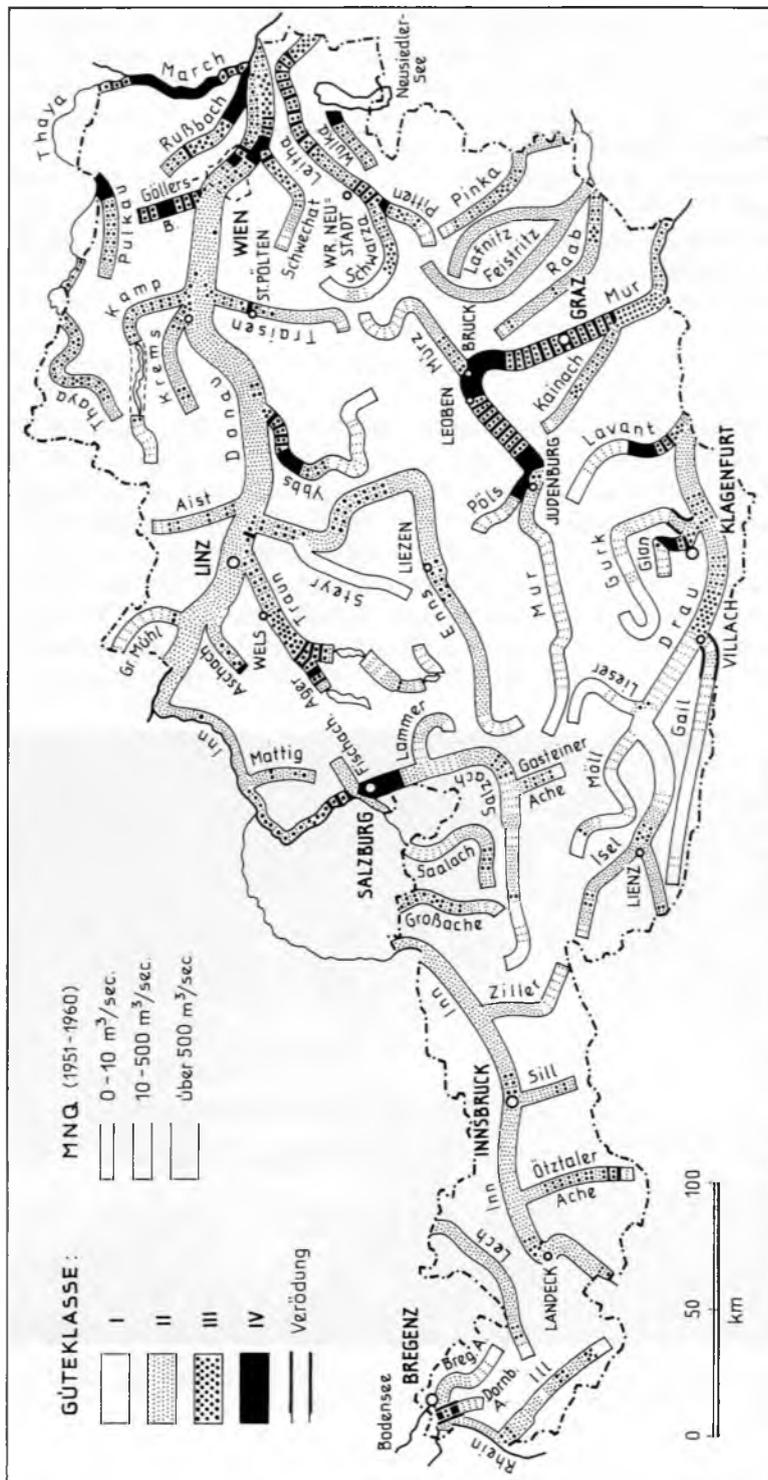


Abb. 133: Gütebild der Flüsse Österreichs im Jahre 1979, aus W. KATZMANN (1981, Abb. 12). Güteklasse I (natürlicher Zustand) ist nur mehr in wenigen, kaum berührten Gegenden erhalten geblieben, z. B. im obersten Abschnitt der kalkalpinen Flüsse Schwarza, Mürz, Ybbs, Steyr und in den oberen Abschnitten von Gurk, Drau, Gail und Möll. Güteklasse IV (schwerst beeinträchtigt, im Kartenbild schwarz) wird in erster Linie durch die frei in die Flüsse eingeleiteten, durch Chemikalien belasteten Abwässer bestimmter Industriezweige verursacht: Papier- und Zellulosefabriken bewirken auf diese Art die Zerstörung der Wasserqualität der betroffenen Abschnitte der Dornbirner Ache, der Salzach bei Hallein, der Ager, Traun, Ybbs, Lavant, Mur, Pitten; Zuckerfabriken sind für die Schäden an March, Rußbach und Wulka verantwortlich.

strie allein belastet unsere Flüsse im Ausmaß von neun Millionen Einwohnern. In der Abwasserbelastung der Flüsse folgen dann chemische Industrie, Stahlwerke und Lebensmittelproduktion, dann Gemeinden und landwirtschaftliche Betriebe. Hinzu kommt heute die Belastung durch saure Niederschläge. Die zu 90 Prozent für Kanalbau eingesetzten Mittel zur Flußreinhaltung bewirken eher eine Verschlechterung der Situation.

Ein Überblick über die Gewässergüte der österreichischen Flüsse (Abb. 133) läßt deutlich den Zusammenhang der Wassergüteklassen (I = natürlich, II = kaum beeinträchtigt, III = beeinträchtigt, IV = schwerst beeinträchtigt, V = zerstört) und der industriellen Hauptverschmutzung erkennen: Die ärgsten Belastungen finden wir in den Flußstrecken unterhalb der Zellulose- und Papierfabriken von Hallein/Salzach, Kematen/Ybbs, Steyrmühl, Laakirchen und Nettingsdorf/Traun, Lenzing/Ager, der Textilfabriken Dornbirner Ach, des Bleibergbaues Bleiberg/Nötschbach, der Chlorfabrik Gurk und der Zuckerindustrie an March und Leitha. Die Abwässer von Linz und Wien belasten die Donau schwer. Täglich werden von den großen Industrieanlagen Dutzende Tonnen Schwefelsäure, Sulfate und andere Chemikalien einfach in die Flüsse abgeleitet. Allein die Halleiner Zellulosefabrik bringt rund 1 Million Einwohner-Gleichwerte an Schmutzstoffen in die Salzach (W. KATZMANN, 1981, S. 38). Der stärksten verunreinigte Fluß Österreichs ist die Mur auf der Strecke unterhalb von Judenburg ab der Pölseinmündung bis unterhalb von Graz mit der Güteklasse IV. Große Anstrengungen in neuester Zeit haben bewirkt, daß die Mur bei ihrem Übertritt nach Jugoslawien wenigstens wiederum auf Güteklasse II bis III gebracht worden ist.

Zur Situation der Donau geben Arbeiten im Rahmen der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Donauforschung wichtige Auskünfte, zuletzt Publikationen der 23. Arbeitstagung dieser Konferenz im Jahr 1983 (U. HUMPEŠCH, 1983), bei der die Themen von Donauforschung (G. BRETSCHKO, 1983) über die Donaunutzung einschließlich der Trinkwassergewinnung (H. FRISCHHERZ, 1983) und des Gewässerschutzes (E. WÜRZER, 1983; N. MATSCHÉ, 1983) über biologisch-ökologische Fragen bis zur Radioökologie bezüglich der natürlichen Belastung durch K 40 und Ra 226 und der künstlichen Belastung durch langlebigen Fallout von Kernwaffenversuchen (Abb. 137) etc. von Sr 90, Cs 137 u. a. (K. HÜBEL, 1983) behandelt worden sind.

Nach jüngsten Untersuchungen von M. KRÁLIK & M. SAGER (1986) sind in den rezenten Feinsedimenten von Donau und Donaukanal in und unterhalb von Wien bis zur Staatsgrenze die Schwermetalle Blei, Zink und Quecksilber auf das 3,1- bis 9,6fache gegenüber dem Background angereichert. Auch die beträchtliche Erhöhung der Cadmium-Werte sticht hervor. Das künstliche Radionuklid Cs 137 weist in den Sedimenten des Donaukanals bei Wien etwas höhere Werte als in den Donausedimenten auf. Gerade solche Belastungen durch Schwermetalle müssen bei Flüssen, für die weitere Staufstufen – wie etwa für diesen Abschnitt der Donau – geplant sind, bedacht werden, da in Stauräumen eine erhöhte Ablagerung von Feinmaterial eintritt und sich dann die Schwermetallbelastung auf Uferfiltrat-Entnahme und auf die Deponieräume vom gebaggerten Stauraum-Sediment entsprechend negativ auswirkt.

Eine Bemerkung sei hier noch zu der eben erwähnten modernen Cadmium-Belastung der Umwelt gestattet. Das hochgiftige, beim Menschen Nierenfunktions-Störungen bewirkende Cadmium wird ja heute beständig in beträchtlicher Menge unkontrol-

liert in die Umwelt abgegeben: Etwa 55 Prozent des in Österreich verwendeten Cadmiums (1980 ca. 100 Tonnen der eingesetzten 191 Tonnen) werden nicht entsorgt, sondern über Mülldeponien (Altakkus, Altbatterien), über Boden und Wasser (Dünger, Klärschlamm, Verschleiß von bestimmten Industrieprodukten) und Luft (Erzaufbereitung, Brennstoffe, Müllverbrennung, Stahlerzeugung) in die Umwelt freigesetzt (T. KOFLER & O. STOCKER, 1985, S. 116).

Zur chemischen Belastung und mechanischen Verunreinigung der Gewässer kann durch Abwärmeabgabe von kalorischen Kraftwerken eine thermische Belastung hinzutreten, die bei höherem Ausmaß das ökologische Gleichgewicht empfindlich stören würde (S. 364, 366). Messungen der thermischen Belastung der Mur durch kalorische Kraftwerke haben beispielsweise zulässige bis sehr geringe Werte dieser thermischen Belastung ergeben (H. NIEDERL, 1973, S. 64 ff., J. FUCHS et al., 1973).

Die Kraftanstrengungen der öffentlichen Hand zur Sanierung der Gewässer müssen angesichts der von der Industrie eingeleiteten Massen an toxischen chemischen Stoffen und der übrigen Wasserverschmutzung ebenfalls gigantisch sein: Trotz gewaltiger Ausgaben des Wasserwirtschaftsfonds (jährlich oft Milliarden Schilling) ist es nicht gelungen, der Wasserverschmutzung Herr zu werden. Hierzu muß allerdings vermerkt werden, daß noch immer ein guter Teil der im Wasserbau angewendeten Gelder zur „Kanalisation“ unserer Flüsse verwendet wird, was bekanntlich für den Wasserhaushalt einschließlich Grundwasserspiegel und für die Ökologie der betroffenen Flußabschnitte durchaus negative Ergebnisse zeitigt. Bei den Anstrengungen zur Reinhaltung der Gewässer zeichnen sich aber in bestimmten Bereichen Erfolge ab: Durch die Aufwendung von über 7,2 Milliarden Schilling bis 1981 allein für die Sanierung der Seen ist es gelungen, die Abwässer von den großen Badeseen im Interesse des Fremdenverkehrs komplett fernzuhalten. Auf der anderen Seite hält Einbringung von Industrieschlamm in Seen als Abfallstoffe weiter an, wie etwa das Beispiel Traunsee zeigt, in den die Abfallstoffe aus der Soda-Produktion der Ebenseer Solvay-Werke und aus der Solereinigung der österreichischen Salinen-AG eingeleitet werden, was im betroffenen Gebiet hochalkalische p_H -Bedingungen schafft (J. MÜLLER & J. SCHNEIDER, 1984; P. BAUMGARTNER, J. SCHNEIDER et al., 1984, mit Liste der früheren Traunsee-Arbeiten dieser Reihe).

Die seit 1979 in Wien, Linz und Graz, zunächst wenigstens teilweise, in Betrieb genommenen Kläranlagen verbessern die Situation der Flüsse, regionale Abwasseranlagen helfen mit (L. BERNHART, P. BILEK et al., 1980: Beispiel Steiermark). Von besonderer Bedeutung für die Reduktion der Verschmutzung ist neuerdings auch die Inbetriebnahme von Laugenverbrennungsanlagen bei großen Zellstoffabriken wie jenen in Gratkorn, Lenzing, Steyrermühl etc.

Obgleich die Gewinnung von Elektrizität durch Wasserkraft in günstigen Fällen eine umweltfreundliche Form der Energieproduktion darstellt, mehren sich in neuerer Zeit aus ökologischen Gründen und zufolge Naturlandschaftsverbrauch die Einwände gegen einen übertriebenen Ausbau der Flußsysteme (W. KATZMANN, 1981, S. 22 ff.). Beim Speicherbau treten gelegentlich auch Überlegungen über die Möglichkeit der Auslösung von Erdbeben durch die zusätzliche Belastung der Kruste durch das aufgestaute Wasser hervor (Bedenken der Bevölkerung im Bebengebiet von Molln, OÖ.) – ein Phänomen, für das es ja in anderen Ländern bereits genügend Beispiele

gibt: Bis 1976 haben 20 große Talsperren nach ihrem Vollstau Beben mit einer Magnitude von 5 oder darüber ausgelöst. Die volle Wirkung tritt meist erst bei einer Stauhöhe über 100 m ein. Die Ursache für die Auslösung von Beben liegt einerseits in der Deformation der Kruste durch die Wasserlast, andererseits dringt das Wasser unter Druck allmählich durch Klüfte und Mikrobrüche zu tektonisch vorhandenen Störungen, an denen dann durch Herabsetzung der Reibung die aufgebauten Spannungen zur Auslösung gebracht werden. Aus der Zahl der Beispiele seien zwei zur Veranschaulichung herausgegriffen. In Konya in Indien bewirkte der Aufstau eines rund 100 m hohen Stauraumes in einer zuvor fast aseismischen Zone zunächst Bebenschwärme, zuletzt am 11. Dezember 1967 ein Beben mit der Magnitude 6,5, durch das 177 Personen getötet und 1500 verletzt worden sind. Die Serie der Erdbeben durch den ebenso hohen Hsingfengkiang-Damm nördlich von Kanton in China erreichte im Jahre 1962 eine Magnitude von 6,1 und beschädigte dabei die Betonmauer so sehr, daß ein teilweises Ablassen des Wassers erforderlich war (B. BOLT, 1984, S. 117; R. SCHWINGENSCHLÖGL, 1984 b, S. 31).

Beim Flußkraftwerk sind es in geologischer Hinsicht die Änderungen in der Geschiebeführung, verbunden mit Erosionsproblemen, die man ab dem ersten Eingriff in einen natürlichen Flußlauf induziert, was dann unerwünschte eherne Konsequenzen auf den weiteren Ausbau haben kann. Das Ausmaß der Verlandung der Stauräume alpiner Flüsse hat R. PERTL (1975) am Beispiel der Drau analysiert: Bei solchen Flüssen soll sich nach zwölf bis zwanzig Jahren, wenn die Verlandung 50 bis 60 Prozent des ursprünglichen Stauvolumens erfaßt hat, ein neuer Gleichgewichtszustand ausbilden, bei dem weitere Anlandung unterbleibt (?). Bei großen Strömen, z. B. der Donau, geht die Verlandung der Stauräume wesentlich langsamer vor sich; nach zehn Betriebsjahren sind die Becken nur zu 2 bis 6 Prozent verlandet. Dabei ist allerdings die Rückhaltung der Transportfracht in den schon weitgehend verbauten alpinen Zuflüssen der Donau zu berücksichtigen.

Weitere Konsequenzen beim Eingriff durch Kraftwerksbau sind bei schmutzstoffbelasteten Flüssen eine Verschlechterung der Wasserqualität im stagnierenden Stausee und in den begleitenden Grundwässern. Grundsätzlich muß heute aber bei Kraftwerksbauten auch der Landschaftsschutz bedacht werden, also etwa die mögliche Zerstörung oder Bedrohung letzter naturbelassener Flußtäler (Kamptal ober der Rosenberg), des Biotops von Auen (Stopfenreuther Au bei Hainburg/Donau) und schweren Beeinträchtigungen der Kulturlandschaft (Wachau/Donau) durch die hohen Uferbegleitmauern oder Dämme (der Aufstau der Donau bei Hainburg war 15,17 m hoch mit entsprechend hohen Dämmen geplant gewesen) – vgl. S. RADLER (1980), H. LAUFER (1977), D. DANIELOPOL (1983) usf.

Grundsätzlich muß eine Stauhaltung nicht unbedingt zur Verminderung der Selbstreinigung der Flüsse führen (E. WEBER, 1975, S. 55; K. SCHIMUNEK, 1980, S. 98). Bei naturnahem Wasserbau ohne Betonfugen oder verfugte Steinmauern kann durch eine stärkere Besiedlung des Bodens und der Böschungen von Stauräumen durch Zoobenthos sogar ein schnellerer Abbau der Abwasserbelastungen verursacht werden. Die hierfür derzeit in Österreich allerdings nicht vorliegende Voraussetzung ist, daß durch eine geschlossene Kläranlagenkette die Schmutz- und Fäkalienbelastung von solchen Stauräumen ferngehalten wird, kein Phosphateintrag erfolgt, vor allem

auch keine namhafte thermische Belastung der Flüsse zugelassen wird (wie dies durch Abwärmeabgabe von Serien von benachbarten Kraftwerken vom Typus Dürnrohr, Zwentendorf etc. erfolgen würde).

Im unteren Drittel der Stauräume der Donau kommt es zum Anwachsen von Bänken aus schwarzem Schlamm, reich an organischer Substanz mit hoher Sauerstoffzehrung. Bei Einleitung von Industrieabwässern treten zusätzliche Verschmutzungsfaktoren auf, wie etwa im Stauraum Wallsee, in den durch die Traun große Massen von Papierfasern der Zellstoffindustrie eingebracht werden, die filzige, Methangas bildende Schichten im Stauraumschlamm bewirken (E. WEBER, 1975, S. 59). Auch die Abschnürung von Altarmen wirkt sich sehr ungünstig aus: Der Altarm Wallsee etwa, der aus dem einstigen Donaulauf nach dessen Umleitung beim Kraftwerksbau hervorging, hat demonstriert, daß in solchen toten Armen durch den hohen Sauerstoffverbrauch bei Auftreten der „Wasserblüte“ (Massenwachstum von Wasserpflanzen) ein Zusammenbruch des Sauerstoffregimes mit Fischsterben und anderen Folgen eintreten kann (z. B. Herbst 1971).

Das Hauptproblem für die Wasserqualität des Flusses und jene der begleitenden Grundwasserströme bildet stets die Reduktion der Sauerstoffversorgung des Wassers, besonders etwa am Beispiel der Donau: Eine empfindliche Gefährdung dieser Sauerstoffwerte ergibt sich bei Absinken der Gewässergüte unter II und III in bestimmten Abschnitten. Bei thermischer Belastung steigt der Sauerstoffverbrauch stark an unter gleichzeitigem Absinken der Sauerstofflöslichkeit im Wasser. Durch diese Faktoren sind Stauräume besonders gefährdet. Sauerstoffmangel im Grundwasserbegleitstrom bewirkt bei reduzierendem Milieu Lösung von Eisen und Mangan im Grundwasser und damit eine Verschlechterung der Wasserqualität. In gleicher Richtung wirkt der Sauerstoffmangel in solchen Grundwasserströmen unter Anreicherung der organischen Substanz (K. SCHIMUNEK, 1980, S. P 10).

c) Grundwasser

Über die Verteilung der Grundwasservorkommen in Österreich haben wir bereits in Kapitel Hydrogeologie (S. 287 ff. und Abb. 105) berichtet. Hier soll uns die Frage nach Reinhaltung des Grundwassers (E. TRUEB, 1981) und andererseits jene nach dem Einfluß der organischen Verschmutzung (D. DANIELOPOL, 1983), der Verschmutzung durch Umweltchemikalien (K. QUENTIN et al., 1973; vgl. Artikelserie in Österr. Abwasser-Rdsch.) und nach weiteren Faktoren beschäftigen.

Die Gefährdung und Schädigung des Grundwassers erfolgt ja auf zahlreichen, sehr verschiedenen Ebenen: Nicht nur durch die direkte Verschmutzung durch Abwässer aus Verkehr, Haushalt (Waschmittel, Chemikalien, Fäkalien und andere flüssige Abfälle), Landwirtschaft (Überdüngung, Pflanzenschutzmittel) und besonders der Industrie, sondern auch noch indirekt durch den rapide steigenden Grundwasserverbrauch, durch eine erschreckend falsch gehandhabte moderne, kostenaufwendige Gewässerregulierung (begradigte, kanalisierte, z. T. betonierete Gerinne), durch die Beseitigung von Feuchtraumgebieten durch Entwässerung (seit dem Zweiten Weltkrieg 275.000 ha in Österreich) und durch eine zusätzliche „Versiegelung“ der Landschaft durch das immer wei-

ter um sich greifende Verbetonieren durch Straßen, Plätze, Wohn-, Großkaufhäuser und Industrieanlagen in raumgreifender Flachbauweise nach amerikanischem Vorbild (ohne Bedacht auf die gänzlich anderen räumlichen und klimatischen Gegebenheiten in Österreich). Die letztgenannten Sünden der Flußkanalisierung und Landschaftsveriegelung sind der zureichenden Grundwassererneuerung entsprechend abträglich.

Vergegenwärtigen wir uns nochmals kurz die Bedeutung des Lebenselements Wasser auch in unserem, an derartigen Vorräten noch reichen Land an Hand einiger weniger Zahlen: Der Gesamtwasserverbrauch in Österreich beträgt 2,5 Millionen m³ Wasser im Tag. Die Stadt Wien hat (nach Behebung vieler Lecks in ihren Wasserleitungen) zuletzt ihren Wasserbedarf sogar kräftig gesenkt auf 450.000 m³/Tag. Er liegt daher z. B. kräftig unter dem Bedarf der VOEST, die täglich 600.000 m³ Wasser zur Stahlerzeugung verbraucht. Es ist tatsächlich die Industrie, die derart hohe Forderungen stellt: Für die Herstellung einer Tonne Zellstoff werden bis zu einer Million Liter Wasser verwendet. Damit werden auch Österreichs reiche Wasserreserven zu knapp.

Auf der anderen Seite wird immer noch mit dem Grundstoff Wasser enorm Verschwendung betrieben. F. RONNER & J. SCHMIED (1968, S. 72) haben auf das Beispiel vom Raubbau an artesischem Wasser in der Steiermark verwiesen: Im Bezirk Fürstenfeld gibt es 287 frei ausfließende (und 51 verdeckte) artesische Brunnen. Die Schüttung pro Brunnen und Tag beträgt über 11.400 l, das sind – für alle Brunnen zusammengenommen – ca. 3280 m³ pro Tag. Diese Brunnen werden zur Versorgung von 1550 Menschen und deren landwirtschaftlichen Betrieben herangezogen, die im Durchschnitt etwa 110 l/Tag und Person (samt Betriebsbedarf) brauchen. Der Gesamtbedarf liegt demnach bei etwa 164.000 l, sodaß die restlichen 3.116.000 l/Tag ungenutzt abfließen. 5 Prozent des artesischen Wassers dieser Brunnen wird daher nur genutzt, 95 Prozent verschwendet. Das Wasser würde für 30.000 Menschen samt ihren Betrieben reichen! Hinzu kommt, daß die Wasserwege, Einzugsgebiete, der Vorrat der Tiefe und die Menge des Nachschubes unbekannt sind. F. RONNER hat befürchtet, daß die rückläufige Ergiebigkeit dieser Arteser und die hohen ¹⁴C-Alterswerte dieser Wasser darauf hinweisen, daß die Entnahme zu hoch liegt. Ein Rückgang einzelner Brunnen wäre allerdings auch durch Versanden des tieferen Bohrlochabschnittes bei unvollkommen ausgebauten Bohrungen zu erklären. Mehrjährige Messungen des Druckspiegels an etlichen Bohrungen zeigten, daß die Aufspiegelungshöhen wieder erreicht werden können, was als Hinweis auf eine Regenerierung des Wassers solcher Horizonte anzusehen wäre (K. KOLLMANN, Briefl. Mitt., Februar 1985).

Die dringend nötige Alternative zu diesem Raubbau an den noch viel zu wenig genau studierten Artesern wäre eine Gemeinschaftsversorgung mit ökonomischer Nutzung des gespannten Wassers.

Technische Eingriffe vielfältiger Art können – abgesehen von der unten zu besprechenden Verschmutzung – die Grundwasserströme empfindlich schädigen. Hierzu zählt zunächst die besonders im Osten des Landes (Burgenland, Oststeiermark etc.) so stark im Wasserbau geübte Methode der Kanalisation unter Vergrößerung der Abflußquerschnitte und Tieferlegung der Sohle der natürlichen Gerinne. Als Ergebnis wurde in etlichen Regionen der auf die natürlichen Gerinne eingestellte Grundwasserspiegel abgesenkt, mit den für die Landwirtschaft empfindlichen Folgen der Austrock-

nung der oberflächennahen Schicht, sodaß man bereits an eine kostspielige Bewässerung aus der Obersteiermark denkt.

Über den Effekt des Ausbaues der Stauanlagen von Kraftwerksketten in den großen Flußtälern wurde zuvor, S. 363 f., berichtet. Bei schadstoffüberlasteten Flüssen ergibt sich in solchen Fällen auch eine negative Auswirkung auf die begleitenden Grundwasserströme: Wird in diesen der Sauerstoffgehalt herabgesetzt, so wirkt sich dies nachteilig auf die Existenz der Mikrofauna und -flora aus, die ja für den Abbau der organischen Verschmutzung sorgt (D. DANIELOPOL, 1983).

Andererseits muß bedacht werden, daß durch einen Sperrbau zufolge der dann im Unterwasser des Flusses unterhalb der Sperre ausbleibenden Sedimentfracht künstlich eine verstärkte Erosion evoziert wird, wodurch bei Tieferlegung des Flußbettes die Grundwasserversorgung der Umgebung durch Absinken des Grundwasserspiegels gestört werden kann. Warnende Beispiele aus der Welt – die verheerenden derartigen Auswirkungen des Großstaudammes von Assuan – und aus Österreich – die starke Tiefenerosion im Donaubett unterhalb der Staudammkette, die angeblich zum Bau eines nächsten Staudammes mitten in der naturgeschützten Aulandschaft bei Hainburg zwingt – müssen uns klar machen, daß Eingriffe in den Naturzustand oft zunächst nicht absehbare Folgen nach sich ziehen. Ein bekanntes Beispiel hierfür liefert ja auch die Regulierung der Traun bei Wels, die ein fünf Meter tiefes Einschneiden des Flusses bewirkt und damit ein empfindliches Absinken des Grundwasserspiegels verursacht hat.

Unter den zahlreichen weiteren Eingriffen, die heute die Grundwasserqualität verändern, seien noch die Verunreinigungen durch Anlagen von Schottergruben im Grundwasserstrom bei Naßbaggerweise erwähnt (W. KATZMANN, 1985, S. 46), ferner die kräftige Verminderung der Auffüllung des Grundwasserspiegels durch die Niederschläge zufolge der zunehmend verbetonierten und zersiedelten Landschaft mit ihrem schnellen Abfluß genannt.

Ein moderner nächster, im einzelnen noch gar nicht überblickbarer Faktor der Grundwassergefährdung ist in der thermischen Belastung des Grundwassers durch Wärmepumpen (wie sie sich in den siebziger Jahren entfaltet haben) bzw. durch die Rückleitung von kälterem Wasser aus Klimaanlage gegeben. Wie L. BERNHART (1984, S. 17 f.) und K.-D. BALKE (1983) ausführen, üben solche Änderungen der Grundwassertemperatur einen nicht übersehbaren Einfluß auf die Lebenstätigkeit (Wachstum, Vermehrung, Stoffwechsel) der darin lebenden Mikroorganismen aus – mit den entsprechenden Folgeerscheinungen.

Besonders verhängnisvoll aber für die Grundwasserreserven wirkt sich die Kontamination durch mannigfaltige chemische Stoffe anorganischer und organischer Art aus, die in unserer technisierten Zeit in wachsendem Maße das Grundwasser erreichen. Als erste Quelle großräumiger Vergiftung des Grundwassers wirkt die Überdüngung in der Landwirtschaft durch übergroße Kunstdüngergaben, namentlich von Nitraten, die dann nur zum Teil von den Pflanzen aufgenommen werden, ansonsten aber das Grundwasser langlebig verseuchen. Umfangreiche Untersuchungen der Ruhruniversität Bochum haben ergeben, daß weite landwirtschaftlich genutzte Räume in der BRD Grundwasserströme mit wesentlich höheren Konzentrationen an Nitraten haben als die gesetzlich zulässigen Grenzwerte von 50 Milligramm/Liter und sich die-

se Grundwasserströme sehr langsam abwärts zu oft bedeutenden Entnahmestellen für Trinkwasserversorgungen bewegen. Nitrate werden bekanntlich im Körper durch bakterielle Reduktion zu Nitriten verwandelt, die bei Säuglingen bis zum sechsten Monat Methämoglobinämie bewirken, mit Lähmungen der Atmungsaktivität als Folgeerscheinungen (H. AUST & J. BECKER-PLATEN, 1985, S. 71). Die im menschlichen Verdauungstrakt in Nitrosamine umgewandelten Nitrite aber wirken kanzerogen.

In Österreich ist soeben eine erste umfassende Zusammenstellung der Nitratgehalte im Grundwasser des Landes durch E. BINNER (1983) vorgelegt worden (Abb. 134). Als

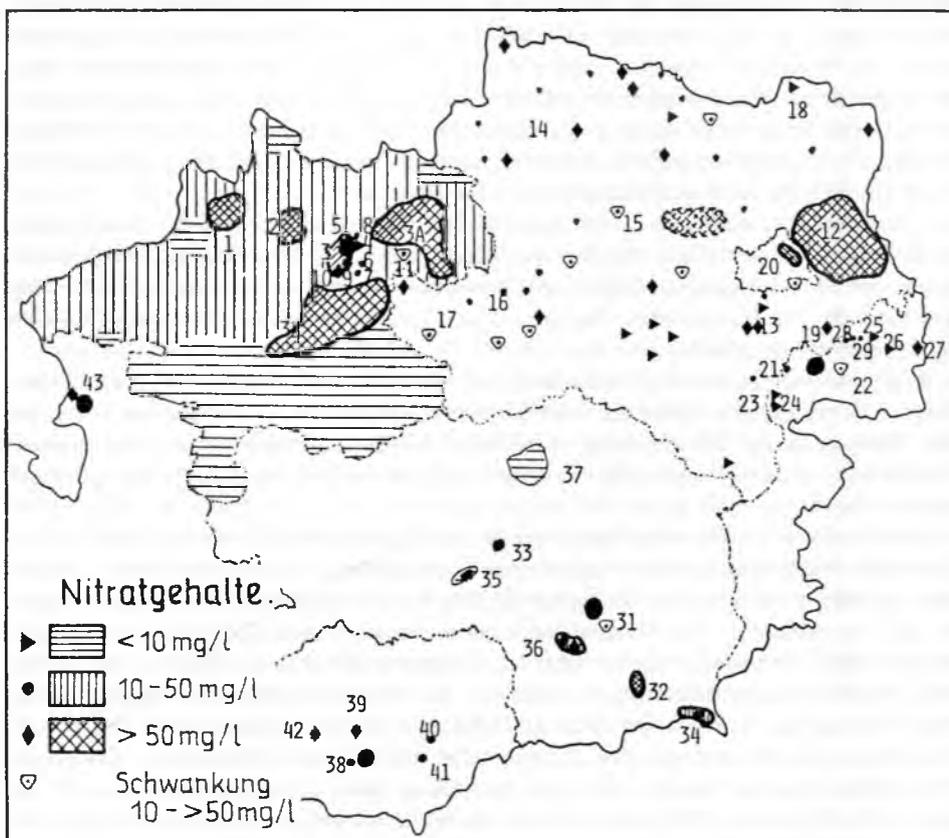


Abb. 134: Karte der Nitratgehalte im Grundwasser Österreichs. Untersuchungsstellen: Oberösterreich: 1. Sauwald, 2. Aschach, 3. Großraum Linz, 3 a. Feldaist-Naarn, 3 b. Wels-Steyr, 4. Goldwörth, 5. Plesching, 6. Fischdorf, 7. Haid, 8. Heilham, 9. Scharlinz, 10. Traun (Oedt), 11. Zirking. Niederösterreich: 12. Marchfeld, 13. Südl. Wiener Becken, 14. Waldviertel, 15. Tullnerfeld, 16. Petzenkirchen, 17. Seitenstetten, 18. Pottenhofen, 19. Seibersdorf. Wien: 20.: Wien, 21. u. 22. Bezirk. Burgenland: 21. Neufeld, 22. Oggau, 23. Neudörf I, 24. Neudörf II, 25. Neusiedl/See, 26. Gols, 27. Kleylehof, 28. Winden Brunnen, 29. Winden Quelle, 30. Purbach. Steiermark: 31. SE Grazer Feld, 32. NE Leibnitzer Feld, 33. Murtal bei St. Stefan, 34. Unteres Murtal, 35. Aichfeld-Murboden, 36. Kainachtal, 37. Hochschwabgebiet. Kärnten: 38. Klagenfurt, 39. Kraidorf (St. Veit a. d. Glan), 40. Völkermarkt, 41. St. Kanzian, 42. Feldkirchen. Salzburg: 43. Bischofswald.

Richtwerte des Nitratgehaltes im Wasser, die nicht überschritten werden sollen, gelten in Österreich nach der ÖNORM 50 mg NO_3/l Wasser, als Grenzwert 100 mg/l. Während in den westlichen Bundesländern wie Vorarlberg, Tirol, Salzburg (Ausnahme Wasserwerk Bischofswald bei Siezenheim – bis 70 mg/l) und Kärnten (Ausnahme Kraindorf) noch keine bedenklichen Nitratgehalte im Grundwasser auftreten, sind in den östlichen Bundesländern seit langem in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen durch Überdüngung und in bestimmten Ballungsräumen durch Abwässer die Grenzwerte vielfach überschritten. So traf man etwa bei Messungen 1970 bis 1979 in Wien nördlich der Donau bei 37,5 Prozent der Brunnen Nitratkonzentrationen von 50 bis 100 mg/l, bei 17,5 Prozent noch über 100 mg/l. In Niederösterreich liegen die Werte im Marchfeld besonders hoch (bis an die 200 mg/l), ferner im südlichen Wiener Becken, im Waldviertel und sicherlich im Tullnerfeld (wo Messungen noch ausstehen). Im Burgenland werden die Richtwerte in Oggau und im Seewinkel überschritten. In der Steiermark sind das Grazer Feld und das nördliche Leibnitzer Feld Regionen mit überhöhtem Nitratgehalt im Grundwasser.

Verderblich ist auch die Wirkung des sauren Regens auf das Grundwasser, da es toxische Metalle, wie Quecksilber, Blei, Cadmium, Zink, Mangan u. a., aus den durch die Umweltverschmutzung via Atmosphäre damit angereicherten Böden löst und besonders in humusarmen Regionen direkt oder indirekt über fließende Gewässer dem Grundwasser zuführt.

Eine nächste Quelle der Verseuchung des Grundwassers liegt in der oben besprochenen Belastung der Flüsse mit unzähligen chemischen Verbindungen, von den Phosphaten der Waschmittel bis zu den Schwermetallverbindungen, wobei dieses Flußwasser bei Hochwasserstand in den Grundwasserstrom eingespeist wird.

Aber auch auf direktem Weg kommen nach chemischen Prozessen verschiedene chemische Verbindungen bei mangelhafter Entsorgung – sei es direkt durch Versickern im Boden, sei es durch Verdampfen über den Umweg durch den Niederschlag – in das Grundwasser. Am langlebigsten sind die Verseuchungen mit hochgiftigen chlorierten Kohlenwasserstoffen. Dabei ist die Chlorierung einer der häufigsten Prozesse in der chemischen Industrie, der Bleicherei, Metallentfettung, chemischen Reinigung, Desinfektion und ein Hilfsmittel in vielen weiteren Branchen. Solche chlorierte Kohlenwasserstoffe können nicht einfach durch Bakterien in absehbarer Zeit wieder abgebaut werden, sondern der Abbau geht außerordentlich langsam vor sich. Nach W. KÜHN (1983, Tab. 9) zeigen diese Substanzen im Grundwasser folgendes Abbauverhalten: Die Halbwertszeit liegt bei 25° und p_{H} 7 bei Tetrachlorkohlenstoff bei 7000 Jahren, bei Chloroform bei 3500 Jahren, bei Tetrachloräthylen (chemisch!) hingegen nur bei etwa 6 Jahren. W. KÜHN (1983, S. V 7) berichtet auch über die Aufbereitungsmöglichkeiten derart verseuchten Grundwassers durch Aktivkohlefilter, Ausgas- und Strip-Verfahren. Die Beseitigung solcher Giftstoffe aus den Senken der Grundwassertröge stößt aber auf ganz enorme Schwierigkeiten.

Gefährliche Verseuchungen wichtiger Grundwasserströme sind in jüngster Zeit in Österreich gerade durch diese Giftstoffe im Mitterndorfer Trog seit 28. April 1982 registriert worden, wo Brunnensperren in Ternitz, Haschendorf bei Ebenfurth und Bad Fischau verhängt werden mußten. Lokal wurden hier über 1000 Mikro-

gramm chlorierter Kohlenwasserstoffe pro Liter Grundwasser gemessen, wobei der zulässige Richtwert bei 25 Mikrogramm/l liegt und die EG in einen neuen Entwurf sogar nur mehr 1 Mikrogramm/l vorsieht. Welche Schäden derartige langlebige Verseuchungen gerade in der Mitterndorfer Senke angesichts der daran geknüpften III. Wiener Wasserleitung bewirken, liegt auf der Hand (S. 298 f.). Im Juli des gleichen Jahres wurden gleichartige Verunreinigungen des Donaubegleitgrundwasserstromes im 21. und 22. Wiener Gemeindebezirk (Floridsdorf, Donaustadt) festgestellt, sodaß in diesem Raum mehr als 1000 Brunnen gesperrt werden mußten. Analoge Vorfälle führten zur Brunnensperre von Grödig bei Salzburg, im gleichen Jahr mußten ferner an die hundert Brunnen um Gössendorf SSE von Graz wegen Chromsalzverseuchung gesperrt werden.

Eine permanente Gefahr aber für das Grundwasser stellen die meist ohne jegliche Rücksicht auf die Untergrundverhältnisse angelegten „wilden“ Mülldeponien dar, die, über weite Regionen des Landes verstreut, oft bereits überwachsen und in Vergessenheit geraten sind. Verantwortungsbewußt hat z. B. das Institut für Umweltgeologie in Graz unter W. GRAF alle erreichbaren Daten über diese Deponien in der Steiermark auch kartenmäßig erfaßt. Im Wiener Becken trifft man sogar über dem hoch mit wertvollem Grundwasser erfüllten Mitterndorfer Trog eine Unzahl solcher wilder Deponien an.

Eine kurze Übersicht über die für die Grundwasser-Reinhaltung so wichtige Frage nach Umfang und Art der Mülldeponien in Österreich ergibt folgendes Bild (T. KOFLER & O. STOCKER, 1985, S. 91): 62 Prozent des österreichischen Mülls werden durch Deponie „beseitigt“ Nur 4 Prozent der 517 offiziell gemeldeten Deponien erfüllen die Anforderungen des Umweltschutzes. 40 Prozent der Deponien aber sind behördlich überhaupt nicht gemeldet. Viele Deponien sind nicht gegen das Grundwasser abgedichtet, haben keine Sickerwasser-Behandlungsanlage, keine Grundwasser-Kontrollbrunnen, keine regelmäßige Grundwasserkontrolle und weisen überdies Sondermüll-Beimischungen auf. Hinzu kommen etwa 2000 aufgelassene, vielfach vergessene oder verschüttete Deponien als Zeitbomben für das Grundwasser.

Aus all den bisherigen Ausführungen ergibt sich, daß ein Schutzgebiet für den präventiven Grundwasserschutz in seiner Dimension je nach Einzugsgebiet einer Quelle, eines Brunnens, eines Grundwasserstromes sehr verschiedene Dimensionen haben kann. Man unterscheidet in Österreich ein „engeres Schutzgebiet“ als Schutzzone um die Wasserfassung, und ein „weiteres Schutzgebiet“, das theoretisch so weit reichen soll, daß das Grundwasser von dort fünfzig Tage bis zum Eintreffen in die Fassungsanlage benötigt (vgl. F. BENDER, 1984, S. 343 ff.; H. KARREBERG, 1981, S. 241 ff.).

Wichtig für die Frage der Gefährdung des Untergrundes ist natürlich auch das Ausmaß der Durchlässigkeit abdeckender oberflächennaher Schichten. Eine erste Zusammenstellung über die Frage der für Grundwasser und Wasserbau bedeutsamer Schichtglieder, ihre Durchlässigkeits-, Plastizitäts-, Scherfestigkeits-Kennzahlen und kartenmäßige Verbreitung in den tertiären Niederungen im Alpenvorland und am Alpenostrand hat F. HABART (1980) bereitgestellt.

Die allgemeingeologischen Gesichtspunkte bei der Behandlung von Abfallstoffen haben bereits seit längerem in der deutschsprachigen Literatur Beachtung gefunden (H. PIERAU, 1968, 1972; H. BERNDT, 1972; H. GLANDER & M. LANGE, 1974;

H. GLANDER & G. BACHMANN, 1981; R. JAGSCH, 1981). Auf die spezielle Situation im Sektor Abfall und Abwasser in Österreich, besonders im Hinblick auf den Grundwasserschutz, gehen z. B. die Studien des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (1977), von L. BERNHART et al. (1980), H. JUVANCIC (1984), G. KOPETZKY (1977), W. TRONKO (1964), L. ZWITTNIG (1964), besonders aber die grundlegenden umfassenden Abhandlungen von J. BACHL et al. (1976) und F. FISCHER & E. SCHÄFER (1981, cum lit.) ein. Der bessere Weg als in noch so geordneter Deponie liegt natürlich in einer Abfall-Bewirtschaftung (H. BACH & A. MALINSKY, 1976).

Auf die Frage der Endlagerung hochradioaktiver Substanzen aus Atomkraftwerken oder militärischen nuklearen Anlagen, die bei unsachgemäßer Durchführung einen nicht wiedergutzumachenden schweren Dauerschaden für das Grundwasser bedeuten würden, können wir uns in Österreich auf Grund des Atomsperrgesetzes vom 15. Dezember 1978 ersparen einzugehen. Die Literatur zum Thema Endlagerung radioaktiver Abfälle wächst angesichts der zunehmenden Bedeutung und Schwierigkeiten rapide an: Unter den einschlägigen Werken allgemeiner Art seien beispielsweise zitiert: OECD-NEA-Studien (1979, 1981, 1982, 1984), D. A. DEESE (1978), G. MC CARTHY (1979), A. G. HERRMANN (1983). Aus dem deutschen Nachbarstaat mögen die Diskussionen zum Thema in der „Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft“ (131, Tl. 2, Hannover 1980) und in den „Fortschritten der Mineralogie“ (58, H. 2, Stuttgart 1980) von Interesse sein, ferner kritische Beiträge von J. KREUSCH & H. HIRSCH (1984) sowie von F. MAUTHE (1979), die vor den Risiken der Lagerung im Salzstock Gorleben gewarnt hatten, was jetzt durch die Tiefbohrungen in diesem Salzstock bestätigt worden ist (Unveröff. Gutachten K. DUPHORN/Kiel, 1984).

Einblick in das Ausmaß der Schwierigkeiten einer konkreten, standortbezogenen Endlagerung hochradioaktiver Abfälle gibt das für Österreich wichtige Beispiel des Alpenlandes Schweiz. Hier ist ja der konkrete „Machbarkeitsnachweis“ (Projekt „Gewähr“ eines Endlagers unter Androhung der Einstellung der Kernkraftwerke im Referendum zum Bundesbeschluß vom 6. Oktober 1978 bis zum Jahr 1985 als Deadline) gefordert worden. Die NAGRA (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle) hat in diesem Sinn (NAGRA et al., 1978) die Durchführung dieses Projektes zugesagt und unter Aufwand von umgerechnet über 2,5 Milliarden Schilling in Angriff genommen; die Schweizerische Vereinigung für Atomenergie hat bei der Tagung im Oktober 1980 (SVA, 1980) eine Standortbestimmung durch Fachleute angebahnt. Kritik gegenüber dem NAGRA-Programm (W. BUSER & W. WILDI, 1980, 1981; A. TOLLMANN, 1981 d; etc.) wurde nicht zur Kenntnis genommen. Nun ist das Fiasko des Projektes „Gewähr“ eingetreten. Die geophysikalisch völlig unzureichend vorbereiteten Tiefbohrungen in der Nordschweiz haben statt des erhofften Kristallins im Liegenden der Trias karbonpermische Sandsteine und Konglomerate mit bis 8 m mächtigen Kohlenflözen im Karbon angetroffen. Hinzu kommt, daß das als günstigst erwählte Gebiet im Bereich eines aufsteigenden thermalen Grundwasserstromes liegt, sodaß aus der Tiefe eines geplanten Endlagers diese thermalen Wässer nach weniger als 1000 Jahren nach L. RYBACH (1985) bereits die Biosphäre an der Oberfläche erreichen würden – zum Vergleich: die Halbwertszeit von Plutonium-239 beträgt 24.390 Jahre, jene von Neptunium-237 2,1 Millionen Jahre. M. BUSER & W. WILDI (1984) haben dieses „Gewähr“-Fiasko geschildert.

In der Schweiz ist man vom zu mobilen alpinen Raum in das Vorland ausgewichen. Auch in Österreich haben alle mit dem Thema befaßten Geologen etwa vor der Lagerung in den hochmobilen alpinen Salzlagerstätten gewarnt, da ja gerade deren kräftige rezente Bewegungen vielerorts (Hallstatt, Altaussee etc.) gemessen worden sind. Daher hat man auch in unserem Land das Hauptaugenmerk auf Endlagermöglichkeiten im außeralpinen Gebiet, dem Kristallin der Böhmisches Masse, besonders im Waldviertel, gerichtet. Aber auf Grund einer engen bruchtektonischen Zerstückelung dieser Regionen, die ein Eindringen des Grundwassers in die Tiefe ermöglicht (Bd. II, Abb. 284), erscheint auch diese Region als ungünstig bis ungeeignet. Die Meinungen über die Möglichkeit einer Endlagerung gehen auseinander (W. FRANK, W. DEMMER et al., 1980, S. 10 ff.; A. TOLLMANN, 1983 c, S. 7 ff.). Hinweise auf eine gesicherte Endlagermöglichkeit liegen nach den bisherigen Untersuchungen in Österreich nicht vor. Die im ursprünglichen Gutachten als bestgeeignet erachtete Lokalität Göpfritz/Waldviertel wurde bei etwas näherer Untersuchung in einer späteren Studie als möglicherweise geeignet bezeichnet, schließlich aber, nach Untersuchung des vorhandenen Bohrkernmaterials, als ungünstig erkannt. Auch in dem in Erwägung gezogenen Standort Perweis W. Allentsteig/Waldviertel sollte das Gestein auf Grund des dort herrschenden grobkristallinen Rastenberger Granodiorites nach der Untersuchung von H. F. HOLZER, E. STUMPFL et al. (1980, S. 9) wegen differentieller Bewegung des Kristallgefüges bei Erwärmung keinesfalls einer Temperatur über 100° ausgesetzt werden – was aber im Zusammenhang mit der anfänglichen Wärmeabgabe bei Endlagerung hochradioaktiven Abfalls eintreten könnte.

e) Schutz der Atmosphäre

Die rapide fortschreitende, weltweite, durch den Menschen selbst verursachte Vergiftung unserer Atmosphäre zeitigt, wie in der Einführung bereits dargelegt, immer neue Schadwirkungen auf verschiedenen Sektoren, am eindringlichsten in der Gegenwart durch das Waldsterben symbolisiert. Die Schadstoffbelastung der Atmosphäre ist einerseits zwar ein internationales Problem, andererseits trägt Österreich zu einem beträchtlichen Teil selber an der Vergiftung der Luft Schuld: Die Schwefeldioxyd-Emissionen, die gleichsam als Gradmesser für die Gesamtverschmutzung der Luft dienen können, sind in den siebziger Jahren in Österreich um etwa 4 bis 8 Prozent weiter angestiegen auf rund 440.000 Tonnen/Jahr (d. i. über 1 Tonne SO₂-Ausstoß pro Minute!), während sie in vielen anderen Ländern, so etwa auch in der Bundesrepublik Deutschland, um etwa 4 Prozent gesunken sind (W. STRUWE, 1981, S. XII). 70 Prozent der gesamtösterreichischen SO₂-Emissionen stammen von kalorischen Kraftwerken (Abb. 134, 135), Industrie und vom Großgewerbe. Der hohe Schwefelgehalt von Heizöl schwer – von 1,5 Prozent im Jahre 1969 auf 3,3 Prozent zu Beginn der achtziger Jahre erhöht (!) – trägt einen guten Teil der Schuld. Stickoxyde, Kohlenmonoxyd und Kohlenwasserstoffe in der Luft stammen zum überwiegenden Teil vom Verkehr. Die NO_x-Emissionen von PKW und Mopeds stieg zwischen 1965 und 1980 in Österreich um rund 225 Prozent. Auch der Bleigehalt der Luft, der in unserem Land jährlich rund 1200 t Nachschub erhält, stammt zu 75 Prozent aus Kraftfahrzeugen.

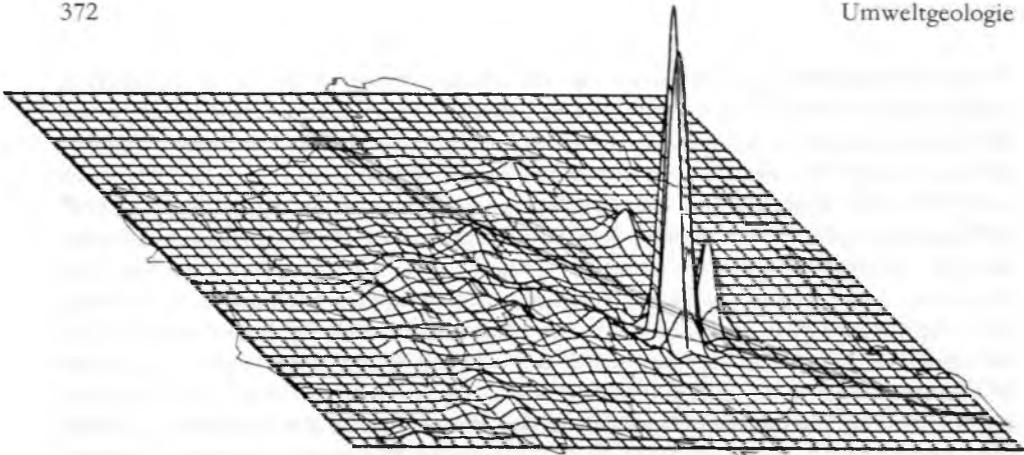


Abb. 135: Die dreidimensionale Graphik über die SO_2 -Emissionen in Wien (H. LÖFFLER, 1980, Abb. 4) zeigt die extreme Belastung der Luft im Raum Simmering durch die ungefilterten Kraftwerksabgase bereits im Jahr 1974. Die SO_2 -Emissionen der Wiener Kraftwerke wurden in der Folge bis zum Jahr 1980 bis auf 26.000 t pro Jahr weiter erhöht und erst dann mit zunehmendem Kampf von Bürgerinitiativen um eine erträgliche Umwelt bis auf 9.000 t im Jahr 1984 gesenkt.

Diese Oxyde wandeln sich bekanntlich in der Luft unter Energiezufuhr durch komplexe, im einzelnen noch nicht genau durchschaubare Prozesse in Säuren um, die mit dem Niederschlag als saurer Regen zur Erde niederkommen. Der p_H -Wert des Regens liegt in unserem Raum heute bereits bei 4,3 – zum Vergleich einige Werte der Säureskala (0 = extrem sauer, 7 = neutral, 14 = extrem basisch): Natürlicher Regen bis p_H = 6,5, Essig = 3, Zitronensaft = 2,3.

Daß dieser gewaltige, negative, vom Menschen verschuldete Eingriff in die Atmosphäre rapide gebremst werden muß, wenn nicht entscheidende irreversible Katastrophen die Menschheit treffen sollen, liegt auf der Hand. Viel zu zögernd laufen im Zusammenhang mit dem großflächigen Ausgreifen des Waldsterbens schwächliche, völlig unzureichende Gegenmaßnahmen an. Dabei muß man das zunehmende Tempo der nachhaltigen Zerstörung durch die Luftverschmutzung bedenken, auch in Österreich durch den rapiden Anstieg der erkennbaren Waldschäden dokumentiert. Ende 1984 waren bereits 15 bis 20 Prozent der Waldflächen Österreichs sichtbar geschädigt, eine gleiche Fläche latenter Schädigungen kommt hinzu, sodaß zu dieser Zeit waldökologisch bereits über 1 Million ha Waldfläche geschädigt waren (H. MAYER, 1985, S. 5). Welche Konsequenzen allein die Fortsetzung des Waldsterbens auf Erosion, Bodenzerstörung, Wasserhaushalt, Klima, Forst- und Holzwirtschaft, Lawinengefährdung, Unbesiedelbarkeit, Zerstörung des Fremdenverkehrs usw. in einem Gebirgsland wie Österreich haben wird, liegt auf der Hand. Politiker und Industriemanager haben versagt, Techniker und Wissenschaftler zu lange geschwiegen.

Da die Geologie mit dem hier angeschnittenen Fragenkomplex nur indirekt – durch rohstoffbezogene Emissionen – in Beziehung steht, müssen wir uns hier auf einige kurze Hinweise auf weiterführende Literatur beschränken. Eine umfassende Analyse der österreichischen Umweltsituation in bezug auf „Luft“ hat W. STRUWE (1981) vorgelegt, die allgemeinen Gesichtspunkte jüngst P. FABIAN (1983) herausge-

stellt. Die Emissionssituation in unserem Land in der Zementindustrie ist von M. USAR & W. FELBERMEIER (1979) dargestellt worden, jene in der Glas-, Magnesit- und Metallveredelungsindustrie durch die gleichen Autoren (1980). Die Umweltbelastung durch Asbest wird von M. HAIDER & M. NEUBERGER (1981), jene durch Glaswolle von L. TRUNKO (1979) durchleuchtet. Eine Zusammenschau über die Bestandsaufnahme der Umweltbelastung in Österreich mit Hilfe der modernen Methode der Fernerkundung

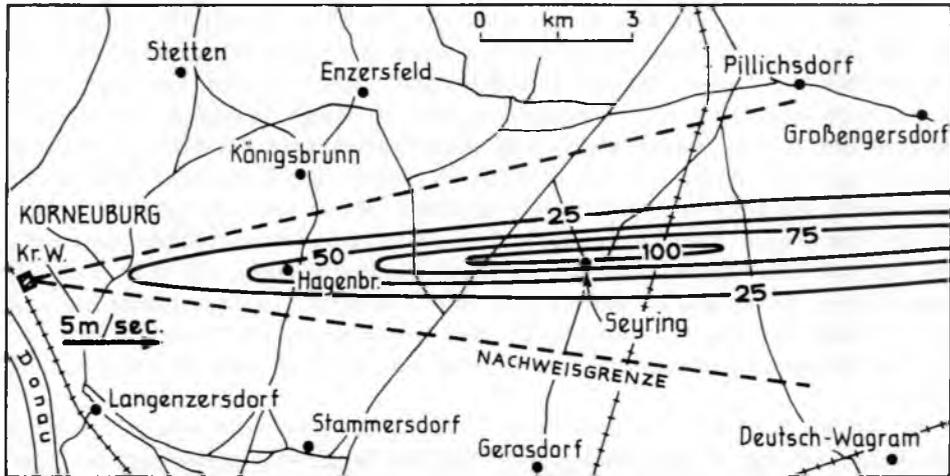


Abb. 136 a: Beispiel für die Ausbreitung der SO_2 -Emissionen des kalorischen Kraftwerkes Korneuburg bei Wien. Bei mäßigem Westwind treten die höchsten Konzentrationen in 10 km Entfernung im Bereich von Seyring im Marchfeld auf; aus W. STRUWE (1981, Abb. 3.10).

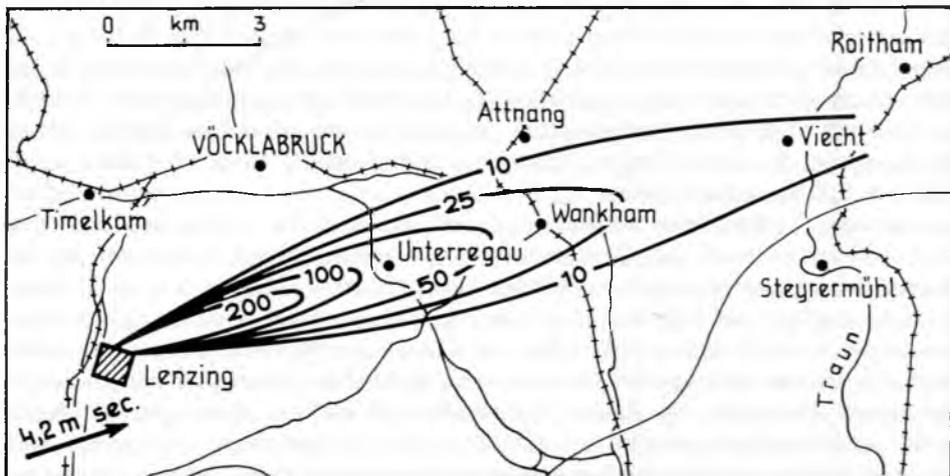


Abb. 136 b: Die Transmissionswerte des von der Lenzinger Industrieanlage SW Vöcklabruck abgegebenen Schwefelkohlenstoffes (CS_2) in ppb auf Grund der Messungen vom Juli 1979; aus W. STRUWE (1981, Abb. 3.18).

geben M. DROBIL et al. (1984), wobei an Hand zahlreicher Graphiken einerseits die Emission von Luftschadstoffen um Industrieanlagen, andererseits die Waldschadensgebiete um solche Schadstoffquellen – besonders durch Beispiele aus Tirol, mit 18 Karten belegt – zur Darstellung gelangt sind. Zwar sind in manchen Fällen – wie erwähnt – die konkreten Auswirkungen von Schadstoffemissionen von Industrieanlagen im Detail aufgenommen, meist aber nicht publiziert. Immissionskarten von ganz Österreich stehen noch aus.

Daß die Belastung des Großraumes Linz durch die Chemie-Linz-AG und die Kokerei der VOEST-Alpine mit Nitrosaminen im Ausmaß gleich „einem oder zwei Schluck Bier pro Tag“ (S. KARASEK & U. SCHRÖDER, 1984, S. 179) ist, kann ohne Beleg durch stichhaltige Daten nicht akzeptiert werden. Als Gegenbeispiel sei die fundierte Analyse der Böden, Waldstandorte und landwirtschaftlichen Flächen im Rauchschadengebiet Arnoldstein in Kärnten genannt (H. W. MÜLLER, 1982; W. KILIAN, 1982): Längsgestreckt-konzentrisch um das Werk der Bleiberger Bergwerksunion wurden dort zonierte Anreicherungen mit Blei, Cadmium, Zink und Kupfer festgestellt. Bei Blei und Zink ergaben sich in den obersten Bodenhorizonten sehr hohe Werte: In unmittelbarer Werksnähe bis über 10.000 bzw. 2000 ppm. Die Immissionsachse folgt mit West-Ost-Richtung der Talachse. Darüber hinaus waren noch westlich vom Faaker See Bleikonzentrationen von über 500 ppm erfaßbar (vgl. auch W. STRUWE, 1981, S. 108 ff.).

W. STRUWE (s. o.) und M. DROBIL et al. (1984) geben eine Reihe von eindrucksvollen Beispielen an Ausbreitung der Emissionen von Industrieanlagen, graphisch etwa an Hand des Kraftwerkes Korneuburg in NÖ. (SO_2) oder der Lenzinger Fabrik in OÖ. (CS_2), die zigarrenartige lange Windfahnen darstellen (Abb. 136 a, b). Erhebliche Immissionen von Fluor-Verbindungen sind im Umland vom Aluminiumwerk Ranshofen, OÖ., merkbare auch um jenes von Lend, Sbg., feststellbar. Besonders hohe Werte, auch im europäischen Maßstab, erreicht der Ausstoß an Fluorverbindungen, unter denen auch HF auftritt, was naturgemäß eine beträchtliche Belastung der angrenzenden Biosphäre darstellt. Die Schädigung der angrenzenden Vegetation ist seit Jahrzehnten untersucht und beschrieben (G. HALBWACHS & J. KISSER, 1967, S. 158 ff.; H. NIKLFELD, 1967), die physiologische Auswirkung des Fluorwasserstoffes auf die Pflanzen von W. BAUMEISTER & W. ERNST (1978, S. 303 f.) sowie M. DROBIL et al. (1984, S. 135) dargelegt worden.

Mit dem Problem der Auswirkungen der radioaktiven Emissionen von Atomkraftwerken muß sich Österreich nicht direkt beschäftigen. Meßergebnisse aus Experimenten über synergistische Effekte von radioaktiven Gasen, wie sie nukleare Anlagen abgeben, und SO_2 , wie es in Industrieanlagen produziert wird, liegen ja schon seit Jahren vor (K. VOHRA, 1975). Über das Ausmaß der Mitwirkung von ionisierender Strahlung an der Bildung von kanzerogenen Hydroxyl-Radikalen und von Säuren in der Atmosphäre wird die Zukunft entscheiden. Weltweite Belastungen der Atmosphäre und Biosphäre zusätzlich zur natürlichen Radioaktivität sind ja in einem ersten Schub in eklatanter Weise durch die Atombombenversuche in der Atmosphäre mit ersten Maxima in den fünfziger Jahren (Versuchsreihe bis November 1958) und mit dem absoluten Höhepunkt in der Zeit vom September 1961 bis Dezember 1962 eingetreten (F. STEINHAUSER, 1966, S. 46). Das Maximum der Verbreitung radioaktiver Parti-

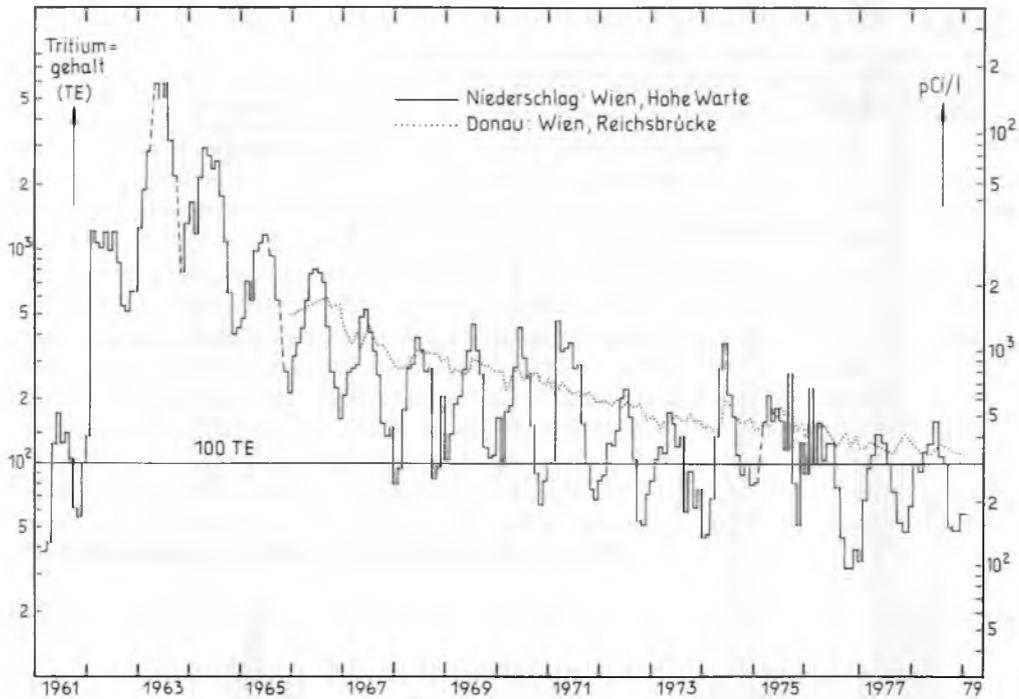


Abb. 137: Seit dem Maximum der Atombombenversuche in der freien Atmosphäre ist auch der Tritiumgehalt der Atmosphäre weltweit deutlich erhöht. Seit seinem Höchstwert im Jahre 1963 sinkt er zufolge der kurzen Halbwertszeit von $T = 12,5$ Jahre allmählich wiederum ab. Diagramm nach Meßreihen im Niederschlags- und Donauwasser bei Wien.

kel (Fallout durch Niederschläge) von Strontium 90 ist in dieser Zeit zwischen 40° und 50° nördlicher Breite mit 25 Millicurie/km² eingetreten (vgl. H. AULITZKY, 1982, S. 35); der Tritium-Niederschlag in Wien hat im Jahre 1963 an die 3000 Einheiten erreicht (Abb. 137). Auch die Erhöhung der Radioaktivität der Atmosphäre bereits im Umland des Forschungsreaktors von Seibersdorf im Wiener Becken schlägt sich nach F. STEINHAUSER (1966, Abb. 4) in den Messungen nieder – Abb. 138. Hinzu kommen künftig die verheerenden Emissionen der AKW nach Supergauen.

In neuerer Zeit erhärtet sich übrigens der Verdacht, daß die von den Kernkraftwerken abgegebene Radioaktivität einen nicht unwesentlichen Beitrag für die Waldschädigung liefert. Wie G. REICHELT & R. KOLLERT (1985) an Hand der Waldschadenskartierung der Umgebung von sieben atomtechnischen Anlagen in der BRD und der Schweiz gezeigt haben, tritt im Kartenbild (dargestellt durch Isomalen-Linien gleicher Schädigung: l. c., 1985, Abb. 11, 13, 17, 21, 22, 30) eine signifikant erhöhte Waldschädigung jeweils in Richtung der vorherrschenden Winde, also in Richtung der Windfahne hinter diesen Werken, auf. Auch die Wirkungsweise der abgegebenen Nuklide ist, besonders durch die experimentellen Untersuchungen von K. VOHRA (1975, S. 209) und späteren Autoren (z. B. F. RAES et al., 1983, S. 304; 1985, S. 1072) heute in

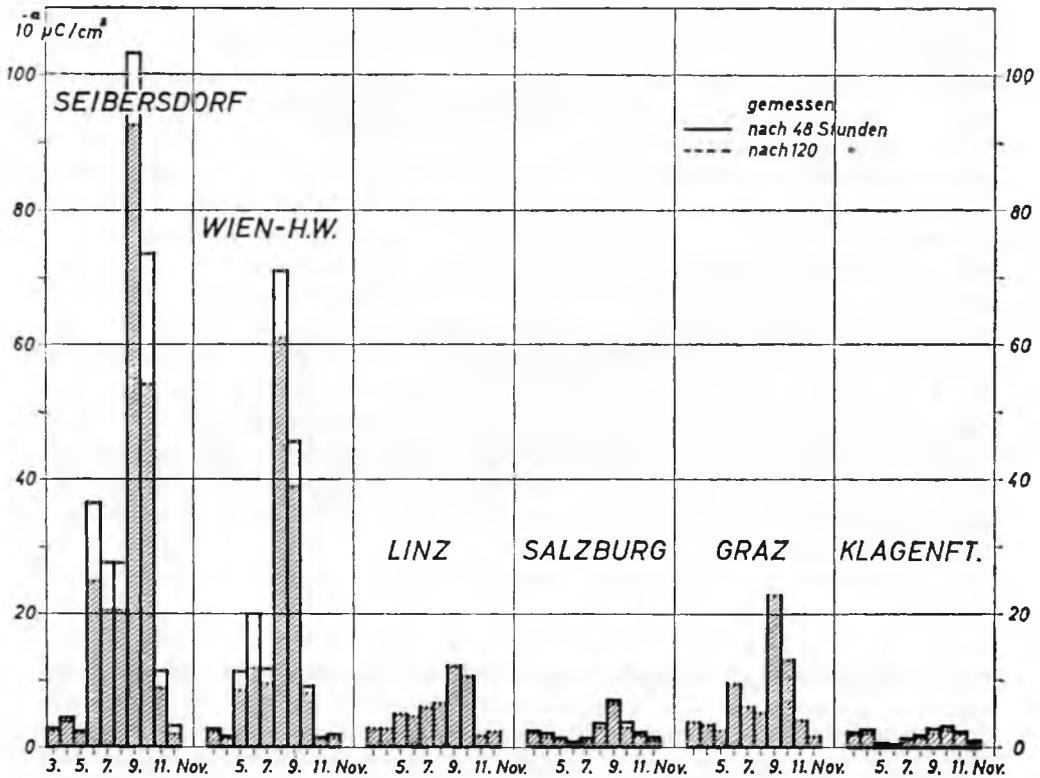


Abb. 138: Erhöhte radioaktive Strahlung im Bereich des Forschungsreaktors Seibersdorf, NÖ. Meßergebnisse nach F. STEINHAUSER (1966, Abb. 4). Angegeben sind die Tageswerte der Radioaktivität der Luft vom 5.–12. 11. 1962.

großen Zügen bekannt: Ionisierende Strahlung, hier besonders der Edelgase Krypton, Xenon und Argon, verursachen – insbesondere nach stärkeren Ausstößen bei Reaktorschnellabschaltungen – in der Luft die Bildung stark oxydierender Radikale. Diese aber bewirken die Umwandlung von Schwefeldioxyd der Atmosphäre in Sulfate, welche ihrerseits neben anderem für die Entstehung der sauren Regen verantwortlich sind. Während den ersten Darstellungen von G. REICHELDT vom Kernforschungszentrum Karlsruhe widersprochen worden ist (L. A. KÖNIG, 1984, S. 54, 59; L. A. KÖNIG et al., 1984, S. 24), ist heute die Menge des Beobachtungsmaterials im Umfeld von atomaren Anlagen – stets kontrolliert an Hand vergleichbarer Referenzgebiete ohne solche Belastung – so stark angewachsen (l. c.), daß ein Zusammenhang zwischen der jeweiligen Waldschädigung in den Windfahnen der Atomkraftwerke und diesen Emitenten nicht mehr von der Hand zu weisen ist.

Der Ausweg aus der derzeitigen Situation einer zunehmenden Vergiftung der Atmosphäre liegt in der primären tunlichen Vermeidung der Emission von Schadstoffen (z. B. bereits Entschärfung des Heizöls schwer, durch Senkung des

Schwefelgehalts), dem Einstellen der Verschwendung der Grundstoffe (z. B. Nutzung der Abwärme in kalorischen Kraftwerken, wodurch eine einschneidende Einsparung an schadstoffemittierenden Energieträgern eintritt und zugleich Mengen an Emissionen durch den Hausbrand zufolge der Fernwärmennutzung wegfallen) und der Filtrierung des Staubes und der Abgase (die in den USA und Japan in bereits zu 98 bis 99 Prozent entschwefelt werden können) sowie im Verzicht auf die viel zu gefährliche, völlig unausgereifte Atomtechnologie.

Daß eine Umkehr von dem bisher eingeschlagenen Weg mit der nötigen Kraftanstrengung möglich ist, zeigt in Österreich das Beispiel der schon vor geraumer Zeit erfolgreich durchgeführten Restaurierung der Kärntner Seen, in grandioser Weise aber das Beispiel Japans, das nach Erreichung eines extremen Grades der Umweltverschmutzung unter radikalem Umdenken heute mit 1400 Entschwefelungs- und 160 Entstickungsanlagen die Atmosphäre saniert hat und zugleich die herausgefilterten Abfälle in der erwähnten Art als Rohstoffe der chemischen Industrie verwertet. In gleicher Weise sorgt Japan für die Reinhaltung der Gewässer und Grundwässer unter gleichzeitiger Schonung der Reserven (Trennung von Nutz- und Trinkwasserleitungen auch für Haushalte im Ausbau, vollbiologische Reinigung des Brauchwassers, Ausfällung der chemischen Substanzen der Abwässer etc.).

3. Geologische Naturdenkmäler und Naturschutzgebiete

Das Vorbild der amerikanischen Nationalparks, die seit 1872 in den Vereinigten Staaten installiert worden sind, enthält eine ganze Reihe von erstklassigen geologischen Naturdenkmälern, die, durch Texte und Tafeln erläutert, als integrierende Bestandteile großräumiger Naturschutzgebiete für die Nachwelt unzerstört erhalten bleiben werden. M. SCHWARZBACH hat in seinen Werken „Berühmte Stätten geologischer Forschung“ (1970) und „Europäische Stätten geologischer Forschung“ (1983) auf großartige geologische Phänomene und Landschaften von weltweiter oder europaweiter Bedeutung hingewiesen, unter denen einige unter Naturschutz gestellt sind.

In Österreich sind trotz aller Bemühungen umweltschutzbewußter Kreise keine Nationalparks errichtet worden (solange es noch nicht zu spät war). Die Bestrebungen konzentrieren sich derzeit auf die Installierung des Niedere-Tauern-Naturparks mit dem Klafferkessel, den Hohe-Tauern-Nationalpark auf Grund des Übereinkommens von Heiligenblut im Jahre 1971, den Neusiedlersee-Steppen-Nationalpark und den Donau-March-Thaya-Auen-Nationalpark.

Unter den Naturschutz- (N) und Landschaftschutzgebieten (L) in Österreich (S. KUX et al., 1981, S. 97 ff.) befinden sich etliche, auch aus geologischer Sicht ausgewählte Regionen: Burgenland: Rechnitzer Sporn (Bgl. L 3); Kärnten: Großglockner mit Pasterze und Gamsgrube als höchster, durch Prasinitzüge steiler Gipfel Österreichs mit größtem Gletscher der Ostalpen (Ktn. N 1), Nordteil der Schobergruppe (Ktn. N 2), der Dobratsch-Südabsturz samt Bergsturzgebiet (Ktn. N 3), die Grünsee-Region im Bezirk Villach als Moränenlandschaft mit Toteislöchern (Ktn. N 4), die Trögener Klamm im Schlerndolomit (Ktn. N 15), die Vellacher Kotschna als

glazialer Talschuß in südalpiner Trias (Ktn. N 16); Niederösterreich: Die Blockheide Eibenstein im Bezirk Gmünd im Waldviertel (NÖ N 1), Braunsberg und Hundsheimer Berg bei Hainburg als Inselberge der Tatrinen in Österreich (NÖ N 2), der Eichkogel bei Mödling mit pontischer Süßwasserkalkkappe (NÖ N 3), der Sandberg bei Oberweiden als Flugsanddünenstreifen (NÖ N 13), die Insel Wörth im Weinsberger Granit des epigenetischen Donautales im Strudengau (NÖ N 17), der Gurhofgraben im Dunkelsteiner Wald mit der geobotanisch interessanten vielbeschriebenen Serpentinflora (NÖ N 21), die Kalkklippe Oberpiesting bei Waldegg in den Kalkvoralpen (NÖ N 28), die Hohe Wand in den Niederösterreichischen Kalkhochalpen (NÖ L 1), Ötscher-Tormauer als Typus kalkvoralpiner Landschaft (NÖ L 8); Oberösterreich: Gosaugebiet (OÖ N 6 bis 8) und etliche kalkalpine Seen dieses Bundeslandes, der Dachstein mit dem eindrucksvollen Karstplateau, den Gletschern und Höhlensystemen (OÖ N 19), der Traunstein als tirolische Stirn (OÖ N 21), die Katrin bei Bad Ischl als Stirn der Dachsteindecke (OÖ N 23), Sengengebirge als verkarstete Antiklinale im Zuge der tirolischen Front (OÖ N 28); Salzburg: Obertrumer und Fuschlsee im Moränenland (Sbg. N 7 bis 8), Rosanital im Bezirk Tamsweg als typisches Hochtal des Nockgebietes (Sbg. N 11), Glockner-Hochalpenstraße mit dem klassischen Profil durch die Schieferhülle des Tauernfensters (Sbg. L 1), Krimmler Achenal im Zentralgneis der Tauern mit seinen Wasserfällen (Sbg. L 2) und zahlreiche weitere Klammern, Schluchten und glaziale Trogtäler im Pinzgau und Lungau; kalkhochalpine Karstregion vom Göll bis zum Steinernen Meer (Sbg. L 5); Roßfeldstraße durch die neokomen Roßfeldschichten S Salzburg (Sbg. L 9); Karstgebiet Tennengebirge (Sbg. L 12); Steiermark: Gesäuse-Durchbruchstal durch die Kalkhochalpen im Bereich der Mürzalpendecke (Stmk. N I), Salztal mit dem Reichtum an Karstquellen (Stmk. N II), Grundlseefurche als eiszeitliche Talung im Toten Gebirgs-Karstland (Stmk. IV), Pfaffenkogel-Gsollerkogel NW Graz im Grazer Paläozoikum mit Freilichtmuseum (Stmk. VI), Raabklamm im Schöckelkalk des Grazer Paläozoikums (Stmk. VII); steirische Landschaftsschutzgebiete liegen in zahlreichen Regionen des steirischen Randgebirges, der Niederen Tauern, der Kalkhochalpen und des oststeirischen Vulkangebotes. Tirol: Kaisergebirge mit beiden Wettersteinkalkketten (Tir. N 4), Karwendel (Tir. N 5); Vorarlberg: Schloßhügel Koblach des Inselberges im Rheintal (Vbg. N 1), Hohe Kugel-Hoher Freschen in den helvetischen Gewölben (Vbg. N 10); Wien: Lainzer Tiergarten mit der Klippenzone (W N 1).

In jüngster Zeit sind in Österreich auch, meist durch private Initiative, geologische Lehrpfade installiert worden, die durch Hinweistafeln auf geologische Naturobjekte und durch Schaustellung von Gesteinsblöcken aus der Umgebung als Lapidarien die geologischen Verhältnisse des Umlandes nahebringen wollen. Als Beispiele hierfür wollen wir nennen: den 1979 eröffneten, 4,2 km langen Erdöllehrpfad von Prottes N Gänserndorf in NÖ. (M. GRÜNWARD, 1979), den Lehrpfad mit Lapidarium beim Schöffelstein S Purkersdorf im Wienerwald, den 500 m langen geologischen Lehrpfad samt Lapidarium vom Fuchsleitengraben bei Mautern/Donau, NÖ., das Naturdenkmal „Hippuritenriff“ bei Grünbach an der Hohen Wand, NÖ., das Lapidarium von Vorchdorf in der oö. Molassezone, den geologischen Lehrpfad in Windischgarsten, OÖ. (S. PREY, 1974 c), den in Vorbereitung befindlichen Lehrpfad an der Seepromenade in Strobl am Wolfgangsee (vgl. B. PLÖCHINGER, 1975, 1982 a, b, 1983), je-

nen der Bärenschützklamm bei Mixnitz (A. ZIMMERMANN, 1982), des Weiztales (F. EBNER, M. EISENHUT et al., 1984, S. 111 ff.), der Raabklamm (J. HADITSCH et al., 1971/72) und der Flitzenbachschlucht bei Gaishorn (G. SUETTE & TH. UNTERSWEIG, 1981) in der Steiermark, das Naturdenkmal „Nummulitenacker“ bei Guttaring in Kärnten, das Schaubergwerk Hüttenberg/Saualpe in Kärnten, den Wasserschaupfad im Dorfertal in Osttirol, geologische Lehrpfade bei Götzis und am Bartholomäberg in Vorarlberg.

R. SIEBER (1980, S. 599 f.) hat eine Liste der geowissenschaftlichen Sammlungen und Museen in Österreich zusammengestellt.

Als geologische Naturdenkmäler stehen vielerorts Einzelphänomene unter Naturschutz: Im ganzen Land Höhlen mit ihren vielfältigen Bildungen, glaziale Phänomene wie Gletschertöpfe (S. 258, Abb. 94), aber auch sedimentäre Strukturen (Transgression des Badenien auf der Standterrasse in Wien-Nußdorf beim Eichelhof), Fossilfundpunkte oder auch tektonische Strukturen wie Falten, steil gestellte Schichten etc. Auf derartige geologische Sehenswürdigkeiten wird meist im Zuge von geologischen Heimatkunden (Beispiel für Wien: H. KÜPPER, 1968, S. 122 ff.; F. BRIX, 1972, S. 11 ff.), besonders aber in den geologischen Führern hingewiesen, wie sie etwa am repräsentativsten in der Borotraeger-Reihe Geologischer Führer vorliegen.

Ein Führer zu einer geologischen Weinreise, wie ihn CH. POMEROL („Terroires et vins de France“, Orléans 1985, 344 S., 17 Kt.) für Frankreich geschaffen und W. SCHMITTLIEB (1974) für Franken kreiert hat, um die engen Zusammenhänge zwischen geologischem Untergrund (dort vom Buntsandstein über Muschelkalk zum Keuper) und Weinsorten sowie „Blume“, „Körper“ und „Schwanz“ des Weines aufzudecken, liegt von Österreich noch nicht vor, obgleich hier zweifellos analoge Zusammenhänge von den berühmten Sorten des oststeirischen Basaltes oder dem Schilcher des Stainzer Plattengneises im Süden bis zu den spritzigen Sorten des Böhmisches Kristallins der Wachau oder jenen des Falkensteiner Klippenzuges im Norden sowie zu den schweren Rotweinen des Burgenlandes am neogenen Mergel im Osten zu ergünden wären (vgl. S. 401 ff.).

Nicht erhaltenswerte Anrisse durch Steinbrüche, Sandgruben, Hanganschnitte etc. hingegen, die nur Wunden in der Landschaft darstellen, sollten im Sinne des Naturschutzes durch Rekultivierung saniert werden (E. KASPEROWSKI-SCHMID et al., 1982, S. 38 ff.; L. TRUNKO & E. FREY 1983).

4. Literatur

W. ALTZIEBLER, 1984; AMT DER STEIERM. LANDESREG., 1982 bis 1984; I. ARBEITER, M. EISENHUT et al., 1983; H. AULITZKY, 1982; H. AULITZKY, H. GRUBINGER et al., 1980 bis 1981; H. AUST & J. BECKER-PLATEN, 1985; H. BACH & A. MALINSKY, 1976; J. BACHL et al., 1976; K.-D. BALKE, 1983; W. BAUMEISTER & W. ERNST, 1978; P. BAUMGARTNER, J. SCHNEIDER et al., 1984; F. BENDER, 1984; H. BERNDT, 1972; L. BERNHART, 1983; L. BERNHART, O. BILEK et al., 1980; W. BIFFL & H. FRISCHHERZ, 1983; E. BINNER, 1983; H. BINSWANGER et al., 1978; B. BOLT, 1984; G. BRETSCSKO, 1983; F. BRIX, 1972 b; K. BUCHWALD & W. ENGELHARDT, 1978 bis 1980; BUNDESMIN. FÜR LAND- U. FORSTW.,

1977; M. BUSER & W. WILDI, 1980, 1981, 1984; G. MC CARTHY, 1979; D. DANIELOPOL, 1983; A. DAURER & G. SCHÄFFER, 1983; D. DEESE, 1978; M. DROBIL et al., 1984; S. EBERLE & R. RUDEK, 1983; F. EBNER, 1981 b; F. EBNER, M. EISENHUT et al., 1984; F. EBNER, G. SUETTE et al., 1984; P. FABIAN, 1983; E. FISCHER, 1916; F. FISCHER & E. SCHÄFER, 1981; J. FLACK et al., 1983; H. FLÜGEL, 1982; W. FRANK, W. DEMMER et al., 1980; H. FRISCHHERZ, 1983; J. FUCHS et al., 1973; T. GATTINGER, 1980; J. GEPP, 1981; ST. GERGELY & O. DWORAK, 1984; H. GLANDER & G. BACHMANN, 1981; H. GLANDER & M. LANGE, 1974; W. GOCHT, 1983; W. GRÄF & J. HADITSCH, 1984; W. GRÄF et al., 1984; H. GRUHL, 1975; M. GRÜN WALD, 1979; F. HABART, 1980; J. HADITSCH, 1971/72, 1980 b, 1984 b; M. HAIDER & M. NEIDBERGER, 1981; G. HALBWACHS & J. KISSER, 1967; H. HÄUSLER sen., 1959; A. HERRMANN, 1979; H. F. HOLZER, E. STUMPFL et al., 1980; H. HÖNIG, 1983; H. HÖNIG et al., 1984; A. D. HOWARD & I. REMSON, 1978; G. HÜBEL & G. RAUCH, 1984; K. HÜBL, 1983; U. HUMPE SCH, 1983; R. JAGSCH, 1981; H. JUVANCIC, 1984; R. KAISER, 1980; S. KARASEK & U. SCHRÖDER, 1984; H. KARRENBERG, 1981; E. KASPEROWSKI, 1981; E. KASPEROWSKI-SCHMID et al., 1982; W. KATZMANN, 1981, 1985; G. KELLER, 1969; W. KILIAN, 1982; E. KOCH & F. VAHRENHOLT, 1983; T. KOFLER & O. STOCKER, 1985; L. KÖNIG, 1984; L. KÖNIG et al., 1984; G. KOPETZKY, 1966, 1977; M. KRALIK & M. SAGER, 1986; H. KRATZSCH, 1983; W. KRESSER, 1983; J. KREUSCH & H. HIRSCH, 1984; W. KÜHN, 1983; H. KÜPPER, 1968; H. KÜRZL, 1984; S. KUX et al., 1981; H. AN DER LAN, 1978; H. LAUFFER, 1977; E. LEYS, 1980; R. LIEPOLT & O. KOZIEL, 1952; H. LÖFFLER, 1980; G. LÜTTIG, 1979; N. MATSCHÉ, 1983; F. MAUTHE, 1979; H. MAYER, 1985; G. MEISTER et al., 1984; H. W. MÜLLER, 1982; J. MÜLLER & J. SCHNEIDER, 1984; NAGRA et al., 1978; H. NIEDERL, 1973; H. NIKLFELD, 1967; OECD, 1979, 1981, 1982, 1984; H. ÖLLINGER et al., 1971; ÖSTERR. RAUMORDNUNGSKONF., 1982, 1983 ff., 1984; R. PARTL, 1975; W. PETAK & A. ATKISSON, 1982; H. PIERAU, 1968, 1972; H. PIRKL, 1983, 1984, 1986; G. PLESKOT, 1976; B. PLÖCHINGER, 1975, 1982 a, b, 1983; M. PÖSCHL et al., 1982 bis 1983; S. PREY, 1974 c; K. QUENTIN et al., 1973; S. RADLER, 1980; F. RAES et al., 1983, 1985; G. REICHELT & R. KOLLERT, 1985; F. RONNER & J. SCHMIED, 1968; L. RYBACH, 1985; E. SCHÄFER, 1981; K. SCHIMUNEK, 1980; W. SCHMITTLIEB, 1974; M. SCHWARZBACH, 1970, 1983; H. SCHWENK, 1982; R. SCHWINGENSCHLÖGL, 1984 b; R. SIEBER, 1980; F. STEINHAUSER, 1966; G. STERK, 1985 b; SVA, 1980; E. SUESS, 1902; G. SUETTE & TH. UNTERS WEG, 1981, 1981 bis 1983, 1982, 1983: s. u. I. ARBEITER et al.; A. TOLLMANN, 1980 h, 1981 d, 1983 c; W. TRONKO, 1964; E. TRUEB, 1981; L. TRUNKÓ, 1979; L. TRUNKÓ & E. FREY, 1983; M. USSAR & W. FELBERMEIER, 1979, 1980; M. VINZENZ, 1984; K. VOHRA, 1975; B. WARD & R. DUBOS, 1973; E. WEBER, 1975; H. WERNER, 1978; E. WÜRZER, 1983; A. ZIMMERMANN, 1982; V. ZISWILER, 1965; J. ZÖTL, 1981; L. ZWITTNIG, 1964.

T GEOBOTANIK AUS ERDWISSENSCHAFTLICHER SICHT

1. Historischer Hintergrund

Die Versuche, Geobotanik aus erdwissenschaftlicher Sicht zu treiben, gehen in Österreich weit zurück. Pionier dieser Arbeitsrichtung war zweifellos der steirische Arzt, Jurist, Paläontologe und Botaniker F. v. UNGER (1800 bis 1870), dem wir nicht nur die grundlegenden Monographien über fossile Tertiärpflanzen verdanken (Chloris protogaea, 1841 bis 1847, mit 120 neuen Arten; Flora von Sotzka, 1850, mit 47 Tafeln; Iconographia plantarum fossilium, 1852, mit 22 Tafeln, Flora von Gleichenberg, 1854, mit 8 Tafeln, Sylloge plantarum fossilium, 1860 bis 1866, mit 57 Tafeln), die er bereits vegetationskundlich betrachtet und mit Hilfe von vorzeitlichen Vegetationsbildern veranschaulicht hat (H. LEITGEB, 1870). UNGER hatte bereits sehr früh zielstrebig systematische Beobachtungen über die Auswirkungen der Gesteinsformationen des Untergrundes auf das Florenbild durchgeführt. Der chemische Einfluß des Kalkes auf das Gedeihen von „kalksteten“ und „kalkholden“ Pflanzen wird 1836 am Beispiel der Umgebung von Kitzbühel in Tirol dargelegt, eine starke physikalische Wirkung der Silikatgesteine und ihrer Verwitterungsprodukte auf die Zusammensetzung der Florengemeinschaften angenommen (vgl. E. AICHINGER, 1971, S. 333). Bewundernswert ist die räumliche Erfassung der kalksteten und schiefersteten Pflanzen über dem geologischen Untergrund auf seiner „phytogeographischen Karte“ in diesem Werk von 1836. In seinen Reisenotizen aus der Südsteiermark im Jahre 1838 berichtet F. UNGER vom Vegetationsbild über tertiärem Oolithkalk bei Radkersburg (S. 112), wundert sich über die Menge der kalksteten Pflanzen über dem Gleichenberger Trachyt (S. 123) und ebenso über die Annäherung des „gemischten Charakters“ der Basaltflora von Klöch an jenen einer Kalkflora. – Wir wissen heute, daß der Grund hierfür in dem basischen Charakter dieses Gesteines gelegen ist, dessen Bodenbildung klar von den sauren Böden der kieselsäurereichen Gesteine unterschieden ist.

F. UNGER hat auch in den späteren Studien seine Florenkunde stets mit geobotanischer Zielsetzung betrieben, wofür als Beispiel doch noch seine Beschreibung der Flora der Grazer Umgebung genannt werden soll, in der ein eigener Paragraph dem „Wechsel der Flora nach der Bodenbeschaffenheit“ gewidmet ist (1843 b, S. 92 f.). Das geistige Band, das UNGER zwischen Geologie und Vegetationskunde spannt, kommt in diesem Werk in der von ihm erstellten und erläuterten geognostischen Karte dieses Raumes (1843 a, Kt.) symbolhaft zum Ausdruck.

Die Nachfolge in der geobotanischen Forschungsrichtung hat, mehr noch als A. KERNER v. MARILAUN, der Geologe der Reichsanstalt D. STUR angetreten. Auf seinen ausgedehnten Kartierungen achtet er immer wieder auf die Abhängigkeit des Bewuchses vom Untergrund. Als Muster seiner Arbeiten seien jene „Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Pflanzen“ (1856/57) und das „Verzeichnis der auf meinen Reisen durch Österreich gesammelten wildwachsenden Pflanzen, nebst Angabe der geologischen Unterlage derselben“ erwähnt. D. STUR hat in seinen Arbeiten unter anderem schon eine Reihe vikariierender Pflanzenarten herausgearbeitet.

Die grundlegenden Anstöße für diese erdverbundene botanische Betrachtungsweise ging in Österreich demnach von Erdwissenschaftlern des vorigen Jahrhunderts aus.

Weltweit gesehen sind Pflanzen als Indikatoren für Lagerstätten seit 1828 erkannt worden (vgl. H. CANNON, 1960 a, S. 591). Aber erst 1937 ist der Einsatz geobotanischer Methoden für die Praxis empfohlen und zur Erzsuche von P. DORN unter Nennung konkreter spezifischer Metallophyten mit entsprechendem Nachdruck vorgetragen und im nächsten Jahr von S. TKALICH in Fernost (UdSSR) und im übernächsten Jahr von S. PALMQUIST in Schweden sowie von O. BEATH et al. in den USA ebenso eindringlich geschildert worden. Mit der erfolgreichen geobotanischen Prospektion auf Uran, Selen etc. in den USA in den sechziger Jahren (H. CANNON, 1960 a, b) hat sich diese Methode auf diesem Sektor ganz allgemein durchgesetzt.

Trotzdem klafft bis heute eine Lücke zwischen Kenntnissen und Zielen der geobotanischen Betrachtungsweise bei Botanikern und Geologen. Eine abgerundete Synthese unter Berücksichtigung der regionalen Variationen steht noch aus.

2. Ziel und Inhalt geobotanischer Forschung

Seit alters sind sowohl den Botanikern als auch den Geologen bestimmte Beziehungen zwischen Pflanze und Gestein bzw. dessen Umsetzungsprodukten im Boden aufgefallen. Die klassischen Beispiele liefern Pflanzenarten von Kalk- bzw. kristallinem Untergrund.

Jeder Feldgeologe bezieht die Art des Bewuchses in seine Betrachtungen ein. In zahlreichen Fällen hilft sie bei der Unterscheidung von Gesteinsarten, teils schon auf Entfernung in der Landschaft – wie etwa die Verbreitung der skythischen Lantschfeldquarzite in den Radstädter Tauern auf Grund ihres Bewuchses mit grellgelben Landkartenflechten (*Rhizocarpon geographicum*) bereits mit dem Fernglas von der Berggruppe gegenüber in großen Zügen erfaßt werden kann –, teils bei der Detailkartierung in schuttverdecktem Gehänge, wo etwa Kalk- und Schieferzüge durch sehr unterschiedliche Pflanzengemeinschaften auf den Meter genau auskartiert werden können. Daher seien im folgenden einige Hinweise auf Beispiele geobotanischer Arbeiten aus Österreich gegeben, die bisher allerdings sehr spärlich sind und fast ausnahmslos von Botanikern mit anderer Fragestellung als jener des Geologen durchgeführt worden sind.

Zunächst sollen daher einige Bemerkungen über die durchaus unterschiedlichen Ziele der geobotanischen Forschung bei Botanikern, Geographen und Geologen vorangestellt werden. So werden vom Botaniker unter „Geobotanik“ fünf Arbeitsrichtungen zusammengefaßt: 1. die floristische, gleichsam eine listenmäßige Bestandesaufnahme in den unterschiedlichen Biotopen, also eine Arealkunde; 2. die historische, entwicklungsgeschichtliche, welche die phylogenetische Entwicklung der Verbreitung der Florenguppen in der Zeit untersucht (Arealkunde); 3. die zönologische Richtung, eine Vegetationskunde, die sich nicht mit den einzelnen Arten, sondern dem Artgefüge befaßt, also eine Forschungsrichtung über die Pflanzengemeinschaften, die Phytozönosen; 4. die analytisch-ökologische, die ge-

genüber den bisher genannten beschreibenden Richtungen nach Ursachen und Wechselwirkungen im Ökosystem sucht und die Kausalerklärung nur im Rahmen des ökologischen Netzwerkes anstrebt; 5. die physiologische, erst in allerjüngster Zeit ausgearbeitete Richtung, die auch den physiologischen Mechanismus der Anpassung der Pflanzen einer Gemeinschaft an die lokalen Gegebenheiten, auch in bezug auf das vom Untergrund diktierte Mineralstoffangebot, erforscht. Hinzu kommt 6. die spezielle Geobotanik mit einer regionalen bis lokalen Fragestellung, einzelne distinkte Gebiete betreffend (H. ELLENBERG, 1968; H. WALTER, 1973, S. 1 f.; H. KREBB, 1983, S. 12).

Zur Geographie hat diese Art der Geobotanik enge Verbindungen, da sie weitgehend mit der Pflanzengeographie bzw. Vegetationsgeographie verzahnt ist. Das gemeinsame Interesse betrifft vor allem den erstgenannten Punkt, die floristische Zusammensetzung bestimmter Gemeinschaften und deren Verteilung auf der Oberfläche der Erde (E. RÜBEL, 1922, S. 1).

Der Geologe hingegen wird von einer Geobotanik aus dem Pflanzenkleid und aus einzelnen Leitpflanzen eine Rückschlußmöglichkeit auf folgende geologische Gegebenheiten erwarten:

a) Hinweise auf die Gesteinsart: Er erwartet durchaus verschiedene Pflanzenassoziationen und Zeiger auf Serpentin, Kalk, Dolomit, Kristallin, Gips, Salz u. a. Gesteinstypen im Untergrund. Diese Methode funktioniert in bestimmten Fällen so exakt, daß kleinräumigst auf jeder verschiedenen Breccienkomponente (Beispiel Schwarzeckbreccie in den Radstädter Tauern) die entsprechenden vikariierenden Arten aufwachsen und daß man in vielen Fällen eine sehr genaue kartierungsmäßige Nutzung dieser Gegebenheiten vornehmen kann.

b) Hilfe beim Aufspüren bestimmter Metall-Lagerstätten im Anstehenden oder im Untergrund unter Bodenbedeckung. Auch hierfür gibt es bereits klassische Beispiele für die praktische Auswertung sogenannter Metallophyten, also Pflanzen, die selektiv auf schwermetallreichem Untergrund aufwachsen, ja in manchen Fällen sogar eine gewisse „Resistenz“ gegenüber den giftigen Schwermetallsalzen durch physiologische Maßnahmen entwickelt haben und in einzelnen Fällen sogar solche Metalle in erhöhter Konzentration als Nährstoffe benötigen (z. B. Selenophyten). Besonders die Elemente Zn, Ni, Cu, Cd, As, Pb, Cr, Vd, U, Se stehen bei dieser Betrachtungsweise im Vordergrund. Grundsätzlich informieren über diese Fragen auch moderne botanische Werke wie etwa W. KRAUSE (1958, S. 798 ff.), H. ELLENBERG (1958; 1968; 1974, S. 29 ff.), R. KNAPP (1971), W. BAUMEISTER & W. ERNST (1978, S. 284 ff.), H. KINZEL (1982, S. 472 ff.; 1983); H. WOOLHOUSE (1983, S. 245 ff.) u. a., in welchen Werken auch die weiterführende Literatur genannt wird – Tab. 6.

Schwermetalle (Metalle mit spezifischem Gewicht über 5) sind für das Pflanzenwachstum als Spurenelemente unentbehrlich. In hohen Konzentrationen aber bewirken sie Schädigungen. Die als Schwermetallpflanzen (Metallophyten) bezeichnete Gruppe zeigt eine durch Selektion erzielte Anpassung an höhere Mengen von Schwermetall mit Hilfe physiologischer und anderer Mechanismen. Aber auch bei diesen Pflanzen wirken zu hohe Dosen dieser Metalle toxisch. Solche Metallophyten sind demnach einerseits auf primäre Erzvorkommen, wie etwa besonders in den Alpen, oder aber auf anthropogene sekundäre Standorte, wie etwa Erzhalde im Harz

Tab. 6: Beispiele für Zeigerpflanzen für Erzprospektion; nach R. KNAPP (1971, S. 119, Tab. 27).

Art	Element	Gebiet	Art	Element	Gebiet
<i>Alyssum bertolonii</i>	Cu	Italien	<i>Erianthus giganteus</i>	Pb	Tennessee
<i>Alyssum murale</i>	Ni	Georgien	<i>Crotalaria cobalticola</i>	Co	Katanga
<i>Acrocephalus robertii</i>	Cu	Katanga	<i>Silene cobalticola</i>	Co	Katanga
<i>Gypsophila patrini</i>	Cu	Altai	<i>Aster venustus</i>	Se	W N-Am.
<i>Polycarpaea</i>					
<i>spirostylis</i>	Cu	Australien	<i>Astragalus bisulcatus</i>	Se	W N-Am.
<i>Merceya latifolia</i>	Cu	Montana	<i>Astrag. racemosus</i>	Se	W N-Am.
<i>Viola calaminaria</i>	Zn	Mittel-	<i>Astrag. pectinatus</i>	Se	W N-Am.
		europa	<i>Astrag. pattersoni</i>	Se, U	Colorado
<i>Minuartia verna</i>		Mittel-	<i>Astrag. preussii</i>	Se, U	Utah
ssp. <i>hercynica</i>	Zn	europa	<i>Eriogonum ovalifolium</i>	Ag	Montana
<i>Thlaspi alpestre</i>		Mittel-	<i>Lonicera confusa</i>	Ag, Au	Queens-
ssp. <i>calaminare</i>	Zn	europa			land

oder anderer Lokalitäten im Bereich der Tieflagen Mitteleuropas (H. ELLENBERG, 1978, S. 657 ff.), beschränkt.

Während die Lagerstättensuche heute auch mit Hilfe der Messung erhöhter Metallgehalte in den (veraschten) Pflanzenteilen als Hinweis auf Erzmineralisation im Untergrund arbeitet, sind ebenso durch direkte Beobachtung bestimmter spezifischer Arten namhafte Erfolge auf diesem Sektor erzielt worden. Als Beispiel sei etwa die Entdeckung amerikanischer Geologen erwähnt, daß bestimmte Arten von *Astragalus* (Tragant) – wie *A. racemosus* (Gehalte bis 15 g Se/kg Trockensubstanz) und *A. pectinatus* –, *Amaranthus* (Fuchsschwanz), *Aster* (Sternblume), *Acacia* (Akazie) etc. auf selenreiche Böden hinweisen, ja daß Selen für *Astragalus pectinatus* sogar einen essentiellen Mikronährstoff darstellt. O. BEATH et al. (1939) haben diese Methode, mit Hilfe bestimmter Pflanzenindikatoren selenführende Gesteine aufzuspüren, in den USA seit 1934 entwickelt. H. CANNON (1960 a, b) ist dann mit Hilfe dieser Methode auch erfolgreich im Colorado-Plateau auf Uranlagerstättensuche gezogen, da Selen- und Urananreicherungen miteinander verbunden auftreten.

Als Beispiel für direkte Wirkungen uranreichen Untergrundes auf die Vegetation sei auf die Ausführungen von W BAUMEISTER & W ERNST (1978, S. 292, cum lit.) verwiesen, der die an Pflanzen ablesbaren Degenerationserscheinungen über derartigen Lagerstätten durch Aufnahme des genetisch wirksamen Radionuklids schildert: Besonders die generativen Organe zeigen Mißbildungen wie Ausbleiben oder Reduktion der Blütenbildung etc.

Vom erfolgreichen Einsatz der Geobotanik bei der Prospektion auf Nickel im Südural hat z. B. D. MALJUGA (1947) berichtet: Wiederum sind teilweise Zeigerpflanzen (in diesem Fall *Linosyris villosa* und *Artemisia*-Arten), teilweise aber Mißbildungen durch die toxische Wirkung der Schwermetallsalze (Weißfärbung und Verkümmern des Perianths und Ausbleiben der Fruchtbildung bei *Anemone patens*) bei der Kartierung herangezogen worden.

Altberühmt als Zeiger für Zink sind die Galmei- oder Zinkpflanzen, darunter vornehmlich *Viola galaminaria* (Galmei-Veilchen), das aber nicht in Österreich vorkommt.

Weitere Beispiele allgemeiner Art zum Thema Schwermetallpflanzen bieten die oben genannten grundlegenden Schriften über Metallophyten.

c) Am Rande vermerkt sei die Bedeutung der jedem Geologen vertrauten Pflanzenassoziationen von Feuchtstandorten, die als Indikatoren für Grundwasservorkommen oder Quellen verwertet werden können. Nähere Hinweise sind besonders in den klassischen Handbüchern der Hydrogeologie enthalten (z. B. J. STINY, 1933, S. 175 ff.), aber auch in speziellen Arbeiten ausgeführt, besonders gepflegt in den USA (O. MEINZER, 1927; H. CANNON, 1971).

d) Der technische Geologe richtet sich bei der Aufspürung von Rutschgelände nicht nur nach den Geländeformen, sondern besonders auch nach Pflanzenbestand und Wuchsform der Bäume. Der Säbelwuchs von Bäumen (nahe der Basis hangauswärts gekrümmte Stämme) deutet auf Bodenbewegung in jüngster Zeit. Bei Rutschmuscheln, die zwar an ihrer Form erkennbar sind, aber Waldbestand ohne Säbelwuchs aufweisen, ist die Hangbewegung bereits zum Stillstand gekommen. Im Hochgebirge unseres Landes sind wassererfüllte, in Rutschung befindliche Hangpartien, besonders über Schieferuntergrund, durch den Bestand an Erlengebüsch (*Alnus viridis*, Grünerle) leicht identifizierbar.

Wie wenig die geologische Betrachtungsweise der Geobotanik bisher auch in zusammenfassende, von Botanikern erfaßte Werke einfließen konnte, zeigen alte (E. RÜBEL, 1922) bis neue (H. WALTER, 1973) Bücher zum Thema, in denen der geologische Untergrund überhaupt keine Erwähnung findet und maximal bis zum Faktor „Chemie“ oder „Boden“ vorgedrungen wird.

Als einschlägiges Werk von geologischer Seite aus der klassischen Ära sei das Buch von O. v. LINSTROW (1929) zitiert, in dem Zeigerpflanzengruppen zu 59 verschiedenen geologischen Themen, von Salzpflanzen bis zu den einzelnen Erzpflanzen, von Jod- bis zu Gas-Pflanzen behandelt worden sind, allerdings noch in der etwas euphorischen Art der Vergangenheit, die durch Überinterpretationen gekennzeichnet ist.

Den Zeigerwert von Pflanzen im mitteleuropäischen Raum im Hinblick auf den Untergrund haben in neuerer Zeit R. FABRY & I. SCHNELL (1950), H. ELLENBERG (1974) und H. JORDAN (1981) übersichtlich gemacht.

Wertvolle persönliche Hinweise für die Angaben in diesem Kapitel verdankt der Verfasser Herrn Prof. H. NIKLFELD, der diese Arbeitsrichtung unter modernen Gesichtspunkten am Botanischen Institut der Universität Wien betreibt.

3. Die Komplexität der Standortbedingtheit

In der Vergangenheit hatte man grundsätzlich an einfache lineare Abhängigkeiten von Pflanze und Umwelt geglaubt, hatte meist nach einem bestimmten Faktor gesucht, wenn bestimmte Pflanzen nur auf einem bestimmten Standort vorkamen. Auch in der Beziehung zum Untergrund war diese Suche nach direkten unmittelbaren und

einfachen Abhängigkeiten der Tenor der Überlegungen. Selbst in der Praxis wurde diese Phase des Denkens vom unitaristischen Prinzip beherrscht: Eine bestimmte Düngerkomponente, ein bestimmtes Herbizid sollte die gewünschte Wirkung erzielen.

Inzwischen ist klargeworden, daß gerade die kausale Vegetationskunde es mit einem sehr komplexen Ökosystem zu tun hat, das von einer vielfältigen Konstellation von Faktoren beherrscht wird und daß nur selten ein besonders dominanter Faktor den Ausschlag gibt. Gerade bei der Erforschung der Serpentiniflora in Österreich und darüber hinaus in den übrigen Vegetationszonen der Erde ist diese Vielfalt der verschiedenen zusammenwirkenden Prinzipien klar herausgearbeitet worden, sodaß dieses Beispiel zur Erläuterung dieser These dienen soll. Serpentinstandorte sind gekennzeichnet durch eine geringe Wuchsfreudigkeit der Pflanzendecke, durch Zwergwuchs der Kräuter, durch Krüppelwuchs von Bäumen, durch Vermeiden dieses Standortes durch sehr viele Pflanzenarten, auch durch Mißerfolge beim Ackerbau über solchem Untergrund. Bezeichnend hierfür ist der Flurname „Totalp“ im Bereich des Totalp-Serpentinites der penninischen Arosazone bei Klosters in Graubünden im Liegenden der Silvrettaecke.

Diese offensichtlich eingeschränkten Lebensbedingungen auf Serpentinböden sind nun nicht einfach etwa durch den (1.) Überschuß an Magnesium – das durchaus toxische Wirkungen bei der Phloembildung bei Kulturpflanzen bewirkt – bedingt. Es spielen vielmehr folgende weitere Faktoren eine wesentliche Rolle: 2. Die Freisetzung giftiger Schwermetallionen von Nickel, Kobalt und Chrom, welche bekanntlich als ständige Begleiter in bestimmten Erzmineralien als Frühausscheidungen in diesen ultrabasischen Gesteinen aufscheinen. 3. Die sehr niedrigen Kalzium-Gehalte, die sich in mehrfacher Hinsicht auswirken, auch als Mangel eines Puffers gegen Schwermetallionen-Vergiftungen. 4. Das zu geringe Angebot an Stickstoff, Phosphaten und Kalium. 5. Die morphologische Gestaltung von Serpentinischollen als aufragende Rippen mit steilen Flanken, an denen sich nur geringe Bodenbildung einstellt (auch durch Vergiftung der Bodenbakterien durch das Substrat). 6. Der grobblockige Verwitterungsschutt hält kaum Wasser, sodaß die Vegetation sich häufig auf xerotherme Arten beschränkt. 7. Die dunkle Verwitterungskruste der Oberfläche wirkt als Wärmespeicher in der gleichen Richtung. 8. Die Beschränkung dieser unwirtlichen Standorte auf oft kleinräumige Areale bewirkt eine biologische Auslese: Konkurrenzschwache Taxa können durch das Fernbleiben anspruchsvollerer Arten konserviert bleiben, die Standorte werden einerseits zum Refugium von Reliktformen, geben andererseits aber durch die Isolation der Florengemeinschaft auch zur Entwicklung endemischer, oft extrem lokaler Varietäten und Unterarten von Serpentinophyten Anlaß und bieten ferner die Möglichkeit zur Weiterentwicklung von Bastardformen (H. NIKLFELD, 1973, S. 148; G. WENDELBERGER, 1974, S. 5 f.).

Erst in allerjüngster Zeit hat man gelernt, diese Komplexität des Zusammenwirkens der verschiedensten Faktoren aufzulösen, und gewagt, die oft kritisierte, aber in der gesamten Naturwissenschaft trotzdem bedeutsame Frage nach der „Wichtigkeit“ der einzelnen Faktoren zu stellen. A. GIGON (1983) hat an Hand des vergleichenden Feldstudiums verschiedener alpiner Rasen auf saurem Silikat, Karbonat und Serpentin in den Schweizer Alpen bei Davos in hervorragender Weise dieses Problem angepackt. Bei gleichbleibenden übrigen Bedingungen wurde stets ein Faktor va-

UNTERSCHIEDE IN MUTTERGESTEIN (= PRIMAERE URSACHE) →		UNTERSCHIEDE IN VEGETATION (= WIRKUNG)	
<p>SAURES SILIKAT, Gneis, (Schiefer)</p> <p>Feldspat, Quarz, Glimmer usw mittelkörnig holokristallin</p> <p>Spaltbarkeit + gut</p> <p>Wärmeleitfähigkeit: Granit 2.5 kcal/m²h °C</p> <p>Verwitterung: physik : gut chem. : gut</p>	<p>SiO₂ 68 %</p> <p>Al₂O₃ 16</p> <p>CaO 1.0</p> <p>MgO 1.5</p> <p>CO₂ +</p> <p>K₂O 4.3</p> <p>P₂O₅ 0.2</p> <p>FeOxide 3.9</p> <p>H₂O 1.6</p> <p>Cr₂O₃ 0.002</p> <p>NiO 0.001</p>	<p>?</p> <p>↑ Wirkungsnetz</p>	<p>NARDETUM</p>  <p>Borstgrasrasen</p> <p>30-41-50 Arten pro Aufnahme</p> <p>60-80-95% Deckungsgrad</p>
<p>KARBONAT Dolomit, (Hartkalk)</p> <p>Dolomit (Kalzit) kryptokristallin</p> <p>Spaltbarkeit : gut</p> <p>Wärmeleitfähigkeit: Kalk 1.9 kcal/m²h °C</p> <p>Verwitterung: physik : gut chem. : gut</p>	<p>SiO₂ + %</p> <p>Al₂O₃ 0.5</p> <p>CaO 32</p> <p>MgO 20</p> <p>CO₂ 44</p> <p>K₂O 0.06</p> <p>P₂O₅ 0.05</p> <p>FeOxide 1.6</p> <p>H₂O 1.9</p> <p>Cr₂O₃ k.A.</p> <p>NiO k.A.</p>	<p>?</p> <p>↑ Wirkungsnetz</p>	<p>SESLERIETUM</p>  <p>Blaugrashaide</p> <p>23-33-46 Arten pro Aufnahme</p> <p>25-55-80% Deckungsgrad</p>
<p>SERPENTIN</p> <p>Serpentin, Augit, Granat usw feinkörnig holokristallin</p> <p>Spaltbarkeit + gut</p> <p>Verwitterung: physik.:schlecht chem. schlecht</p>	<p>SiO₂ 39 %</p> <p>Al₂O₃ 3.4</p> <p>CaO 3.2</p> <p>MgO 33</p> <p>CO₂ k.A</p> <p>K₂O 0.08</p> <p>P₂O₅ k.A</p> <p>FeOxide 8.4</p> <p>H₂O 12</p> <p>Cr₂O₃ 0.11</p> <p>NiO 0.07</p>	<p>?</p> <p>↑ Wirkungsnetz</p>	<p>CERASTIUM-MINUARTIA-Gesellschaft</p> <p>Schuttflur mit Hornkraut und Miere</p>  <p>7-17-28 Arten pro Aufnahme</p> <p>0.01-20-70% Deckungsgrad</p>

Abb. 139: Die Auswirkungen der unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften des Muttergesteins auf die Zusammensetzung der Pflanzen-Gesellschaften bei sonst gleichbleibenden Bedingungen (gleich exponierte, 20°-40° steil geneigte Hänge in 2250-2650 m Seehöhe) bei Davos, Schweizer Alpen; nach A. GICON (1983, Abb. 1).

riert und wurden hierdurch diese so unterschiedenen Lokalstandorte analysiert. Das auf Abb. 139 gezeigte Beispiel der Variation des Gesteinssubstrates bei sonst gleichbleibender Hochlage, Exposition, Hangneigung etc. veranschaulicht gut die Auswirkung des verschiedenen geologischen Untergrundes. Auf Grund derartiger Untersuchungen wird es möglich werden, enge kausale Abhängigkeiten in einem komplexen System herauszuschälen. Frühere geobotanische Studien aus der Zwischenkriegszeit und vorher beschränkten sich ja meist bloß auf die floristische Aufnahme bestimmter unterschiedlicher Areale.

Hinzu kommen in jüngster Zeit die parallel dazu verlaufenden physiologischen Studien, die erst die Ursachen für die Möglichkeit des Ertragens extremer toxischer Milieus verstehen lassen. Es würde hier zu weit führen, die schon heute bekannten physiologischen Strategien der Pflanzen vorzustellen, die Reaktionen auf ein Überangebot bestimmter mineralischer Stoffe darzustellen. Hier kann auf moderne einschlägige Zusammenfassungen wie jene von W. BAUMEISTER & W. ERNST (1978, S. 255 ff.) oder jene von H. KINZEL (1982) hingewiesen werden. Besonders letztgenanntes Werk behandelt die Mechanismen, die bei Halophyten, kalzicolen und kalzifugen Pflanzen, Serpentinophyten, Schwermetallpflanzen u. a. bisher erarbeitet sind: Sie beruhen meist auf folgenden Prinzipien: 1. aktive Anreicherung von Mangel-Ionen; 2. Verfrachtung von überreich aufgenommenen, toxischen Ionen in Zellwand und in Vakuolen, nachdem sie in unlösliche Formen übergeführt worden sind; dadurch wird das Cytoplasma geschützt und entlastet; 3. selektive Translokation der Stoffe in den Sproß, um besonders diesen vor schädlichen Wirkungen zu schützen; 4. modifizierter Hormonhaushalt, um größere Resistenz zu erreichen; 5. schließlich auch die früher überbewerteten anatomisch-morphologischen Schutzmaßnahmen, wie Ausbildung von Drüsen zur Ausscheidung von Stoffen, Haaren, die bei Übersättigung ohne Schädigung des Gesamtorganismus absterben können, bei Halophyten Bildung sukkulenter Organe usw.

Die Komplexität der Abhängigkeit einer Pflanzenassoziation von zahllosen, im einzelnen lokal sehr verschieden wirkenden ökophysiologischen Faktoren, die ersten Einsichten in die Zusammenhänge des vernetzten Systems und Wege zur Analyse sollten hier wenigstens in groben Konturen angedeutet werden, um den mit geobotanischen Beobachtungen in den Alpen befaßten Geologen auch im Hinblick auf die Beziehung der Flora zum Gesteinsuntergrund vor Schlußfolgerungen über zu einfache lineare Kausalität zu warnen.

4. Beispiele aus Österreich für geologische Abhängigkeit der Flora

An Hand einer Reihe von typischen Beispielen aus unserem Lande soll trotz aller zuvor genannten Einschränkungen die in manchen Fällen eben im Vordergrund stehende Abhängigkeit der Flora oder bestimmter Taxa von chemischen und/oder physikalischen Eigenheiten des Gesteinsuntergrundes herausgearbeitet werden.

a) Serpentin-Standort. Die sehr spezifische, zuvor (S. 386) geschilderte Eigenheit der Serpentin-Areale hat auch in Österreich zu einer großen Zahl von spe-

ziellen Untersuchungen herausgefordert. Es liegen geobotanische Studien über Serpentinophyten über folgende Regionen vor: Gurhofgraben bei Aggsbach und Meidling im Tale im Dunkelsteiner Wald in NÖ. (L. KRETSCHMER, 1931, cum lit. bis zurück zu A. KERNER, 1851; A. KRAPPENBAUER, 1967), Gulsen bei Kraubath in der Obersteiermark (J. EGGLER, 1955, 1966, cum lit., einschließlich der Arbeiten von L. LÄMMERMAYR), Kirchkogel bei Kirchdorf S Bruck/Mur in der Steiermark (E. PREISSMANN, 1885; J. EGGLER, 1954; W MAURER, 1966), Bernstein im Burgenland (J. EGGLER, 1954; J. JEANPLONG, 1970). Weitere derartige Untersuchungen aus unserem Land und angrenzenden Regionen sind in den Übersichtsarbeiten zu diesem Thema von H. GAMS (1975) und G. WENDELBERGER (1974) mitbehandelt, wobei der letztgenannten Studie eine Gesamttabelle der Serpentinophyten der österreichischen Standorte beige-schlossen ist. Kartenmäßig sind die entsprechenden Lokalitäten der Steiermark auf Karte 21 bis 22 bei F. EHRENDORFER & H. NIKLFELD (1973) dargestellt und erläutert, jene von Gesamtösterreich im Österreichatlas, Kt. IV/1h, durch H. NIKLFELD (1972) vorgestellt – Abb. 143.



Abb. 140: Zwei typische Serpentinfarne: a) *Asplenium adulterinum*, b) *Asplenium cuneifolium*.

Tab. 7: Die Verteilung einiger typischer Pflanzen unserer Bergwälder nach Bodenreaktion und Klimafaktoren; nach M. FISCHER (1976, S. 304).

sehr trocken	Rentierflechte Islandflechte Drahtschmlede Weißmoos	Besenheide Weißliche Hainsimse Tüpfelfarn	Buchs-Kreuzblume Frühlingsheide Schwarzwerdender Geißklee	Kalk-Blaugras Steinröslein, Zaunlilie Zyklame, Waldvöglein	
trocken	Preiselbeere	Maiglöckchen	Steinbeere, Frauenschuh		
mäßig trocken	Runzelbruder-Moos, Schattenblümchen Gew. Goldrute	Echter Ehrenpreis Busch-Windröschen Wald-Veilchen	Leberblümchen Mandel-Wolfsmilch Goldnessel Waldmeister Schneerose	Türkenbund-Lilie	
mäßig frisch	Alpenlattich Schlangen-Bärlapp	Fichtenspargel Adlerfarn	Busch-Windröschen Wald-Veilchen Lungenkraut Kriechender Günsel	Einbeere Christophskraut	
frisch	Rippenfarn Herz-Zweiblatt Geflecktes Knabenkraut	Buchentarn	Wald-Vergißmeinnicht Hexenkraut	Geißbart Mondviole	
mäßig feucht	Sonnentau Torfmoos	Wald-Schachtelhalm Sumpf-Herzblatt Calla	Seegrass-Segge Sumpf-Dotterblume	Rundblatt-Steinbrech	
feucht				Starknervmoos	
naß	stark sauer (Rohhumus) nährstoffarm	mäßig sauer (Moderhumus)	schwach sauer	neutral (Mullboden)	basisch nährstoffreich

Faßt man die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen in kurzen Worten zusammen, so sind über die bereits S. 386 gegebene allgemeine Charakteristik solcher Areale hinaus folgende Arten als spezifisch für Serpentinareale unserer Klimaregion hervorzuheben: *Asplenium adulterinum* (Grünspitziger Streifenfarn), eine tetraploide Art, die von Frankreich bis auf die Balkanhalbinsel verbreitet und ausschließlich auf Serpentin oder Magnesit spezialisiert ist; *Asplenium cuneifolium* (Keilblättriger Streifenfarn), in den mitteleuropäischen Arealen auf gleichen Untergrund beschränkt – in den trockeneren Gebieten Südeuropas allerdings auch etwas breiter gestreut, was auf die Wirkung anderer Faktoren sogar bei solchen spezifischen Arten gemahnt (Abb. 140); *Cheilanthes marantae* (Pelzfarn), eine Reliktart, von China bis in das Mediterrangebiet und auch Äthiopien verbreitet, bevorzugt auf Serpentiniten und Ophiolithen, gelegentlich aber doch auch auf anderen kalkarmen Standorten – wie etwa bereits in Südtirol über Quarzporphyr – auftretend; *Sempervivum pittonii* (Serpentin-Hauswurz) als Lokalendemit bloß über dem Kraubather Serpentin; *Potentilla serpentini* (Serpentin-Fingerkraut), von Bernstein bis in den Gurhofgraben in Österreich vertreten; etc. Als Gesamteindruck über die Serpentinflora ergibt sich, daß in ihr zahlreiche Bodenspezialisten einschließlich von Chalkophyten aufscheinen, wie etwa bestimmte Caryophyllaceen (Nelkengewächse), Cruciferen (Kreuzblütler), Polygonaceen (Knöterichgewächse) und Plumbaginaceen (Bleiwurzwächse). Trotz allem aber darf nicht vergessen werden, daß in den Floren über Serpentin zum guten Teil auch Elemente anderer Lebensräume auf Grund der oben genannten Fakten auftreten und daß z. B. auch ein in Mulden über diesem Substrat zusammengeschwemmter tiefgründiger Humussilikatboden weitere Modifikationen der Flora bewirkt.

b) Bei Magnesit-Untergrund stellen sich tatsächlich noch etliche der obgenannten spezifischen Arten des magnesiumreichen Substrates ein, wie das Auftreten obiger bezeichnender *Asplenium*-Arten über Magnesiten der Grauwackenzone bei Tragöß, Neuberg, Veitsch und im Semmeringgebiet ankündet (H. NIKLFELD, 1973).

c) Bei Dolomit-Untergrund, der zwar noch ziemlich hohe Werte von Magnesium im Boden bewirken kann (Ca/Mg-Verhältnis bis 1/13, W. BAUMEISTER & W. ERNST, 1978, S. 271), wirkt sich der Magnesiumgehalt nicht mehr entscheidend aus, da daneben doch genügend Kalzium zur Verfügung steht. Die deutlichen Unterschiede der Dolomitfloren gegenüber jenen von Kalkarealen aber ergeben sich hauptsächlich aus der morphologisch andersartigen Verwitterung des Dolomites mit seiner gleichmäßig geböschten Hängen mittleren Steilheitsgrades, über denen sich nur eine gebremste Bodenbildung entwickeln kann, die kaum über Rendzinen hinausgeht. Gegenüber dem vielfältig gegliederten Kalkrelief mit teils Felstürmen, teils Mulden mit bevorzugter Bodenbildung, siedeln sich über derartigen Dolomithängen der Kalkalpen häufig lichtliebende Krautschichten unter lockerem Fichtenwald an. *Sesleria varia* (Buntes Elfengras) ist bezeichnend. Eine Reihe von Arten der alpinen Stufe steigen unter diesen Bedingungen noch in die mittlere Montanregion herab.

d) Kalkareale: Fundamental ist die Unterscheidung zwischen kalkreichem Substrat (Kalk, Mergel) mit alkalischer, basischer Bodenreaktion und kieselreichen silikatischen Gesteinen (Gneise, Granite) oder Quarzabkömmlingen (Sandstein, Quarzit) mit sauren Böden. Die auf diesem Unterschied beruhende Gliederung in kalkliebende Pflanzen und Kalkflieher war eine der interessanten Erkenntnisse der Geobotanik und

bildet auch heute noch das Kernstück moderner Pflanzenökologien vom Typus jener H. KINZELS (1982, S. 216 bis 361), in denen die Kausalzusammenhänge durchleuchtet werden.

Zur Charakterisierung des Zeigerwertes für alkalische oder saure Bodenregionen seien im folgenden ein paar typische Beispiele für die beiden Extreme genannt (vgl. E. AICHINGER, 1971, S. 340 ff.; M. FISCHER, 1976, S. 301, 304 etc.; H. JORDAN, 1981, S. 25 f.; H. KREEB, 1983, S. 106 f.; F. EHRENDORFER, 1983, S. 931 ff.) – Tab. 7.

Kalkliebend (basiphil): *Helleborus niger* (Schneerose), *Corydalis cava* (Hohler Lerchensporn), *Erica herbacea* (Frühlings-Erika), *Carex alba* (Weiß-Segge), viele heimische Orchideen, ferner die auf Tab. 7 angeführten Kalkbewohner. Neben diesen wenigen ausgewählten Beispielen werden in der Literatur zahllose weitere Arten als kalkliebend angeführt, wie *Adonis aestivalis* (Mennigrotes Feuerröschen), *Ranunculus arvensis* (Acker-Hahnenfuß), *Consolida regalis* (Feld-Rittersporn), *Sinapis arvensis* (Ackersenf) etc.; wie sehr aber bei diesen vielen übrigen genannten Arten das Klima die Bodenabhängigkeit beeinflusst, zeigt deutlich das letztgenannte Beispiel, indem der Ackersenf zwar in kühleren Regionen seines Verbreitungsareals sich kalkliebend verhält, aber schon in unserem Klima bodenindifferent wird. Gerade auf diese vielfältigen Abhängigkeiten muß der Geologe hingewiesen werden, um nicht bei zu schematischer Anwendung älterer Vorstellungen ohne hinreichende Rücksicht auf die übrigen Umweltfaktoren Irrtümern zu unterliegen.

Als Gegenbeispiel seien als kalkmeidende (azidophile) Arten erwähnt: *Rumex acetosella* (Kleiner Sauerampfer), *Trifolium arvense* (Mäuseklee), *Vaccinium myrtillus* (Heidelbeere), *Lycopodium clavatum* (Keuliger Bärlapp), *Calluna vulgaris* (Besenheide) etc. sowie wiederum die auf Tab. 7 genannten Silikatboden-Pflanzen.

Eine bewundernswert eingehende Zusammenstellung der Florenelemente der verschiedenen Landschaftstypen im Raum von Wien nach ihrem ökologischen Zeigerwert, bei dem die Bodenreaktion in fünf Grade abgestuft ist, haben F. EHRENDORFER et al. (1972) in der „Naturgeschichte Wiens“, 2. Bd., Tab. 10, S. 131: Signatur, Tab. S. 229 bis 247, 267 bis 278, 429 bis 446, 729 bis 756, nach Lebensräumen gegliedert, zur Verfügung gestellt. Eine Liste über die revidierten und auf den modernen Stand gebrachten Artnamen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas hat F. EHRENDORFER übrigens 1973 vorgelegt.

Diese grundlegende Unterscheidung von kalkliebenden und -fliehenden Assoziationen ist seit langem zu einer der Grundaussagen in der Geobotanik geworden. Als Beispiel für derartige Betrachtungen älteren Typus sei die Studie von H. NEUMAYER (1931) über die geobotanische Gliederung der Flyschzone des Wienerwaldes auf Grund der Gesteinsbeschaffenheit zitiert, in der edaphisch bedingte Vegetationstypen über kieseligen Sandsteinen, Tonschiefern, Kalkmergeln und Kalken unter Angabe einiger weniger Zeigerpflanzen unterschieden werden. Als moderne Studien dieser Art in bezug auf die Waldgesellschaft sei wenigstens auf die aufschlußreiche einschlägige Analyse der Wälder Wiens (H. JELEM, 1972) und das exzellente Werk über die Wälder des Ostalpenraumes von H. MAYER (1974) verwiesen – Abb. 141. In diesem Zusammenhang interessiert uns die Feststellung, daß zwar bei optimalen Klimabedingungen Schlußwaldgesellschaften unabhängig von der geologischen Unterlage auftreten, daß aber bei nur mäßig feuchtem Klima im nördlichen Streifen

der Ostalpen das Gestein sehr wohl an Einfluß für die Zusammensetzung der Wälder gewinnt: basische Böden über Dachsteinkalk-Regionen wirken z. B. laubbaumfördernd, saure Böden über Quarzphylliten nadelbaumfördernd. Ein derartiger schroffer Wechsel in der Waldgesellschaft kann z. B. gut in der Kontaktzone zwischen Nördlichen Kalkalpen und tonschieferreicher Grauwackenzone im Raum Kitzbühel abgelesen werden. Auch in einem klimatischen Übergangsgebiet wie am Alpenostrand kommt der erwähnte Einfluß stark zur Geltung: Im Bereich des bunt zusammengesetzten Unterostalpins im Semmering-Mürztalgebiet etwa stellt sich dementsprechend ein prägnanter, mosaikartiger, kurzräumiger Wechsel in den Schlußwaldgesellschaften ein (H. MAYER, 1974, S. 282).

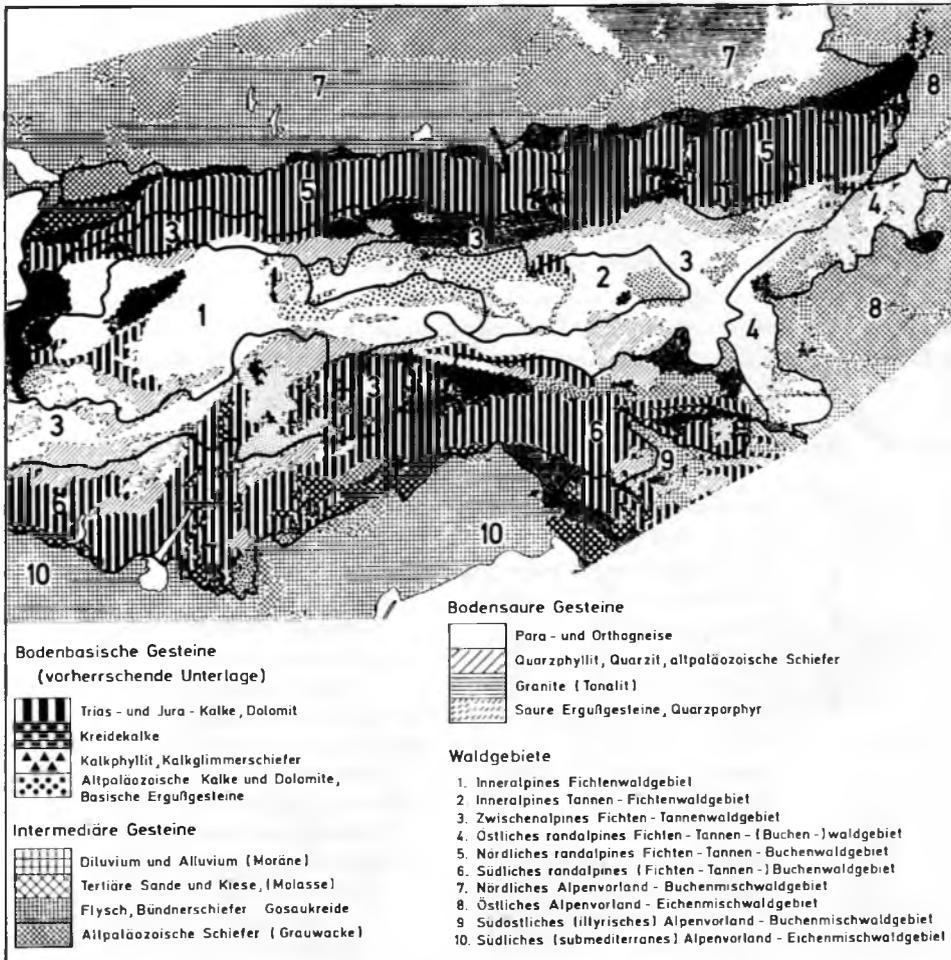


Abb. 141: Die geologisch-standortkundliche Karte des Ostalpenraumes zeigt die Verbreitung bodenbasisch, intermediär und bodensauer wirkender Gesteine in Zusammenhang mit den Schlußwaldgesellschaften; nach H. MAYER (1974, Abb. 62).

Mit der Abhängigkeit der montanen und subalpinen Waldgesellschaften von der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes gerade am Alpenostrand setzt sich K. ZUKRIGL (1973, S. 29 ff.) eingehend auseinander. Mit Hilfe von Tabellen gibt er Übersicht über die mittleren Nährstoffgehalte der Gesteinszüge, dabei auch feine Unterschiede wie sehr reine oder mäßig verunreinigte Dolomite bzw. Kalken berücksichtigend. Die Begriffe „nadelbaum-“ oder „laubbaumfördernde“ Gesteine, wie sie z. B. H. MAYER verwendet hat, vermeidet K. ZUKRIGL (l. c. S. 37) am Alpenostrand – trotz guter Beispiele aus dem unteren Mürztal – da diese Beziehung nur für klimatisch einheitliche Regionen gilt. In trockenwarmen Gebieten (Thermalalpen) kann sich die Beziehung umkehren, sodaß dort tonige Unterlagen, statt Nadelbäume zu fördern, von Buchen bestanden sind. Wiederum eines der vielen Beispiele, das vor einem geobotanischen Schematismus warnt.

In bezug auf die hochalpinen Regionen hat B. ZOLLITSCH (1968, 1969) am Beispiel des Kalkschiefer-Untergrundes über die Beziehungen zwischen dem p_H -Wert des Bodens und den darauf angesiedelten Arten der Pflanzengesellschaft berichtet.

Eine modern ausgerichtete weitere Studie über die alpine Vegetationsstufe hat E. LANDOLT (1977) an Hand von Profilen über verschiedene Substrate (vgl. seine Abb. 7, S. 38) in West- und Ostalpen vorgelegt.

e) Basische Silikatgesteine, seien es basische Magmatite oder aber auch Metamorphite von Tonschiefern bis zu Amphiboliten, bewirken ebenfalls noch basische bis neutrale Bodenreaktion und sind daher eher von „Kalkpflanzen“ oder von gemischten Beständen eingenommen. Dies zeigen ältere, noch wenig signifikante Studien (z. B. L. LÄMMERMAYR, 1930: Pflanzendecke oststeirischer Basalte) ebenso wie moderne

Tab. 8: Vikariierende Pflanzenarten der Alpen, nach W. BAUMEISTER & W. ERNST (1978, S. 267).

Auf Kalk:	Auf Silikat:
<i>Rhododendron hirsutum</i>	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
<i>Achillea atrata</i>	<i>Achillea moschata</i>
<i>Primula auricula</i>	<i>Primula hirsuta</i>
<i>Saxifraga aizoon</i>	<i>Saxifraga cotyledon</i>
<i>Sedum atratum</i>	<i>Sedum alpestre</i>
<i>Sempervivum hirsutum</i>	<i>Sempervivum arenarium</i>
<i>Hutchinsia alpina</i>	<i>Hutchinsia brevicaulis</i>
<i>Doronicum grandiflorum</i>	<i>Doronicum clusii</i>
<i>Anemone alpina</i>	<i>Anemone sulphurea</i>
<i>Gentiana clusii</i>	<i>Gentiana kochiana</i>
<i>Ranunculus alpestris</i>	<i>Ranunculus glacialis</i>
<i>Sesleria caerulea</i>	<i>Sesleria disticha</i>
<i>Carex ferruginea</i>	<i>Carex frigida</i>
<i>Carex firma</i>	<i>Carex curvula</i>
<i>Festuca pumila</i>	<i>Festuca halleri</i>
<i>Dianthus alpinus</i>	<i>Dianthus glacialis</i>
<i>Dryopteris robertiana</i>	<i>Dryopteris linnaea</i>

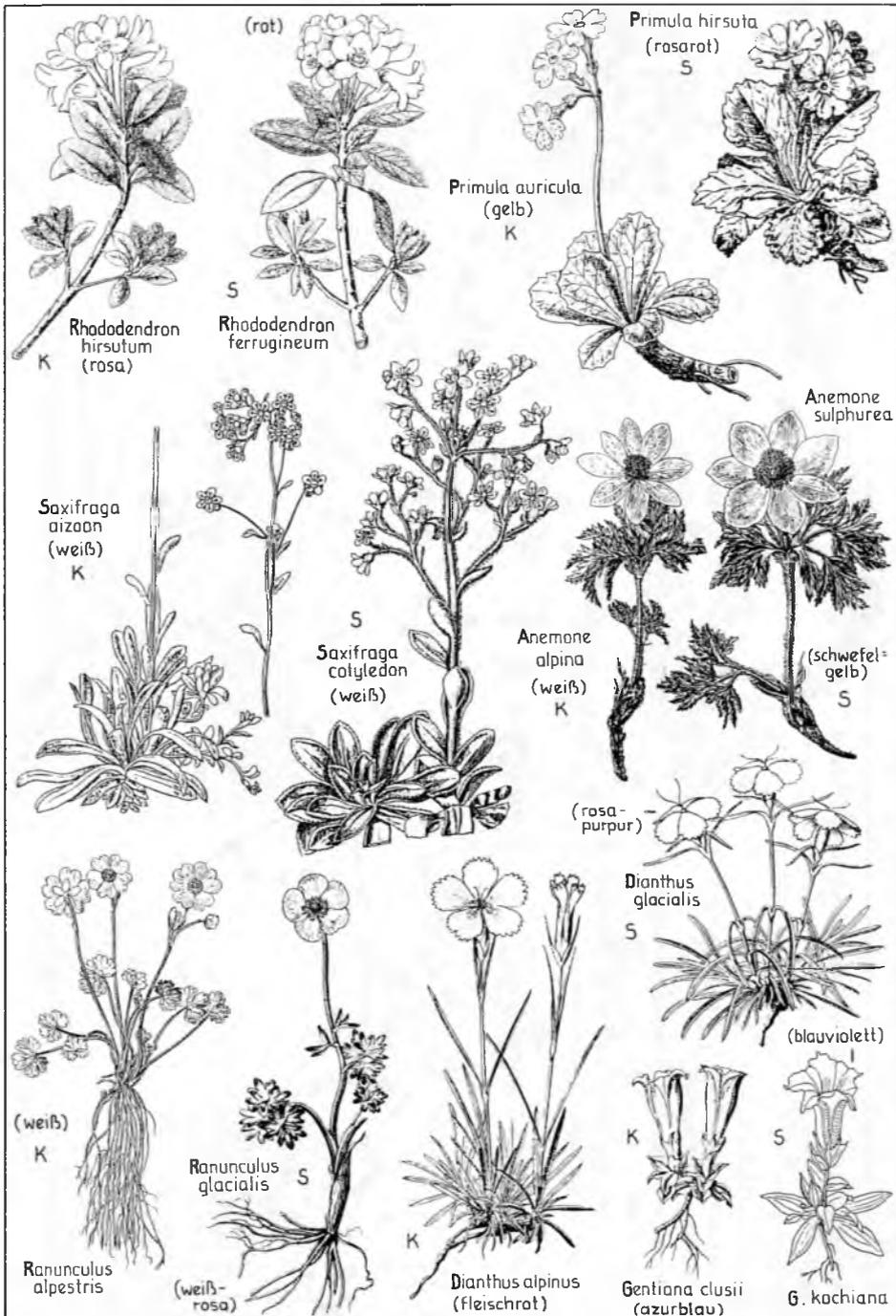


Abb. 142: Beispiele für vikariierende Arten in der alpinen Flora. Die gezeigten Arten der gleichen Gattungen sind jeweils streng an Kalk- (K) bzw. Silikatgesteinsböden (S) gebunden.

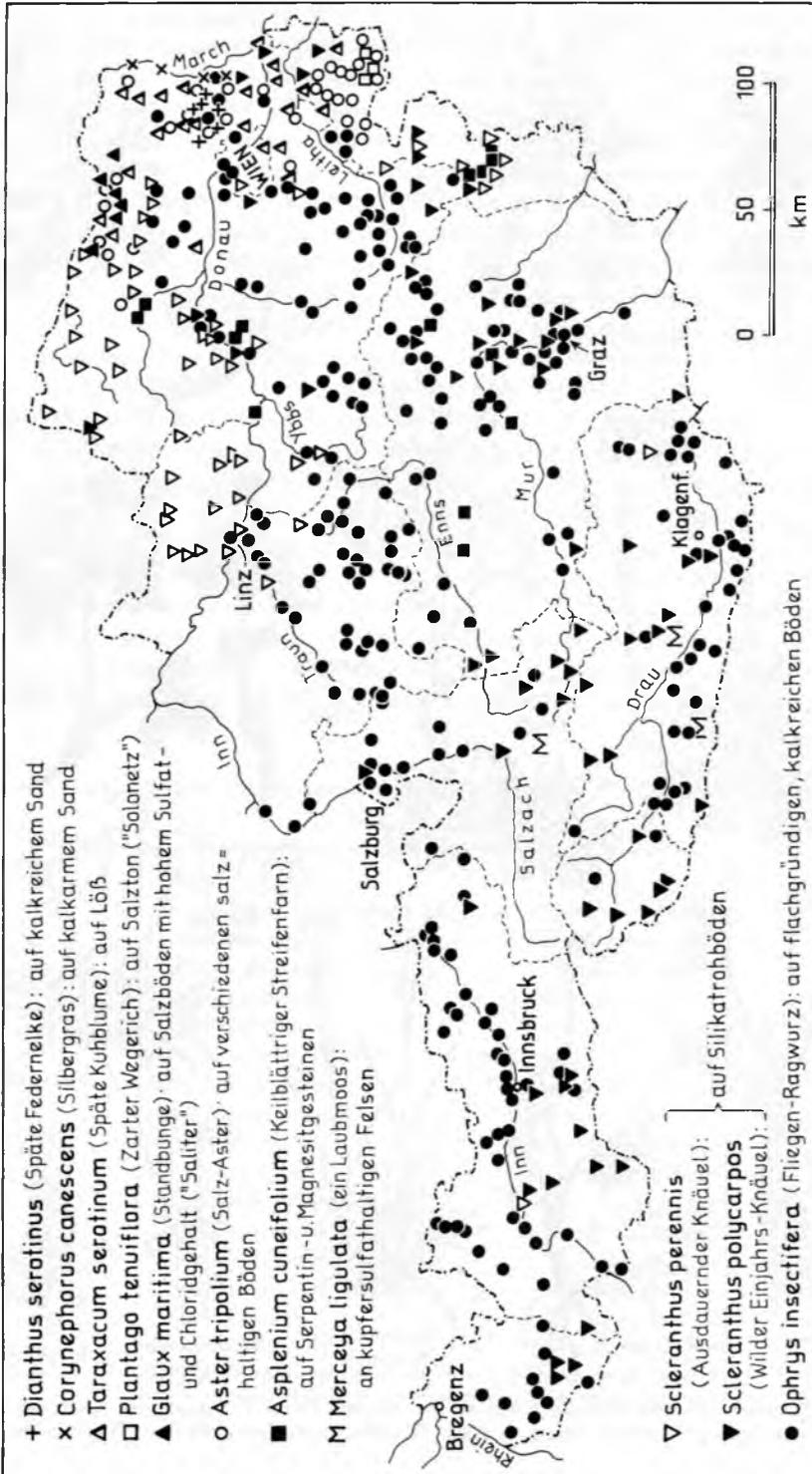


Abb. 143: Standorte einiger typischer edaphischer Zeigerpflanzen in Österreich; nach H. NIKURFIJUD (1972, Kt. IV/1h).

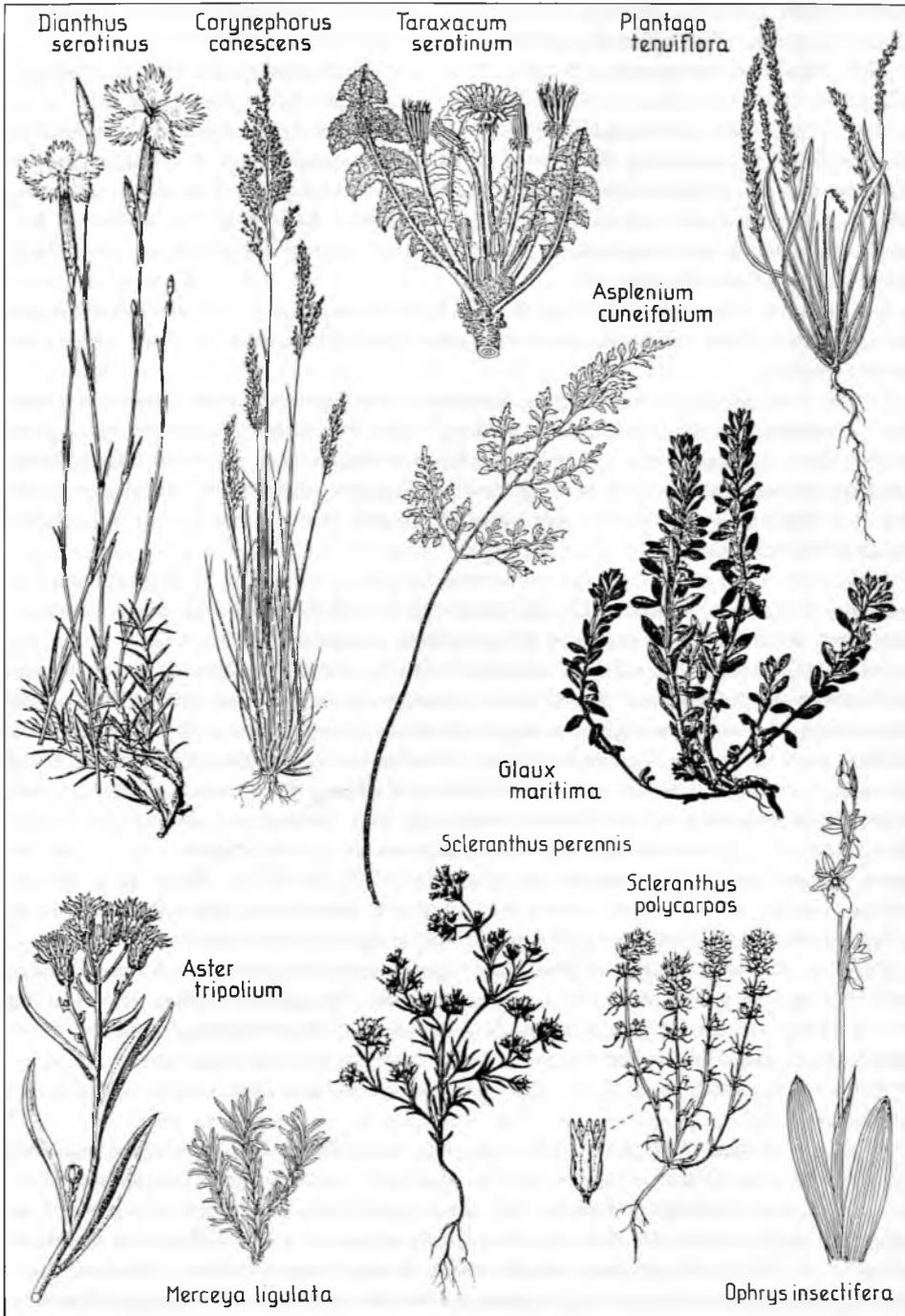


Abb. 144: Die Zeigerpflanzen der auf Abb. 143 angeführten Standorte. Maßstab wechselnd.

Darstellungen (z. B. E. LANDOLT, 1977, Abb. 7: Kalkfels- und Kalkgeröllfluren auf südseitigen Gehängen der alpinen Region bei tonig verwitternden Gesteinen).

Ein eingehend untersuchtes Beispiel über die Abhängigkeit der alpinen Rasengesellschaften von Gesteinen und Azidität der Unterlage liefert die Studie von J. ALBRECHT (1969). Die Abhängigkeit dieser Rasenvegetationstypen vom Ausgangsgestein des Standortes ist eindeutig belegbar: Typische Polsterseggenrasen und Blaugrashalden kommen nur auf reinem Kalk und Dolomit zur Ausbildung; die Nacktriedrasen besiedeln in ihrer typischen Ausbildung ausschließlich Böden kalkreicher bis kalkarmer Silikatgesteine, die Krummseggenrasen sind fast ausnahmslos auf Standorte über kalkfreien Silikatgesteinen beschränkt.

Die alpinen Rasengesellschaften in den Karnischen Alpen und Karawanken sind unter gleichem Blickwinkel, der Beziehung zum Untergrund, von H. HARTL (1971) analysiert worden.

f) Als intermediäre Gruppe zwischen basischer und saurer Reaktion lassen sich Gesteinstypen wie Flysch, Grauwacken, besonders Bündner Schiefer (Kalkglimmerschiefer etc.) des Pennin, bestimmte Sandsteintypen etc. zusammenfassen. Diese Gesteine weisen eine entsprechend gemischte Vegetationsdecke auf. Zufolge der sich von den beiden Extremen her ergänzenden Gegebenheiten treten sehr artenreiche Floren in Erscheinung.

g) Kieselsäurereiche Gesteine wie Granite, Granitoide, Quarzporphyre, Ortho- und Paragneise, Quarzite, Quarzphyllite etc. bewirken Böden mit saurer Reaktion und tragen daher die bereits erwähnte Pflanzendecke aus „Kalkflüchtern“

Vikariierende Arten Im alpinen Gelände, wo bei komplexer Tektonik und Schichtfolge oft auf engstem Raum krasse Gesteinsunterschiede zwischen kalkigen und silikatischen Gesteinen auftreten, ja sogar innerhalb von polymikten Brekzien die Einzelkomponenten strenge Unterschiede im Kleinstbereich aufweisen, läßt sich an Hand von nahe verwandten Arten ein und derselben Gattung, die jeweils an basische oder saure Böden angepaßt sind, die enge Beziehung zum Untergrund ablesen (Abb. 142). Wir geben eine Zusammenstellung solcher sogenannter „vikariierender Arten“ der alpinen Region nach W. BAUMEISTER & W. ERNST (1978, S. 267) – Tab. 8. Eine kartenmäßige Trennung solcher vikariierender Arten im Bereich der Steiermark ist durch F. EHRENDORFER & H. NIKLFELD (1973, Kt. 21 bis 22) vorgenommen worden.

Beispiele für kartenmäßig erfaßte Unterschiede zwischen saurem und basisch-kalkigem Untergrund geben Abb. 141 in bezug auf die Waldgesellschaften, Abb. 143 bis 144 in bezug auf die entsprechenden Zeigerpflanzen *Scleranthus polycarpus* (Wilder Einjahrs-Knäuel) auf Silikatrohböden und *Ophrys insectifera* (Fliegen-Ragwurz) auf kalkreichen Böden, wodurch auch Kalk- und Marmorzüge in den Zentralalpen nachgezeichnet werden.

h) Sogar in den Flugsand-Gebieten des Marchfeldes in Niederösterreich läßt sich der eben beschriebene Unterschied im Bewuchs von Sanddünenarealen aus silikatischem bis rein quarzigem Material, das aus umgelagerten Marchsedimenten mit Einzugsgebiet im Kristallin der Böhmisches Masse stammt, von jenen Regionen mit kalkhaltigen, aus Donauablagerungen stammenden Sanden unterscheiden: Von den kalkarmen bis kalkfreien Sanden sei *Corynephorus canescens* (Silbergras) als Zeigerpflanze im Bereich der March-Niederungen hervorgehoben, *Dianthus serotinus* (Späte Federnelke)

hingegen von den kalkreichen Sanden des Nordwestteiles des Marchfeldes (Abb. 143, 144). Eingehend hat sich mit geobotanischen Fragen der Sand- und Alkalisteppen des Marchfeldes und darüber hinaus des pannonischen Raumes im Osten von Österreich G. WENDELBERGER (1954, 1964) befaßt.

i) Über das spezielle Milieu eines reinen Gips-Substrates stehen tiefschürfendere Studien in Österreich noch aus. In den älteren Untersuchungen wird zunächst nur eine Aufnahme des floristischen Bestandes durchgeführt (L. LÄMMERMAYR, 1935, S. 27 ff.: Flora der Gipsvorkommen N Admont), während in den moderneren ausländischen Arbeiten die feineren chemischen Unterschiede der Gipsstandorte mit schwankendem zusätzlichem Gehalt an Kalk und leicht löslichen anderen Salzen herausgearbeitet werden und die einzelnen Arten je nach Speicher- oder Ausschließungsvermögen der im Boden dominierenden Ionen in fünf Gruppen geteilt werden (H. KINZEL, 1982, S. 63). Leitformen der „Gypsophyten“ sind auf unseren Standorten noch nicht herausgearbeitet. In wärmeren Klimaten, im mediterranen Gebiet etwa, stellen besonders die Gattungen *Gypsophila* (Gipskraut), *Reseda* (Reseda), *Ononis* (Hauhechel), *Hernaria* (Bruchkraut) und *Helianthemum* (Sonnenröschen) charakteristische Arten auf Gipsböden. Der physiologische Mechanismus, auf diesem Extremmilieu durchzustehen, besteht wiederum in der Fähigkeit, das Sulfat-Übermaß entweder durch Drüsen auszuscheiden oder in Vakuolen wegzuspeichern (W. BAUMEISTER & W. ERNST, 1978, S. 270 f.).

j) Auf noch extremeren Standorten müssen sich die Salzpflanzen, die Halophyten, behaupten. In Österreich haben wir ja im Bereich östlich vom Neusiedler See, im Raum des „Seewinkels“ mit den Zickseen NE Illmitz (ungarisch „szik“ = „Soda“) und dem Xixsee bei Apetlon („xix“ = verballhornt „szik“) solche Standorte. Die Herkunft des hohen Alkaligehaltes der Böden dieser Region durch Lösung aus dem Untergrund mittels des hochkommenden Grundwasserstromes ist in Bd. II, S. 551, erläutert worden. Eine Reihe verschiedener Alkalisalze, die oberflächlich zu weißer Salzkuste auskristallisieren, ist für die Bildung der Alkaliböden verantwortlich, darunter in erster Linie Soda (Na_2CO_3) und Natriumbikarbonat (NaHCO_3), auch Kochsalz (NaCl) und Glaubersalz (Na_2SO_4). Hinzu kommen Bittersalz, Kaliumsulfat, Gips, Magnesiumchlorid, Kalisalpeter und Chilesalpeter.

Da über die interessanten Fragen der verschiedenen Typen der Alkaliböden und ihrer physiologischen Auswirkungen eingehend durch H. FRANZ (1960, S. 353 ff.) und über die Halophyten-Soziologie über derartigen Alkaliböden monographisch durch G. WENDELBERGER (1950) berichtet worden ist, kann hier darauf verwiesen werden.

Als Leitpflanzen dieser eindrucksvollen Halophyten-Vegetation der Salzsteppen des Seewinkels, dieses westlichen Ausläufers der ungarischen Alkalistepe, seien wenigstens die folgenden Arten hervorgehoben. Geordnet nach ihrer Anionenspeicherung lassen sich drei Gruppen unterscheiden (R. ALBERT & M. POPP, 1977; H. KINZEL, 1982, S. 50 f.): 1. Chlorid-Halophyten mit Chlor-Speicherung analog den Marschpflanzen: *Salicornia prostrata* (Glasschmalz), *Suaeda maritima* (Krautige Salzmelde), *Suaeda pannonica* (Pannonische Salzmelde), *Aster tripolium* (Strand-Sternblume), *Puccinellia peisonis*, *P. limosa* und *P. distans* (Salzschwaden) etc.; 2. Sulfat-Halophyten mit mindestens ebenso viel SO_4 -Speicherung neben dem Chlor: *Plantago maritima* (Meeresstand-Wegerich), *Lepidium crassifolium* (Dickblatt-Kresse), *Crypsis aculeata*

(Starres Dorngras), *Phragmites australis* (Schilfrohr) etc.; 3. Alkali-Halophyten mit organischen Säureanionen, besonders Oxalat-Ionen: *Camphorosma annua* (Einjähriges Kampferkraut), *Atriplex hastata* (Spießblättrige Melde), *Chenopodium botryodes* (Dickblatt-Gänsefuß) etc.

Die physiologischen Grundlagen zum Verständnis der Existenzmöglichkeit der halophilen Vegetation unter solchen dominanten bodenbedingten Umweltfaktoren hat jüngst in fundierter Art H. KINZEL (1982, S. 33 bis 215, cum lit.) dargelegt.

k) Untersuchungen über Schwermetallpflanzen (Metallophyten), die – wie erwähnt – als Hilfsmittel bei der Prospektion in manchen Gebieten der Erde Unterstützung gewährt haben, liegen in Österreich erst in geringem Ausmaß vor. Besonders geeignet sind derartige Zeiger in semiariden und ariden Gebieten mit beträchtlichen Anreicherungen von Schwermetallverbindungen in den Böden über Erzlagerstätten durch den Hochtransport der Schwermetallkomponenten mit dem verdunstenden Porenwasserstrom. Aber auch in der mitteleuropäischen Klimaprovinz sind solche Zeiger ebenso wie bestimmte Pflanzensukzessionen beachtet worden, wie Beispiele aus dem Harz, dem Rheinischen Schiefergebirge u. a. Regionen zeigen (W. ERNST, 1974, cum lit.). Im gemäßigten Klima geben besonders auch kupferresistente Moose, wie *Mielichhoferia elongata* und *M. nitida*, auf Böden an schwermetallreichen Quellwasseraustritten Hinweise auf Erzvorkommen (W. URL, 1956). Die kupferresistente, von den USA über Ost- und Südasien bis Europa und Azoren bekannte Laubmoosart *Merceya ligulata* ist an Beispielen von Guggenberg W Hermagor und Arriach in Kärnten sowie von der Schwarzen Wand bei Hüttschlag im Großarlal in Salzburg auch aus Österreich als Zeiger für kupfersulfathaltigen Untergrund bekannt (P. THYSEN & J. POELT, 1958, S. 152; H. NIKLFELD, 1972, Kt. IV/1h – vgl. Abb. 143 bis 144.

l) Grundwasseraustritte und Quellen, die oberflächlich oft auch durch Schutt kaschiert sind, verraten sich auch in unserem Klima häufig weithin bereits durch die feuchtigkeitsliebende Pflanzendecke. Typische Feuchtigkeitszeiger im Sinne von J. STINY (1933, S. 175 f.) und F. EHRENDORFER et al. (1972, S. 170) solcher Naßgalen im rand- und außeralpinen Waldgebiet sind z. B. *Alnus glutinosa* (Schwarz-Erle), *Equisetum telmateia* (Großer Schachtelhalm), *Caltha palustris* (Sumpfdotterblume), *Ranunculus repens* (Kriech-Hahnenfuß), *Lysimachia vulgaris* (Gew. Gilbweiderich), *Myosotis palustris* s. l. (Sumpf-Vergißmeinnicht), *Cirsium oleraceum* (Kohl-Distel), *Eupatorium cannabinum* (Wasserdost), *Carex pendula* (Hänge-Segge), *Carex remota* (Schlaffe Segge), *Scirpus sylvaticus* (Gew. Waldbinse), *Phragmites australis* (Schilfrohr) etc.

Für Flachmoorbereiche sind unter anderem folgende Feuchtigkeitsanzeiger bezeichnend: *Eriophorum angustifolium* (Schmalblatt-Wollgras), *E. latifolium* (Breitblatt-Wollgras), *Blasmus compressus* (Gew. Quellbinse). Eine deutliche Verschiebung der Artzusammensetzung hingegen ergibt sich bereits gegenüber den Quellflugesellschaften an Bachufern (vgl. F. EHRENDORFER et al., 1972, S. 323 ff.).

Hochmoore schließlich, die in geologischer Hinsicht wegen der Bildung der Torflagerstätten Erwähnung finden mögen, sind vom Untergrund weitestgehend isoliert. Wie in den entsprechenden Standardwerken ausgeführt (z. B. F. OVERBECK, 1975; H. ELLENBERG, 1978) beziehen diese ombrotrophen, durch bestimmte, wasserspeichernde *Sphagnum*-Arten gekennzeichneten Pflanzengesellschaften ihre mineralischen Nährstoffe ausschließlich mit dem Niederschlag aus der Luft, in keiner Weise hingegen aus

dem Untergrund. Standorte solcher im Endstadium linsenförmig über die Umgebung aufgewölbter Hochmoore sind im Raum der Ostalpen besonders im Bereich der verlandeten glazialen Becken am tektonisch leicht zurückgesackten Alpennordrand über Molasse oder subalpinem Untergrund entwickelt, auch in inneren, glazial verschütteten Alpentälern und schließlich als Paßmoore in Regionen unentschiedener Entwässerung.

Über den Charakter der stehenden Gewässer geben typische, empfindlich reagierende Wasserpflanzen-Gemeinschaften Auskunft – vom dystrophen, sauren Moorgewässer mit *Sparganium minimum* (Zwerg-Igelkolben) über oligotrophe kalkreiche Alpenrandseen mit bestimmten Characeenarten (Armleuchteralgen) zu eutrophen, schlammigen Teichen mit *Ceratophyllum demersum* (Gemeines Hornkraut), *Lemna minor* (Kleine Wasserlinse), *L. gibba* (Buckelwasserlinse), selten auch *Trapa natans* (Schwimmende Wassernuß) – vgl. F. EHRENDORFER et al. (1972, S. 729 ff.), H. NIKLFELD (1973 b, S. 64), E. OBERDORFER (1979) u. a.

m) Nicht zu übersehen ist bei einer geobotanischen Betrachtung schließlich das sehr unterschiedliche Gedeihen der verschiedenen Weinsorten Österreichs nicht nur in Abhängigkeit vom Klima und von der Exposition der Gehänge, sondern besonders auch in Beziehung zum Boden und Untergrund. Es seien daher hier abschließend auch diesem Thema einige Worte gewidmet, besonders in einem Land wie Österreich, in dem die Weinkultur über die Kelten hinaus wohl bis in die illyrische Besiedlungsepoche zurückreicht und sich sehr spezifische und vielfältige, dem wechselvollen Untergrund und den Klimaverhältnissen angepaßte Weinsorten entwickelt haben.

Ein kurzer Überblick läßt sich am besten beispielhaft an Hand der verschiedenen Gesteinstypen und deren klimatisch beeinflusster Bodenbildung geben. Wichtige Hinweise über derartige Zusammenhänge findet man im einschlägigen Schrifttum z. B. bei O. JURSA & W. RUCKENBAUER (1971), W. RUCKENBAUER & H. TRAXLER (1968, 1975) und H. ROMÉ (≈ 1980).

I. Lößablagerungen im pannonischen Trockenklima am Alpenostrand, im Burgenland und im östlichen Niederösterreich tragen als kalkreiches, trockenes Substrat mit Schwarzerde- oder Rohlößbodenbedeckung Sorten wie Grüner Veltliner, Traminer und Müller-Thurgau, im Burgenland um Weiden und Gols den würzigen Muskat Ottonel. Im Grenzgebiet zum etwas feuchteren Klima entwickelt sich über dem Löß Braunerdeboden (höhere Lagen im Weinviertel) als bevorzugter Standort für Neuburger, Weißen Burgunder und Frühroten Veltliner.

II. Auf den Sand-Horizonten des Jungtertiärs in den Niederungen des Burgenlandes, Weinviertels und um Krems gedeihen zufolge des trockenen Standortes ähnliche Sorten. Bei Schwarzerde-Entwicklung über sandigem Untergrund gedeihen besonders Welschriesling und Muskat Ottonel, so z. B. im Seewinkel im Burgenland.

III. Die miozänen Tegel der Molasse (Weinviertel) und der Ostrand-Neogenbecken vom Wiener Becken südwärts bis in den Raum südlich von der Rechnitzer Schieferinsel liefern schwere, kalte, sich leicht verdichtende Böden (Tegelrohböden) oder schwere, gering durchlässige, wasserhältige Schwarzerdeböden, auf denen der Traminer noch am besten gedeiht. Auf kalkreicherem Tegel-Untergrund aber, mit seinen kalkigen bindigen Braunerdeböden, wie etwa entlang der Südbahnstrecke

im Wiener Becken, entfalten sich neben dem Zierfandler mit seinem feinen blumigen Geschmack und dem milden, zart-blumigen Neuburger vor allem auch der als eine der besten österreichischen Tafeltrauben geschätzte Gutedel. Der Zierfandler, besonders seine Auslese („Raßlerin“), hat ja zur Berühmtheit der Qualität der Gumpoldskirchner Weine entscheidend beigetragen.

IV Für den oberkretazischen Wienerwald-Flysch im Wiener Weinbaugebiet um Nußdorf, Grinzing und Neustift, an den Hängen von Leopoldsberg, Kahlenberg, Nußberg und Kobenzl, mit seinem wechselnden Anteil an Sand-, Ton- und Kalkmergelkomponenten fällt – entsprechend der wechselvollen Gesteinsgrundlage – keine spezifische enge Sortenbevorzugung auf: Der Wiener „Heurige“ ist nicht durch Sortenreinheit, sondern vielmehr durch eine wechselnde Sortenmischung beim Keltern, besonders von Riesling, Traminer, Neuburger und Veltliner, gekennzeichnet.

V Kalkformationen hingegen zeigen schon in der typischen Bodenbildung (seichtgründige, trockene, hitzige Rendsinen im pannonischen Trockenklima; schwere Braunerdeböden im feuchteren Klima des kalkalpinen Wienerwaldes) ausgeprägte Individualität und daher auch eine Bevorzugung durch bestimmte Weinsorten. In Österreich liegen Anbaugelände über solchem Kalkuntergrund am Rande der Kalkalpen entlang der Thermenlinie zwischen Perchtoldsdorf und Baden mit Sorten wie Zierfandler, Rotgipfler, Ruländer etc., entlang der Jurakalkklippen der Falkenstein-Staatzter Region mit einem breiteren Sortiment und auf den heißen Leithakalkböden des Leithagebirgs-Südabfalles mit dem zart-herben Welschriesling und dem duftigen Weißen Burgunder.

VI. Welschriesling ist neben Traminer und Gewürztraminer überdies auch die bevorzugte Sorte auf den Basaltkuppen des Südburgenlands und im Klöcher Vulkangebiet der Oststeiermark. Wir haben ja eine eigenartig gewisse Gemeinsamkeit in der geobotanischen Wertigkeit von Basalt und Kalk in der Basizität dieser Gesteinstypen bereits kennengelernt. Der Klöcherberg mit seinen nährstoffreichen Vulkanböden bringt in Kombination mit den günstigen Klimawerten bekanntlich einige der ausdrucksvollsten Gewürztraminer Europas hervor.

VII. Deutliche Spezifitäten weisen wiederum Weine auf kristallinem Untergrund Österreichs auf: Berühmt durch seinen Bukettreichtum ist der Rheinriesling der Wachau-Kamptal-Region, weil sich über den Gneisen, Granuliten und Glimmerschiefern flachgründige, kalireiche, trockene, heiße Braunerdeböden entwickeln. Und gerade an Hand der Entfaltung des Aromas des Weines ist dieser spezifische Einfluß von Boden, Lage und Klima auch bei den übrigen Sorten der Wachau faßbar: Der in Westeuropa gering geschätzte Müller-Thurgau etwa entfaltet hier einen außerordentlichen Duftreichtum und nachhaltigen Geschmack.

Noch spezifischer ist das Beispiel der Bindung der österreichischen Rarität, des Schilchers, im weststeirischen Weinbaugebiet zum Substrat, der sich mit seiner geringen Gesamtanbaufläche von 119 ha auf das Kristallin am Ostabfall der Koralpe beschränkt, mit Zentrum um Stainz und Deutschlandsberg. Dieser rubinfarbene, fruchtig-spritzige, roséartige Wein mit bis zu aggressiver Säure wird aus der uralten, vorrömischen blauen Wildbacher Traube gekeltert.

Die vorstehenden Beispiele sind Hinweis für die enge Beziehung der Sorten der Weinreben nicht nur zum Klima und zur Lage, sondern besonders auch zum Unter-

grund. Diese Beziehung äußert sich einerseits in der besten Eignung bestimmter Sorten für bestimmte Böden, darüber hinaus aber kann der Kenner noch an Hand des edlen Produktes der Rebe, dem Wein, hochspezifische Aussagen einerseits über den das spezielle Klima widerspiegelnden Jahrgang, andererseits auch über die geologischen Gegebenheiten, den Untergrund, treffen.

Die Vielfalt der Weinsorten aber und die Kenntnis ihrer vielen speziellen Eigenheiten geht in Österreich auf eine lange Tradition zurück: Sie hat einen besonderen Impuls erhalten durch die Aufhebung des von Kaiser Domitian im Jahre 91 n. Chr. verfügt Anbauverbotes für Wein nördlich der Alpen durch Kaiser Probus im Jahre 280 n. Chr., sodaß hier bereits damals die Menge des Sortenreichtums der Reben (so wie die Qualität des Weines) in den Regionen zwischen Carnuntum und Favianae (Mautern), entlang der Thermenlinie und am Alpenostrand bei gleichzeitiger Ansiedelung vom römischen Legionären schlagartig angehoben worden ist.

So erkennen wir auch auf diesem Sektor der Kultur – hier geobotanisch bedingt – den gewichtigen Einfluß der geologischen Grundlage, die ja auch in anderen kulturellen Bereichen in der Entwicklung unseres Landes eine so wesentliche Rolle gespielt hat: von der an den Salzreichtum des alpinen Haselgebirges gebundenen Hallstätter Kultur bis hin zu den bis in den Vorderen Orient begehrten Qualitätsprodukten eines blühenden Eisengewerbes seit dem ausgehenden Mittelalter im Umkreis des Erzberges – noch heute dokumentiert in den Jahrhunderte wirksamen lokalen Kulturzentren der „Herrenhäuser“ der „Eisenwurzten“ und den überreich gestalteten gotischen Profanbauten der Umschlagplätze dieser Stahlware, am Beispiel des Stadtbildes von Steyr so eindrucksvoll demonstriert.

5. Literatur

- E. AICHINGER, 1971; R. ALBERT & M. POPP, 1977; J. ALBRECHT, 1969; W. BAUMEISTER & W. ERNST, 1978; O. BEATH et al., 1939; H. CANNON, 1960 a, b, 1971; J. EGGLE, 1954, 1955, 1966; F. EHRENDORFER, 1972, 1973, 1983; F. EHRENDORFER & H. NIKLFELD, 1973; F. EHRENDORFER et al., 1972; H. ELLENBERG, 1958, 1968, 1974, 1978; W. ERNST, 1974; R. FABRY & I. SCHNELL, 1950; M. FISCHER, 1976; H. FRANZ, 1960; H. FRIEDEL, 1936; H. GAMS, 1975; A. GIGON, 1983; H. HARTL, 1971; J. JEANPLONG, 1970; H. JELEM (& K. MADER), 1972; H. JORDAN, 1981; O. JURSA & W. RUCKENBAUER, 1971; K. KEILHACK, 1916; H. KINZEL, 1982, 1983; R. KNAPP, 1971; A. KRAPPENBAUER, 1967; K.-H. KREEB, 1983; L. KRETSCHMER, 1931; L. LÄMMERMAYER, 1930, 1935; E. LANDOLT, 1977; O. LANGE et al., 1983; H. LEITGEB, 1980; O. v. LONSTROW, 1924; D. MALUGA, 1947; W. MAURER, 1966; H. MAYER, 1974; O. MEINZER, 1927; H. NEUMAYER, 1931; H. NIKLFELD, 1972, 1973 a, b; E. OBERDORFER, 1979; F. OVERBECK, 1975; E. PREISSMANN, 1885; H. ROMÉ, ≈ 1980; E. RÜBEL, 1922; W. RUCKENBAUER & H. TRAXLER, 1968, 1975; W. RUHLAND, 1958; J. STINY, 1933; D. STUR, 1856 bis 1857; P. THYSSEN & J. POELT, 1958; F. UNGER, 1836, 1838, 1843 a, b; W. URL, 1956; H. WALTER, 1973; G. WENDELBERGER, 1950, 1954, 1964, 1974; H. WOOLHOUSE, 1983; B. ZOLLITSCH, 1968 bis 1969; K. ZUKRIGL, 1973.

U ETYMOLOGIE ÖSTERREICHISCHER GEOLOGISCHER BEGRIFFE

1. Allgemeine Hinweise

Im folgenden wird die etymologische Bedeutung geologischer Begriffe erörtert, die von Lokalitäten in Österreich abgeleitet sind. Aus der Flut der geologischen Namen unseres Landes wurde eine namhafte Anzahl der durch ihre Bedeutung hervorstechenden Begriffe ausgewählt. Eine Vollständigkeit eines solchen Verzeichnisses ist bei dem hier gesteckten Rahmen nicht möglich. Ferner wurde die Deutung auf jene Begriffe beschränkt, deren Wortlaut nicht für sich selbst spricht, sondern deren Sinn für den Außenstehenden zunächst dunkel ist. Es mußten demnach Begriffe wie Bärenthal-Konglomerat, Hollabrunner Schotterkegel, Mauthausener Granit, Naßfeld-Schichten etc. nicht aufgenommen werden.

Das Verständnis unserer Sprache stellt wertvollstes Kulturgut dar. Den etymologischen Sinn der immer wieder verwendeten geologischen Begriffe unseres Landes klarzustellen, hat sich demnach als Bedürfnis für manche Erdwissenschaftler ergeben, auch in Anbetracht dessen, daß die Namen vieler Schichtglieder eine weit über Österreich hinausreichende Bedeutung aufweisen. Von diesem Bedürfnis zeugen etliche bisherige Versuche, wenigstens die einfacher deutbaren Namen vom Typus „Röthelstein, Schwarzhorn“ etc. zu analysieren, wie etwa durch O. AMPFERER, R. v. KLEBELSBERG, L. KRASSER u. a. geschehen. Hier aber wird der Schwerpunkt auf die weniger leicht durchschaubaren Etyma gelegt, auch wenn in manchen Fällen noch keine endgültig gesicherte Aussage möglich ist.

Die Analyse wurde vom Verfasser mit Hilfe der in der anschließenden Literaturzusammenstellung angeführten Arbeiten vorgenommen. Bei der Vielfalt der in unserem Land einst herrschenden Sprach- und Volksgruppen (siehe z. B. Abb. 145), bei dem sehr heterogenen Forschungsstand und auch der Vielfalt der Meinungen der Fachleute kann eine solche Übersicht über die in der Literatur vorliegenden Deutungen in Anwendung auf unsere geologischen Begriffe ohnehin nur als Anstoß für weitere, vertiefende Studien in dieser Richtung gewertet werden. Es werden im folgenden Verzeichnis keine eigenen Deutungen vorgenommen, sondern es wird das Bestehende referiert. Nur in jenen Fällen divergierender Meinungen, in denen von der (z. T. direkten geologischen) Realprobe her eine Version zu bevorzugen ist, wurde diese vorangestellt, ohne die weiteren Erklärungsmöglichkeiten zu übergehen. Die Analyse der Begriffe ist nach einem durchgreifenden Prinzip, aber nicht vollkommen homogen durchgeführt, da es auch in jenen Fällen, in denen die urkundliche Erstnennung nicht greifbar war, besser erschien, eine begründete etymologische Deutung anzuführen, als auf die Aufnahme des Begriffes zu verzichten. Der heute verdrängte Begriff „illyrisch“ für unsere vorkeltischen indogermanischen Namen wurde hier noch beibehalten. Vollständigkeit in Umfang und Deutung einer solchen Sammlung österreichischer geologischer Begriffe zu erzielen, muß späteren, ausführlichen Spezialstudien zuständiger Fachleute vorbehalten bleiben. Aus Gründen des Platzmangels war es hier auch nicht möglich, bei jedem Begriff die zur Analyse verwendete Literatur im einzelnen anzugeben. Es ist aber

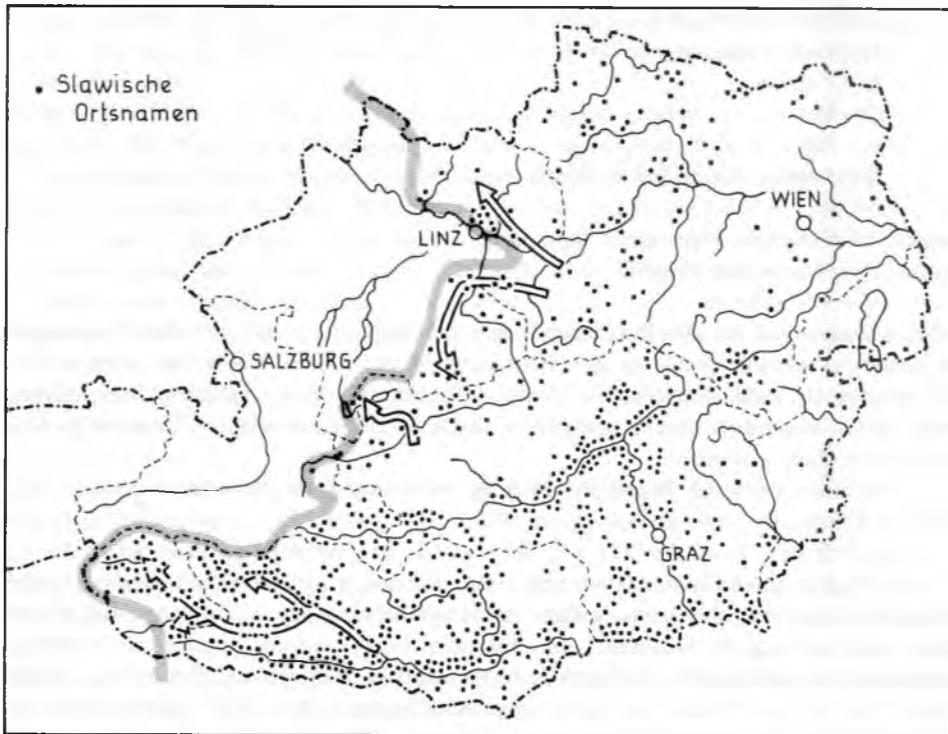


Abb. 145: Die Westgrenze der slawischen Bevölkerung in Österreich auf Grund der Ortsnamen gegenüber dem geschlossenen bajuwarischen Siedlungsraum. Die Pfeile zeigen die slawischen Einwanderungswege im Grenzbereich an; nach O. KRONSTEINER (1975, Kt. 2; 1978, S. 2) und P. WIESINGER (1980, Kt. 1–3).

im beigefügten Literaturverzeichnis die gesamte hier verwendete Literatur aus dem reichen Bestand einschlägiger Schriften angeführt.

Besonderen Dank schulde ich für die Unterstützung bei diesem von mir aus unternommenen Bemühen einer Reihe von Kollegen am Institut für Germanistik an der Wiener Universität sowie namentlich Herrn Prof. Dr. J. BREU vom Österreichischen Ost- und Südosteuropa-Institut in Wien und Frau Dr. E. SCHUSTER von der Kommission für Mundartkunde und Namensforschung in Wien. Sie haben mir mit großer Liebenswürdigkeit wichtige Hinweise auf bestehende Literatur gegeben und in manchen Fällen mit wertvollen Ratschlägen weitergeholfen.

Abkürzungen:

1. Abkürzungen zum Inhalt des im geologischen Begriff als erster Bestandteil stekenden Lokalitätsnamens (unmittelbar nach dem Begriff in der Klammer an erster Stelle beigefügt):

A = Alm

B = Berg, Gebirge

F = Fluß, Tal, Bach
 H = Hof-, Hausname
 K = Klamm
 O = Ort
 P = Paß
 R = Region, Gegend, Landstrich
 S = See

ferner AL = Begriffe allgemeiner Art
 HI = historische Begriffe
 V = Volksstamm

2. Abkürzungen für das Bundesland oder die Gegend, in der sich die Typusregion befindet (an zweiter Stelle in der Klammer): Wien; NÖ – Niederösterreich; OÖ – Oberösterreich; Bgld. – Burgenland; Stmk. – Steiermark; Sbg. – Salzburg; Ktn. – Kärnten; Tir. – Nordtirol; Osttir. – Osttirol; Südtir. – Südtirol; Vbg. – Vorarlberg; Ö – Österreich; Bay. – Bayern.

3. PN bedeutet in der Begriffserläuterung = Ableitung von Personennamen.

Anmerkung zum Auffinden der geologischen Begriffe:

Aus Platzgründen mußte davon abgesehen werden, eine genaue topographische Beschreibung aller Lokalitäten zu geben. Zur Lokalisierung der geologischen Begriffe ist über diese vorliegende Geologie von Österreich hinaus für die Nördlichen Kalkalpen besonders die detaillierte tektonische Karte in fünf Blättern (A. TOLLMANN, 1976 b, Taf. 1 bis 5) mit Vorteil zu verwenden. Ortsangaben über die Typlokalitäten der Schichtglieder Österreichs finden sich bes. in O. KÜHN (1962) und A. TOLLMANN (1976 a). Die topographische Lage der Örtlichkeiten ist im „Geographischen Namenbuch Österreichs“ von J. BREU (1975) zu finden.

2. Begriffsverzeichnis

- Aderklaaer Konglomerat (O, NÖ): 1250 Atichla; atich (mhd.) = Holunderart, Attich; la, löb (mhd.) = langsam fließendes Wasser; demnach → „langsam fließendes, von Holunder gesäumtes Gewässer“
- Adlitzschuppe (F, NÖ): 1310 Adelspach; entweder nach Atlitz (ma.) = Elsbeerbaum oder nach PN Adal.
- Admonter Schuppenzone (O, Stmk.): 859 Ademundi, 931 Adamunton; adu (illyr.) = verzweigtes Gewässer, -unto (illyr.) als Hinweis auf Örtlichkeit → „Platz am verzweigten Gewässer“ Dies entspricht der Realprobe. Nicht: Ad montes.
- Adneter Kalk (O, Sbg.): 745 Atanate, 1444 Adnaten; At-an-ate: an = Sumpf, -ate (illyr.) = Suffix des Ortes → „bei der Sumpfggend“
- Aflenzer Kalk (O, Stmk.): 1025 Auelniz, 1066 Auolonize; jablanica (altslaw.) = „Apfelbaumort“
- Alaunische Unterstufe des Nor (V/HI, Bay.): Alauni (lat.) = Volksstamm in Oberbayern NW Salzburg.

- Allgäuschichten (R, Bay.): 9. Jh. Albegowe; alba (ahd.) = albe (mhd.) = Alpe, Bergweide, Wurzel alb- (illyr.) = Berg; gou (mhd.) = gawi (got.) = Gau (mundartl.: Gäu) → „Alpengau“
- Almajur-Synklinale (A, Tir.): wahrsch. nach alpe majore (roman.) = „größere Alp“
- Alpenkalk (B): Nach dem Gebirgszug der Alpen; vgl. hierzu: Alpe (vorröm.) = Alm in Ostösterreich, Alp im Westen; Verkleinerung: Alpel = Aibel, Albl, Aipl, Eibl
- Altbüchel-Antiklinale (A, Sbg.): 790 Alpicula (roman.) = „kleine Alpe“
- Amering-Serie (B, Stmk.): mundartl. Ammering, Ammerin = Goldammer; amaro (ahd.) = amer(linc) (mhd.): Vogel, der sich von Dinkelkörnern ernährt [amari (ahd.) = amer (mhd.) = Dinkel].
- Amlacher Mulde (O, Ktn.): „Jamljahu“: jama (slaw.) = Grube → „bei denen in der Mulde“
- Ammergauer Schichten (R, Bay.): ambr (kelt.) = Fluß → „Gau am Fluß“
- Anisische Stufe (F/HI, Stmk.): Typlokalität Gr. Reifling/Enns; Anisus (lat., Tab. Peut.) = Enns (s. d.).
- Arlbergschichten (P, Vbg.): 1270 monte Arl; Arle = Legföhre, Latsche.
- Arnfelder Konglomerat (O, Stmk.): 1193/1220 Arenuelse castrum; Ar (mhd.) = Adler, vels (mhd.) = Berg → „Adlerberg“
- Arzbergkalk (O: Zell-Arzberg, NÖ): Arz, Ärzte (mhd.) = Erz → „Erzberg“
- Aschbach-Mulde (F., Stmk.): 1290 Aspach = Espenbach (oder Aschbach = Eschenbach).
- Aspanger Granit (O, NÖ): 1222 in Aspange; aus Asp-wang = Espenwang, wang (ahd., mhd.) = Wiese → „Espengesäumte Wiese“
- Atzgersdorfer Stein (O, NÖ): 1136 Azichinstorf; zu ahd. PN Atzacho.
- Auerlingfenster (FN Waldenstein, Ktn.): javor (slow.) = Ahorn → „Ahornbach“
- Auernigsschichten (B, Ktn.): „Javornik“; javor (slow.) = Ahorn → „Ahornberg“
- Aurachfenster (F, OÖ): 10. Jh. Uraha; ur (ahd.) = Aurochs, aha (ahd.) = fließendes Wasser → „Fluß bei den Auerochsen“
- Ausser Hallstätter Zone (O, Stmk.): 1150 Ussach, Ossach; ovšach (slaw.) = „die Leute, die Hafer anbauen“, nicht osoje (slaw.) = abseits der Sonne, schattseitig.
- Barmsteinkalk (B, Sbg.): 1198 Pabenstein nach PN Pabo (etwa „Bruder“).
- Berchtesgadener Decke (O, Bay.): ca. 1130 Perhteresgadne; gadum (ahd.) = gadem (mhd.) = Kammer, einstöckiges, verschlossenes Gebäude und PN Perchtold.
- Bernsteiner Fenster (O, Bgl.): 1249 Peristhan, 1463 Perenstain (mhd.) → „Bärenstein“
- Blasseneckporphyroid (B, Stmk.): Blasse (mundartl.) = Blesse (hochdt.) = lichter Fleck an Tieren, Gebäuden, im Gelände; bhel- (indog. Wurzel) = leuchtend, glänzend → „spitzer, aus der Umgebung hell hervorstechender Berg“; Realprobe: helle Verwitterung dieses Porphyroids.
- Bozener Quarzporphyr (O, Südtir.): 7. Jh. Bauzanum (langobard. Text), 769 Bauzaum, 8. Jh. Pauzana (bajuv.); nach nichtröm. PN Baudius oder Boutios, kaum von baudio (ligur.) = Hecke.
- Brenner-Schiefer (P, Tir.): Name neueren Datums, d. h. nicht vom illyr. Volksstamm der Breuni (Breonen). Im 12. Jh. noch „Wibetwald“ (nach Vipitenum = Sterzing),

- dann 1229 „Mittenwald“, erst 1288 Gehöft „Prennerius in Mittenwalde“ PN nach Brandrodung.
- Brennkogelbrekzie (B, Sbg.): Brenne (mhd.) = Feuer → „Feuerkogel“
- Bretsteinserie (O, Stmk.): Brett (mhd.) = Felswand, im speziellen Fall Kalkmarmorplatten.
- Brettlfenster (O, NÖ): 1260/80 Predel; preděl (altslaw.) = Wasserscheide, Sattel.
- Bundschuhgneis (O, Stmk.): 16. Jh. Puntschuh; wohl doch nach dem „Bundschuh“ als Kennzeichen und Losungswort im Bauernkrieg, mehrfach in Ortsnamen vorkommend.
- Burgstallschotter (B, NE Eisenstadt, Bgld.): Burgstall = „Platz einstiger Wehranlage“
- Bürser Antiklinale (O, Vbg.): 820 Puire, 940 Piure, 1273 Puir; vgl. byrion (messap.) = Wohnung; eher als bur (alban.) = Mann; illyr. Wurzel.
- Cellondecke (B, Ktn.): 1826: Zellonkofel; céu (friul.) = Himmel, -on (friul.) = Vergrößerungssuffix → „der große Himmel“
- Cimpaser-Paläozoikum (B, Ktn.): Name nach Gehöft Zimpasser, früher Cimpaser am Bergfuß; slow. PN Cimpasar.
- Dachsteinkalk (B, OÖ etc.): 1223 lapis Torstein, 1787 Doorstein; mundartl. Doarstän, verballhornt Dachstein; entweder von taur (kelt.) = Fels oder nach „Tor“ (= Scharre).
- Dalaaser Schürfling (O, Vbg.): 1303 Talaus; „Tabula“ (röm.) = Scheibe – ein Riedname.
- Davenna-Störung (B, Vbg.): etwa von da- (rhätorom. Präpos.) = von, und fenum (lat.) = Heu; also wohl „Bergmähder“
- Debant-Störung (F, Osttir.): Debina: -ina = illyr. Endung, tepina (kelt.) = „Rinnal“
- Deferegger Schlingen (B, Tir.): 12. Jh. Tobrik; entweder dobrič: dober (slaw.) = gut → „guter Übergang“ oder dobor (kelt.) = Quelle, Fluß.
- Diendorfer Störung (O, NÖ): 1072/91 Tiemindorf, 1332 Tyemdorf; nach PN Tiemo (= Timotheus = Verehrer der Götter).
- Dientener Kalk (O, Sbg.): ca. 963 Tuontina (Flußname), 1345 Tuonta; Stamm tont- (kelt. oder vorkeltisch) nicht deutbar.
- Dobragneis (Burgruine, NÖ): 1186 Dobra; dobra (slaw.) = gut → „guter Burgberg“
- Dobratsch-Überschiebung (B, Ktn.): 1447 Dobritz; Dóbrač: dober (slow.) = gut → „Gutenberg“ nach Bleisegen, namengleich zu Villacher Alpe; Villach: Biliakom (kelt.) = „Gutendorf“
- Dobrain-Antiklinale (O, Stmk.): 1345 Tobran; nach altslaw. PN Dobran oder von Dobrane = „Bewohner der Gegend Dobra“: dobra hier eher von dobrane (slow.) = Schlucht als von dobra (slaw.) = gut.
- Döbriach-Störung (O, Ktn.): 1117 Tibria; Dibriachu (altslaw.) = „bei denen an der tiefen Schlucht“
- Donaubruch (F, Ö. etc.): Danu (indog.) = Fluß; Daneuios (kelt.) = Fluß; vgl. Don, Dnjepr = Fluß.
- Draubruch (F, Ktn.): lat. Dravus, 784 Trabus; drouos (indog.) = Flußlauf; (illyr.) = das Rinnende → „Flußlauf“
- Drosendorfer Fenster (O, NÖ): 1182 Trosendorf; nach bayr. PN Droso.

Dullwitz-Bruch (Talung E Hochschwab, Stmk.): 1406 Tulbicz; dol (altslaw.) = Tal, do-lovica = Tälchen.

Dultschiefer (O, Stmk.): 1223 Thulgen; wohl von ahd. PN Dullo.

Ederdecke (H, Ktn.): Öder → „der Mann aus der Einöde“ (Hausname).

Eferdinger Becken (O, OÖ): 1067 Evirdingen; nach PN Ēfrid.

Eggenburger Schichten (O, NÖ): 823 Eginburc, ca. 1125 Egenburch; zum ahd. PN Ego, Eginno (= Koseform zu Vorname mit Bestandteil Egin- = Schwert).

Eibiswalder Schichten (O, Stmk.): 1265 Ybanswalde; PN Yban: Iwein (mhd.): Person aus ritterl. Stand.

Einöd-Gosau (O, NÖ): Einöd → „Gehöft in Einzellage“

Eisenkappeler Granit (O, Ktn.): 1050 Capella villa; káppella (ahd.) = Kapelle.

Eisenstädter Becken (O, Bgld.): 1118 castrum ferreum, 1373 Eisenstat; kein Eisenvorkommen, sondern Wunschname → „eiserne uneinnehmbare Stadt“

Eisgarner Granit (O, NÖ): 1294 Eisgwar, 1338 Eysgor; isgorje (altschech.) = ausgebrannte Stelle (goret = brennen) → „Brandrodung“

Elsenwang-Übergleitung (O, Sbg.): 748 locellum Ellesnauanc, 1141 Elsinwang; Elsenboum (mhd.) = Elsbeere (sorbus torminalis); Wang (ahd.) = Wiese → „Traubenkirsche am Waldrand“

Engadiner Fenster, -Linie (R, Tir./Schwz.): 930 vallis Eniatina, 967 Ignadine, 1117 Enadina; Enos (kelt.) = Inn, Eniates → „die Innanwohner“

Ennstal-Störung (F, Stmk.): Anisus (Tab. Peutinger.), 811 Enisa, Anisa; anos (kelt.) = Sumpf, -isa (kelt. Suffix) → Sumpffluß.

Enzesfelder Kalk (O, NÖ): 1168 Engilschalchesvelde; nach PN Enzi: Engil (ahd.) = Engel, Schalk (ahd.) = Knecht, Diener.

Erlaf-Halbfenster (F, NÖ): Arelapa (Tab. Peutinger.); er, or- (indog.) = in Bewegung setzen; ap- (indog.) = Wasser → „bewegtes Wasser“; nicht „Adlerwasser“, da arl vielfach als „Fluß“-Bezeichnung aufscheint (vgl. Gr. Arltal etc.).

Fallesin-Deckscholle (B, Tir.): nach vallicina (roman.) = Tälchen.

Fellersbachschichten (F, Sbg.): felawa (ahd.) = vëlwer, vëlwäre (mhd.) = Felber, Weidenbaum; zu palvala (aind.) = palus (lat.) = Sumpf; Felber ist also „Sumpfbaum“; vgl. Felbertal.

Felser Sand (O: Fels/Wagram; NÖ): 1150 de Uelce, 1162/72 Vëlze; belici (slaw.) = „Weißenberg“, nach heller Farbe des lößbedeckten Wagram.

Filbling-Störung (O, Sbg.): 1400 Vilbling; felawa (ahd.) = velwe (mhd.) = Weidenbaum.

Filzmooser Konglomerat (O, Sbg.): 1272 Viltzmoos; Filz = Moorgrund, Moos = Moor, also Tautologie.

Flattnitzer Trias (O, Ktn.): 1162 Ulatniz; blatnica (slaw.) = Sumpfwasser, vgl. balta (il-lyr.) = Sumpf.

Föderlacher Schotter (O., Ktn.): 1258 Podreulach; Podravlje (slaw.) = „die an der Drau Wohnenden“

Fohnsdorfer Kohlenmulde (O, Stmk.): 1141 Fanestorf; wohl zu „ban“ (slow.) = Herr, Adeliger → „das Dorf des Ban“

Formarin-Störung (A, Vbg.): de fora (lat.) = außerhalb; mar(r)a (vorröm.) = Geröll,

- Gießbach [vgl. *marena* (lad.)]; -ina (rom. Suffix); → „Alp abseits der Geröllschüttung“
- Frankenfesler Decke (O, NÖ): 1300 Franchenvels; PN Franko, nicht nach den Franken, die nicht in NÖ siedelten.
- Fraxener Grünsand (O, Vbg.): 1127 Fraxnaxra (recte: Fraxnarra), Fraxnario (lat.) = Frainsnaria (roman.) = Eschengelände; vgl. *fraxinus* (lat.) = Esche.
- Frescalot-Antiklinale (B, Vbg.): Berg Frescalot = ält. Variante zu Freschluakopf: Fräsche (mundartl.) = Bergweide, vgl. *fraischa* (rtrom.) = frisch, grün; lua von lat. *alnus* = Erle.
- Freschenschichten (B: Hoher Freschen; Vbg.): Fräsche (mundartl.) = Bergweide (vgl. Frescalot-A.).
- Friesacher Halbfenster (O, Ktn.): 860 Friesach (verdeutschte); *bresa* (slaw.) = Birke, -ach (slaw. Orts-Suffix) → „bei den Birken“
- Fugnitzter Schiefer (O, NÖ): 1242 villa Fukniz; buk(ov)nice (altslaw.) = Stierbach, nicht: Buchenbach.
- Fuscher Phyllit (O, Sbg.): 963 Uuska; entweder *fusca* (vulg. lat.) = die Dunkle oder esk (kelt.) = Wasser.
- Fuschlsee-Störung (S, Sbg.): vor 748 *stagnum Lacusculus* (lat.); *lacustula* (lat.) = kleiner See.
- Gaadener Miozän-Becken (O, NÖ): ca. 1130 *ecclesia Gademensis*; 1139 *de Gademe*; *gadem* (mhd.) = Gemach, Stockwerk, verschlossenes Gebäude.
- Gaaler Schuppenzone (O, Stmk.): 1218 Gewl, Gaewel (Fluß Gaal), 1318 Geula; ? *tri-g(l)avlja* (altslaw.) = Bach beim Triglav (Dreispitz)?
- Gablitzer Sandstein (O, NÖ): 1180 Gabelenz (slaw.), 1190 Gablitz; *kápljica* (slaw.) = „Tröpfchenbach“
- Gailtalbruch (F, Ktn.): 1090 Gila; *Gailias*, *Gelias* (illyr.) = die Übersäumende, Unge-stüme; sinngleich *Licus* (lat. Gail); vgl. *leiquos* (indog.) = die Netze, Nasse.
- Gainfarner Mergel (O, NÖ): 1136 Goinuarin, ca. 1176 Guenvarn; nach PN Gundfaro = Kriegsfahrer.
- Gainfeld-Konglomerat (O, Sbg.): 1350 Gaynueld; zu PN Gagan, Gegin (= „gegen, wider“).
- Gamlitzer Schlier (O, Stmk.): ca. 1100 Gomilniz, Gamilnice; *Gomilica*; *gomila* (slaw.) = Hügel.
- Gamser Gosau (O, Stmk.): 1139 Gamze; *kamnica* (slow.) = Steinbach.
- Gargellenfenster (O, Vbg.): 1490 Gariella, 1537 Garielleni *gurges* (lat.) = *gurga* (vulgärlat.) = Strudel, Quelle.
- Gasteiner Decke (O, Sbg.): 890 Gastuna, ca. 963 Castuna (als Flußname); entweder vorröm. oder -una = roman. Endung; unklar.
- Gauderndorfer Schichten (O, NÖ): 1250/60 Gaudramsdorph; zu PN Gaudram (vgl. Gudrun = Kampf-Zauber).
- Gerloskalk (T, Sbg.): Ort Gerlos: urkd. Gerlarse; unklar; etwa von *ger* (ahd., mhd.) = Keil → „keilförmiges Stück Land“
- Gföhler Gneis (O, NÖ): ca. 1180 de Gewelli, 1231 in Gevelle; Gevelle (mhd.) = Fall, Absturz → „Windbruch“

- Gießhübler Gosau (O, NÖ): 1413 Gissübel; gis – ein Wasserwort, (h)übel (mhd.) = Hügel, oder übel = schlecht, demnach „schlechtes Wasser“ oder „Hügel am Wasser“ – nach Lage erstere Deutung wahrscheinlicher; als PN weiterverwendet und übertragen.
- Glanegger Schichten (O, Sbg.): n. 748 Glana rivulus; glan (kelt.) = rein, lauter, klar.
- Glantaler Schuppenzone (F, Ktn.): 985 Glana; glana (kelt.) = die Klare; vgl. Glanz.
- Gleinalmserie (B, Stmk.): 1140 Cliene, 1150 Glin, 1356 Gleinalm; glina (slow.) = Töpfererde, Lehm; vgl.: 1310: „die Laym-grvwe pey der Clein“
- Glocknerdecke (B, Ktn./Tir.): 1561 Glocknerer; klocken (Mundart) = Steinschlag.
- Gloggnitzer Forellenstein (O, NÖ): 1094 fluuiolum Gocniza; klokotniča (altslaw.) = „der glucksende Bach“
- Gnaser Becken (O, Stmk.): 1229 Gnaese; knež (altslow.) = Fürst.
- Goiserner Antiklinale (O, OÖ): ca. 1325 Gebarn; nach PN Gebn.
- Göll-Scholle (B, Sbg.): Berg Hoher Göll nach ahd. PN Goll.
- Göller-Decke (B, NÖ): 1348 Golh, 1616 Golach; golich (slow.) = Kahlkopf.
- Gollinger Deckschollen (O, Sbg.): 1241 Gelingen, nach PN Gol-nod.
- Gollrader Bucht (O, Stmk.): 1354 die Golrat; gol (slaw.) = kahl und roden → „Kahlschlag“
- Göriachtal-Tertiär (F, Sbg.): 1130 Goriach; gora (altslaw.) = Berg.
- Görtschitztal-Störung (F, Ktn.): 9. Jh. Curziza, Krčica (slaw.) = kleine Gurk (s. d.).
- Gösing-Deckscholle (O, NÖ): 12. Jh. Gozniche; Koznik (slow.) = Ziegenberg.
- Göstlinger Kalk (O, NÖ): 1305 Gestnich; koščenica: koščen (slow.) = knöchern → „Knochenbach“, Deutung unsicher.
- Göstritz-Schuppe (O, NÖ): 1343 Gostrizpach; kostru (slaw.) = Scheiterhaufen, Kostrici (slaw.) = „Berg mit Sonnwendfeuer“; Übersetzung des darüber aufragenden „Sonnwendstein“
- Gosaubecken (O, OÖ/Sbg.): 1231 Gosah flumen, 1253 Goza; ? gozd: (slaw.) = Wald.
- Gradener Serie (O, Stmk.): 1202 Graden; grad (asl.) = Gehege, Burg, Stadt.
- Granatspitz-Kern (B, Sbg.): Garnalkopf; cornaccium (rom.) = Hörnchen.
- Granitztaler Schotter (F, Ktn.): gradnica (slaw.) = Schloß (vgl. grad).
- Grauwackenzone (AL, Ö): wacko (ahd.) = wacke (mhd.) = Stein, Kiesel, Block; vgl. „Wackerstein“ (Tautologic).
- Grazer Becken (O, Stmk.): 1128 Gracz, 1130 Graetz; gradec (slaw.) = kleine Burg (vgl. grad).
- Grebenzenkalk (B, Stmk.): ca. 1400 Grabenzen, 1494 Krawenzen; Kravenica (slaw.) → Kuhalm; vgl. „Kuhalm“ 7 km W davon.
- Greifensteiner Sandstein (O, NÖ): 1135 Grifinstein; nach PN Grifo (Passauischer Ministeriale als Herr dieses Landstriches); grife (mhd.) = „Vogel Greif“
- Greinerschiefer (B, Gr. Greiner, Tir.): grtnan (ahd.) = grtnen (mhd.) = greinen, winseln, weinen – wohl vom Lärm des Windes.
- Grestener Schichten (O, NÖ): ca. 1230: Grestain, Grösten; Koroscina (slaw.) = „die Kärntner Gegend“: Grenzland zur Karantanischen Mark (später Steiermark).
- Grießspitz-Schuppe (B, Tir.): griez (mhd.) = Sand, Kies → „schuttliefernde Spitze“
- Griffener Schichten (O, Ktn.): 822 Criuina, 1091 Griuina; G. (vorslaw.) = Flußmündung.

- Grimming-Stirn (B, Stmk.): 1286 Grimei, 1443 Greyman; griměti (altslaw.) = donnern (Steinschlag häufig!), nahe: Donnersbach.
- Grinzinger Mergel (O, Wien): 1114 Grincing nach PN Grimmizo, mit Sippensuffix -ing der Karolingerzeit.
- Gröbminger Störung (O, Stmk.): 1135 Grebin, 1139 Grebnich; greben (altslaw.) = Bergkamm, Grat; Grebnika (slaw.) = „Bach am Bergkamm“
- Grunder Schichten (O, NÖ): 1108 Grunt; grunt (mhd.); hier: Niederung, Ebene.
- Grundsee-Fazies (S, Stmk.): 1188 Chrungilse; (o)krongl(u) (altslaw.) = rund; Bedeutung unklar.
- Gsollbruch (H Gsollstube SW Ebensee, OÖ): Gsol (ahd.) = Sumpflacke – vgl. Sulz, Suhle; verw. mit sol = Salz.
- Guffert-Pendling-Antiklinale (B, Tir.): Guffert: 1773 „Gufleter Berg“ → „Berg mit vielen Gufeln, Höhlen(-förmigen Überhängen)“ Pendling: 1552 Pödning = „Berg mit großen Böden (Verebnungen)“
- Gumpeneck-Marmor (B, Stmk.): 1207 mons Gumpenperge; Gumpen (bajuw.) = Sumpf, kl. Wasseransammlung.
- Gurktaler Decke (F, Ktn./Stmk.): 898 Gurka; Qrqa (indog.) = Kurka (illyr.) = die Gurgelnde.
- Habachserie (F, Sbg.): habuch (ahd.) = habech (mhd.) = Habicht (indog. Wurzel kap = packen, fassen); acha (ahd.) = ahe (mhd.) = Ache, fließendes Gewässer → „Habichtfluß“; nicht: „Heubach“
- Haimburger Marmor (O, Ktn.): 1103 Huneburch; „Hunnenburg“ (gemeint sind Awarer); vgl. Hainburg in NÖ = Heunenburg, Hunnenburg.
- Halleiner Schuppe (O, Sbg.): 1216 Haelle, 1251 Hallin; → als „Kleines Hall“ dem „Alten Hall“ = „maius Halle“ (1244) = Reichenhall gegenübergestellt. Hall: vgl. Hallstatt.
- Hallstätter Kalk (O, OÖ): 1305 Hallstat, 1312 Halstat. Die Bezeichnung „Hall“ ausschließlich für Orte bei Salzvorkommen in den Kalkalpen (und darüber hinaus) geht weit zurück und bezieht sich ohne Zweifel jeweils auf die Salzvorkommen selbst. Es liegt daher trotz mancher Einwände nahe, die Ableitung vom indogerm. Stamm sal- = Salz vorzunehmen, namentlich, wo das griechische Wort hals (vgl. türk. Fluß Halys = Salzfluß) deutlich in diese Richtung weist: vgl. sal-ilá (altind.), al (armen.), hals (griech.), sal (illyr., lat.) etc. = Salz. Der bereits in prähistorische Zeit (Bronzezeit) zurückreichende Salzbergbau in Hallstatt und Hallein war stets auf festes Gestein ausgerichtet (im Stügerwerk Abbau erhalten!), nicht auf Sole-Gewinnung. Daher nicht gerechtfertigt, diese alten Betriebe von halla (ahd.) = großes Haus, als Hinweis für Sudhaus, abzuleiten, nicht auf hallus (got.) = Klippe, Steine (da stets nur in „Salz“-Orten und nie für andere markante Felsklippen verwendet), nicht von gol (indog.) = spalten, für spaltbare Salzkristalle.
- Hannbaum-Antiklinale (B, NE Windischgarsten, OÖ): Hahnbaum = Baum (Wald), wo der Birkhahn aufsitzt.
- Häringner Schichten (O, Tir.): 1298 ze Herringe; zu PN Heri (= Krieger).
- Hartberger Schichten (O, Stmk.): 1128 Hartperch; hard (ahd.) = hart (mhd.) = Wald oder Heidefeld.

- Haselgebirge (AL/Ö): 1798 (F. A. REUSS, S. 82), 1802 (L. v. BUCH, S. 157), 1806 (J. KARG, S. 216), 1821 (CH. KEFERSTEIN): Hasselgebürge, Haselgebirge. Eine (permissche) Serie aus Salz, Gips/Anhydrit, Ton und Brekzien. Gilt als alte Bergmannsbezeichnung (Lex. strat.), aber Name nur bis ins 18. Jh. belegt, vorher bis 16. Jh. zurück „Salzgebürg“ Begriffsherkunft: Wohl von „Salz“ = sal – (indog.), hals (griech.) [während die Ableitung von den haselnußgroßen Salzgeröllen im Haselgebirge (vgl.: „Haselerz“ = feinknolliges Erz) wohl als Volksetymologie zu betrachten ist].
- Hasenfluh-Deckscholle (B, Vbg.): die fluo (Mz. flüe) bei Walsern wie in der Schweiz = Fels.
- Hausruck-Schotter (B, OÖ): 1088 Husruke; ? Hünesrucke (Volksphantasie) = Rücken eines Riesen.
- Hernalser Tegel (O, Wien): 1134 an der Alse, 1302 Herren Als (seit 1123 genanntes Herrengeschlecht). Als-Bach: aleti (litauisch, vorgerman.) = überschwemmt werden, nicht alisa (altslaw.) = Erlenbach, sondern → „die Überschwemmende“
- Hiefauer Tertiär (O, Stmk.): 1466 Hilflawn, 1471 Hyfflaw; wohl zu Hiefel (mundartl.) = hiufo (ahd.) = hiefe (mhd.) = Hagebutte → „Au mit Hagebuttensträuchern“
- Hierlatzkalk (B, OÖ): 1551 Hiellätz. Name nach Almbesitzer, unsichere Deutung.
- Hippold-Decke (B, Tir.): 1312 Hilpold; nach PN Hiltipold = „kampfkühn“
- Hochlantschkalk (B, Stmk.): 1369 Lontsch, 1487 Lantsch; eingedeutscht aus löcka (altsl.) = Wald.
- Hohe Munde-Störung (B, Tir.): munt (rätorom.) = Berg, auch für „Bergweide, Alm“ verwendet.
- Höllengebirgsdecke (B, OÖ): 1325 Die Höl; nach gewaltigem Kessel „In der Höll“ unter den Höllkogelabstürzen.
- Höllenstein-Antiklinale (B, NÖ): verballhornt aus „Höhlenstein“
- Höttinger Brekzie (O, Tir.): 1150 Hetningen, 1163 Heteningen; zu PN von hedin (altgerm.) = Pelz, Tiermaske für Kultttanz.
- Innsbrucker Quarzphyllit (O, Tir.): 1167/83 Inspruk, 1557 Oinispsons, Inn: i-, ei-, oi- (indog.) = gehen, laufen; en- (illyr.) = Wasser, Fluß.
- Inntal-Störung (F, Tir.): antik Aenus, 788 Enus; en- (illyr.) Wasser.
- Isar-Störung (F, Bay.): 1. Jh. v. Chr. Isara; is- (kelt.) = schnell bewegt; vgl. eis- (indog.) = ungestüm; verwandt: Ill, Iller („Isl-“), Volksst. Illyrer.
- Ischler Brekzie (O, OÖ): 748 Iskila, 890 Iscala; esc. (kelt.) = Wasser, vgl. röm. Ort Escensis in dieser Region.
- Isontische Unterstufe des Rhät (F/Hi, Sbg.): Isuntias (illyr.) = die Gehende, die Laufende; Isonta (lat.) = Salzach.
- Jaukenkalk (B, Ktn.): Mythische Benennung: javkati (slaw.) = klagen, javka (slaw.) = „Klageweib“; vgl. Klagenufer.
- Jessnitzfenster (O, NÖ): 1270 Giesenich, Yeseniz, 1306 Jesentz; Jezinica (altslow.) = Zornbach (nicht: Igelbach).
- Julische Unterstufe des Karn (B, Jugosl.): Alpes Iuliae (lat.) = Julische Alpen.
- Juvavikum als kalkhochalpine Einheit (R/Hi, Sbg.): Juvavum (lat.) = Salzburg, Djuvavum (illyr.): djù = Himmelsgott (vgl. Jupiter), -âvas = Zueignungs-Endung.

- Kaibling-Antiklinale (B, OÖ): 16. Jh. Khälbling; Kalweling: chalo (ahd.) = kahl → „Kahlenberg“
- Kainacher Gosau (O, Stmk.): 1070 Cheinahc (nach Flußnamen); chien, chen (ahd.) = kien (mhd.) = Kien, Föhrenholz, Föhre → „Föhrenfluß“
- Kaisergebirgs-Scholle (B, Tir.): Nach dem Kaiser-Hof (1222 Chaiser, 1473 Kaiser) im Kaisertal benannt.
- Kalksburger Schichten (O, NÖ): ca. 1235 Chalbsperger, 1276 Cahlbesperg = Kalbsberg, nach Adelsgeschlecht der Herrn von Kalb.
- Kamplinie (F, NÖ): 893 Campe; cambo (kelt.) = krumm; vgl. kampto (altgriech.) = krümme, berge.
- Karawanken-Überschiebung (B, Ktn.): 140 n. Chr. Karovangkas (Ptolem.); 1. entweder karvos (kelt.) = Hirsch → „Hirschgegend“, übersetzt košuta (slow.) = Hirschkuh; oder 2. vgl. kerwo (indog.) = gehörnt; oder eher 3. karra (Urwort) = Stein, vgl.: karkar (altind.) = hart; kranaos (altgriech.) = hart, felsig, carrac (altirisch) = Fels, Klippe etc. – Verwandte Namen: Krain, Carnia, Karnische Alpen, Karantana, Kärnten vgl. Karnische Stufe.
- Karnische Stufe (R, Ktn.): Carnia (lat.) = nördl. Friaul (Grenzgebiet Österr., Italien, Jugoslawien); Karnische Alpen – Kunstname für „Wälsche Berge“ Kärnten = Charantana (spätilyr.) = Karantana (kelt.): vgl. Karanto (illyr.) = Berg; vgl. Karawanken.
- Karwendelmulde (B, Tir.): 1431 Gerwendel; nach PN Gerwandil (dt.): Ger = Speer, Wandil = ein Volksname.
- Kaserer Serie (B, N vom Olperer, Tir.): Casearia (röm.) = Käserei.
- Katschbergschiefer (P, Sbg./Ktn.): 1290 Chaetzperge nach der Burg Rauchenkatsch (1123: Chats); antiker Name: Chatissa.
- Kaumberger Schichten (O, NÖ): 8. Jh. Cumeoberg, 9. Jh. Cumenberg als Name des Wienerwaldes aus mons Comagenus (röm.) hervorgegangen.
- Kellauer Deckscholle (O, Sbg.): ca. 1140 de Chele; kele (mhd.) = Kehle, spitz zulauende Enge.
- Kellerjochgneis (B, Tir.): 1427 Hofname „zum Keller“ am Pillberg, namengebend für Berggipfel dahinter.
- Keutschacher Störung (O, Ktn.): 1150 Chodessach; Hodiše (slaw.) = „bei denen des Hodoha“
- Klagenfurter Becken (O, Ktn.): 1193 Chlagenuurt; Klage = Todesopfer heischende Wasserfrau an Furten, hier an der Glan-Furt. Celovec (slow.): Cvilje = Klageweiber.
- Klementer Schichten (O, NÖ): 1168/86 Clemenstorf; zu PN Klement (lat. Clemens = der Sanftmütige).
- Kletschachgneis (B, Stmk.): 1293 Chletschach; Klenčah (slow.) = „bei jenen auf der Sandbank“ oder von PN abgeleitet.
- Klippitzörl-Störung (P, Ktn.): hlip (slow.) = Sturm → „stürmischer Übergang“ (auf der Saualpe).
- Kobernaufferwald-Schotter (B, OÖ): 1185 Couwerne, 1474 Kobernaus; entweder caverna (roman.) = Höhle oder grab (slaw.) = Buche?
- Köflacher Schichten (O, Stmk.): 1170 Chouelach; kofel (mhd.) = Kofel, Bergkuppe.
- Kohfidischer Schieferinsel (O, Bgld.): 1496 Gyepewfyzes (magy.); Gyepü (mag.) = Gehege, Füzes (mag.) = reich an Weiden; deutsch: Koh – von gehac (mhd.) = Gehege.

- Kollnitzer Basalt (O, Ktn.): 1145 Cholminza; cholo-muntsia (illyr.-kelt.) = Gipfelberg.
- Königstuhl (B, Sbg./Ktn./Stmk.): Nach mytholog. Vorstellung vom im Berg thronenden König Karl d. Großen.
- Koralmserie (B, Ktn./Stmk.): Karalbe; kar (vorindog.) = Stein, kar (mhd.) = Gefäß. Kor ist eine früher häufige Verschreibung von Kar.
- Kössener Schichten (O, Tir.): Kesse, Köse = Vertiefung in Triftbächen.
- Koschutatrias (B, Ktn.): košuta (slow.) = Hirschkuh: vgl. Karawanken.
- Krabachjochdecke (B, Tir.): 13. Jh. Crabach; krāwa (ahd.) = Krähe → „Krähenbach“
- Krappfeld-Gosau (O, Ktn.): 890 Chrapuchfeld; entweder „Feld des Krähenbuchenwaldes“ oder slow.
- Kraubather Serpentin (O, Stmk.): 1050 Chrowata; hrovat (altslow.) = Kroate bzw. bestimmter privilegierter Rechtsstatus bei Slowenen.
- Kremser Komplex (O, NO): 995 Cremisa (Stadt nach Fluß benannt); entweder krem- (indog.) = scharf, einschneidend → Grabeneinschnitt; oder Krem- (kelt.) = Lauch, Knoblauch → Lauchbach.
- Krimmler Trias (O, Sbg.): 1224 apud Chrumbel; chrumbi (ahd.) = Krümmung.
- Laaber Sandstein (O, NÖ): 1144 Loube, 1250/60 capella in Loup; loup (mhd.) = Laubwald, Laube aus Baumwipfeln.
- Laaer Fazies (O, NÖ): ca. 1150 La (Thaya); lä (mhd.) = Lache, Sumpf bzw. läwe = langsam fließendes Gewässer.
- Laaerberg-Terrasse (B, Wien): 1248 Loch; Laa: löch (mhd.) = liches Gehölz, Gebüsch.
- Lacische Unterstufe des Nor (R/HI, OÖ): in Laciadis (lat.) = Salzkammergut.
- Lachalpen-Deckscholle (B, Stmk.): 1332 Laechalben; vlach (altslaw.) = der Romane (vgl. ahd. walah).
- Ladiser Quarzit (O, Tir.): 1220 Laudes, 1300 Lautz; vgl. hiezu ponte de Laudes (roman.) = Pontlatz; lat-, luto- (indog.) = Schlamm, Schmutz, vgl. lutum (lat.) = Kot → „kotiger Boden“
- Lammeröfenfenster (K, Sbg.): 1124 Lámara; lam- (vorkelt., kelt.) = Schlamm, Geröll; oven (mhd.) = Höhle → „Auskolkungen am geröllführenden Fluß“
- Landseer Bucht (O, Bgld.): 1180 Landeser; Burg Landesère (mhd.) = Landeshre (verballhornt!).
- Langbath-Scholle (F, OÖ): 1259 Langwat; wat (ahd.) = Furt, langwat = Längsfurt, als Weg benützbarer seichter Wasserlauf.
- Lantschfeld-Quarzit (F, Sbg.): wohl eher von lanec (slow.) = Bergkette, -rücken; als von lonka (altslaw.) = Sumpf.
- Larsenn-Scholle (B, Tir.): möglicherweise von Laricionia (rom.) = Lärchenalm; larix (lat.) = Lärche, -enn (rom. Suffix).
- Laussa-Störung (O, Stmk.): ca. 1135 Luzah; luža (slaw.) = Lache, Sumpf, Au.
- Laußnitz-Miozän (F, Sbg.): Lužnica (slow.) = Laugenbach.
- Lavant-Flysch (O, Osttir.): Lavent (germ.) = l-Avunt (altrom.): l (bestimmter Artikel) = jenseits, Avuntum (Schreibung 5. Jh. für Römerstadt Aguntum) → „jenseits von Aguntum“
- Lavanttal-Störung (F, Ktn.): 890 Labanta (altslaw.) von Albanta (kelt.) = die Weißglänzende.

- Lechtaldecke (F, Tir.): Licus = Lech; leiqu- (illyr.) = flüssig, naß.
- Leimernschichten (AL, Vbg.): leime (ahd.) = Lehm.
- Leithakalk (F, Bgld.): 823, 1045 Litaha, Lajta (dt.); Ledahura (got.); lei- (indog.) = schleimig, glitschiger Boden, vgl. leios und litos (gr.) = glatt, limus (lat.) = Schlamm, leime (ahd.) = Lehm, Letten; nicht: hlítaha (ahd.) = Fluß am Steilufer (widerspricht auch der Realprobe).
- Leobener Kohlenmulde (O, Stmk.): 890 Liubina, ca. 1130 Leuben; entw. Ljubjana (altsl.) = „Liebental“ oder Liub (ahd.) = lieb; ident mit Ljubljana, Leoben a. a. O., Leuben, Loiben.
- Lermooser Mulde (O, Tir.): 11. Jh. Larinmos, Larimoos; möglicherweise zu larix (lat.) = Lärche → „Lärchen am Sumpf“
- Licische Fazies (F/HI, Ktn.): Licus (lat.) = Gail; lei-, leiquos (indog.) = flüssig.
- Lidaun-Übergleitung (B, SW Fuschlsee, Sbg.): 1209 Lintovvesbach; Lutona: lut (kelt.) = Schmutz, Morast.
- Limbach-Mulde (F, Osterhorngrp.-SE, Sbg.): 1130 Lymbach; leim (mhd.) = Lehm.
- Lienzer Dolomiten (O, Osttir.): 1022 Luenzina; 1070/80 Loinza; Lonkina: lonk- (kelt.) biegen, krümmen → „bogenförmig gekrümmtes Talstück“ für den Ort Lienz nach seiner Lage. Der Begriff „Lienzer Dolomiten“ ist ein künstlicher Name des 19. Jh. (nach Antrag beim Dt. Öst. AV.) an Stelle der alten bodenständigen Bezeichnung „Die Unholden“ für diese Gebirgskette.
- Liesabichl-Schollenzzone (B, Ktn.): Lišć (slaw.) = Lichtung → „kahler Hügel“; nicht: „liegst-da-Bichl“ (Volksetymologie).
- Liesingmulde (F, NÖ): 1120 Liesnikhe; lésnica (slaw.) = Waldbach; vgl. les (slaw.) = Wald.
- Lilienfelder Gosau (O, NÖ): 10. Jh. Lilliveld, 1209 Lienenuelt; lilje (mhd.) = Lilie, nach der häufigen Nießwurz (*Helleborus niger*) der Umgebung; oder nach liola (ahd.) = liebe (mhd.) = Waldrebe.
- Linzer Sande (O, OÖ): ca. 400 Lentia (spätlat.); unsicher: lentos (altkelt.) = gekrümmt (an der Donaukrümmung) oder PN Lentius (kelt.), kaum nach lenta (kelt.) = Linde.
- Lobminger Schuppenzone (O, Stmk.): 891 Luminicha; 1050 Lominicha; lom- (slaw.) = Bruch; lomniča (altslaw.) = „der Bach am Erdbruch“, Wildbach.
- Loferer Schichten (O, Sbg.): 1188 Lovir (Loferbach); lov (kelt.) = Sumpf, -ara (vorkelt.) = Gewässer.
- Loibersdorfer Sande (O, NÖ): 1083 Liupmannesdorf, 1125/30 Livbesdorf, ca. 1200 Liubansdorf; zu slaw. PN Ljuban (ljub- = lieb).
- Loicher Schuppe (F, NÖ): 1307 Levch, 1380 Lëukch; leuck- (indog.) = leuchtend, licht; vgl. leukos (gr.) = licht, weiß → „die Weiße“; gleichnamige Flüsse im Pielachgebiet: 1. Loich (s. o.), 2. Pielach: biela (slaw.) = die Weiße, 3. Weißenbach (dt.).
- Loisach-Störung (F, Bay.): klu (indog.) = hlût (ahd.) = laut; leo, liu, loi (alter Dial.) = Gewässer → „lautes Gewässer“
- Lölling-Störung (O, Ktn.): 1074 Lel mons; Milelina (slaw.) = „Gegend des kleinen Mileslav“
- Lorea-Antiklinale (B, Tir.): Berg nach der Lorea-Alpe benannt; lura (lat.) = Trichter; luraria (roman.) → „Alpe in trichterartiger Vertiefung“
- Luggauer Decke (B, Ktn.): 1374 Lukaw; lukavati (slaw.) = spähen, wachen; → „Warte“

- Lungauer Fazies (R, Sbg.): 923 Lungouue; unsicher: Löne (vorslaw.) = Ahorn, als Lun ins slowen. übernommen; Realprobe: möglich, Bergahorn nicht selten.
- Lunzer Schichten (O, NÖ): 1204 Livnze, 1324 Luntz; unklar: ? lonec (slow.) = Topf – nach der Beckenlage?
- Madrisa-Spurschollenzone (B, Vbg.): nach der gütigen Alpfee Madrisa (in Dolomiten: Merisana, älter Madrisana): von „mater“ im Sinne von Erdgeist, Fruchtbarkeitsgöttin.
- Mailberger Bruch (O, NÖ): 1055 Movriberg, 1081 Mouriberch; Ouriperch (ahd.) = Ahorn (avorje)-Berg.
- Maissauer Granit (O, NÖ): 1114 Missow (ahd., entlehnt aus slaw.): „mys-evo“ (altslaw.) = „Gegend der Mäuse“, oder Maiß (dt.) = Jungwald.
- Maiszinken-Antiklinale (B, NÖ): Mais (Maiß) (dt.) = Holzschlag oder Jungwald.
- Mallnitzer Mulde (O, Sbg.): ca. 1300 Melnitz; Maliniča (frühslaw.) = Kl. Möll (s. d.).
- Maltatal-Störung (F, Ktn.): 957 Malontina; entweder mal (illyr.) = Anhöhe → „auf der Anhöhe gelegen“ oder: Steingegend, Steinburg.
- Mandlingkeil (O, Sbg./Stmk.): 977 ad Medelicham, 1140 Manlich; Manilika (altslaw.) = „Sattelbach“ oder vorslaw.
- Mandlingschuppe (B, NÖ): 1357 an der Maenlich; Moniliča (altslaw.) = „Gegend am Sattel“
- Matreier Zone (O, Osttir.): ca. 995 Matereia, 10. Jh. Maturegio; viell. matris = Gehölz, (oder Matreia = Ort der Matronen).
- Mattersburger Schotter (O, Bgld.): 1202 villa Martini, 1320 Martinsburg; nach PN Martin (Kirchenheiliger).
- Mattseer Helvetikum (S, Sbg.): 817 Mathaseo; Maduca (kelt.): mad- (indog.) = fließen.
- Maulser Trias (O, Südtir.): ca. 985 Mules; mola (lat.) = Mühle.
- Mayerling-Schürfling (O, NÖ): 1136 Murlingen; Meuerling = „Anwohner an altem Gemäuer“, meist auf römische Überresteweisend.
- Melitzenscholle (B, Ktn.): melje (slaw.) = Geröll, Sand; melica (slaw.) = Geröllbach.
- Melker Sand (O, NÖ): 831 Medelica (Melkfluß), 892 Medelicha; medel (slaw.) = schwach, trüb, langsam → „träge fließender Bach“; kaum: medjiliča (frühslaw.) = Grenzfluß.
- Melturner (= Malturner) Fenster (O, NÖ): 1504 Meltewrer, 1564/65 Mallern, 1565/70 Malter; „Malter“ (mhd.) = Getreidemaß für Menge, die auf einmal gemahlen wird; kaum zu PN „Mehlteuer“
- Messerner Bogen (O, NÖ): Mezzare, 1318 Mezzarn; meizzen (mhd.) = roden, meiz = Holzschlag; -arn = Suffix f. Personen.
- Metnitz-Fenster (F, Ktn.): 898 Motniz; Montinica (altsl.) = Trübenbach.
- Micheldorfer Scharung (O, OÖ): ca. 1100 Michilindorf, 1270 Mycheldorf; michel (mhd.) = groß, stark.
- Michelstettener Schichten (O, NÖ): 1136 Michilnsteten; michel (mhd.) = groß, stark; stat (ahd., mhd.) = Ort, Stelle.
- Millstätter Serie (O, Ktn.): 1137 Milstat; Melissa (vorslaw.) = Leitenbach.
- Modereckdecke (B, Sbg.): Madereck (verballh.); entweder von modr (altsl.) = blau, oder mader (mhd.) = Marder.

- Mödlinger Scholle (O, NÖ): 903 Medilichha; gleiche Bedeutung wie Melk (s. o.).
- Mohnenfluh-Halbklippe (B, Vbg.): nach den unterlagernden Mohnen (mone = Mäher, Mähwiesen); Fluh (fluo, Mz. flüe – bei Walsern wie in der Schweiz) = Fels.
- Möllbruch (F, Ktn.): 1072 Molna; mol- (indog.) = Berg, molina (indog.) = Bergbach.
- Mollner Linie (O, OÖ): 1233 Moln, 1377 Möln; smola (slaw.) = Pech.
- Molter Schichten (O, NÖ): 1076 Molte; molt (ahd.) = Erdhaufen, Humusboden.
- Montschein-Antiklinale (B, Tir.): von monticinu (roman.) = Bergl, kleine Bergweide.
- Moosbierbaumer Konglomerat (O, NÖ): 1146 Pirinbom; mos (ahd.) = Sumpf, Birboun (mhd.) = Birnbaum → „Birnbäume am Sumpf“
- Müllendorfer Kreide (O, Bgld.): Milichdorf (mhd.) → „Milchdorf“ nach milchiger Trübe des Baches aus dem kreidigen Leithakalk.
- Muntanitzzschuppe (B, W Dorfertal, Osttir.): mons (rom.) = Berg, Endung slaw.
- Muntigler Flysch (O, Sbg.): 1125 Muntingele; monticulus (vulgärlat.) = Berglein.
- Murauer Kalk (O, Stmk.): 1250 Murawe; dt. = „Au an der Mur“ Mur (Fluß): 890 Muora: maros (illyr.) = breiter, übertretender, Morast bedingender Fluß; vgl. mar-, mor- (indog.) = Moor.
- Mürzalpendecke (B, Stmk.): 860 Moriza; -ica (slaw.) Verkleinerung von Mur (s. d.).
- Muttekopf-Gosau (B, Tir.): mut (indog.) = mutilus (lat.) = stumpf → „(eis)gerundeter Höcker“
- Nesselwängle-Halbfenster (O, Tir.): Nezila (ahd.) = Nessel → „Nesselwiese“
- Nockstein-Schuppe (B, Sbg.): hnac (ahd.) = Erhebung, Nock (Berg mit gerundetem Gipfel).
- Noreia-Linie (O/HI, Ktn.): N. war vierte Poststation der Römerstraße Virunum-Ovilava (beim heutigen Ort Lind bei Neumarkt). Noreia (norische Hauptgöttin) = Männerschützerin. Illyr. Name: snau- (indog.) = fließen → „zum Fluß gehöriger Ort“
- Norische Linie (R/HI, Stmk.); Norische Stufe (Stmk.): Norikum (röm. Provinz in Österreich), benannt nach Keltenstamm der Noriker, deren Name vom Stadtnamen Noreia abgeleitet wird (s. d.).
- Nötscher Karbon (O, Ktn.): 1253 Nezzach; Netzaha (ahd.) = „Ache, die das Ufer netzt“
- Nüziders-Fenster (O, Vbg.): 820 Nezudene; nozza (kelt.) = Brocken, Fels; udra (indog.) = Weg → „Weg am Hangenden Stein“
- Obdacher Linie (O, Stmk.): 1190 Obdach; O. (ahd.) = Halle.
- Obirdecke (B, Ktn.): Vgl. 1154 Ort: Ebriach aus slaw. Obrjah („am Obir“); ober (slow.) = Aware, Riese.
- Ödenhoffenster (H, NÖ): 1515 am öden Hof; → „In der Einöde gelegener Hof“
- Ollersbacher Konglomerat (O, NÖ): 1108 Algerspach, 1120 Adalgerisbach; zum PN Adalgër.
- Opponitzer Kalk (O, NÖ): 1250/60 Opotnitz, Zopotnitz; sopot (slow.) = „Wasserlauf, Wasserfall“
- Ortler-Trias (B, Südtir.): 1772 Ortles, 1804 Orteles (Berg); nach Gehöft Ortla in Sulden: 1382 Abraham dictus Ortla, 1427 Ortel-Hof; nach PN Ortl = Koseform f. Ortwin (altdt. Recke der Dietrichsepen).

- Ossiacher Störung (O, Ktn.): 1169 Ozziacum; Osoje (slaw.) = abseits vom Sonnenschein, Schattseite.
- Ostrongdecke (B, NÖ): 1379 Oesstragen, 1357 Ostrogen, 1429 Ostrang; oztrog (slaw.) = Sporn, vorspringender Bergrücken.
- Ötscherdecke (B, NÖ): ca. 1100 Othzan, ca. 1295 Oetschan; oče (slaw.) = Vater (berg); vgl. Altvater.
- Ottninger Schlier (O, OÖ): 1144: Ottenanch; Otenwang (mhd.) = Wiese des Otto.
- Ötztal-Decke (F, Tir.): 1166 Etz, Ezzetal; nach dem Ort Oetz, Etz (ahd.) = Weidefläche.
- Paaler Konglomerat (F, Stmk.): 1384 die Payl, 1414 die Pacl (Bach), 1451 die Pell; pavila (kelt.): unklare Bedeutung.
- Packer Störung (P, Stmk.): 1245 Paka; Poka (slow. mundartl.) = Spalte.
- Pailwand-Deckscholle (B, Sbg.): bil (mhd.) = Steinhaue; vgl. bhil (skr.) = spalten → Beilstein = steilaufragender Fels [vgl. Peilstein].
- Paltental-Störung (F, Stmk.): 1041 Baltal, 1048 Palta; balta (illyr.) = Sumpf, bolto (slaw.) = Sumpf, Teich.
- Parndorfer Platte (O, Bgld.): 1268 Perun, 1423 Parendorff; Parindorf (ahd.) nach PN Paro.
- Passailer Phyllit (O, Stmk.): 1230 Pozile, 1242 Poseyle vallis; Ableitung von PN.
- Peilstein-Schuppe (B, NÖ): 1311 Pailnstain; bil (mhd.) = Steinhaue; Beilstein = steilaufragender Fels; wohl nicht aber „Platz vor der Wand, an dem sich das gehetzte Wild den bellenden („bilen“) Hunden stellt“
- Petzendecke (B, Ktn.): 970 Petza, 1065 Petzala; mythisch bestimmt: Petza (ahd.) = Koseform zu Perhta; „Bercht“ = Anführerin der Toten; laut Sage schläft dort im Berg König Matthias.
- Pezid-Serie (B, Pezidkof NW Pfunds, Tir.): picetu (vulgärlat.) = Fichtenwald.
- Pfannock-Schichten (B, Ktn.): phanna (ahd.) = Pfanne; nach pfannenartigem Kar benannt.
- Pfitscher Dolomit (P: Pfitscherjoch, Tir.): 1186 Phize(tal); fictas = eingerammte Pfähle, Wehre; vgl. lokaler Gegendname „die Wöhr“
- Pfundser Einheit (O, Tir.): 1282 Pfondes, Pfundes; fundus (lat.) = fuonz (bündnerroman.) = Grund, Boden → „nutzbares Grundstück“ Nicht von ponte (roman.) = Brücke.
- Pielacher Tegel (F; NÖ): 811 Bielaha; biela (slaw.) = weiß, aha (ahd.) = Wasser, Fluß → „Weißwasser“; vgl. Loich.
- Piesting-Schotter (F, NÖ): 1020 Piestniche, 1020 Biestricha; entweder von pēsuku (altslaw.) = pesek (slaw.) = Sand, eher: Bēsniča (urslaw.) = „die Rasende“
- Pinkfelder Tertiärbucht (O, Bgld.): 860 Peinicahu (Flußname der Pinka), 885 Peinichaha; „Pēniča“ (altslaw.): pena (altslaw.) = Schaum, aha (ahd.) = Wasser → „Schaumbach“
- Pinzgauer Phyllit (R, Sbg.): 790 Pinuzgaoe; binuz (ahd.) = Binse, gouwi (lat. pagus) = Gau; die Nennung Bisontium (8. Jh.) unabh. davon, vom Keltenstamm der Ambisonten – nicht von bison (lat.) = Wisent.
- Plassenkalk (B, OÖ): 1787 Blassen; wahrsch. von „bloß“ (kahl).

- Pleislingdecke (B, Sbg.): vor 1250 Plaevsnich alpis; plavu (altslaw.) = fahl, weiß; wohl nach dem aus weißem Dolomit aufragenden Pleislingkeil.
- Pleißingdecke (O, NÖ): 1320 Pleusings; plužinik (altslaw.) = Pflugschar.
- Plengedecke (B, Ktn.): 1810 Plänge; blenken = blinken, schimmern; Plenge = hoher Berg mit nacktem Fels.
- Pleschaitzkalk (B, Stmk.): 1304 Plessheutz; plešivec (slow.) = Kahlkopf.
- Pleschberg-Schuppe (B, Stmk.): pleš (slow.) = kahl.
- Pleschinger Phosphoritsande (O, OÖ): 1350 Pleschyngen; plešina (slaw.) = kahle Stelle.
- Plöckener Fazies (P, Ktn.): 14. Jh. Die Pletich; bleteche, blecke (mhd.) = großes Pflanzenblatt, Huflattich; mundartl. Plotschen.
- Pöllerlinie (P, Stmk.): poljana (slow.) = flaches Gelände, Flachland, Feld.
- Pölslinie (P, Stmk.): 860 (Ort:) ad Pelisam, 890 Pelissa; ca. 1080 (Fluß) Pels; pel- (indog.) = fließen; nicht bhel (indog.) = glänzend; illyr. Name.
- Pörtbacher Störung (O, Ktn.): Po-rečah; po (slow.) = bei, reka (slow.) = Bach → „bei den Anwohnern des Baches“
- Pötschenkalk (P, OÖ/Stmk.): 1265 Beten, 1430 Pechsen, 1456 Petschen; Pečina (altslaw.) = felsige Gegend; peč = Fels.
- Prager Schichten (O, Südtir.): Proges (-Tal); von bracu (gallisch) = Morast.
- Praterterrasse (R, Wien): 1403 Pratter; nach der einem Bratspieß ähnlichen Flurform; nicht von Prado = Wiese.
- Prättigauschiefer (R, Schweiz): 1117 Pertennis; val Partens; 1338 Brettengöw („Gau“): verwandt mit keltischem Stammesnamen Pritenni; „Britannia“ als Bezeichnung der Gallier seit 4. Jh. v. Chr. für einen noch im Mittelalter so bezeichneten Gau in Graubünden; nicht von Prado = Wiese.
- Preberstörung (B, Sbg./Stmk.): n. 1321 Prebarn, 1414 Prewar; preval (slow.) = Krümmung.
- Prebichlkonglomerat (P, Stmk.): 1314 Prepuhel; dt. „Brettbüchel“ im Sinne eines Hügels aus Schieferplatten, nicht von slow. prebuch = „dem Wind ausgesetzt“
- Predlstörung (H: S Gurk, Ktn.): 1422 Predal; predel (slaw.) = Bergübergang, Sattel.
- Pretuldecke (B, Stmk.): 1289 Predul; predel (slaw.) = Sattel, Scheideweg; oder predolije (altsl.) = Zwischental.
- Priedröfnis (B, Gurkt. Alpen, Ktn.): predrebo (slaw.) = Vorderrippe.
- Prijaktscholle (B, Tir.): etwa: pri (slow.) = bei, jak (slow.) = vortrefflich; wohl → „bei der guten Weide“ oder „beim Gutenberg“
- Prolesdecke (B, Stmk.): 1331 Prolaz; prolaz (altslaw.) = Durchgang, enge Wegstrecke, Paß.
- Prutzer Serie (O, Tir.): 1380 Paruz; nach PN.
- Pusterer Linie (F, Tir.): ca. 995/ca. 1005: Pustrissa; bhrust (indog.) = „bogenförmig gekrümmte Gegend“, nicht von pustu (slow.) = leer.
- Pyhrnlinie (P, OÖ): 1146 Pirdine; brdo (slaw.) = Bergkamm, vor 850 aus slaw. Brdina ins Bayrische übernommen.
- Quechenbergschuppe (B, Sbg.): 1130 Twerthenberc; twēr (mhd.) = querliegend.
- Raabser Serie (O, NÖ): 1104 cestrum Racouz, Rakouz, Ragaza; nach ahd. PN Ratkoz;

- danach von Tschechen alle Österreicher als Rakousy („die Leute des Ratkoz“) bezeichnet.
- Raasbergserie (B, Stmk.): ca. 1180 Riust, 1272 Raeis; (h)rīs (ahd.) = rīs (mhd.) = Reis (mundartl.) = Gehölz, Gebüsch: zu hrisjan (got.) = schütteln (als Bewegung der Zweige).
- Radentheiner Serie (O, Ktn.): 1177 Radentin; Rade(n)tin(j)a (altslaw.) = „Gegend des Radeta“, nach PN Rade(gost).
- Radmerstörung (O, Stmk.): 1426 Redmir; zu slaw. PN Radomir.
- Radstädter Quarzphyllit (O, Sbg.): 1074 Radistat; entweder von slow. PN Rad(oslaw) oder von radu (slow.) = lieb, nicht von rad (niederdt.) = Sumpf.
- Raggal-Scholle (O, Vbg.): 1387 Rungäl; Runcal = Rodung.
- Raibler Schichten (O, Ital.): 14. Jh. Rabl; rabelj (slaw. Lehnwort) = Henker.
- Raminger Kalk (O, OÖ): 1110 Rubiniccha, 1200 Rubnich, 1390 Remykch; Gewässername; rybinika (altslaw.) = Fischbach, vgl. Reifling; angebl. Verwechslungen eingetreten.
- Ramsaudolomit (O, Berchtesgaden, Bay.): Rams-au: hramusa (ahd.) = Rams, Bärenlauch, Allium ursinum → „Bärenlauchau“
- Rannachserie (F: SE Mautern, Stmk.): 1373 Rennach; Ron, Ronen (bayr.) = liegen geliebener Windbruch von Bäumen; „liegendes Windwurfholz“
- Rappoldserie (Rappoldkgl.: SE Fohnsdorfer Becken, Stmk.): nach PN Ratpolt: rad (ahd.) = Ratgeber, bald (ahd.) = kühn → „kühner Ratgeber“
- Rasing-Deckscholle (O, Stmk.): 1371 Resnikkek (für Rasing-Bach); rak (slaw.) = Krebs, racnik (slaw.) = Krebsreuse.
- Rauriser Phyllit (O, Sbg.): 1122 Rurese, 1135 Rures; viell. rus, ruris (lat., rom.) = Feld, Landgut; oder keltisch.
- Raxlandschaft (B, NÖ/Stmk.): 1327 vallem Rechen (Raxental auf Rax-Südseite); rah (ahd.) = rach (mhd.) = rau, starr; Raxalpe → „rauhe, vegetationslose Alpe“; vgl.: rakksn (steir. mundartl.) = steiniges Grundstück; nicht slaw.
- Rechnitzer Serie (O, Bgld.): 1265 Rechenz; orēch (altslow.) = Nuß.
- Reckner-Decke (B, Tir.): 1613 Reggenert, 1770 Reckener; nach Hofname „der Reckh“ (1427) in Volders; Recke damals im Sinne von herumziehender Krieger.
- Reichenhaller Kalk (O, Bay.): 760 Halla; Hall = Salz (vgl. Hallstatt).
- Reichraminger Decke (O, OÖ): vgl. Raming.
- Reiflinger Kalk (O, Stmk.): 1082 Rubinicha, ca. 1313 Refnich; entw. Rubinika von rubiti (slaw.) = schlagen, roden, oder Rybnika (slaw.) = Fischbach.
- Reisalpendecke (B, NÖ): „reisen“ = Herabrieseln des Gesteins.
- Reiteralmdecke (B, Sbg.): Nach Ort Reit (Sbg.): riuti (ahd.) = riute (mhd.) = Reut, das Gerodete; vgl. ruth (germ.) = rütteln.
- Remschenig-Störung (F, Ktn.): 1202 Remsnig; slaw. Remšenič; šremšenič (slaw.) = Graben.
- Ressensandstein (B: SE Gosau, OÖ): 1325 Röttenpach, Rotenpach; rotin (ahd.) = rot, roten (ahd.) = erröten, nach rötlicher Farbe des Lehms, der den Bach in diesem Gosau-Becken färbt.
- Rettenstein-Halbklippe (B, Sbg./Tir.): rotin (ahd.) = rot, nach dem rötlichen Eisengehalt im Kalk.

- Retzer Sand (O, NÖ): 1180 Rezze; réčica (slaw.) = „Flüßchen“
- Rhätische Stufe (R/HI, Vbg.): Rhaetia = röm. Provinz; Rhätikon ist kein alter Gebirgsname, sondern wurde 1518 vom St. Galler Humanisten Vadian der Darstellung des römischen Geographen P. MELO entnommen, der die altkeltische Bezeichnung Retico (40/50 n. Chr.) für einen hohen Berg in Germanien erwähnt und irrtümlich auf die Rhätikonkette bezogen hatte.
- Riegerin-Mulde (B, Stmk.): -in bezeichnet Bindung von Sachen weiblichen Geschlechts an Besitzer: z. B. „Die Wiese des Rieger“ = Riegerin.
- Rieserferner Tonalit (B, Tir.): rise (mhd.) = Ries, Riese, Schutt-Rinne im Gebirge; Ferner (rätorom.) = Gletscher: fern (frühmhd.) = verne (mhd.) = im vorigen Jahr, vgl. perno (indog.) = vorjährig; gemeint ist der zu Firn gewordene Schnee früherer Jahre; vgl. vedretta (ital.) = Gletscher aus lat. vetus = alt.
- Riffeldecken (B, Sbg.): Riffel = hoher gezackter Bergkamm, Holzkamm; rifilā (ahd.) = Säge, rif(f)el (mhd.) = Hacke; vgl. kri- (indog.) = scheiden, trennen.
- Ritzinger Sande (O, Bgld.): aus 11. Jh., 1425 Ryczyng; -ing Name zu PN Ritzo (ahd.).
- Rodlstörung (F, OÖ): 777 ad Raotulu (Flußname); raot (ahd.) = die Rote, nach dem durch Eisenoxyd aus dem verwittert. Kristallin rötlich gefärbten Wasser des Flusses.
- Rofanbrekzie (B, Tir.): 15. Jh.: In der Rafan, Rovent; roa (ladinisch-grödner.) = rova (lat.) = rovina (roman.) = Mure, Murschutt. Rovanea munt (roman.) → „Berg mit Muren“
- Rogatsbodener Fenster (O, NÖ): 1076 Rogacz silva; rogáča (slow.) = Berg, bodem (mhd.) = Ebenheit → „Berg mit Verebnung“?
- Rüfispitz-Deckscholle (B: NE Zürs, Tir.): zu PN Ruef = ahd. Rudolf (= ruhmreicher Wolf).
- Ruitelspitz-Halbklippe (B: SE Bach, Tir.): riuti (ahd.) = riute (mhd.) = Gerodetes; riuten (mhd.) = roden. Ruitel → Reutl, „kleines Reut“
- Ruster Schotter (O, Bgld.): 1385 Rusth, 1393 Rust, 1472 Rwst alias Syl (1317: Ceel als ungar. Bezeichnung); Rust (mhd.) = Rüster, Ulme; szil (magy.) = Ulme → „freistehende Ulmen“
- Saalachbruch (F, Sbg.): 798 Sala; entweder sal (indog.) = fließen, eilen oder salha (ahd.) = Saalweide.
- Saalfeldener Rauhwacke (O, Sbg.): 747 Salafelda; Saale = Saalach (s. d.), Rauhwacke = „löchriger, rauher Stein“ (wacko [ahd.] = Stein).
- Salzachstörung (F, Sbg.): Salzaha = Salzache: deutscher, neuer von Bajuwaren vergabener Name für urspr. Flußnamen Isonta (lat. nach illyr.) – s. d.
- Sandlingdecke (B, OÖ/Stmk.): 1570 Sändling; sendl (mundartl. im Salzkg.) = Heidekraut, Erika; oder von sant (ahd.) = Sand, da hier wiederholt Steinschläge (bis Bergstürze) auftraten.
- Sattnitzkonglomerat (R, Ktn.): Sotnica (slow. mundartl.); Sot- (slow.) = Gebirgsweg; Name der Ebene vom Höhenzug südl. Klagenfurt übertragen.
- Saualpen-Decke (B, Ktn.): nach dem Aufenthalt von Wildschweinen; vgl. Ort Eberstein.
- Scharitzkehl-Überschiebung (A: SE Berchtesgaden, Bay.): sceran (ahd.) = schern (mhd.) scheren, einschneiden (indog.: [s]ker-): Schar in Flurnamen = „abschüssiges

- Gelände, Abhang“; kela (mhd.) = kele (mhd.) = Kehle, Engtal; demnach → „Alm in engem, abschüssigen Tal“
- Schärdinger Granit (O, OÖ): 806 Scardinga; zu PN Scardo: sker- (indog.) = schneiden.
- Scheibsbachschichten (F, NÖ): 1349 Scheibspach (Ort: 1160 de Schibis) wohl von Scibisa (alter Name f. Oberlauf der Erlauf), kaum von šipišće (slaw.) = bei den Hagebuttensträuchern (šip = Hagebutte).
- Schladminger Kristallin (O, Stmk.): 1180 Slacbnich, 1184 Slabenich; žlabnik (alt-slow.) = „Schluchtberg“
- Schmelzfenster (O, NÖ): nach Erzschnelze für die Silbererze von Annaberg.
- Schöcklkalk (B, Stmk.): 1147 mons Sekkel, 1348 Tsekel; čekati (altslaw.) = warten, lauern; čekalo = „Warte, Spähort“; kaum von cęgl (slaw.) = einzig (einzig, überrasgender Berg).
- Schöderlinie (O, Stmk.): 1181 Seder; schot (mhd.) = ein Getreidemaß?
- Schöpfl-Klippenzone (B, NÖ): 15. Jh. Schöpflein; → Waldschopf.
- Schrambachschichten (F, Sbg.): 8. Jh. Scratinpach, 1285 Schranpach; entw. schraemen (mhd.): krümmen (nach Gefälleknic) oder schrât (mhd.) = spritzen.
- Schrattenberger Bruch (O, NÖ): 1256 Schretenperge; Schratten = Karren („rissiger Berg“) oder zu PN Scrâto.
- Schremser Granit (O, NÖ): 1179 rivulus Schremelize; čirvenica (slaw.): čirmen = rot, nach Eisenoxyd-Rotbraunfärbung der Bäche im Waldviertel-Kristallin.
- Schwarzawa-Fenster (F, Mähren) = Svratka-Fenster (tschech.): 1048 Swarzaha (dt.) = Schwarze Ache; um 600 buchstäblich tschechisiert; Nebeneinander von dt. und tschech. Volksgruppen d. h. hier mindestens 600 bis 1048.
- Schwazer Dolomit (O, Tir.): 930 Súates, ca. 1180 Suuattes; unklar: swadu (got.) = Fußspur oder nach Volksstamm Saevates.
- Schwechatfenster (F, NÖ): 1034/41 Svechant (Fluß); swechen (mhd.) = stinken → „die Stinkende“ wegen der Badener Schwefelquellen.
- Schwendter Synklinale (O, Tir.): swant (ahd.) = zum Schwinden bringen, schwenden, roden.
- Scesaplana-Scholle (B, Vbg.): 1742 Schaschaplana; sassa plana (rhätorom.): saxum = Fels, planus = eben.
- Seckauer Granit (O, Stmk.): 1142 Seccowe; sek (slaw.) = Rodung des Waldes.
- Seidlwinkltrias (F, Sbg.): verballhornt: Seitenwinkeltal.
- Seisenburger Fenster (O, OÖ): 1329 Seusenburch; süsen (mhd.) = sausen, → „die saulende Burg“ nach Sturmtosen.
- Semmering-Quarzit (P, NÖ/Stmk.): 1141 Cerewaldum, 1146 Cerwalt, 1227 Semernic; čemernik: čeméra (slow.) = Nießwurz = → Schneerosenberg; nicht von smréka (slow.) = Fichte.
- Semriacher Schiefer (O, Stmk.): 1265 Sembriach; smreka (slow.) = Fichte.
- Sevatische Unterstufe des Rhät (V/HI, Sbg.): Sevater = kelt. Volksstamm zwischen Inn und Enns.
- Siegggrabener Deckscholle (O, Bgld.): 1222 Sikrynpotok; nach PN Siggrim (ahd.) = Siegeshelm.
- Sievriinger Schichten (O, Wien): 1156 Suveringin; nach PN Subar (ahd.) = rein, -ing: Sipensuffix der Karolingerzeit.

- Silltalstörung (F, Tir.): 1187 Sulle; sol, sul (ahd.) = Schlamm.
- Silvretta-Decke (B, V/Tir.): 1780 noch „die Gebirge Fermunt“; 1571 Saffreta, 1811 Selvretta; erst durch Geologen Studer und Escher v. d. Linth „Silvretta“ eingebürgert. Salvretta als roman. Verkleinerung des Alm- und Talnamens Saluver: saluber (lat.) = gesund, nutzbringend → „für das Gedeihen des Viehs förderliches Almland“; nicht: „super-itta“ = ganz oben.
- Sinnersdorfer Konglomerat (O, Stmk.): 1499 Sindersdorf; zu ahd. PN Sini, Sino.
- Sölker Störung (F, Stmk.): antik Salica, 1080 Selicha, 1150 Selch; sal- (illyr.) = Bach, fließendes Wasser (vgl. Saalach, Saale); nicht von čeliča (altslaw.) = „Stirnbach“
- Solsteinantiklinale (B, Gr. Solstein, Tir.): möglicherweise der Sulfenstein von 1431; sulva (roman.) = silva (lat.) = Wald.
- Sonnblick-Walze (B, Sbg./Ktn.): 1565 Sunplickh; blick (alte Form) = blitz → „Spitze, über die die Sonne mittags am stärksten blitzt“
- Sparerschuppe (B, Sbg./OO): wohl von sparwer (mhd.) = Sperber.
- Speiereckdecke (B: b. Mauterndorf, Sbg.): Speier (ahd. spīre) = Spierschwalbe, Mauersegler; sper (ahd.) = spier (mhd.) = Spitze (Name dieser Schwalbenart nach spitzen Flügeln). Speiereck d. h. → Schwalbenberg; nicht Speik-eck.
- Spitzer Marmor (O, NÖ): 9. Jh. Spizzun; spizzi (ahd.) = Spitze.
- Spullersee-Mulde (S, Vbg.): Spullers (illyr.) nach PN, vgl. Sepullius.
- Staatzer Klippe (O, NÖ): 1072 Stöz, 1125/30 Stoice; stavica (altschech.) = Befestigung.
- Stangalmtrias (A, Ktn.): wahrsch. nach Aufstellung von Lärmstangen, die am ersten Sonntag der Fasten zur Dämonenbekämpfung abgebrannt wurden.
- Starhembergkalk (Burgruine, NÖ): 1146 Starkimperch, Starchemberc = „der starke Berg“
- Staufen-Höllengebirgs-Decke (B, Ö/Bay.): 1305 Stouff; stouf (mhd.) = „hochragender Fels“; vgl. steap (angelsächs.) = steil.
- Steyrling-Fenster (F, OÖ): 1160 Stirnich (vgl. 983 Stira = Steyr); Stirbnika (slaw.) aus štir (vorslaw.) = sti- (indog.) = (stehendes) Wasser.
- Stixenstein-Antiklinale (O, NÖ): 1343 Stuchsenstain; nach Familie Stuchsen von Trautmannsdorf benannt.
- Storzdecke (B: S Muhr, Ktn.): starz (mhd.) = štor (slaw.) = Baumstrunk.
- Straußental-Störung (O, Stmk.): verballhornt: Straußental, an alter Salzstraße SE Aussee.
- Strobl Fenster (O, Sbg.): 1533 nach dem Geschlecht der Strobl benannt; Strobl = der Struppige (vgl. Struwelpeter).
- Strubbergsschichten (B, Sbg.): n. 735 Strupe; strüben (ahd.) = sträuben → „Berg an den Stromschnellen“ (der Lammeröfen).
- Student-Deckscholle (B, Stmk.): Keine urkd. Nennung; studen (altslow.) = kalt, studena = „die Kalte“ (Alm) bzw. studenec (slaw.) = Quelle.
- Sulzbachdecke (F, NÖ): 1587/93 Sulzpach; sulze (mhd.) = Sumpflacke, Salzlecke, verw. mit sol = Salz.
- Taborer Schotter (O, Bgld.): Tabor = Befestigungsanlage, einfache Fluchtburg. Der Begriff wurde aus dem Türkisch-Osmanischen (10./11. Jh.: tabgur) (vgl. krimtatar. „tabur“ = kreisförmige Wagenburg) ins Ungarische (1383), bald danach ins Slawische und Deutsche entlehnt. In Österreich wurden Tabors bes. im 15./16. Jh. gegen Hussiten, Türken und Ungarn errichtet.

- Tajakopf-Synklinale (B, Tir.): Taje = Attegia (kelt.-rom.) = Hütte, heute Almhütte.
- Tamsweger Becken (O, Sbg.): v. 1167 Tamswich; Daměsoviče: nach slow. PN Domeš, -wich = altslaw. Suffix → „Dorf des Domeš“
- Tarntaler Brekzie (B: Tarntaler Köpfe, Tuxer Voralpen, Tir.): Nach Ob. u. Unt. Tarntal, zwei Hochgebirgskaren; wohl von darran (ahd.) = darren (mhd.) = dörren, austrocknen → „ausgedörrtes (Hochgebirgs)tal“
- Tattermannschiefer (Tattermannkreuz SW Prein, NÖ/Stmk.): Toter Mann; entweder Fund eines unbekanntes Toten oder „Tatermann“ (Volksname f. Tatar) = Vogelscheuche.
- Tauchener Kohlenserie (O, Bgld.): 1388 Thohun (magyarisiert); Tuchuna (Bachname): tuch (slaw.) = Moder → „nach Moder riechender Bach“
- Tauernfenster (B, Sbg./Ktn.): lat. unbekannt, 1072 Túro; (s)teur (indog.) = Stier, Berg, groß; taur (kelt.) = Berg → für Viehtrieb geeigneter Paßübergang.
- Tauglbodenschichten (F, Sbg.): 1235 Taukel; unsicher: viell. von taugal (ahd.) = heimlich (zeitweise versiegend)?
- Tiechlstörung (F, OÖ): 1183 Tyecha; ticha (slaw.) = still.
- Ternberger Decke (O, OÖ): ca. 1110 Ternichperch; viell. von PN Tero.
- Thayabatholith (F, NÖ): 1175 Tiahe; entw. Dia oder Dujas (illyr.) = die Rauschende, [oder Duhja (rugsch) = die Schlammige].
- Thialspitzerie (B: heute Thialkopf, auch Dialkopf, Tir.): nach Weiler Thial; Dialn (Mz.) = Bergfeen, Salige → sagegebundener Name.
- Tirolikum (R/HI, Tir.): Castrum Tarali od. Tiralo = Burg Tirol bei Meran; Tiral war urspr. Name des dortigen Höhenweges. tera (indog.) = tirah (altind.) = durch, über weg, Durchgang.
- Tonion-Überschiebung (B, Stmk.): 1338 Tanegow, 1342 Taingaw; zu PN Danik (slaw.) → „Berg des Danik“
- Toplitzsee-Störung (S, Stmk.): 1480 Toplitz, Toplich; Toplica (slaw.) = warme Quelle.
- Traisen-Halbfenster (F, NÖ): Trigisamun (Tab. Peutling.), 828 Dreisma, 1042 Traisama; Trigisama (kelt.) = „die sehr Schnelle“
- Traunsee-Störung (S, OÖ): ca. 790 Truna, 1071 Trunc; entweder Druna: dru (kelt.) = laufen, oder drou (kelt.) = stark sein.
- Trausnitz-Antiklinale (B, Tir.): Volksetymologie: „Trau sei nit“: verrufene Örtlichkeit.
- Tressensteinkalk (B, Stmk.): ca. 1280 Tretzen (Ort), ca. 1474 Tressnn; Trebsen (vgl.: slow. trebesina) = Gegend eines Mannes namens Trebecha.
- Tribeinschuppe (B, Stmk.): 1438 Tribein; trebiti (slow.) = roden; trebje (altslow.) = Gerodetes, Gereut; trebynje (altslow.) = „Siedlung in der Rodung“ vgl.: trëboniam (illyr.), treb- (indog.) = Siedlung.
- Tribulauntrias (B, Tir.): 1667 Dribulaun; tribulu (roman.) = Dreschstein, im Vergleich mit → „Stein, auf dem die Ähren ausgeklopft werden“
- Triestingschotter (F, NÖ): 1002 Triezniccha; trst (slaw.) = Schilf → „Rohrbach“ oder (slaw.) „tosender Bach“
- Trixener Marmor (O, Ktn.): 822 Truhsina; trust (altslaw.) = truhsin (Übernahme ahd.) = Schilf.
- Trofaiachstörung (O, Stmk.): 1080, 1155 Treuia, Trivei(n)ach; wohl von trebeia (illyr.) = „Ort des heiligen Hauses, Kultstätte“ vgl. treb- (indog.) = Haus, Siedlung; viell. von Slawen als „trëbina“ = Rodung übernommen.

- Trogkofel (B, Ktn./Ital.): entw. truig (roman.) = Viehtrieb, Viehweideplatz; wohl nicht nach Tränketrog oder Druch = Wildfalle benannt; Kofel: kofel (mhd.) = Berggipfel.
- Troiseck-Kristallin (B, Stmk.): 1494 Troisek; nach PN Troiß, driuz (mhd.) = Überdruß, verdrießen.
- Tschirgant-Bergsturz (B, Tir.): 1459 Schurgant; scurjan (ahd. Bergbau-Ausdruck) = schiebend Lockermaterial fortbewegen → „der Geröll Schiebende“
- Türnitzer Schuppe (O, NÖ): 1209 Durntze torrens (Bach); Durias (vorkelt.) = Traisen; Drnica: slaw. Ableitung davon.
- Turracher Karbon (O, Stmk.): ca. 1080 Turah; „Dürrach“ = Gruppe dürr gewordener Bäume („die Dürr“ = der dürre Baum).
- Tuvalische Unterstufe des Karn (B/Hi, Sbg.): lat. Mons Tuval (zwi. Hallein u. Berchtesgaden), Ende 12. Jh. Tuual, Tuval: abgekommener roman. Name für Salzlager am Dürrnberg bei Hallein; tovale (vorröm.) = Tobl, Klamm.
- Tuxer Grauwacke (O, Tir.): „willde Tukhsse“, die Tuxe (Fluß); teg (indog.) = laufen; Toq-sia = Wildbach, Gießbach, vgl. toku (altslaw.) = Fluß, potok (slaw.) = Bach.
- Twenger Kristallin (O, Sbg.): ca. 1130 Wenge, mundartl. t'Weng; wang (ahd., mhd.) = Wiese, liebliches Gefilde.
- Unkener Mulde (O, Sbg.): 1137 Vncken; unsicher: entw. Ankato (kelt.) = uncus (lat.) = die Krumme, oder runcare (lat.) = roden, oder unc (ahd., mhd.) = Kröte, Schlange („Schlangengbach“).
- Url Blockschotter (B, Stmk.): Urkogel nach Hofnamen, von Vornamen Ulrich aus Udalrich = Herrscher über das Erbgut, Freigutbesitzer.
- Valepp-Störung (A. a. Valeppfluß, Bay./Tir.): 1079 Waldeppe; fal- (ahd.) = flach, eben?
- Veitscher Decke (O, Stmk.): 1114 Fuhte; fiuhta (ahd.) = Fichte, oder von byk (altslaw.) = Stier, als PN.
- Venediger-Decke (B, Sbg./Tir.): Erst ab 1797 Venediger als gelehrte Bezeichnung auf Karten für ehem. „Keeskogel“, wohl nach Händlern („Venediger“) und deren Weg von Deutschland nach Venedig.
- Villacher Granit (O, Ktn.): 879 Villach, 971 Fillac; Biljakom (kelt.) = Dorf des Bilos, Bilicus (des Guten).
- Vilser Kalk (O, Tir.): 749 Vilosa; vilz (mhd.) = Filz, Torfmoor.
- Vöckla-Schlier (F, OÖ): 790 Fecchilesaha (Vöcklabach), 1067 Vekkel; nach PN Facchili bzw. Fekko.
- Vöslauer Therme (O, NÖ): 1120/30 de Fesolöve; vesel (ahd.) = Schwanz, Penis; gleiche Bedeutung wie Zaglau (mhd.: zagel = Schwanz), event. nach Vorkommen vom Schachtelhalm (mundartl.: „Katzenschweif“).
- Vöstenhofer Kristallin (H, NÖ): 1249 de Houe, 1256 de Curia, 1395 Vest zum Hof; „Bei der Veste Hof“ → „als Festung ausgebauter Herrensitz“
- Wachauer Marmor (R, NÖ): 830 Wachowa; vahs (got.) = krumm, → „krummer Flußlauf“
- Wagreiner Tertiär (O, Sbg.): 1243 Wakrein; wac (mhd.) = Bewegtwasser; rein (mhd.) = begrenzende Bodenerhebung, Ufer → „Wagram, Wogenrain, Hochwasserrand“
- Walbersdorfer Schlier (O, Bgld.): 1202 villa Wolbrun; nach PN Walhbrún (ahd.).

- Walsbergserie (B: S Wals b. Salzburg): 8. Jh. Walahwi(h)s; walah (ahd.) = der Welsche (urspr. wird hier noch der Kelte als „welsch“ bezeichnet).
- Warscheneckdecke (B, OÖ): ca. 1530 Wersenyegk; nach PN Wars(ch) oder wachse (mhd.) = scharf → „das scharfe Eck“
- Waschbergzone (B, NÖ): wohl von Wachberg; wakan (got.) = wachan (ahd.) = wachen.
- Watschiger Schichten (A, Ktn.): 1331 Wontsch, 1337 Wontschich; Vončiče (altslaw.) = „Siedlung an der hakenartigen Krümmung“
- Wechselfenster (B, NÖ/Stmk.): Wechsel ist neuer Name (wohl für Übergang); ursp. 860 mons Uitinesberc = Witinesberg für Ostalpensporn vom Wechsel bis Güns, von Veidona (pannon.) = Waldland; 1141 „Duri“ = Hartberg.
- Weinsberger Granit (O, NÖ): 1269 Weinsperg zur ehem. Burg W., davon Weinsberger Wald; vinica (slaw.) = Weingarten.
- Weitersfelder Stengelgneis (O, NÖ): 1135 Wideruelde; Widárveld (ahd.) = „Feld der Leute bei den Weidenbäumen“
- Werfener Schiefer (O. Sbg.): 1077 castrum Weruen; werve (mhd.) = Wirbel, Strudel → „Burg an den Wirbeln“ (der Salzach).
- Werningzone (O, NÖ): ca. 1100 Wedenike; Vedunjinca (slaw.) = Klein-Wien, Verkleinerung von Vedunia (s. u. Wien), also Übersetzung von Schottwien.
- Wetzelsdorfer Schichten (O, Stmk.): 1144 Wecilsdorf; nach PN Wezilo: hwaz (ahd.) = scharf.
- Weyerer Bögen (O, OÖ): 1259 ad Piscinam, 1371 Weyer; vivarium (lat.) = wiwári (ahd.) = künstl. Fischteiche, Weiher, Weiler, Dorf.
- Wiener Becken (O, Wien): Vedunia (kelt.) = Waldbach als Bezeichnung für Wienfluß; ad Weniam (ahd., 881); Wien nicht von Vindobona (lat.) abzuleiten.
- Wimitzfenster (F, Ktn.): 1147 Winewiza; Vunovica (altsl.) = Außerbach.
- Windischgarstener Fenster (O, OÖ): 1125 Windischgersten; windisch = slowenisch; garškina (urslaw.) = Berggegend (vgl. gora = Berg).
- Winnebacher Granit (O, Tir.): wünne (mhd.) = Weide, Wiese.
- Woiskenschiefer (F: NW Mallnitz, Ktn./Sbg.): vysok (altslaw.) = hoch.
- Wölzer Linie (O, Stmk.): 1007 Uueliza, 1140 Welz; veliča (altslow.) = „große, ausgedehnte Gegend“ oder „lang hinziehender Bach“
- Wörderner Schichten (O, NÖ): 1112 Uerdarin; warid, werid (ahd.) = Werder, Flußinsel → „bei den Leuten am Wörth“
- Wustkogelserie (B, Sbg.): möglicherw. von Wuschtz (mundartl.) = Wurz.
- Ybbsitzer Klippenzone (O, NÖ): ca. 1100 Ibsici (Fluß!); Ybsitza (slaw.) = Kl. Ybbs (s. d.).
- Ybbstal-Bruch (F, NÖ): 837 Ipusa flumen; 863 Ibisa flumen; Ibusa (illyr.); Ivisa (kelt.); ivo = Eibe.
- Zirler Schichten (O, Tir.): röm. Teriolis, 799 Cyreolu; vgl.: ciro (ital.) = Kreis, Wendung → „an der Straßenwendung“
- Zlambachmergel (F, OÖ): 1551 Zlanpach; slan (asl.) = salzig, also „Hallbach“
- Zöberner Brekzie (O, NÖ): 1255 Zober; nach Bach: Savarias (illyr.) = „der milchfarbene Bach“ = Sewira (ahd.); vgl.: Savaria (Steinamanger).
- Zöbinger Perm (O, NÖ): 8. Jh. Cabinga, 1100/1114 Ebingin; zu PN Ebo.

- Zogelsdorfer Stein (O, NÖ): ca. 1130 Zoclisdorf; zum slaw. PN Sokol = Falke.
- Zollfeld-Störung (R, Ktn.): 1295 Zoluelde; 11. bis 16. Jh.: „Zoll“: wo man die Bäume nur bis zur Zollstärke anwachsen läßt und dann für Weidewirtschaft der Fläche rodet. Analog wahrsch. Maria Saal (Solio).
- Zürser Schwelle (O, Vbg.): 1416 Zürs, 1457 Sürss; z- (dt.) = zu; -ür (roman.) = Rand, vgl. ora (lat.) = Rand → „auf den Rändern“
- Zweiersdorfer Schichten (O, NÖ): 1360 Zwerensdorf; zu slaw. PN Zvěren.
- Zwettler Gneiszung (an Vitiser Störung) (O, NÖ): 1139 Zwetel, 1159 Czwertla; 12. Jh. Latinisierung bei Stiftsgründung aus svetla dolina (slaw.) = das lichte Tal = „Claravallis“ (latinisiert).

3. Literatúrauswahl

- BAHLOW, H.: Deutschlands geographische Namenwelt. – XVI, 554 S., Frankfurt/Main (Klostermann) 1965.
- : Lexikon deutscher Fluß- und Ortsnamen alteuropäischer Herkunft. – 141 S., Neustadt a. d. Aisch (Degener) 1981.
- BAUMGARTNER, H.: Die Verbreitung der Rodungsnamen in Oberösterreich. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 335 S., 2 Kt., 16 Beil., Wien 1965.
- BRANDENSTEIN, W.: Kleine namenkundliche Arbeiten. – V, 300 S., Graz (Akad. Druck- u. Verl.-Anst.) 1978.
- BREU, J.: Glossar. – 30 S., Wien (Photodruck) 1969.
- : Geographisches Namenbuch Österreichs. – Veröff. Inst. Kartogr. österr. Ak. Wiss., Forsch. theor. Kartogr., 3, XIV, 323 S., Wien 1975.
- BUCH, L. v. 1802: s. u. geol. Lit.
- EBERL, B.: Die bayerischen Ortsnamen etc. – 2 Teile, 273 S., München (Knorr & Hirth) 1925/26.
- FINK, H.: Tiroler Wortschatz an Eisack, Rienz und Etsch. – Schlern-Schr., 250, XXX, 321 S., Innsbruck – München 1972.
- FINSTERWALDER, K.: Die Familiennamen in Tirol. – Schlern-Schr., 81, 419 S., Innsbruck (Wagner) 1951 a.
- : Die Schichten der Ortsnamen auf -ing und die Altsiedlung am Rande und im Inneren der Alpen. – Veröff. Mus. Ferdinand., 31, 95–113, Innsbruck 1951 b.
- : Namen und Siedlung in der Silvretta. – Jb. österr. Alpenver., 1955, 29–41, Innsbruck 1955 a.
- : Zum Namen Ortler, Ortles. – Der Schlern, 29, 473–474, Bozen 1955 b.
- : Namen und Siedlung am Tannberg, im Valluga- und Krabachgebiet. – Jb. österr. Alpenver., 81, 20–32, Innsbruck 1956 a.
- : Die vor- und frühgeschichtlichen Ortsnamen des Oberinn- und Stanzertals. – Schlern-Schr., 133, 93–114, Innsbruck 1956 b.
- : Die Namensschichten im Raume von Wattens und in den Tuxer Voralpen. – [In:] FICHTL, K. [Red.] Wattner Buch. Schlern-Schr., 165, 203–231, Innsbruck 1958.
- : Bergnamen zwischen Enns und Rhein. – Jb. österr. Alpenver., 84, 139–157, München 1959.

- : Zwei Pässe. – Der fahrende Skolast, Südtir. Hochschulztg., 7 (1), 8–9, Bozen 1962.
- : Romanische Vulgärsprache in Rätien und Norikum von der römischen Kaiserzeit bis zur Karolingerepoche. – Innsbr. Beitr. Kulturwiss., 12, 33–64, Innsbruck 1966.
- : [Publikationsliste] – Innsbr. Beitr. Kulturwiss., 16, 465–473, Innsbruck 1971.
- : Um Tauplitz und Mölbing. – Jb. österr. Alpenver., 96, 19–27, Wien 1971.
- : Tiroler Namenskunde. – Innsbr. Beitr. Kulturwiss., Germanist. Reihe, 4, XXXV, 566 S., Innsbruck 1978.
- FÖRSTEMANN, E.: Altdeutsches Namenbuch. Bd. 2: Orts- und sonstige geographische Namen. – 1. Tl. 1766 S., 2. Tl. 1942 S., München & Hildesheim (Fink u. Olms) 1967.
- FREY, L.: Die Besiedlung des Erlafgebietes im Lichte seiner Ortsnamen. – Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 200 S., 4 Kt., 12 Beil., Wien 1957.
- HAUTHALER, W & MARTIN, F.: Salzburger Urkundenbuch. 4 Bd., Salzburg (Ges. Salzbg. Landeskd.) 1910–1933.
- HÖRBURGER, F.: Die romanischen und vorrömischen Ortsnamen des Landes Salzburg. – Mitt. Ges. Salzburger Landeskd., 107, 1–48, Salzburg 1967.
- : Salzburger Ortsnamenbuch. – Mitt. Ges. Salzburger Landeskd., Erg.-Bd. 9, 227 S., Salzburg (Ges. Salzbg. Ldk.) 1982.
- JAUFER, R.: Die romanischen Orts- und Flurnamen des Paznauntales. – Romanica aenipontana, 7, 104 S., Innsbruck 1970.
- KAPELLUS, R.: Siedlungsgeschichte der ehemaligen Grafschaft Pitten auf siedlungskundlichen Grundlagen. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 1. Tl., 124 S., 11 Beil., 2. Tl., 296 S., Wien 1960.
- KARG, J. 1806: s. u. geol. Lit.
- KESSLER, K.: Ortsnamen in der Westhälfte des obersteirischen Murgebietes. 3. Tl.; Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 517 S., zahlr. Taf., Wien 1957.
- KESSLER-SCHIRG, H.: Die Siedlungsnamen des nördlichen Viertels unter dem Wienerwald. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 166 S., 1 Kt., Wien 1960.
- KIRNBAUER, F.: Über Sprache, Gruß, Lied und Spruch der Berg- und Hüttenleute. – Ausstellungskatalog: Der Bergmann – Der Hüttenmann, 362–372, 4 Abb., Graz 1968.
- KLEBELSBERG, R. v: Tirolische Namen zur Geologie Tirols. – [In:] Geologie von Tirol, S. 644–646, Berlin (Borntraeger) 1935.
- : Geologische Bergnamen in den Alpen. – 37 S., Wien (A. Holzhausens Nfg.) 1937.
- KLUGE, F.: Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache. 19. Aufl., XVI, 917 S., Berlin (de Gruyter) 1963.
- KRAHE, H.: Unsere ältesten Flußnamen. – 123 S., 2 Tab., Wiesbaden (Herrassowitz) 1964.
- KRANZMAYER, E.: Sagegebundene Kärntner Bergnamen. – Carinthia I, 140, 581–611, 1027–1032, Klagenfurt 1950.
- : Ortsnamenkundliches. – [In:] Burgenländ. Landesreg. [Hrsg.]: Burgenland Landeskunde, 386–395, 692–695, Wien (Österr. Bundesverl.) 1951.
- : Die Ergebnisse der neuesten österreichischen Ortsnamenkunde und das Land Salzburg. – Mitt. Ges. Salzbg. Landeskd., 97, 1–16, Salzburg 1957.

- Ortsnamenbuch von Kärnten. – Archiv vaterl. Geschichte u. Topogr., **51**, 1. Tl.: 216 S., 1 Taf.; 2. Tl.: 260 S., Klagenfurt 1958.
- Die Ortsnamen des Ötztals als siedlungsgeschichtliche Quelle. – Schlernschr., **229**, 93–110, Innsbruck 1963.
- Die Bergnamen Österreichs, 2. Aufl. – Muttersprache, **1968**, H. 2, 24 S., Wien 1968.
- KRANZMAYER, E. & BÜRGER, K.: Burgenländisches Siedlungsnamenbuch. – Burgenländ. Forsch., **36**, 297 S., Eisenstadt (Landesarchiv etc.) 1957.
- KRANZMAYER, E. et al.; später M. HORNUNG et al. [Red.]: Wörterbuch der bairischen Mundarten in Österreich. Bisher Bd. 1–3 (A–C), Wien (Böhlau/Österr. Akad. Wiss.) 1970–1983.
- KRASSER, L.: Die geologischen Bergnamen Vorarlbergs. – Montfort, **6**, 13–29, Bregenz 1952.
- KRIEGEL, C.: Die Siedlungsnamen der Gerichtsbezirke Grünburg, Kirchdorf a. d. Krems, Weyer und Windischgarsten. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, C III, 296 S., 1 Kt., 17 Beil., Wien 1968.
- KRONSTEINER, O.: Die alpenlawischen Personennamen. – Österr. Namenforsch., Sdr. **2**, 214 S., 2 Abb., 11 Kt., Wien 1975.
- Die slawischen Ortsnamen in Oberösterreich. – Österr. Namenforsch., **12**, 5–34, 8 Abb., Wien 1978.
- Die slawischen Ortsnamen in Österreich. – Schriftenr. oö. Musealver.-Ges. Landeskd., **10**, 211–228, 6 Kt., Wien 1980.
- Die slowenischen Namen Kärntens. – Österr. Namenforsch., Sdr. **1**, 112 S., Wien 1982.
- LOCHNER v. HÜTTENBACH, F.: Das vorskawische Element in den Ortsnamen der Steiermark. – Österr. Namenforsch., **1976** (1), 9–22, Wien 1976.
- MAYER, A.: Die Sprache der Illyrer. – Schriftenr. Balkankomm. österr. Akad. Wiss., phil.-hist. Kl., **15** (Bd. I), VIII + 364 S.; **16** (Bd. II) V, 263 S., Wien (R. M. Rohrer) 1957, 1959.
- MEID, W., ÖLBERG, H. & SCHMEJA, H.: Festschr. f. Karl Finsterwalder. Innsbr. Beiträge zur Kulturwiss., **16**, 476 S., Innsbr. 1971.
- MESSNER, E.: Zur Kärntner Namenskunde. – Carinthia I, **140**, 611–617, Klagenfurt 1950.
- ÖSTERREICHISCHE NAMENSFORSCHUNG: Z. österr. Ges. Namensforsch., **1–12** (1973–1984) Wien.
- ÖSTERREICHISCHE STÄDTEBÜCHER: Bd. 1: KNITTLER, H. [Red.]: Die Städte Oberösterreichs. 340 S., 17 Taf., Wien 1968. – Bd. 2: KNITTLER, H. [Red.]: Die Städte des Burgenlandes. 179 S., 7 Taf., Wien 1970. – Bd. 3: BALIZAREK, F. & PRADEL, J. [Red.]: Die Städte Vorarlbergs. 140 S., 5 Taf., Wien 1973 (Hollinek). – Bd. 4: GOLDMANN, F. et al. [Red.]: Die Städte Niederösterreichs, 3 Teile, X + 354 + 400 S. und XI + 24 + 22 Taf., Wien 1976, 1982. – Bd. 5: HYE, F. H.: Die Städte Tirols, 1. Teil: 250 S., 12 Taf., Wien 1980.
- PATTERER, I.: Die Almannen in der Karnischen Kette des Lessachtals. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 171 S., 1 Kt., Wien 1966.

- PESTA, P.: Die oberösterreichischen Siedlungsnamen etc. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 3 Tl., 640 S., Kt-Teil, Wien 1961.
- PIEKNICZEK, E.: Die Siedlungsnamen des oberen Innviertels. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 396 S., 15 Kt., Wien 1962.
- PIRCHEGGER, S.: Die slawischen Ortsnamen im Mürzgebiet. – Veröff. slaw. Inst. F. W Univ. Berlin, 1927, 239 S., Leipzig (Markert & Petters) 1927.
- PLANGG, G.: Die rätoromanischen Flurnamen des Brandnertales. – *Romanica aenipotana*, 1, XXII, 118, 4 Abb., 4 Kt., Innsbruck 1962.
- PLANTA, R. v. & SCHORTA, A.: *Romanica helvetica*. Rätisches Namenbuch. – I. Bd.: XLVIII, 535 S., 1 Kt., Zürich etc. (Niehans) 1939. II. Bd.: LXVI, 1052 S., 1 Kt., Bern (Francke) 1964.
- POHL, H. D.: Kärntner Bergnamen. – *Österr. Namensforsch.*, Teil I: 9–11 (1981–83), 55–82, Wien 1983; Teil II: 12 (1984), 25–45, Wien 1984.
- POKORNY, J.: *Indogermanisches etymologisches Wörterbuch*. – 1. Bd.: 1183 S., 2. Bd.: 495 S., Bern u. München (Francke Verl.) 1959/1969.
- POSCH, F.: Der Rodungsblock der 100 Huben zwischen Masenberg und Wechsel. – *Z. hist. Ver. Steiermark*, 49, 83–110, Graz 1958.
- PUCK, F.: Die Anfänge der Geologie in Österreich. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 154 S., 3 Abb., 2 Kt., 4 Taf., 4 Profiltaf., Wien 1950.
- RADA, M.: Die Siedlungsnamen des Salzkammergutes etc. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 377 S., 10 Kt., 2 Tl., Wien 1956.
- REITNER, R.: Die Siedlungsnamen des Mostviertels und des Ybbstaales in Niederösterreich. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 201 S., 14 Ktn., Wien 1956.
- REUSS, F. A.: *Neues mineralogisches Wörterbuch oder Verzeichnis aller Wörter, welche auf Oryctognosie und Geognosie Bezug haben*. – 503 S., Hof (G. A. Grau) 1798.
- ROUBIK, N.: Die Siedlungsnamen des oberen Pielachtales, des Mank- und Melktales und des Dunkelsteinerwaldes. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, III, 300 S., 1 Kt., 12 Pausen, Wien 1968.
- SCHAUBERGER, O.: Herkunft der Bezeichnung „Haselgebirge“ – Brief v. 11. 7. 1984, Bad Ischl.
- SCHIFFMANN, K.: *Historisches Ortsnamen-Lexikon des Landes Oberösterreich*. – 2 Bd. u. Erg.bd., 531, 598, 556 S., München etc. (Oldenbourg) 1935–1940.
- SCHINNER, H.: Die Siedlungsnamen des nordöstlichen Weinviertels etc. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 3 Tl., 558 S., 13 Kt., Wien 1958.
- SCHMIDT, A.: Die romanischen Orts- und Flurnamen im Raume Landeck. – *Romanica aenipontana*, 9, X, 169 S., 8 Abb. (Kt.), Innsbruck 1974.
- SCHMIEDBAUER, E.: Die Siedlungsnamen des unteren Innviertels. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 500 S., 14 Beil., Wien 1961.
- SCHNETZ, J.: *Flurnamenkunde*. – 2. Aufl., 112 S., München (Selbstverl. Verb. Flurnamenkd. Bayern) 1963.
- SCHUSTER, E.: Die Siedlungsnamen des südlichen Waldviertels. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 145 + 461 S., 24 Kt., Wien 1981.
- SCHWARZ, E.: Der Salzbergbau in der Ortsnamengebung. – *Z. Ortsnamenforsch.*, 1, 187–191, München etc. 1925.

- : Die Ortsnamen des östlichen Oberösterreich. – Prager dt. Studien, **42**, 146 S., Reichenberg (F. Kraus) 1926.
- STEINHAUSER, W.: Zur Herkunft etc. der niederösterreichischen Orts- und Flurnamen. – Jb. Landeskd. Niederöstr., **25** (1932), 1–48, Wien 1933.
- : Der Name der Raab und ihrer Nebenflüsse. – Unsere Heimat, **43**, 110–133, Wien 1972.
- STRASSBERGER, G.: Siedlungsgeschichte des nordwestlichen Waldviertels im Lichte seiner Ortsnamen. – Forsch. Landeskd. Niederöst., **11**, XVI, 184 S., 7 Abb., Wien 1960.
- STURMFELS, W. & BISCHOF, H.: Unsere Ortsnamen im ABC erklärt nach Herkunft und Bedeutung. – 3. Aufl., 359 S., Bonn (F. Dümmler) 1961.
- TIEFENTHALER, E.: Die rätomanischen Flurnamen der Gemeinden Frastanz und Nenzing. – Romanica aenipontana, **4**, VIII, 283 S., 1 Kt., Innsbruck 1968.
- THOMSEN, K.: Über die Etymologie der Ortsnamen auf *-hall*. – Z. Ortsnamenforsch., **3**, 38–40, München etc. 1927/28.
- UMLAUFT, F.: Geographisches Namenbuch von Österreich-Ungarn. – XVI, 304 S., Wien (Hölder) 1886.
- VEITH, H.: Deutsches Bergwörterbuch. Unveränd. Nachdruck Ausgabe 1871. – XX, 601 S., Wiesbaden (M. Sändig) 1968.
- VOCELKA, K.: Die Haus- und Hofnamen der Katastralgemeinden Altaussee, Grundlsee etc. – Unveröff. Diss. Univ. Wien, **102**, Bd. I u. II: 661 S., 8 Abb., 7 Skizzen, Wien (Verb. wiss. Ges. Österr.) 1974.
- VOLLMANN, R.: Zur Hall-Frage. – Z. Ortsnamenkd., **4**, 135–141, München etc. 1928.
- WEBER, O. F.: Siedlungsnamen und Geschichte im oberen steirischen Ennstal (Gerichtsbezirke Schladming und Gröbming). – Z. hist. Ver. Steiermark, **62**, 191–208, Graz 1971.
- WEBINGER, A.: Zur Ortsnamenkunde des Hochschwabgebietes. – 59 S., Graz (Leykam) 1953.
- WEIGL, H.: Historisches Ortsnamenbuch von Niederösterreich. – 8 Bd., Wien (Ver. Landeskd. NÖ. Wien), 1964–1981.
- WEIGL, H. & EHEIM, F.: Die Ortsnamen in Niederösterreich. – Wiss. Schriftenr. NÖ., **1**, 36 S., Wien 1973.
- WEINBERG, E.: Die österreichischen Ortsnamen und ihre Bedeutung. – 128 S., Wien – Leipzig (Dt. Verlag Jugend u. Volk) 1936.
- WIECZOREK, T.: Die Siedlungsnamen der Bezirke Grieskirchen und Eferding. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 135 u. 393 S., 2 Kt., 18 Pausen, Wien 1969.
- WIESINGER, P.: Die Besiedlung Oberösterreichs im Lichte der Ortsnamen. – Schriftenr. O. Ö. Musealver. – Ges. f. Landeskd., **10**, 137–210, 24 Kt., Linz 1980 a.
- : Die ältesten Gewässer und Siedlungsnamen in Oberösterreich. – Schriften z. dt. Sprache in Österr., **6**, W. Steinhauser-Festschr., 255–297, Wien (Braumüller) 1980 b.
- ZAHN, J. v.: Ortsnamenbuch der Steiermark im Mittelalter. – XXV, 584 S., Wien (Hölder) 1893.
- ZAUSSINGER, CH.: Die Siedlungsnamen des Tullnerfeldes und des Traisentaales etc. – Unver. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 1. Tl.: 110 S., 7 Kt.; 2. Tl.: 450 S., Wien 1962.

- ZEHNER, J.: Die Ortsnamen von Vorarlberg. – Jb. Vorarlbg. Landesmus.-ver., 1. Teil: **100** (1957), 76–170; 2. Teil: **104** (1960), 107–211; 2. Nachtr.: **110** (1967), 9–48, Bregenz 1957, 1961, 1967.
- : Frühe Namensschichten in Vorarlberg. – [In:] MEID, W et al. [Hrsg.]: Festschr. K. FINSTERWALDER, Innsbr. Beitr. Kulturwiss., **16**, 83–100, Innsbruck 1971.
- : Der Name Tirol und Verwandtes. – Österr. Namenforsch., **9–11** (1981–83), 83–89, Wien 1983.
- ZWANZIGER, R.: Bibliographie der Namenforschung in Österreich I. – Österr. Namenforsch., Sd.reihe, **3**, 111 S., Wien 1980.

V LITERATURNACHTRAG ZU BAND I, ZENTRALALPEN

Im folgenden wird als Nachtrag die wichtigere regionale Literatur, die über die Zentralalpen in den Jahren 1976 bis 1985, also nach Abschluß des I. Bandes, erschienen ist, nach geologischen Einheiten geordnet zitiert, sofern sie nicht in den allgemeinen Kapiteln in diesem Band eingereicht werden konnte. Im Hinblick auf den begrenzten Umfang des Gesamtwerkes kann diese Zitierung nicht in Form einer resümierenden bibliographischen Abhandlung durchgeführt werden, sondern muß sich mit dem Hinweis auf die im Gesamtliteraturverzeichnis noch mit erfaßten Neuerscheinungen begnügen. Besonderen Bezug auf die Neuergebnisse im Raum der Zentralalpen nach Erscheinen von Band I aber nimmt das Kapitel F über die alpidische Orogenese, Abschnitt 7 (S. 100 ff.).

Überregionales: R. BRANDNER, 1980; W. DEL-NEGRO, 1977, 1983 b; F. EBNER, 1978 c; F. EBNER et al., 1980 c; H. FLÜGEL & F. NEUBAUER, 1984; W. FRISCH et al., 1983; W. FUCHS, 1985; R. OBERHAUSER [Hrsg.], 1980; A. TOLLMANN, 1986 h.

Pennin – Engadiner Fenster: W. FRISCH & U. KELM, 1983; W. LEIMSER & F. PURTSCHELLER, 1980; R. OBERHAUSER, 1983; J. RUDOLPH, 1982.

Pennin – Tauernfenster: M. BICKLE & R. POWELL, 1977; M. BRUNEL & J. GEYSSANT, 1978; K.-J. DERKMANN, 1976; CH. EXNER, 1979 a, b, 1980 a, 1982, 1983 a, b, 1984; F. FINGER, H. KRAIGER et al., 1985; W. FRISCH, 1977, 1980 a, b, 1984; W. FRISCH & F. POPP, 1981; G. GRUNDMANN & G. MORTEANI, 1982; J. HADITSCH & H. MOSTLER, 1973; B. HOLUB et al., 1984; F. KARL & O. SCHMIDEGG, 1979; J. KLEBERGER et al., 1981; F.-P. KÖHNE & H. MILLER, 1980; B. LAMMERER et al., 1981; H. LEDOUX, 1984 a, b; H. LIJSCHER & G. RIEDMÜLLER, 1980; K. MESSNER, 1981 a, b; J. MEYER, 1978; H. MILLER, 1978; H. MILLER, H. LEDOUX et al., 1984; H. MILLER & B. VELS, 1977; H. PEER & W. ZIMMER, 1980; G. PESTAL, 1983; K. PETRAKAKIS, 1978 a, b; F. POPP, 1982, 1984; S. PREY, 1977 b; M. REISSINGER, 1976; R. ROSSNER & W. SCHWAN, 1982; W. SCHWAN et al., 1984; H. STEYRER, 1983; A. TOLLMANN, 1980 g; G. DE VECCHI & P. BAGGIO, 1982; G. DE VECCHI & G. MEZZACASA, 1981; P. WIEDEN, 1977.

Pennin – Rechnitzer Fenstergruppe: F. KOLLER, 1978, 1985; F. KOLLER & A. PAHR, 1980; F. KOLLER & W. RICHTER, 1980; F. KOLLER & H. WIESENER, 1981; H. MOSTLER & A. PAHR, 1981, 1984; J. ORAVECZ, 1979; A. PAHR, 1977, 1984; W. J. SCHMIDT et al., 1984.

Unterostalpin – Tauernfenster: H. HÄUSLER, 1982; H. MILLER et al., 1984; R. ROSSNER, 1979; W. SCHWAN et al., 1984; K. SONDERMANN & W. VOGGENREITER, 1984.

Unterostalpin – Semmeringsystem: H. FLÜGEL, 1979; W. KIESEL et al., 1983; F. KOLLER & H. WIESENER, 1981; A. PAHR, 1984; A. TOLLMANN, 1978 e.

Mittelostalpin (samt Spurschollen) westlich vom Tauernfenster: H. BURGER, 1978; G. FUCHS & H. PIRKL, 1980; K. HAMMERSCHMIDT, 1981; P. HELBIG & K. SCHMIDT, 1978; L. KRECZY, 1981; TH. LINDNER et al., 1977; CH. MILOTA, 1985; S. PREY, 1977 c; G. RIEDMÜLLER & E. H. WEISS, 1979; E. STUTZ & U. WARTER, 1983; M. THÖNI, 1980 a, b, 1981 a, b, 1982 a, b, 1983.

Mittelostalpin nördlich des Tauernfensters: S. MUHARREM & G. MORTEANI, 1979; R. ROTH, 1984 a, b.

Mittelostalpin südlich des Tauernfensters: H. ARENDT, 1980; S. BORSI et al., 1978 a, b, 1979; A. DEUTSCH, 1978; CH. EXNER et al., 1978; P. v. GIZYCKI, 1977; P. v. GIZYCKI & K. SCHMIDT, 1978; R. GRATZER, 1984; M. GUHL & G. TROLL, 1977; H. HEINISCH & K. SCHMIDT, 1984; F. MARSCH, 1985; J. RATHORE & H. HEINZ, 1979; B. STÖCKHERT, 1984, 1985; G. TROLL, 1978; G. TROLL et al., 1980.

Mittelostalpin östlich des Tauernfensters: A. EL AGEED et al., 1979; CH. ALBISSIN & J. GEYSSANT, 1977; P. BECK-MANNAGETTA, 1975, 1980; L. P. BECKER, 1981; L. P. BECKER & G. KLEINSCHMIDT, 1982; F. BROSCHE, 1983; CH. EXNER, 1980 b; W. FRANK, 1983; W. FRANK et al., 1981, 1983; J. HADITSCH et al., 1981; K.-H. HAIGES, 1982; CH. HAUSER, 1982 a, b; E. HEJL, 1984; H. HERITSCH, 1980 a, b, 1983; H. HERITSCH & F. HAYDARI, 1980; G. KLEINSCHMIDT, 1978; F. KOLLER, M. GÖTZINGER et al., 1983; F. KOLLER & W. RICHTER, 1980; K. KRÄINER, 1984; W. MORAUF, 1979 bis 1982; F. NEUBAUER & K. STATTEGGER, 1981; F. PACHER & K. RIEPL, 1978; L. RATSCHBACHER & K. KLIMA, 1985; A. SCHEDL, 1982; M. SCHÜNEMANN et al., 1982; E. STUMPFL & A. EL AGEED, 1981; TH. TEICH, 1978; A. THURNER & D. VAN HUSEN, 1978, 1980; A. TOLLMANN, 1978 d, 1980 f; N. WEISSENBACH, 1978.

Oberostalpin-Grauwackenzone s. 1 : H. VAN AMEROM et al., 1982; A. DAURER & H. SCHÖNLAUB, 1978; G. & R. HAHN, 1977; H. JAEGER, 1978; L. KRECZY, 1981; F. NEUBAUER, 1985; J. NIEVOLL, 1984, 1985; L. RATSCHBACHER, 1984; L. RATSCHBACHER & K. KLIMA, 1985; L. RATSCHBACHER & J. NIEVOLL, 1984; M. ROCKENSCHAUB et al., 1983; H. SCHÖNLAUB, 1977 a, b, 1982; H. SCHÖNLAUB et al., 1980; R. SPIESS, 1985; K. STATTEGGER, 1980; V. STINGL, 1984.

Oberostalpin – Grazer Paläozoikum: M. BUCHROITHNER, 1978, 1979 a; M. BUCHROITHNER et al., 1979; F. EBNER, 1977, 1978 a, b, 1980 a, b, c; F. EBNER et al., 1979, 1980 a, b; F. EBNER & W. GRÄF, 1978; F. EBNER & L. WEBER, 1978; A. FENNINGER & H.-L. HOLZER, 1978; H. FLÜGEL, 1980 a, e, 1981 b, 1983; H. GOLLNER, 1981; H. GOLLNER et al., 1982, 1983; J. GOLLNER & CH. ZIER, 1985; W. GRAF et al., 1980; F. HAFNER, 1983; A. KROLL & R. HELLER, 1978; F. NEUBAUER, 1981, 1982; L. NÖSSING et al., 1977; W. POLTING, 1983; K. STATTEGGER, 1982; R. SURENIAN, 1978; CH. ZIER, 1981, 1983.

Oberostalpin – Gurktaler Decke: M. BUCHROITHNER, 1979 b; W v. GOSEN, 1978, 1982; W. v. GOSEN et al., 1982, 1985; W v. GOSEN & F. THIEDIG, 1980, 1982; K. HAIGES, 1982; F. NEUBAUER, 1979 a, b, c, 1980 a bis d, 1981, 1982; F. NEUBAUER & J. PISTOTNIK, 1984; R. NIEDERL, 1980; J. PISTOTNIK, 1980; O. SCHREIBER, 1979, 1980; M. SCHÜNEMANN et al., 1982; M. SEEGER & F. THIEDIG, 1982, 1983; F. THIEDIG, 1981, 1982; F. THIEDIG & J. WIEDMANN, 1976; L. WOLTER et al., 1982.

Oberostalpin – Drauzug: I. CERNY, 1982; E. COLINS, 1977; E. COLINS & W. NACHTMANN, 1979; CH. EXNER, 1983 c, 1985; CH. HAUSER, 1982 a; H. HEINISCH et al., 1984; E. HOFFERT, 1977; H. HOLLER, 1977; G. NIEDERMAYR et al., 1984; G. NIEDERMAYR & E. SCHERIAU-NIEDERMAYR, 1980, 1982; H. SCHÖNLAUB, 1985; H. SCHÖNLAUB & CH. EXNER, 1984; O. SCHULZ, 1978 b, 1982 b, 1984; E. STREHL, 1978, 1979, 1980 a, b; TH. TEICH, 1980, 1982; G. TICHY, 1978; A. ZANFERRARI & M. PANAJOTTI, 1977; H. ZAPFE & H. KÖNIG, 1980.

Karawanken: F. K. BAUER, 1984; F. K. BAUER et al., 1981, 1984; I. CERNY, 1976, 1977, 1978; E. FANINGER, 1976; E. FANINGER & I. ŠTRUCL, 1978; CH. HAUSER, 1982 a, b; A. KERN, 1980.

LITERATURVERZEICHNIS

- ABEL, O.: Die Tithonschichten von Niederfellabrunn in Niederösterreich etc. – Verh. geol. R.-A., **1897**, 343–362, 4 Abb., Wien 1897.
- : Studien in den Tertiärbildungen von Eggenburg. – Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ungarn Oriens, **11**, 211–226, 3 Abb., Wien 1898.
- : Die Beziehungen des Klippengebietes zwischen Donau und Thaya zum alpin-karpatischen Gebirgssysteme. – Verh. geol. R.-A., **1899**, 374–381, Wien 1899.
- : Die Sirenen der mediterranen Tertiärbildungen Österreichs. – Abh. geol. R.-A., **19** (2), 1–223, 26 Abb., 7 Taf., Wien 1904.
- : 1907: s. u. A. BITTNER et al., 1907.
- : Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1 : 75.000, Blatt Wels und Kremsmünster. – Wien (Geol. R.-A.) 1913.
- : Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. – VIII, 643 S., 508 Abb., Jena (G. Fischer) 1922.
- : [Hrsg.]: Wien, sein Boden und seine Geschichte. – 524 S., 191 Abb., Wien (Wolfrum) 1924.
- : Ein Lösungsversuch des Flyschproblems. – Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **62** (1925), 248–251, Wien 1926.
- : Vorzeitliche Lebensspuren. – XV, 644 S., 530 Abb., Jena (G. Fischer) 1935.
- ABEL, O. & GEYER, G.: Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1 : 75.000, Blatt Kirchdorf. – Wien (Geol. R.-A.) 1913. Erläut. hierzu, 66 S., Wien (ebenda) 1918.
- : Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1 : 75.000, Blatt Gmunden und Schafberg. – Wien (Geol. B.-A.) 1922. Erläut. hierzu, 42 S., Wien (ebenda) 1922.
- ABEL, O. & TILL, A.: Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1 : 75.000, Blatt Enns und Steyr. – Wien (Geol. R.-A.) 1913.
- ABELE, G.: Bergstürze in den Alpen etc. – Wiss. Alpenver.-h., **25**, IX, 230 S., 73 Abb., 4 Tab., 3 Kt., München (Dt. Österr. Alpenver.) 1974.
- ABERER, F.: Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der Randzonen der nördlichen Kalkalpen zwischen Neustift und Konradshaim. – Mitt. geol. Ges. Wien, **39–41** (1946–1948), 1–73, Taf. 1–3, Wien 1951.
- : Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und Salzburg. – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 23–94, 1 geol. Kt., Wien 1958.
- : Das Miozän der westlichen Molassezone Österreichs etc. – Mitt. geol. Ges. Wien, **52** (1959), 7–16, 1 Tab., 1 geol. Kt., Wien 1960.
- : Bau der Molassezone östlich der Salzach. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 266–279, 6 Abb., 1 Tab., Hannover 1962.
- ABERER, F. & BRAUMÜLLER, E.: Die miozäne Molasse am Alpennordrand im Oichten-

- und Mattigtal nördlich Salzburg. – Jb. geol. B.-A., **92** (1947), 129–145, 2 Prof., Taf. 2, Wien 1949.
- : Über Helvetikum und Flysch im Raume nördlich Salzburg. – Mitt. geol. Ges. Wien, **49** (1956), 1–40, Taf. 1–3, 1 Kt., Wien 1958.
- ABERER, F., JANOSCHEK, R. et al.: Erdöl Oberösterreichs, Flyschfenster der Nördlichen Kalkalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57** (2), 243–267, 8 Abb., 1 Taf., Wien 1964.
- ABERER, F. & PREY, S.: Exkursionskarte des Alpenvorlandes und des Alpenrandgebietes im Raum Eferding–Ried–Gmunden. Mit Erläuterungen. – Führer Wandertaggeol. Ges. Wien, 11 S., 1 Kt., Wien (hektogr.) 1962.
- ACKERMAND, D. & MORTEANI, G.: Der Chemismus der Granate, Chlorite, Biotite und Turmaline in den Steinkogelschiefern (Land Salzburg, Österreich). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **154**, 367–385, 6 Abb., 3 Tab., Stuttgart 1977.
- AGEED, A. EL, SAAGER, R. & STUMPFL, E.: The Hochgrössen Ultramafic Rocks and Associated Mineralizations, Rottenmann Tauern, Austria. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 187–196, 2 Abb., 7 Tab., Wien 1979.
- AGLASSINGER, A.: Beobachtungen am Zugangsschacht des Kraftwerkes Fulpmes etc. – Felsbau, **2**, 169–177, 13 Abb., Salzburg 1984.
- AGNOLI, F., MAURITSCH, H. & REISINGER, J.: Paläomagnetische Arbeiten im Berichtsjahr 1983/84. – Jber. Hochschulschwerpkt. S. 15, **5** (1983), 7–15, 1 Abb., 2 Tab., Leoben 1984.
- AGRICOLA, G.: Vom Bergwerck XII Bücher. – 502 S., zahlr. Abb., Basel (J. Froben) 1557.
- AHORNER, L., MURAWSKI, H. & SCHNEIDER, G.: Seismotektonische Traverse von der Nordsee bis zum Apennin. – Geol. Rdsch., **61**, 915–942, 14 Abb., 3 Tab., Stuttgart 1972.
- AHORNER, L. & ROSENHAUER, W.: Seismik Risk Evaluation for the Upper Rhine Graben and Its Vicinity. – Z. Geophys., **44**, 481–497, 12 Abb., 2 Tab., Würzburg 1978.
- AHRENDT, H.: Die Bedeutung der Insubrischen Linie für den tektonischen Bau der Alpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **160**, 336–362, 10 Abb., Stuttgart 1980.
- AICHINGER, E.: Geologische Zeiger. – Carinthia II, Sdh. **28**, 331–344, Klagenfurt 1971.
- AIGNER, A.: Über tertiäre und diluviale Ablagerungen am Südfuße der Niederen Tauern. – Jb. geol. B.-A., **74** (1924), 179–196, Wien 1925 a.
- : Über Talbildung am Südrande der Niederen Tauern. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **134**, 67–100, 2 Abb., Wien 1925 b.
- : Die geomorphologischen Probleme am Ostrande der Alpen. – Z. Geomorph., **1**, 29–44, 105–153, 187–253, 8 Abb., 1 Tab., Leipzig 1926.
- : Zur Morphologie des Ostrandes der Alpen. – Z. Geomorph., **2**, 328–344, 1 Tab., Leipzig 1927.
- AIGNER, G. & HERITSCH, F.: Das Genus Isogramma im Carbon der Südalpen. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **102**, 303–316, 1 Tab., Taf. 1–5, Wien 1931.
- ALBABA, M.: Geologie der Nördlichen Kalkalpen-Randzone zwischen Leonstein und Micheldorf etc. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 144 S., 53 Abb., 1 Tab., 3 Taf., 6 Beil., Wien 1983.

- ALBERT, R. & POPP, M.: Chemical Composition of Halophytes from the Neusiedler Lake Region in Austria. – *Oecologia*, **27**, 157–170, 3 Abb., 1 Tab., Berlin etc. 1977.
- ALBERTI, G.: Neue obersilurische sowie unter- und mitteldevonische Trilobiten etc. – *Senckenbergiana Lethaea*, **48**, 481–509, Taf. 1, Frankfurt 1967.
- ALBISSIN, CH. D' & GEYSSANT, J.: Exemples de variation de la microstructure de roches carbonatées des Alpes orientales centrales etc. – *Bull. Soc. géol. France*, (7) **18**, 1405–1426, 1 Abb., Taf. 1–3, Paris 1977.
- ALBRECHT, J.: Soziologische und ökologische Untersuchungen alpiner Rasengesellschaften usf. – *Dissertationes botanicae*, **5**, 91 S., 19 Abb., 12 Tab., Lehre/BRD (Cramer) 1969.
- ALEXANDER, K., BLOCH, P. et al.: Helvetikum und „Ultrahelvetikum“ zwischen Bregenzer Ache und Subersach (Vorarlberg). – *Verh. geol. B.-A.*, Sdh. **G**, 134–146, 4 Abb., Taf. 1, Wien 1965.
- ALKER, A., HAAS, H. & HOMANN, O.: Hangbewegungen in der Steiermark. – *Mitt. Mus. Bergbau etc. Joanneum*, **30**, 1–35, 29 Abb., Graz 1969.
- ALKER, A., HERITSCH, H. et al.: Malchite aus dem Gailtal. Teil I–VI. – *Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I*, **161**, 645–783, 11 Abb., Wien 1952.
- ALLEMANN, F.: Geologische Karte 1 : 25.000, Fürstentum Liechtenstein. – Vaduz (Liechtenst. Schulbücher-Verl.) 1953.
- : Geologie des Fürstentums Liechtenstein, 3. Teil. – *Jb. hist. Ver. Fürstentum Liechtenstein*, **56**, S. I–VI, 9–244, 21 Abb., 12 Taf., Vaduz 1956.
- ALLEMANN, F. & BLASER, R.: Vorläufige Mitteilungen über die Flyschbildungen im Fürstentum Liechtenstein. – *Eclogae geol. Helv.*, **43** (1950), 187–200, 2 Abb., Basel 1951.
- ALLEMANN, F., BLASER, R. & NÄNNI, P.: Neuere Untersuchungen in der Vorarlberger Flyschzone. – *Eclogae geol. Helv.*, **44**, 159–168, 7 Abb., 1 Tab., Basel 1951.
- ALLEMANN, F. & SCHWIZER, B.: Zur Geologie der Rheintalseite im Fürstentum Liechtenstein. – *Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, N. F. **61**, 67–77, 5 Abb., Stuttgart 1979.
- ALLERSMEIER, CH.: Geröllbestand und Entstehung des inneralpinen Obereozäns im Gebiet von Kössen (Tirol) und Oberaudorf (Oberbayern). – *Diss. Inst. Geol. Min. TU München*, 77 S., 13 Abb., 13 Tab., 2 Anlagen, München (Offsetdruck) 1981.
- AL-SHAIBANI, S.: An Upper Maestrichtian Foraminiferal Fauna from Dörfles, Lower Austria. – *Jb. geol. B.-A.*, Sdb. **17**, 105–119, Taf. 1–3, Wien 1971.
- ALTZIEBLER, W.: Energieplan, Rohstoffplan, Recyclingplan [Steiermark]. – *Steiermark-Information*, **1**, 132 S., 11 Abb., 14 Tab., 1 Kt., Graz (Amt Steierm. Landesreg.) 1984.
- AMEROM, H. VAN, ANGERER, H. & MOSTLER, H.: Über eine Autuno-Stephanische Flora aus den Kristbergschichten im Montafon, Vorarlberg (Österreich). – *Jb. geol. B.-A.*, **124**, 283–323, 13 Abb., 4 Tab., 7 Fototaf., Wien 1982.
- AMPFERER, O. 1899: s. u. AMPFERER, O. & HAMMER, W. 1899.
- AMPFERER, O.: Bericht über die Neuaufnahme des Karwendelgebirges. – *Verh. geol. R.-A.*, **1902**, 274–276, 1 Abb., Wien 1902.
- : Geologische Beschreibung des nördlichen Theiles des Karwendelgebirges. – *Jb. geol. R.-A.*, **53** (1903), 169–252, 50 Abb., Taf. 9–10, Wien 1904.

- : Über das Bewegungsbild von Faltengebirgen. – Jb. geol. R.-A., **56**, 539–622, 42 Abb., Wien 1906.
- : [In:] AMPFERER, O. & HAMMER, W.: Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. – Jb. geol. R.-A., **61**, 531–710, 50 Abb., Taf. 32–34, Wien 1911.
- : Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges. – Verh. geol. R.-A., **1912**, 197–212, 4 Abb., Wien 1912 a.
- : Geologische Spezialkarte von Österreich, 1 : 75.000, Blatt Achenkirch und Benedictbeuern. – Wien (Geol. R.-A.) 1912 b.
- : Über den Nordrand der Lechtaldecke zwischen Reutte und Trettachtal. – Verh. geol. R.-A., **1912**, 334–335, Wien 1912 c.
- : Geologische Spezialkarte von Österreich, 1 : 75.000, Blatt 5045, Lechtal. – Wien (Geol. R.-A.) 1914.
- : Über den Bau der westlichen Lechtaler Alpen. – Jb. geol. R.-A., **64** (1914), 307–326, 4 Abb., Taf. 14, Wien 1915.
- : Vorläufiger Bericht über neue Untersuchungen der exotischen Gerolle etc. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abb. I, **125**, 217–227, Wien 1916.
- : Über die regionale Stellung des Kaisergebirges. – Jb. geol. St.-A., **71**, 159–172, 4 Abb., Wien 1921 a.
- : Über die NW-Beanspruchungen in den Nordalpen. – Jb. geol. St.-A., **71**, 198–202, 1 Abb., Wien 1921 b.
- : Über die kohlenführenden Gosauschichten des Brandenberger- und Thierseertales in Tirol. – Jb. geol. St.-A., **71**, 149–158, 5 Abb., Wien 1921 c.
- : Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärs. – Jb. geol. B.-A., **72**, 105–150, 27 Abb., 1 geol. Kt., Wien 1922.
- : Über das Verhältnis von Aufbau und Abtrag in den Alpen. – Jb. geol. B.-A., **73**, 121–137, 9 Abb., Wien 1923.
- : Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen. 1. – Jb. geol. B.-A., **74** (1924), 35–73, 24 Abb., Wien 1925 a.
- : Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1 : 75.000, Blatt Kufstein, Wien (Geol. B.-A.) 1925 b.
- : Fortschritte der geologischen Neuaufnahme von Blatt Admont-Hieflau. – Jb. geol. B.-A., **76**, 171–197, 24 Abb., Wien 1926.
- : Beiträge zur Geologie der Umgebung von Hieflau. – Jb. geol. B.-A., **77**, 149–164, 12 Abb., Wien 1927.
- : Die Reliefüberschiebung des Karwendelgebirges. – Jb. geol. B.-A., **78**, 241–256, 10 Abb., Taf. 5, Wien 1928.
- : Geologische Erfahrungen in der Umgebung und beim Bau des Ybbstal-Kraftwerkes. – Jb. geol. B.-A., **80**, 45–86, 40 Abb., Taf. 2, Wien 1930 a.
- : Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales. – Jb. geol. B.-A., **80**, 103–146, 36 Abb., Taf. 3–4, Wien 1930 b.
- : Über den Südrand der Lechtaler Alpen zwischen Arlberg und Ötztal. – Jb. geol. B.-A., **80**, 407–451, 35 Abb., Wien 1930 c.
- : Zur neuen Umgrenzung der Inntaldecke. – Jb. geol. B.-A., **81**, 25–48, 10 Abb., Wien 1931 a.

- : Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales und des Großen Walsertales. – Jb. geol. B.-A., **81**, 177–216, 30 Abb., Wien 1931 b.
- : Geologische Karte der Lechtaler Alpen. 4 Blätter 1 : 25.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1932 a.
- : Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen. – 125 S., 28 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1932 b.
- : Zur Großtektonik von Vorarlberg. – Jb. geol. B.-A., **82**, 31–64, 25 Abb., Wien 1932 c.
- : Beiträge zur Geologie des Rätikons. – Jb. geol. B.-A., **83**, 137–172, 24 Abb., Wien 1933 a.
- : Geologischer Führer für das Kaisergebirge. – 132 S., 48 Abb., 1 geol. Karte 1 : 25.000, Wien (Geol. B.-A.) 1933 b.
- : Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1 : 75.000, Blatt Admont und Hieflau. – Wien (Geol. B.-A.) 1933 c.
- : Beiträge zur Geologie und Mechanik des Westrandes der Ostalpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **142**, 145–155, Wien 1933 d.
- : Geologische Bauformen und Baufragen des Rätikongebirges. – Jb. geol. B.-A., **84** (1934), 13–40, 20 Abb., Wien 1934.
- : Geologische Karte der Gesäuseberge, 1 : 25.000, Wien (Geol. B.-A.) 1935 a.
- : Geologischer Führer für die Gesäuseberge. – 179 S., 84 Abb., 16 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1935 b.
- : Höttinger Breccie und Hafelekar. – [In:] G. GOTZINGER [Red.]: Führer für die Quartär-Exkursionen in Österreich, **II**, 56–66, 4 Abb., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1936.
- : Über die Begegnung der Ost- und Westalpen am Rheindurchbruche. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **146**, 317–331, 5 Abb., Wien 1937 a.
- : Geologische Bewegungsbilder vom W-Ende des Rätikons. – Jb. geol. B.-A., **87**, 275–310, 37 Abb., Wien 1937 a.
- : Über das Quartär innerhalb der Alpen. – Verh. III. intern. Quartär-Konf. Wien 1936, 57–63, 4 Abb., Wien (Geol. L.-A.) 1938.
- : Im Kampfe für Reliefüberschiebung und O-W-Bewegung. – Verh. Zweigst. Wien Reichsst. Bodenforsch., **1939**, 196–205, 5 Abb., Wien 1939.
- : Gegen den Nappismus und für die Deckenlehre. – Z. dt. geol. Ges., **92**, 313–327, 7 Abb., Berlin 1940.
- : Gedanken über das Bewegungsbild des atlantischen Raumes. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natwiss. Kl., I, **150**, 20–35, 6 Abb., Wien 1941.
- : Geologische Formenwelt und Baugeschichte des östlichen Karwendelgebirges. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **106**, 1–95, 103 Abb., Wien 1942.
- : Wilhelm Hammer †. – Mitt. geol. Ges. Wien, **35** (1942), 305–314, 1 Taf., Wien 1944.
- AMPFERER, O. & HAMMER W.: Geologische Beschreibung des südlichen Teiles des Karwendelgebirges. – Jb. geol. R.-A., **48** (1898), 290–374, 33 Abb., Taf. 8–9 (Ktn.), Wien 1899.
- : Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. – Jb. geol. R.-A., **61**, 531–710, 50 Abb., Taf. 32–34, Wien 1911.

- : Geologische Spezialkarte der Rep. Österreich, 1 : 75.000, Blatt Landeck. – Wien (Geol. B.-A.) 1922.
- AMPFERER, O. & HEISSEL, W.: Das östliche Karwendel. – 55 S., 2 Tab., 2 Taf., geol. Kt. 1 : 25.000, Innsbruck (Univ.-Verl. Wagner) 1950.
- AMPFERER, O. & KERNER-MARILAUN, F.: Geologische Spezialkarte der Rep. Österreich, Blatt Lofer und St. Johann, 1 : 75.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1927.
- AMPFERER, O. & OHNESORGE, TH.: Geologische Spezialkarte Österreich, 1 : 75.000, Blatt Innsbruck und Achensee. – Wien (Geol. R.-A.) 1912 a.
- : Geologische Spezialkarte Österreich, 1 : 75.000, Blatt Zirl und Nassereith. – Wien (Geol. R.-A.) 1912 b.
- : Geologische Spezialkarte Österreich 1 : 75.000, Blatt Rattenberg. – Wien (Geol. R.-A.) 1918.
- AMPFERER, O. & REITHOFER, O.: Geologische Spezialkarte der Rep. Österreich, Blatt Stuben. – Wien (Geol. B.-A.) 1937.
- AMT DER STEIERMARK. LANDESREGIERUNG: Steirische Beiträge zur Rohstoff- und Energieforschung. – H. 1: 41 S., 1982; H. 2: D. KELLERMANN (Red.), 60 S., 1982; H. 3: D. KELLERMANN (Red.), 63 S., 1984; H. 4: R. NIEDERL (Red.), 106 S., 1984; Graz 1982–1984.
- : Steirische Beiträge zur Rohstoff- und Energieforschung, H. 4, 106 S., etl. Abb., Tabn., Graz 1984.
- ANDERLE, N.: Hydrologie des Murtales. – Berichte wasserwirtsch. Rahmenplanung, 12, 152 S., Tab., Taf. 1–13, Graz (Amt Steierm. Landesreg.) 1969.
- : Stratigraphische und tektonische Probleme im Bereich des österreichischen Anteiles der Westkarawanken zwischen Rosenbach und Thörl etc. – Geologija, Razpr. in Poroč., 13, 116–132, Taf. 1–2, Ljubljana 1970.
- : Grenzen und Möglichkeiten der Vorbeugung vor Unwetterkatastrophen im alpinen Raum. – Interpraevent, 1971, 11–21, Klagenfurt 1971.
- : Grundwasserkarte von Tirol 1 : 200.000. – Innsbruck (Amt Tiroler Landesreg.) 1975.
- : Geologische Karte der Republik Österreich, 1 : 50.000, Blatt 200, Arnoldstein. – Wien (Geol. B.-A.) 1977 a.
- : Geologische Karte der Republik Österreich, 1 : 50.000, Blatt 201–210, Villach-Assling. – Wien (Geol. B.-A.) 1977 b.
- : Die Grundwasservorkommen in Tirol. – Tiroler Raumordnung, Bestandesaufnahme, 2, 9–44, 15 Tab., Kt. 1 : 200.000, Innsbruck (Amt Tiroler Landesreg.) 1978.
- ANDERLE, N. & SCHMID, M. E.: Tertiär. – [In:] N. ANDERLE et al.: Erläuterungen zu Blatt 201–210, Villach-Assling, S. 26–27, Wien (Geol. B.-A.) 1982.
- ANDORFER, G. & KLEBERGER, J.: Zur Geologie der Langbathzone. – Jb. Univ. Salzburg, 1975–1977, 116–119, 1 Abb., 1 Tab., Salzburg 1978.
- : Bericht 1977 über geologische Aufnahmen in den Nördlichen Kalkalpen im Gebiet der Langbathzone auf Blatt 66, Gmunden. – Verh. geol. B.-A., 1978, A 67–A 69, Wien 1979.
- ANDRUSOV, D.: Neues über die Epirogenese und Orogenese in den Westkarpaten. – Geol. Rdsch., 50 (1960), 404–415, Taf. 9, Stuttgart 1961 a.

- : Über die Fortsetzung der Elemente der subalpinen Molasse in Mähren. – Geol. Sborník, **12**, H. 1, 127–129, Bratislava 1961 b.
- : Grundriß der Tektonik der Nördlichen Karpaten. – 188 S., 70 Abb., Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.) 1968.
- : Nouvelle interprétation du bâti du système plissé varisque de l'Europe centrale. – Bull. Soc. géol. France, (7) **17** (1975), 760–763, Paris 1975.
- ANGEL, F.: Mineralfazien und Mineralzonen in den Ostalpen. – Wiss. Jb. Univ. Graz, **1940**, 251–304, Graz 1940.
- : Die Entstehung des österreichischen Trass = Gossendorffit etc. – Mittbl. Abt. Minner. Landesmus. Joanneum, **1954** (1), 9–11, Graz 1954.
- ANGELIS, G. DE: Contribuzione allo studio della fauna fossile paleozoica delle Alpi Carniche. I–III. – Mem. Accad. Linc. Roma, **2** (1896), 1–34, etl. Abb.; **3** (1899 a), 32 S.; **4** (1901), 298–337, 1 Taf., Roma 1896/1901.
- : Il gen. *Helicolites* nel Devoniano delle Alpi Carniche italiane. – Boll. Soc. geol. ital., **18**, 33–40, 3 Abb., Roma 1899 b.
- ANGENHEISTER, G.: Struktur der tieferen Erdkruste im nördlichen Alpenvorland nach Ergebnissen der Refraktions- und Reflexions-Seismik. – Beih. geol. Jb., **80**, 31–41, 1 Abb., 1 Tab., Hannover 1969.
- : Structures and movements of the rock masses under the Eastern Alps. – Eclogae geol. Helv., **73**, 399–405, Basel 1980.
- ANGENHEISTER, G., BERKTOLD, A. & SENGPIEL, K.: Die zeitlichen Variationen des erd-elektrischen Feldes etc. – Sitzber. bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **1965**, 51–77, 10 Abb., 4 Tab., München 1965.
- ANGENHEISTER, G., BÖGEL, H. et al.: Recent investigations of surficial and deeper crustal structures of the Eastern and Southern Alps. – Geol. Rdsch., **61**, 349–395, 17 Abb., Stuttgart 1972.
- ANGENHEISTER, G., BÖGEL, H. & MORTEANI, G.: Die Ostalpen im Bereich einer Geotransverse vom Chiemsee bis Vicenza. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **148**, 50–137, 14 Abb., 6 Tab., Stuttgart 1975.
- ANGERER, H., HADITSCH, J. et al.: Disseminierte Kupfererze im Perm des Montafon (Vorarlberg). – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **6**, H. 7/8, 1–57, 9 Abb., 6 Tab., 14 Phototaf., Innsbruck 1976.
- : Ein Beitrag zur Kenntnis der Gipslagerstätten des Montafons (Vorarlberg). – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **9** (7/8), 263–320, 10 Abb., 5 Tab., 14 Phototaf., 5 Taf., Innsbruck 1980.
- ANGERMAYER, E.: Geschichte der Höhlenkunde und Höhlenforschung in Salzburg. Teil 1. – Mitt. natw. Arbeitsgem. Haus Natur, **1**, 9–20, Salzburg 1951.
- : Zur Geschichte der Höhlenkunde und Höhlenforschung in Salzburg. – Mitt. Ges. Salzbg. Landeskd., **101**, 189–220, Salzburg 1961.
- ANGERMEIER, H., PÖSCHL, A. & SCHNEIDER, H. J.: Die Gliederung der Raibler Schichten und die Ausbildung ihrer Liegendgrenze in der „Tirolischen Einheit“ der östlichen Chiemgauer Alpen. – Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc., **3**, 83–105, 3 Abb., 1 Tab., München 1963.
- ANKER, M.: Kurze Darstellung der Mineralogie von Steyermark. 1. Bd.: XX, 79 S.; 2. Bd.: X, 140 S., Grätz [Graz] (Ferstl) 1809–1810.

- Gebirgskarte der Steiermark, 1 : 432.000. – Graz 1835.
- ANTONIUS, G.: Die Lagerstätten von Türritz und Annaberg in Niederösterreich. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 93 S., zahlr. Abb., 12 Beil., Wien 1970.
- APFELBECK, H.: Erzherzog Johann und das Bergwesen. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **104**, 94–100, Wien 1959.
- ARBEITER, I.: Grundwasserkarte des Grazerfeldes 1 : 50.000. – [In:] Land Steiermark, Regionalplanung für den polit. Bezirk Graz-Umgebung. Graz (Amt Steiermk. Landesreg.) 1971.
- Systematische Grundwasserbeobachtungen in der Steiermark. – Mitt. Abt. Geol. Landesmus. Joanneum, **39**, 15–33, 3 Abb., Taf. 1, Graz 1978.
- Ergebnisse aus der Grundwasserbeobachtung im Murtal zwischen Knittelfeld und Zeltweg. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **52**, 1–17, 6 Tab., 13 Taf., Graz 1980.
- ARBEITER, I., EISENHUT, M. et al.: Naturraumpotentialkarten der Steiermark, Bezirk Radkersburg. – 5 S., 24 Kt., Graz (Inst. Umweltgeol. etc.) 1983.
- ARBEITER, I., ERTL, H. et al.: Das Grundwasservorkommen im Murtal bei St. Stefan o. L. und Kraubath. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **34**, 99 S., Abbn. etc., Graz 1976.
- ARBENZ, P.: Die Rolle der Alpenforschung in der Geologie. – Rektoratsrede Univ. Bern 1932, 21 S., Bern (P. Haupt) 1933.
- ARENDT, W.: Coccolithophoriden aus den Oberalmer Schichten (Ober-Tithon) von Puch bei Oberalm, Salzburg. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1977**, 112–127, 25 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1977.
- ARGYRIADIS, I.: Le Permo-Carbonifère marin des Alpes Carniques, jalon allochtone entre Nord-alpin et Sud-alpin. – Dipl.-Arb. Fac. Sciences d'Orsay Univ. Paris, 157 S., zahlr. Abb., 3 Beil.-Taf., Paris (hektogr.) 1968.
- La position des Alpes Carniques dans l'orogène alpin et le problème de la limite alpino-dinarique. – Bull. Soc. géol. France, (7) **12** (1970), 473–480, 2 Abb., Paris 1972.
- Mésogée permienne, chaîne hercynienne et cassure téthysienne. – Bull. Soc. géol. France, (7) **17**, 56–67, 6 Abb., Paris 1975.
- ARIC, K.: Seismische Oberflächengeschwindigkeiten am Ostrand des Tauernfensters. – Mitt. Erdbeben-Komm. österr. Akad. Wiss., N. F. **75**, 1–15, 7 Abb., Wien 1974.
- Deutung krustenseismischer und seismologischer Ergebnisse im Zusammenhang mit der Tektonik des Alpenostrandes. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl. I, **190**, 235–312, 28 Abb., 12 Tab., 3 Beil., Wien 1981.
- ARIC, K., DUMA, G. & GUTDEUTSCH, R.: Remarks about Magnitudes and Maximum Intensities of the Earthquakes in Friuli, 1976. – Pure and appl. Geophys. (Pageoph.), **114**, 1105–1108, 1 Abb., 1 Tab., Basel 1976.
- Untersuchungen der Bebenitätigkeit in Kärnten, Friaul und im weiteren ostalpinen Raum. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 261–268, 5 Abb., Wien 1980.
- ARIC, K., DUMA, G. et al.: Untersuchungen geophysikalischer Parameter in Zusammenhang mit Erdbeben in Kärnten und Friaul. – Publ. Zentralanst. Meteor. Geodyn., **243** (F. Steinhauser-Festschr.), 3–20, 14 Abb., Wien 1980.
- ARIC, K. & GUTDEUTSCH, R.: Seismotectonic and Refraction Seismic Investigations in the Border Region between the Eastern Alps and the Pannonian Basin. – Pure and appl. Geophys. (Pageoph.), **119**, 1–9, 4 Abb., 2 Tab., Basel 1980/81.

- ARIC, K., GUTDEUTSCH, R. et al.: Deutung der refraktionsseismischen Messungen auf dem östlichen Abschnitt des Alpenlängsprofils. – Acta geodæt., geophys., montanist. Acad. Sci. hungar., **14**, 237–245, 4 Abb., Budapest 1979.
- : Seismologische Untersuchungen in den Ostalpen. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 195–200, 1 Abb., Leoben 1983.
- ARIC, K. & STEINHAUSER, P.: Geophysikalische Untersuchung des Inntal-Untergrundes bei Thaur, östlich von Innsbruck. – Z. Gletscherkd. u. Glazialgeol., **12** (1976), 37–54, 7 Abb., 4 Tab., Innsbruck 1977.
- ARNI, P.: Geologische Forschungen im mittleren Raetikon. – Diss. phil. Fak. II Univ. Zürich, 85 S., 2 Abb., Taf. I–IV b, 1 geol. Kt., Solothurn (Druck Vogt-Schild) 1926.
- ARNOLD, A. & SCHARBERT, H.: Rb-Sr-Altersbestimmungen an Granuliten der südlichen Böhmisches Masse in Österreich. – Schweiz. miner. petr. Mitt., **53**, 61–78, 5 Abb., 2 Tab., Zürich, 1973.
- ARTHABER, G. v.: Die alpine Trias des Mediterrangebietes. – Frechs Lethaea geognost., 2. Tl., 1. Bd., 3. Lief., 223–472, zahlr. Abb. u. Tab., Taf. 34–60, Stuttgart 1906.
- ASSERETO, R.: Celenterati devonici del M. Osternig (Alpi Carniche). – Riv. ital. Paleont., **68**, N. 1, 3–38, 3 Abb., Taf. 1–4, Milano 1962.
- : Die Binodosus-Zone. Ein Jahrhundert wissenschaftlicher Gegensätze. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **178** (1970), 1–29, 5 Abb., Wien 1971.
- AUFERBAUER, H.: Zur Kenntnis der Silur-Devon-Folge von Pessendellach (Kärnten). – Verh. geol. B.-A., **1972**, 214–224, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1972.
- AULITZKY, H.: Die schutzwasserbaulichen Besonderheiten im nordtirolischen Zentralraum. [In:] H. AULITZKY, H. FEIST et al. [Hrsg.]: Hochwasser- und Lawinenschutz in Tirol; 168–192, 13 Abb., 9 Tab., Innsbruck (Int. Symp. Interpretent) 1975.
- : Über die Gefährdungsursachen und die Möglichkeiten zur Wiederherstellung der Hangstabilität etc. – Der Alm- und Bergbauer, **31** (8–10), 3–11, 3 Tab., Innsbruck 1981.
- : Einführung in die Bioklimatologie des Menschen. – Skriptum, **1982**, 64 S., 49 Abb., 28 Tab., Wien (Inst. Wildbach- u. Lawinenverb. Univ. Bodenkultur) 1982.
- : Derzeitige Sicherheitserwartungen an verschiedene Lawinenschutzmaßnahmen. – Wildbach- u. Lawinenverbau, **47**, 33–42, 1 Anh., Innsbruck 1983.
- : Das Institut für Wildbach- und Lawinenverbauung an der Universität für Bodenkultur in Wien. – Cbl. ges. Forstwesen, **101**, 65–81, 6 Abb., 2 Tab., Wien 1984 a.
- : Vorläufige, zweigeteilte Wildbachklassifikation. – Z. Ver. Dipl.-Ing. Wildbach- u. Lawinenverbau Österr., Sdh. **1984**, 7–60, 9 Abb., 5 Tab., Innsbruck 1984 b.
- : Über die regionale Verteilung der Wildbachverbauung in Österreich. – Oesterr. Wasserwirtsch., **36**, 309–318, 10 Abb., 5 Tab., Wien – N.Y 1984 c.
- AULITZKY, H., GRUBINGER, H. & NEMECSEK, E. [Hrsg.]: Internationales Symposium Interpretent 1980 Bad Ischl. – 4 Bd., 1496 S., zahlr. Abb., Tab., Beil., 1 Sdb., Linz 1980–1981.
- AUST, H. & BECKER-PLATEN, J.: Angewandte Geowissenschaft in Raumplanung und Umweltschutz. – VIII, 136 S., 57 Abb., 26 Tab., Stuttgart (Enke) 1985.

- BACH, F.: Die tertiären Landsäugetiere der Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **45** (1908), 60–127, 1 Tab., [Nachtrag, **46**, 329–334], Graz 1909.
- BACH, H. & MALINSKY, A.: Abfall-Bewirtschaftung etc. – Schriftenr. Inst. Raumordn. Umweltgestalt., **3**, 195 S., zahlr. Abb. u. Tab., Linz (Trauner-Verl.) 1976.
- BACHL, J., FISCHER, F. et al.: Rahmenkonzept für die Abfallbeseitigung in Österreich. – 2 Bd., zus. 216 S., zahlr. Abb., 9 Kt., Wien (Österr. Bundesinst. f. Gesundheitswesen) 1976.
- BACHMANN, A.: Silicoflagellaten aus dem oberösterreichischen Egerien (Oberoligozän). – Verh. geol. B.-A., **1970**, 275–305, 3 Abb., 1 Tab., Taf. 1–7, Wien 1970.
- : Silicoflagellaten aus dem Eggenburgien von Ernstbrunn (Niederösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1971**, 552–569, 2 Tab., Taf. 1–3, Wien 1971 a.
- : Silicoflagellaten aus dem oberen Badenien von Walbersdorf, Burgenland. – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **179**, 55–72, 3 Abb., 10 Taf., Wien 1971 b.
- : Die Silicoflagellaten aus dem Stratotypus des Ottnangien. – [In:] A. PAPP et al.: Bd. **3**, Ottnangien, Chronostratigraphie und Neostatotypen. 275–295, Taf. 1–3, Bratislava 1973.
- BACHMANN, A., PAPP, A. & STRADNER, H.: Mikropaläontologische Studien im „Badener Tegel“ von Frättingsdorf N.Ö. – Mitt. geol. Ges. Wien, **56** (1963), H. 1, 117–210, 3 Abb., Taf. 1–24, Wien 1963.
- BACHMANN, A. & SCHMID, M.: Mikrofossilien aus dem österreichischen Silur. – Verh. geol. B.-A., **1964**, 53–64, Taf. 1–6, Wien 1964.
- BACHMANN, G., DOHR, G. et al.: Die Erdgas Tiefenaufschlußbohrung Vorderriß 1 etc. – Compendium, **78/79**, Ergänz.bd. Z. Erdöl Kohle etc., 14–40, 16 Abb., Leinfelden (BRD) 1979.
- : Exploration in a Classic Thrust Belt and Its Foreland: Bavarian Alps, Germany. – Bull. amer. Assoc. Petroleum Geol., **66**, 2529–2542, 11 Abb., Tulsa/Oklahoma 1982.
- BACHMANN, G., KOCH, K. et al.: Ergebnisse und Erfahrungen bei der Exploration in den bayerischen Alpen. – Erdöl-Erdgas-Z., **97**, 127–133, 5 Abb., 2 Tab., Hamburg – Wien 1981.
- BACHMANN, G. & MÜLLER, M.: Geologie der Tiefbohrung Vorderriß 1 (Kalkalpen, Bayern). – Geologica bavar., **81**, 17–53, 4 Abb., 2 Tab., 1 Taf., 2 Beil., München 1981.
- BACHMANN, G. & SCHMIDT-KALER, H. [Red.]: Die Tiefbohrung Vorderriß 1 (Kalkalpen, Bayern). – Geologica bavar., **81**, 250 S., 65 Abb., 10 Tab., 3 Beil., München 1981.
- BACHMAYER, F.: Die Crustaceen aus dem Erstbrunner Kalk der Jura-Klippenzone zwischen Donau und Thaya. – Jb. geol. B.-A., **90** (1945), 35–43, 6 Abb., Wien 1947.
- : Die Dekapodenfauna des tortonischen Leithakalkes von Deutsch-Altenburg (Niederösterreich). – Mitt. geol. Ges. Wien, **44** (1951), 237–262, 1 Abb., Taf. 1–5, Wien 1953.
- : Zwei bemerkenswerte Crustaceen-Funde aus dem Jungtertiär des Wiener Beckens. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **163**, 63–70, Taf. 1, Wien 1954.

- [Hrsg.]: Erdöl in Österreich. – 108 S., 80 Abb., 7 Tab., Wien (Natur u. Technik) 1957.
- Das Mesozoikum der niederösterreichischen Klippen. – Z. dt. geol. Ges., **109** (1957), 659–660, Hannover 1958 a.
- Die Haidhofsichten im Raume von Ernstbrunn etc. – Verh. geol. B.-A., **1958**, 293–295, Wien 1958 b.
- Insektenreste aus den Congerienschichten (Pannon) von Brunn-Vösendorf etc. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **169**, 11–16, 8 Abb., Taf. 1–2, Wien 1960.
- Neue Insektenfunde aus dem österreichischen Tertiär. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **170**, 159–164, 2 Abb., Taf. 1–4, Wien 1961.
- Die Calappiden (Crustacea, Decapoda) aus den tortonischen Ablagerungen des Wiener Beckens. – Ann. nathist. Mus. Wien, **65**, 39–46, 1 Abb., Taf. 1–3, Wien 1962.
- Beiträge zur Paläontologie oberjurassischer Riffe [Aptychen]. – Ann. nathist. Mus. Wien, **66**, 125–138, Taf. 1–4, Wien 1963.
- Ein Korallenriff in Niederösterreich. – Veröff. naturhist. Mus., N. F., **5**, 102–111, 17 Abb., Wien 1964.
- Ein bemerkenswerter Fund: Myrica-Früchte im Flyschharz. – Ann. nathist. Mus. Wien, **72**, 639–643, Taf. 1–2, Wien 1968.
- Ein *Myrica*(?)-Blatt im Flyschharz. – Ann. nathist. Mus. Wien, **77**, 59–62, Taf. 1, Wien 1973.
- Erster fossiler Insektenrest aus den Diatomeenschiefern (Miozän, Ottnangien) von Limberg, N.Ö. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, 1–3, 1 Abb., 1 Taf., Wien 1974.
- [Hrsg.]: Erdöl und Erdgas in Österreich. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **19**, XVI, 312 S., 114 Abb., 18 Tab., 12 Beil.-Taf., Wien 1980 a.
- Ein fossiler Vogelrest aus den Diatomeen-Schiefern (Miozän, Ottnangien) von Limberg, Niederösterreich. – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 25–28, 4 Taf., Wien 1980 b.
- Eine fossile Schlangennadel (Syngnathidae) aus dem Leithakalk (Badenien) von St. Margarethen, Burgenland (Österreich). – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 29–33, 1 Abb., 2 Taf., Wien 1980 c.
- BACHMAYER, F. & BINDER, H.: Fossile Perlen aus dem Wiener Becken. – Ann. nathist. Mus. Wien, **71**, 1–12, 1 Tab., Taf. 1–9, Wien 1967.
- BACHMAYER, F. & CORNELIUS-FURLANI, M.: Die geologische Lage von Wien. – Veröff. nathist. Mus., N. F. **3**, 30–32, 2 Abb., Wien 1960.
- BACHMAYER, F. & MLYNARSKI, M.: Die Fauna der pontischen Höhlen- und Spaltenfüllungen bei Kohfidisch, Burgenland (Österreich). Schildkröten etc. – Ann. nathist. Mus. Wien, **85/A**, 107–128, 4 Abb., Taf. 1–7, Wien 1983.
- BACHMAYER, F. & PAPP, A.: Lebensspuren aus dem französischen Jura und dem Schlier Österreichs. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **160**, 199–206, Taf. 1–3, Wien 1951.
- BACHMAYER, F. & TOLLMANN, A.: Die Crustaceen-Fauna aus dem tortonischen Leithakalk etc. bei Groß-Höflein im Burgenland. – [In:] H. KÜPPER [Hrsg.]: Skizzen zum Antlitz der Erde. Kober-Festschr., 308–314, Taf. 1, Wien 1953.

- BACHMAYER, F. & VASICEK, W.: Insektenreste aus dem Perm von Zöbing bei Krems in Niederösterreich. – Ann. nathist. Mus. Wien, **71**, 13–18, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1967.
- BACHMAYER, F. & WEINFURTER, E.: *Bregmaceros*-Skelette (Pisces) mit in situ erhaltenen Otolithen etc. von Walbersdorf etc. – Senckenb. Lethaea, **46 a**, 19–33, Taf. 1–3, Frankfurt/M., 1965.
- BACHMAYER, F. & WILSON, R. W.: Die Fauna der altpliozänen Höhlen- und Spaltenfüllungen bei Kohfidisch, Burgenland (Österreich). – Ann. nathist. Mus. Wien, **74**, 533–587, Taf. 1–13, Wien 1970.
- : A Second Contribution to the Small Mammal Fauna of Kohfidisch (Austria). – Ann. nathist. Mus. Wien, **81**, 129–161, 5 Taf., Wien 1978.
- : A Third Contribution to the Fossil Small Mammal Fauna of Kohfidisch (Burgenland), Austria. – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 351–386, 9 Abb., 3 Taf., Wien 1980.
- : Tertiary Gliridae (Dormice) of Austria. – Ann. nathist. Mus. Wien, **85/A**, 129–134, Taf. 1–2, Wien 1983.
- BACHMAYER, F. & ZAPFE, H.: Die Fauna der altpliozänen Höhlen- und Spaltenfüllung bei Kohfidisch, Burgenland (Österreich). – Ann. nathist. Mus. Wien, **73**, 123–139, 2 Abb., Taf. 1–5, Wien 1969.
- BACON, CH.: Moldanubische Orthogneise des niederösterreichischen Waldviertels östlich vom Gföhlergneis. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **37**, 126–172, 5 Abb., 6 Tab., Wien 1927.
- BAEDEKER, D.: Beiträge zur Morphologie der Gruppe der Schneebergalpen. – Geogr. Jber. Österr., **12**, 5–100, 6 Abb., Wien 1922.
- BAILEY, E. B.: Tectonic essays. Mainly alpine. – 200 S., 49 Abb., 5 Taf., Oxford (Clarendon) 1935.
- BALDI, T. & SENEŠ, J.: OM Egerien. Chronostratigraphie und Neostatotypen [Hrsg. E. BRESTENSKÁ], **5**, 580 S., 129 Abb., Tabn., Bratislava (VEDA) 1975.
- BALKE, K.-D.: Temperaturänderungen im Grundwasser infolge anthropogener Einflüsse und deren Auswirkungen. – Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, **53**, 115–134, 16 Abb., Wien 1983.
- BALOGH, K., KOZUR, H. & PÉLIKAN, P.: Die Deckenstruktur des Bükkgebirges. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **13** (3), 89–96, 2 Abb., 1 Taf., Innsbruck 1984.
- BAMBERGER, M. & KRÜSE, K.: Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen Tirols. I–V.: Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. II a, **116** (1907), **117** (1908), **119** (1910) 24 S., **120** (1911) 17 S., **121** (1912) 21 S., **122** (1913) 19 S.; VI.: Jb. geol. R.-A., **64** (1914) 189–214; Wien 1907–1914.
- BANDEL, K.: Feinstratigraphische und biofazielle Untersuchungen unterdevonischer Kalke am Fuß der Seewarte (Wolayer See, zentrale Karnische Alpen). – Jb. geol. B.-A., **112**, 197–234, 1 Abb., 8 Taf., Wien 1969.
- : Paläoökologie und Paläogeographie im Devon und Unterkarbon der Zentralen Karnischen Alpen. – Palaeontographica, (A) **141**, 1–117, 82 Abb., Taf. 1–10, Stuttgart 1972.
- BANDEL, K. & BECKER, G.: Ostracoden aus paläozoischen pelagischen Kalken der Karnischen Alpen (Silurium bis Unterkarbon). – Senckenbergiana Lethaea, **56**, 1–83, 8 Abb., 2 Tab., 8 Taf., Frankfurt 1975.

- BANNERT, D.: Der Westrand der „Inntaldecke“ bei Madau (Lechtaler Alpen, Nördliche Kalkalpen). – Z. dt. geol. Ges., **120** (1968), 85–106, 5 Abb., 12 Taf., 1 Tab., Hannover 1970.
- BARNICK, H.: Tektonite aus dem Verband der permotriadischen Basisschichten der mesozoischen Auflagerung auf der nördlichen Grauwackenzone. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 295–316, 5 Abb., Wien 1962.
- BARTH, D.: Die Stein- und Gesteinsarten des niederösterreichischen Waldviertels etc. – Montanzg. Graz, **15**, 74–75, Graz 1908.
- BARTH, W.: Die Geologie der Hochkalter-Gruppe in den Berchtesgadener Alpen (Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **131**, 119–177, 9 Abb., 1 Tab., 1 tekt. Kt., 1 Profiltaf., Phototaf. 11–12, Stuttgart 1968.
- BARTZ, J.: Die Entwicklung des Flußnetzes in Südwestdeutschland. – Jh. geol. L.-A. Baden-Württembg., **4**, 127–135, 2 Abb., Freiburg/Br. 1961.
- BATHER, F.: Ordovician Cystidea from the Carnic Alps. – Riv. ital. Paleont., **16**, 38–54, 2 Abb., Taf. 2, Catania 1910.
- BAUBERGER, W.: Zur Geologie des bayerischen Gebietes östlich der Osterach von Bad Oberdorf bis zum Giebel. – Beih. geol. Jb., **48**, 5–44, 13 Abb., 1 Tab., 5 Taf., Hannover 1963.
- BAUER, B.: Geomorphologie des südöstlichen Waldviertels im Einzugsgebiet von Krems und Kamp. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 98 S., 5 Abb., Wien 1966. [Veröff. im Notring-Verl. 1972.]
- BAUER, F.: Der Kalkalpenbau im Bereiche des Krems- und Steyrtales in Oberösterreich. – [In:] H. KÜPPER et al. [Hrsg.]: Skizzen zum Antlitz der Erde (L. Kober-Festschr.), 107–130, Taf. 1–2, Wien (Hollinek) 1953.
- : Zur Bedeutung der Augensteine, Bohnerze und pseudomorphosierten Pyrite in den Kalkalpen. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **91**, 102–108, Wien 1954.
- : Nacheiszeitliche Karstformen in den österreichischen Kalkhochalpen. – Actes 2ème CIS, **1**, 299–328, Bari – Lecce – Salerno 1958.
- : Karsthydrologische Untersuchungen im Schneealpenstollen etc. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **21**, 193–214, 8 Abb., 3 Taf., Graz 1969.
- : Aufgaben der karsthydrologischen Forschung in Österreich. – Österr. Wasserwirtsch., **22**, 127–138, Wien 1970.
- : Karstwasser. – Wiener Mitt. Wasser – Abwasser – Gewässer, **27**, C1–C23, Wien 1978.
- : Karsthydrologie. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **17**, 17–20, 1 Abb., Wien 1979.
- BAUER, F. & ZÖTL, J.: Karst of Austria. – S. 225–265, 18 Abb., 2 Tab., [in:] HERAK, M. & STRINGFIELD, V [Hg.]: Karst. – 551 S. etc., Amsterdam etc. (Elsevier) 1972.
- BAUER, F. K.: Zur Fazies und Tektonik des Nordstammes der Ostkarawanken von der Petzen bis zum Obir. – Jb. geol. B.-A., **113**, 189–246, 11 Abb., Taf. 1–2, Wien 1970.
- : Ein Beitrag zur Geologie der Ostkarawanken. – Veröff. Univ. Innsbruck, **86**, 1–23, 4 Abb., 1 geol. Kt., Innsbruck 1973.
- : Geologische Karte der Karawanken, 1 : 25.000, 3 Blätter, Wien (Geol. B.-A.) 1981.

- : Zur Geologie der westlichen Karawanken und zum Verlauf des Periadriatischen Lineamentes. – Jb. geol. B.-A., **127**, 289–297, 2 Abb., Wien 1984.
- BAUER, F. K. et al.: Geologische Karte der Karawanken 1 : 25.000, Ostteil, Blatt 1–3. Wien (Geol. B.-A.) 1981.
- BAUER, F. K., CERNY, I. et al.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Karawanken, 1 : 25.000, Ostteil. – 86 S., 12 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1983.
- BAUER, F. K. & SCHERMANN, O.: Das Periadriatische Lineament in den Karawanken. – Jb. geol. B.-A., **127**, 299–305, 2 Abb., Wien 1984.
- BAUER, J. K.: Der Goldbergbau Zell am Ziller, Tirol. – Jb. geol. B.-A., **123**, 143–168, 4 Abb., 16 Tab., Wien 1980.
- BAUER, K.: Zur Conchylienfauna des Florianer Tegels. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **36** (1899), 19–47, Taf. 1–2, Graz 1900.
- BAUMBERGER, E.: Bivalven aus dem subalpinen Stampien des Vorarlbergs etc. – *Eclodgeol. Helv.*, **30**, 361–401, Taf. 25–29, Basel 1937.
- BAUMEISTER, W. & ERNST, W.: Mineralstoffe und Pflanzenwachstum. – 3. Aufl., XII, 416 S., 162 Abb., 103 Tab., Stuttgart – N. Y (G. Fischer) 1978.
- BAUMGARTNER, P., SCHNEIDER, J. et al.: Traunsee. Geologie, Morphologie, Sedimentologie. – Ber. limnol. Unters. Traunsee – Traun, **12**, 131 S., 13 Abb., 2 Tab., Linz (Amt öö. Landesreg.) 1984.
- BAUMGARTNER, P. & TICHY, G.: Geologische Karte des südwestlichen Innviertels und des nördlichen Flachgaues, 1 : 50.000; Linz (Amt öö. Landesreg., Wasserbau) 1981. Erläuterungen hierzu 29 S., 5 Abb., Linz 1983.
- BAUMGARTNER, W.: Zur Genese der Erzlagerstätten der östlichen Grauwackenzone und der Kalkalpenbasis (Transgressionsserie) zwischen Hirschwang/Rax und Neuberg/Mürz. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **121**, 51–54, 4 Abb., Wien 1976.
- BAUSCH, W. & POLL, K.: Das Profil Loser/Altaussee – Bindeglied zwischen alpinem und süddeutschem Malm. – Geol. Rdsch., **73**, 351–369, 14 Abb., Stuttgart 1984.
- BAŽENOV, M., BEGAN, R. et al.: Paleomagnetic Evidence of the Tectonic Origin of the Curvature of the West Carpathian Arc. – Bull. Acad. polon. Sci. Ser. sci. terre, **28/4** (1980), 281–290, 5 Abb., 2 Tab., Warszawa 1981.
- BEATH, O., GILBERT, C. & EPPSON, H.: The use of indicator plants in locating seleniferous areas in western United States. – Amer. J. Bot., **26**, 257–269, 14 Abb., 3 Tab., Burlington, Vermont 1939.
- BECHSTÄDT, TH.: Faziesanalyse permischer und triadischer Sedimente des Drauzuges als Hinweis auf eine großräumige Lateralverschiebung innerhalb des Ostalpins. – Jb. geol. B.-A., **121**, 1–121, 17 Abb., Wien 1978.
- : The Lead-Zinc Deposit of Bleiberg-Kreuth (Carinthia, Austria): Palinspastic situation, Paleogeography and Ore Mineralisation. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 221–235, 8 Abb., Wien 1979.
- BECHSTÄDT, T. & MOSTLER, H.: Mikrofazies und Mikrofauna mitteltriadischer Beckensedimente der Nördlichen Kalkalpen Tirols. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **4**, H. 5/6, 1–74, 4 Abb., 4 Tab., Taf. 1–4, Innsbruck (1974) 1975.
- : Riff-Becken-Entwicklung in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen. – Z. dt. geol. Ges., **127**, 271–289, 6 Abb., Hannover 1976.

- BECHTOLD, D., KLEBERGER, J. et al.: Zur Metamorphose der Grauwackenzone in Salzburg/Österreich – Ein Exkursionsführer. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **10**, 305–353, 28 Abb., Tab. 1–6, Innsbruck 1981.
- BECK, H.: Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Hüttenberg und Eberstein, 1 : 75.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1931.
- BECK, H., KIESLINGER, A. et al.: Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1 : 75.000, Blatt Unterdrauburg. – Wien (Geol. B.-A.) 1929.
- BECKE, F.: Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., N. F., **4**, 189–264, 285–408, 8 Abb., Taf. 2–3, Wien 1882.
- : Über Diaphthorite. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **28**, 369–375, Wien 1909.
- : Über das Grundgebirge vom niederösterreichischen Waldviertel. – C. R. XI Congr. géol. intern. 1910, 617–624, Stockholm 1912.
- : Graphit im niederösterreichischen Waldviertel. – Mitt. Wiener miner. Ges., [in:] Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **34**, 56–64, Wien 1917.
- : Die optischen Eigenschaften einiger Andesine. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **35**, 31–46, 2 Abb., Wien 1921.
- : Zur Facies-Klassifikation der metamorphen Gesteine. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **35** (1921), 215–230, Wien 1922.
- : Meteoritenfall bei Lanzenkirchen, Niederösterreich. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **37**, S. 103, Wien 1926.
- : Gustav Tschermak zur Erinnerung. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **39**, I–X, Wien 1928.
- BECKE, F., HIMMELBAUER, A., REINHOLD, F. & GÖRGEY, R.: Das niederösterreichische Waldviertel. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **32**, 185–246, 6 Abb., 1 Kt., 1 Taf., Wien 1913.
- BECKE, M. & MAURITSCH, H.: Paläomagnetik, Teilbericht für das Jahr 1982. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15. **4**, 33–44, 7 Abb., 1 Tab., Leoben 1983.
- : Die Entwicklung der Nördlichen Kalkalpen aus paläomagnetischer Sicht. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 113–116, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1985.
- BECKEL, L.: Österreich im Satellitenbild. – 107 S., 3 Abb., 69 Bilder, Salzburg (O. Müller) 1976.
- BECKER, B.: Möglichkeiten für den Aufbau einer absoluten Jahresringchronologie des Postglazials an Hand subfossiler Eichen aus Donauschottern. – Ber. dt. bot. Ges., **85**, 29–45, 8 Abb., Stuttgart 1972.
- : Beiträge zur postglazialen Landschaftsentwicklung des Donautales. – [In:] H. NAGL [Hrsg.]: Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung (Festschr. J. FINCK), 23–35, 2 Abb., 6 Tab., Wien (Hirt) 1978.
- BECKER, L. P.: Zum geologischen und tektonischen Aufbau des Stubalpenzuges (Steiermark) etc. – Carinthia II, **87/167**, 113–125, 3 Abb., Klagenfurt 1977.
- : Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 162 Köflach, Wien (Geol. B.-A.) 1979 a.
- : Über das Bruchverhalten und Bruchgefüge bei einfacher Druckbeanspruchung in der tektonischen Geologie. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **25**, 63–79, 15 Abb., Wien (1978) 1979 b.

- : Kraftwerk Bodendorf der STEWEAG. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **41**, 129–137, 6 Abb., Graz 1980.
- : Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 162 Köflach (1979) mit Erläut. (57 S., 18 Abb., 2 Beil.), Wien (Geol. B.-A.) 1980 a.
- : Geologie entlang der Fahrtstrecke Graz–St. Michael–Murau. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **41**, 107–114, 5 Abb., Graz 1980 b.
- : Zur Gliederung des Obersteirischen Altkristallins (Muriden). – Verh. geol. B.-A., **1981**, H. 2, 3–17, 4 Abb., Wien 1981.
- BECKER, L. P. & KLEINSCHMIDT, G.: Geotraverse B (Austria): The Crystalline of the Middle Austro-Alpine Unit. – Newsletter IGCP, **4**, 16–22, 6 Abb., 5 Tab., Padova 1982.
- BECKER, L. P., MEIXNER, H. & TICHY, G.: Exkursion M 7: Die Marmore von Adnet und vom Untersberg. – Karinthin, **77**, 330–338, 1 Kt., Salzburg 1977.
- BECK-MANNAGETTA, P.: Zur Genese der Mineralquellen im Raume der Lavanttaler Störungszone. – Verh. geol. B.-A., **1947**, 195–199, Wien 1949 a.
- : Über das Oppersdorffer Flöz bei Wolfsberg in Kärnten. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **94**, 157–161, 2 Abb., Wien 1949 b.
- : Zur Geologie und Paläontologie des Tertiärs des unteren Lavanttales. – Jb. geol. B.-A., **95**, 1–102, 6 Abb., 5 Tab., 7 Taf., Wien 1952 a.
- : Über die heutige Kenntnis des Tertiärs im unteren Lavanttale (Kärnten). – Verh. geol. B.-A., Sdh. **C**, 111–114, Wien 1952 b.
- : Ein tertiärer Wildbach im Granitztal (Ostkärnten) etc. – Geol. u. Bauwesen, **20**, 139–144, 1 Abb., Wien 1953.
- : Tektonische Übersichtskarte von Niederösterreich, 1 : 500.000. – Atlas von Niederösterreich (Freitag-Berndt & Artaria) 1955 a.
- : Geologische Karte des Bezirkes Völkermarkt in Kärnten. Klagenfurt (Abt. Landesplang.) 1955 b.
- : Zum Bau des Beckens des unteren Lavanttales. – Verh. geol. B.-A., **1959**, 225–228, 1 Abb., Wien 1959.
- : Bemerkungen zu A. Tollmann's tektonischer Synthese der Ostalpen. – Geol. Rdsch., **50**, 517–524, Stuttgart 1960.
- : Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich 1 : 1.000.000 Wien (Geol. Bundesanst.) 1964.
- : Geologische Karte des steirischen Anteils der Koralpe 1 : 50.000. [In:] Ber. wasserwirtschaftl. Rahmenplang., **31**, 2. Tl., Graz (Amt Steiermärk. Landereg.) 1975.
- : Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 188 Wolfsberg, Wien (Geol. B.-A.) 1980.
- BECK-MANNAGETTA, P. et al.: Erläuterungen zur Geologischen und zur Lagerstätten-Karte 1 : 1.000.000 von Österreich. – 94 S., 6 Tab., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1966.
- BECK-MANNAGETTA, P. & KIRCHMAYER, M.: Gefügekundliche Untersuchungen an einem schriftgranatischen Pegmatoid in der südöstlichen Koralpe etc. – Jb. geol. B.-A., **128**, 183–195, 10 Abb., 2 Tab., Wien 1985.
- BECK-MANNAGETTA, P. & MATURA, A.: Geologische Karte von Österreich 1 : 1.500.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1980.

- BECK-MANNAGETTA, P. & PREY, S.: Austrian Eastern Alps. [In:] M. MAHEL [Hrsg.]: Tectonics of the Carpathian Balkan Regions. – S. 53–90, 19 Abb., 5 Prof., 2 Tab., Bratislava (Geol. Inst.) 1974.
- BEER, H.: Das Miozän zwischen Sulm, Saggau, Pöbnitz und Gamlitzbach. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Graz, 202 S., 2 Beil., Graz 1953.
- BEER-BISTRICKY, E.: Die miozänen Buccinidae und Nassariidae des Wiener Beckens und Niederösterreichs. – Mitt. geol. Ges. Wien, **49** (1956), 41–83, Taf. 1–2, Wien 1958.
- BEHLE, A., EHRLSMANN, W. et al.: Gravimetrische Untersuchungen in den Ostalpen I (Meßgebiet Mittenwald–Innsbruck–Verona). – Z. Geophys., **38**, 45–74, 6 Abb., 5 Tab., Würzburg 1972 a.
- : Gravimetrische Untersuchungen in den Ostalpen II (Meßgebiet Salzburg–Kärnten–Tirol). – Z. Geophysik, **38**, 221–242, 7 Abb., 2 Tab., Würzburg 1972 b.
- BEHRENS, M.: Schwermineralverteilungen nach Sedimentstrukturen in den Lunzer Schichten (Karn, Trias, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **116**, 51–83, 19 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3, Wien 1973.
- BELOUSSOW, W., GZOWSKI, M., GORIATSCHOV, A.: [Über die Struktur der Ostalpen]. – Bjul. Moskowsk. obstsch. ispyt. priroda, geol., **16** (1–2), 46–48, Moskwa 1951.
- BEMMELEN, R. W. VAN: Die Anwendung der Undationstheorie auf das alpine System in Europa. – Proc. Akad. Wetensch. Amsterdam, **36**, 686–693, Amsterdam 1933.
- : Zur Mechanik der ostalpinen Deckenbildung. – Geol. Rdsch., **50**, 474–499, 7 Abb., 1 Taf., Stuttgart 1960 a.
- : New views on east-alpin orogenesis. – Int. Geol. Congr. 21 sess. Norden 1960, Part **18**, 99–116, 6 Abb., Copenhagen 1960 b.
- : Tektonische Probleme der östlichen Südalpen. – Geologija, Razpr. in Poroč., **13**, 133–158, 4 Abb., 3 Tab., Ljubljana 1970.
- BENDEL, L.: Ingenieurgeologie. – Bd. 1: XXVIII, 832 S., 586 Abb., 398 Tab., 1944; Bd. 2: XIX, 832 S., 620 Abb., 252 Tab., Wien (Springer) 1948.
- BENDER, F. [Hrsg.]: Angewandte Geowissenschaften, Bd. I: Geologische Geländeaufnahme etc. – XVI, 628 S., 241 Abb., 97 Tab., 9 Taf., Stuttgart (Enke) 1981.
- : Angewandte Geowissenschaften, Bd. III. – XV, 674 S., 470 Abb., 90 Tab., 2 Taf., Stuttgart (Enke) 1984.
- BENEŠ, K.: Structural Features of the Plutonic Bodies in the Bohemian Massif. – Geol. práce, **57**, 53–64, Bratislava 1971.
- : Distribution of granitoid bodies in the Bohemian Massif etc. – Krystalinikum, **10**, 31–38, 1 Taf., Prag 1974.
- BERAN, A.: Beiträge zur Verbreitung und Genesis Phengit-führender Gesteine in den Ostalpen. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **13**, 115–130, 2 Abb., 5 Tab., Wien 1969.
- : Die Stellung der Ankeritgesteine im Rahmen der Genese von Sideritlagerstätten der östlichen Grauwackenzone. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **26**, 217–233, 5 Abb., Wien 1979 a.
- : Die Mineralogie von Ankeriten und Sideriten des Steirischen Erzberges und der Radmer. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 237–239, 3 Tab., Wien 1979 b.

- BERAN, A., FAUPL, P. & HAMILTON, W.: Anchizonale Metamorphose am Nordrand des Tennengebirges (Nördliche Kalkalpen, Salzburg). – Anz. österr. Akad. Wiss., **118**, 63–66, Wien 1981.
- BERAN, A., FAUPL, P. et al.: Die Manganschiefer der Strubbergsschichten (Nördliche Kalkalpen, Österreich) etc. – Tschermarks miner. petrogr. Mitt., (3) **31**, 175–192, 8 Abb., Wien 1983.
- BERAN, A., GÖD, R. et al.: A scheelite mineralization in calc-silicate rocks of the Moldanubicum (Bohemian Massif) in Austria. – Mineral. Deposita, **20**, 16–22, 4 Abb., 3 Tab., Berlin – Heidelberg 1985.
- BERAN, A. & THALMANN, F.: Der Bergbau Radmer-Buchegg – ein Beitrag zur Genese alpiner Sideritlagerstätten. – Tschermarks miner. petrogr. Mitt., (3) **25**, 287–303, 5 Abb., 1 Tab., Wien 1978.
- BERÁNEK, B. & ZÁTOPEK, A.: On the Crustal Structure in Czechoslovakia and the east-Alpine Region. – Trans. ESC Gen. Assoc. Braşov 1972, Inst. geol. geogr. techn. econ. Stud., ser. D, **10**, Bucarest 1975.
- BERGER, W.: Pflanzenreste aus dem Wienerwaldflysch. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **159**, 11–24, Taf. 1–2, Wien 1950 a.
- : Die Pflanzenreste aus den unterpliozänen Congerienschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **159**, 87–99, Wien 1950 b.
- : Pflanzenreste aus dem tortonischen Tegel von Theben-Neudorf bei Preßburg. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **160**, 273–278, 1 Abb., Wien 1951 a.
- : Die Pflanzenreste aus den unterpliozänen Congerienschichten des Laaerberges in Wien. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **160**, 335–347, 1 Tab., Wien 1951 b.
- : Der gegenwärtige Stand der Tertiärbotanik im Wiener Becken. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1951**, 344–350, Stuttgart 1951.
- : Neue Pflanzenfunde aus dem Rotliegenden von Zöbing (Niederösterreich). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **88**, 288–295, 6 Abb., Wien 1951 d.
- : Die jungtertiären Floren des Wiener Beckens etc. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **97**, 125–127, 1 Tab., Wien 1952 a.
- : Die altpliozyäne Flora der Congerienschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. – Palaeontographica, **92 B**, 79–121, 127 Abb., 2 Fig., Stuttgart 1952 b.
- : Pflanzenreste aus dem miozänen Ton von Weingraben bei Draßmarkt (Mittelburgenland). – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, Teil I: **161**, 93–101, 15 Abb., Teil II: **162**, 17–24, 21 Abb., Wien 1952–1953.
- : Die Bullaceen aus dem Tertiär des Wiener Beckens. – Arch. f. Molluskenkd., **82**, 81–129, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 16–21, Frankfurt/M. 1953 a.
- : Pflanzenreste aus den obermiozänen Ablagerungen von Wien-Hernals. – Ann. nat.-hist. Mus. Wien, **59**, 141–154, 33 Abb., Wien 1953 b.
- : Ein Lauraceenholz aus dem Oberkreideflysch des Lainzer Tiergartens bei Wien etc. – Österr. botan. Z., **100**, 136–146, 7 Abb., Wien 1953 c.
- : Die Ringiculiden aus dem Tertiär des Wiener Beckens. – Arch. f. Molluskenkd., **83**, 113–136, 1 Abb., 9 Diagr., Taf. 7–12, Frankfurt/M. 1954 a.

- : Flora und Klima im Jungtertiär des Wiener Beckens. – Z. dt. geol. Ges., **105** (1953), 228–233, 3 Abb., 1 Tab., Hannover 1954 b.
- : Die altpliozäne Flora des Laaerberges in Wien. – Palaeontographica, **97**, Abt. B, 81–113, 2 Tab., 7 Beil., Stuttgart 1955 a.
- : Jungtertiäre Pflanzenreste aus dem unteren Lavanttal in Ostkärnten. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **100**, 402–430, 46 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1955 b.
- : Neue Ergebnisse zur Klima- und Vegetationsgeschichte des europäischen Jungtertiärs. – Ber. geobot. Forsch. Inst. Rübel Zürich, **1954**, 12–29, Zürich 1955 c.
- : Pflanzenreste aus dem Mittelmiozän (Helvet) des Teiritzberges bei Stetten in Niederösterreich. – Ann. nathist. Mus. Wien, **61**, 90–95, 22 Abb., Wien 1957.
- : Die obermiozäne (sarmatische) Flora von Liescha bei Prävali etc. – Carinthia, **149** bzw. (II) **69**, 36–41, Klagenfurt 1959.
- : Neue Funde von Oberkarbonpflanzen in den Auerningschichten (Kärnten). – Verh. geol. B.-A., **1960**, 253–261, 1 Tab., Wien 1960.
- : Die Pflanzenreste im Flysch. – Mitt. geol. Ges. Wien, **58** (1965), 233–245, Wien 1966.
- : Pflanzenreste aus dem Mittelmiozän (Laaer Schichten) von Laa an der Thaya in Niederösterreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **61** (1968), 1–5, 1 Abb., Wien 1969.
- BERGER, W & ZABUSCH, F.: Die obermiozäne (sarmatische) Flora der Türkenschanze in Wien. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **98**, 226–276, 112 Abb., Stuttgart 1953.
- BERGGREN, W.: Neogene chronostratigraphy, planktonic foraminiferal zonation and the radiometric time scale. – Földt. közl., **101**, 162–169, 3 Tab., Budapest 1971.
- BERKTOLD, A., BEBLO, M. & KEMMERLE, K.: On the distribution of the electrical conductivity below the Eastern Alps. – Geol. Rdsch., **65**, 715–732, 10 Abb., Stuttgart 1976.
- BERNDT, H.: Flüssige Abfallstoffe. – Öff. Gesundh.-Wesen, **34**, Sdh. 2, 70–73, Stuttgart (Thieme) 1972.
- BERNHART, L.: Zentralwasserversorgung für die Südoststeiermark. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **38**, 54 S., 8 Taf., 10 Tab., Graz 1978.
- : Thermische Belastung des Grundwassers. – Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, **53**, 7–39, Wien 1983.
- BERNHART, L., BILEK, P. et al.: Regionale Abwasseranlagen in der Steiermark. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **51**, 279 S., 4 Taf. (Kt.), Graz 1980.
- BERNHART, L., FABIANI, E. et al.: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **29**, 1–203, 25 Taf., Graz 1974.
- BERNHART, L., HÜBL, E. et al.: Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 5. Teil. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **57**, 141 S., 9 Abb., 15 Taf., Graz (Amt Steiermk. Landesreg.) 1981.
- BERNHART, L., KÜSSEL, W et al.: 10 Jahre Wasserverband Hochschwab Süd 1971–1981. – Ber. wasserwirtsch. Rahmenplang., **54**, 129 S., 13 Phototaf., Graz (Amt Steiermk. Landesreg.) 1981.
- BERNHART, L., ZETINIGG, H. et al.: Untersuchungen an artesischen Wässern in der nördlichen Oststeiermark. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **21**, 1–115, 5 Abb., 2 Tab., 4 Taf., Graz 1972.
- : Grundwasseruntersuchungen im nordöstlichen Grazerfeld. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **22**, 1–87, 5 Tab., 13 Taf., Graz 1973 a.

- BERNHART, L. et al.: Grundwasseruntersuchungen im nordöstlichen Leibnitzerfeld. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **23**, 1–504, zahlr. Abb., Tab., Taf., Graz 1973 b.
- BERNHAUSER, A.: Zur Kenntnis der Retzer Sande. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **164**, 163–192, 12 Abb., Taf. 1, Wien 1955.
- : Zur Verlandungsgeschichte des burgenländischen Seewinkels. – Wiss. Arb. Burgenland, **29**, 143–171, 4 Taf., Eisenstadt 1962.
- : Probleme der Geologie des burgenländischen Seewinkels. – Mitt. österr. bodenkdl. Ges., **18/19**, 48–54, Wien 1977.
- BERNOULLI, D. & JENKYN, H.: A Jurassic Basin: The Glasenbach Gorge, Salzburg, Austria. – Verh. geol. B.-A., **1970**, 504–531, 2 Abb., Taf. 1–6, Wien 1970.
- BERNROIDER, M. & HÖCK, V.: Metamorphose der Serpentin-Randgesteine im obersten Mölltal (Kärnten, Österreich). – Der Karinthin, **89**, 51–71, 5 Abb., 4 Tab., Klagenfurt 1983.
- BERTLE, H.: Kurze Mitteilung über NNE-SSW-streichendes Lineament zwischen Lechtal und Klosters. – Verh. geol. B.-A., **1970**, 486–490, 1 Abb., Wien 1970 a.
- : Steinbruch Dopplerhütte. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **19**, 189–194, 6 Abb., Wien 1970 b.
- BERTLE, H., FURRER, H. & LOACKER, H.: Geologie des Walgaues und des Montafons mit Berücksichtigung der Hydrogeologie (Exkursion G etc.). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., **61**, 71–85, 5 Abb., Stuttgart 1979.
- BERTLE, H., LEIN, R. & PIRKL, H.: Der Deckenbau in Luitpoldzone und Bärgründele. – Mitt. geol. Ges. Wien, **62** (1969), 1–10, Taf. 1–3, Wien 1970.
- BERTRAND, M.: Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. – Bull. Soc. géol. France, (3) **12**, 318–330, Abb. 5–7, 1 Kt., Taf. 11, Paris 1884.
- BERTSCHINGER, H., LOACKER, H. et al.: Der Grundwasserstrom des Alpenrheins. – Wasser, Energie, Luft, **70** (5), 95–178, zahlr. Abb., Tab., Taf., Baden 1978.
- BERWERTH, F.: Das Meteor vom 21. April 1887. – Ann. nathist. Hofmus., **2**, 353–374, Wien 1887.
- : Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900. – Fortschr. Miner. Kristallogr. Petrogr., **2**, 227–258, Jena 1912.
- : Die Meteoritensammlung des naturhistorischen Hofmuseums als Born der Meteoritenkunde. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **127**, 715–795, Wien 1918.
- BETTENSTAEDT, F.: Zur stratigraphischen und tektonischen Gliederung von Helvetikum und Flysch in den Bayerischen und Vorarlberger Alpen etc. – Z. dt. geol. Ges., **109** (1957), 566–592, 1 Abb., 3 Tab., Hannover 1958.
- BICKLE, M. & POWELL, R.: Calcite-Dolomite Geothermometry for Iron-bearing Carbonates. The Glockner Area etc. – Contrib. Miner. Petrol., **59**, 281–292, 6 Abb., 1 Tab., New York etc. 1977.
- BICKLE, M. & HAWKESWORTH, C.: Deformation phases and the tectonic history of the eastern Alps. – Bull. geol. Soc. Amer., **89**, 293–306, 13 Abb., 2 Tab., Boulder 1978.
- BIFFL, W. & FRISCHHERZ, H.: Sicherung der Wasserversorgung in der Zukunft. – Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, **51**, zahlr. S., Abb., Tab., Wien 1983.

- BIELY, A., BUDAY, T. et al.: Geological Map of Czechoslovakia 1 : 1,000,000. – Praha (Ústředni ústav geol.) 1966.
- BIJU-DUVAL, B.: De la Téthys aux mers intra-alpines actuelles: Introduction. – Mém. BRGM., **115** (Coll. CS, 26^e congr. géol. int.), 232–236, 2 Abb., Paris 1980.
- BIJU-DUVAL, B., DER COURT, J. & LE PICHON, X.: From the Tethys Ocean to the Mediterranean Seas. – [In:] B. BIJU-DUVAL & L. MONTADERT [Hrsg.]: Int. Symp. struct. Hist. Mediterr. Basins, Split 1976, 143–164, 4 Abb., 1 Tab., Taf. 1–8, Paris (Ed. technip) 1977.
- BINDER, H.: Bemerkenswerte Molluskenfaunen aus dem Pliozän und Pleistozän von Niederösterreich. – Beitr. Paläont. Österr., **3**, 1–78, 6 Diagr., 29 Tab., Taf. 1–14, Wien 1977.
- BINNER, E.: Nitratgehalte im Grundwasser Österreichs. – Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, **51**, W 1–28, 20 Abb., 6 Tab., Wien 1983.
- BINSWANGER, H., GEISSBERGER, W. & GINSBURG, T. [Hrsg.]: Der NAWU-Report. – 327 S., 21 Abb., 17 Tab., Frankfurt/M. (S. Fischer) 1978.
- BIRKENMAJER, K.: Remarks on the geology of the Grestener Klippenzone, Voralpen (Austria). – Bull. Acad. polon. Sci., sér. sci. géol. géogr., **9**, 205–211, Warszawa 1961.
- : Remarks on the Geology of the Pieninische Klippenzone near Vienna (Austria). – Bull. Acad. polon. Sci., sér. sci. géol. géogr., **10**, 19–25, Warschau 1962.
- BISCHOFF, A.: Al-reiche und intermediäre Chondren in dem H4-Chondriten Ybbsitz. – Ann. nathist. Mus. Wien, **87** A, 21–31, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1985.
- BISTRITSCHAN, K.: Erloschene Vulkane in Österreich. – Universum, **5** (1), 24–28, 2 Abb., Wien 1950.
- : Die Geologie der Talauffüllung des Mitterennstales. – Verh. geol. B.-A., **1952**, 232–235, Wien 1952.
- : Ein Beitrag zur Geologie und Hydrogeologie der österreichischen Alpentäler. – Z. dt. geol. Ges., **106** (1954), 82–88, Hannover 1955.
- : Die Talalluvionen des Mitterennstales. – Verh. geol. B.-A., **1956**, 184–187, Wien 1956.
- BITTNER, A.: Beiträge zur Kenntnis des Erdbebens von Belluno vom 29. Juni 1873. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Cl., Abth. II, **69**, 541–637, 2 Tab., 3 Taf., Wien 1874.
- : Aus den Ennsthaler Kalkalpen. Neue Fundstellen von Hallstätter Kalk. – Verh. geol. R.-A., **1885**, 143–146, Wien 1885.
- : I. Die geologischen Verhältnisse. S. 1–174, etl. Abb., 1 geol. Kt. u. Profiltaf., Wien 1882. – [In:] BECKER, M. A. [Hrsg.]: Hernstein in Niederösterreich etc., 1. Bd., 711 S., 37 Abb., 5 Kt., 11 Taf., Wien (Hölder) 1886.
- : Die Brachiopoden der alpinen Trias. – Abh. geol. R.-A., **14**, 1–325, zahlr. Abb., 41 Taf., Wien 1890.
- : Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1 : 75.000, Blatt Gaming –Mariazell. – Wien (Geol. R.-A.) 1906.
- BITTNER, A., FUGGER, E.: Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1 : 75.000, Blatt Hallein und Berchtesgaden. Mit Erl. (34 S.), Wien (Geol. R.-A.) 1907.

- BITTNER, A., PAUL, C. et al.: Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1 : 75.000, Blatt St. Pölten. – Wien (Geol. R.-A.) 1907.
- BLASER, R.: Geologie des Fürstentum Liechtenstein. 2. Teil: Geologie des nördlichen Gebietes. – 228 S., 19 Abb., 3 Taf., Vaduz (Histor. Ver. Liechtenstein) 1952.
- BLEAHU, M., BOCCALETTI, M. et al.: Neogen Carpathian Arc: A Continental Arc Displaying the Features of an "Island Arc" – J. geophys. Res., **78**, 5025–5032, 2 Abb., 2 Tab., Washington 1973.
- BLEIL, U. & POHL, J.: The Berchtesgaden Magnetic Anomaly. – Geol. Rdsch., **65**, 756–767, 4 Abb., Stuttgart 1976.
- BLOHM, M.: Sedimentpetrographische Untersuchungen am Neusiedler See/Österreich. – Inaugural-Diss. natw. Fak. Univ. Heidelberg, 85 S., 32 Abb., 3 Tab., Tab.-Anhang, Heidelberg 1974.
- BLÜMEL, W.: Die Grünerde von Wetzelsdorf bei Graz. – Mitt.-bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, **1951** (3), 33–38, 1 Tab., Graz 1951.
- BLUMENTHAL, M.: Kurze Notiz über die stratigraphisch-tektonische Aufteilung der ultrahelvetisch-austriden Grenzzone in Vorarlberg und im Allgäu. – Jb. geol. B.-A., **86**, 197–201, Taf. 6, Wien 1936 a.
- : Die Allgäu-Decke in den Bergen des Großen Walsertales (Vorarlberg). – Eclogae geol. Helv., **29**, 449–479, 4 Abb., Taf. 26–27, Basel 1936 b.
- BOBEK, H.: Der Eisrückzug im östlichen Klagenfurter Becken. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **101**, 3–36, 4 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wien 1959.
- BOBEK, M. & SCHMIDT, R.: Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Salzkammergutes und Alpenvorlandes etc. – Linzer biol. Beitr., **8** (1), 95–133, 2 Abb., 1 Tab., 4 Beil., Linz 1976.
- BOBIES, C.: Das Gaadener Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **19** (1926), 41–78, 1 Tab., Taf. 1, Wien 1928.
- : Über bryozoenführende Sedimente des inneralpinen Wiener Beckens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **21** (1928), 24–34, Wien 1930.
- : Bryozoenstudien I. Die Bryozoenfauna der tortonen Strandbildungen von Kalksburg bei Wien. – Jb. geol. B.-A., **99**, 225–258, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 5–8, Wien 1956.
- : Bryozoenstudien II. Die Bryozoen des österreichischen Sarmats. – Jb. geol. B.-A., **100**, 81–114, 1 Abb., 4 Tab., Taf. 7–10, Wien 1957.
- : Bryozoenstudien III/1. Die Crisiidae (Bryozoa) des Torton im Wiener Becken. – Jb. geol. B.-A., **101**, 147–165, Taf. 13–15, Wien 1958 a.
- : Bryozoenstudien III/2. Die Horneridae (Bryozoa) des Torton im Wiener und Eisenstädter Becken. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **167**, 119–137, Taf. 1–3, Wien 1958 b.
- : Über die Pedalion-Korallenfazies im Wiener und Eisenstädter Becken. – Verh. geol. B.-A., **1958**, 38–44, 1 Abb., Wien 1958 c.
- BOBIES, C. & KÖLBL, L.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Wien. – 42 S., 5 Abb., 4 Tab., Wien (Kartogr. Inst.) 1928.
- BOCCALETTI, M., HORVÁTH, F. et al.: The Thyrrhenian and Pannonian basins etc. – Tectonophysics, **35**, 45–69, 12 Abb., Amsterdam 1976.
- BODA, J., BRESTENSKÁ, E. et al.: Beschreibung des Holostratotypus, Faziostratotypen und Boundary Stratotypen. [In:] Chronostratigraphie und Neostratotypen, **M 5**, Sarmatien, [Hrsg.:] A. PAPP et al., 162–240, Abb. 29–54, Bratislava (VEDA) 1974.

- BODECHTEL, J., JASKOLLA, F. et al.: Zur Tektonik des Gebietes westlich des Königssees/Berchtesgadener Alpen. – Geol. Rdsch., **73**, 337–349, 8 Abb., Stuttgart 1984.
- BODECHTEL, J. & LAMMERER, B.: Multispektrale ERTS-Satellitenaufnahmen von den Ostalpen. Erste Interpretation der Bilder. – Nachtrag Ber. Geotraverse IA, S. 88, München–Salzburg (vervielfält. Manuskri.) 1973.
- BOER, J. DE: The geology of the Vicentinian Alps (NE-Italy). – Geol. Ultraiectina, **11**, 178 S., 52 Abb., 2 Beil., Utrecht 1963.
- BÖGEL, H.: Der geologische Bau des Wettersteingebirges und seiner Umrahmung. – Jb. österr. Alpenver., **1960**, 21–28, 3 Abb., Innsbruck 1960.
- BÖGEL, H., MORTEANI, G. et al.: The Hercynian and pre-Hercynian Development of the Eastern Alps. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **159**, 87–112, Stuttgart 1979.
- BÖGEL, H. & SCHMIDT, K.: Kleine Geologie der Ostalpen. – 231 S., 101 Abb., 9 Tab., 8 Taf., 2 Faltaf., Thun (Ott-Verlag) 1976.
- BÖGLI, A.: Karsthydrographie und physische Speläologie. – XIII, 292 S., 160 Abb., zahlr. Tab., 12 Taf., Berlin etc. (Springer) 1978.
- BOHADSCH, J.: Bericht über seine auf allerhöchsten Befehl im Jahre 1763 unternommene Reise nach dem oberösterreich. Salzkammerbezirk. – Abh. Privatges. Böhmen, **5**, 91–227, 1 Taf., Prag 1782.
- BÖHM, A.: Zur Erinnerung an Franz von Hauer. – Abh. geogr. Ges. Wien, **1**, 93–118, Wien 1899.
- BÖHM, J.: Die Kreidebildungen des Fürbergs und Sulzbergs bei Siegsdorf in Oberbayern. – Palaentographica, **38**, 1–106, 3 Abb., Taf. 1–5, Stuttgart 1891.
- BOLDIZSAR, T.: Geothermal Data from the Vienna Basin. – J. geophys. Res., **73**, 613–618, 6 Abb., 4 Tab., Baltimore 1968.
- BOLT, B.: Erdbeben. – XIII, 236 S., 78 Abb., Berlin etc. (Springer) 1984.
- BOLZ, H.: Die Zlambach-Schichten etc. 1. Ostracoden der Zlambach-Schichten, besonders Bairdiidae. – Senckenbergiana Lethaea, **52**, 129–283, 34 Abb., Taf. 1–16, Frankfurt/M. 1971.
- : Die Zlambach-Schichten etc. 2. – Senckenbergiana Lethaea, **55**, 325–361, 2 Abb., 3 Tab., Taf. 1–4, Frankfurt/M. 1974.
- BORNHORST, A. KL.: Geologie des Kalkalpenbereiches zwischen Vilser Alpen, Thaneler und dem Plan-See in Tirol. – Diss.-Auszug Fak. allg. Wiss. T. H. München, 27 S., 2 Taf., München 1958.
- BOROVICZENY, F. et al.: Hydrogeologische Untersuchungen am Ostufer des Neusiedlersees. – Ber. biol. Forsch.-Inst. Burgenland, **47**, 5–23, Illmitz 1983.
- BORSI, S., MORO, A. DEL et al.: Metamorphic evolution of the Austride rocks to the south of the Tauern Window (Eastern Alps) etc. – Mem. Soc. geol. ital., **12**, 549–571, 6 Abb., 10 Tab., 1 Taf., Pisa 1973.
- : New geopetrologic and radiometric data on the alpine history of the Austridic continental margin south of the Tauern Window (Eastern Alps). – Mem. Istit. Geol. Miner. Univ. Padova, **32**, 1–19, 8 Abb., 3 Tab., Taf. 1–2, Padova 1978 a.
- : On the age of the periadriatic Rensen massif (Eastern Alps). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1978**, 267–272, 2 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1978 b.
- : On the age of the Vedrette di Ries (Rieserferner) massif and its geodynamic significance. – Geol. Rdsch., **68**, 41–60, 9 Abb., 9 Tab., Stuttgart 1979.

- BORTENSCHLAGER, S.: Neue pollenanalytische Untersuchungen von Gletschereis und gletschernahen Mooren in den Ostalpen. – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **6**, 107–118, 4 Abb., 1 Tab., Innsbruck 1970.
- : Der pollenanalytische Nachweis von Gletscher- und Klimaschwankungen in Mooren der Ostalpen. – Ber. dt. bot. Ges., **85**, 113–122, 1 Abb., Stuttgart 1972.
- BÖSE, E.: Beiträge zur Kenntnis der alpinen Trias. 1. Die Berchtesgadener Trias etc. – Z. dt. geol. Ges., **50**, 468–586, 27 Abb., Taf. 18, Berlin 1898.
- BOSELLINI, A., LOBITZER, H. et al.: The Complex Basins of the Calcareous Alps and Palaeomargins. – Abh. geol. B.-A., **34**, 287–325, 23 Abb., Wien 1980.
- BOTT, M.: Interpretation of the Gravity Field of the Eastern Alps. – Geol. Magaz., **91**, 377–383, 3 Abb., London 1954.
- BOUČEK, B., CHLUPAČ, I. & HORNÝ, R.: The proposal of a new delimitation of the Siluro-Devonian boundary. – Int. Symp. devonian System, 863–866, 1 Abb., Calgary 1967.
- BOUÉ, A.: Mémoire géologique sur l'Allemagne. – J. de Physique, **1822**, Sep. 145 S., Paris 1822.
- : Mémoire sur les terrains secondaires du Versant Nord des Alpes Allemandes. – Annales des Mines, **9**, Sep. S. 1–43, Paris 1824.
- : Beschreibung der secundären Gebirge am Nordrande der Alpen. – [Kefersteins] Teutschland geognost.-geol. dargestellt, **3**, H. 3, 438–469, Weimar 1826.
- : Descriptions des divers gisements intéressans de fossiles dans les Alpes autrichiennes. – Bull. Soc. geol. France, **1**, 128–137, Paris 1830 a.
- : Résumé des observations sur l'âge relatif des dépôts secondaires dans les Alpes et les Carpathes. – Journal de Géologie, (1) **1**, 50–86, 115–151, Taf. 2–6, Paris (Levrault) 1830 b.
- : Mémoire géologique sur le sol tertiaire et alluvial du pied septentrional des Alpes Allemandes, 1. Teil. – J. de Géologie, **2**, 333–385, Paris 1830 c.
- : Description du sol Tertiaire, situé au pied des Alpes Allemandes etc. – J. de Géol., **3**, 1–35, 97–143, Taf. 1–2 pp., Paris 1831 a.
- : Extraits etc. du mémoire de Mm. Sedgwick et R. Murchison. – J. de Géol., **3**, 65–82, Paris 1831 b.
- : Description de divers gisement intéressans de fossiles dans les Alpes auchtrichiennes. – Mém. géol. paléont., **1**, 185–241, Taf. 1–2, Paris 1832.
- : Aperçu sur la constitution géologique des provinces illyriennes. – Mém. Soc. géol. France, (1) **2**, 1. Teil, 43–89, Taf. 4, Paris 1835.
- BOUÉ, A., HAUER, F., & PARTSCH, P.: Generalkarte des Erzherzogthums Oesterreich ob und unter der Enns. Wien (Manusk.) 1831.
- BOUMA, A.: Sedimentology of some Flysch deposits. – 168 S., 31 Abb., 17 Tab., 8 Taf., 3 Beil., Amsterdam (Elsevier) 1962.
- BRANDECKER, H.: Die Gestaltung von Böschungen in Lockermassen und in Fels. – Straßenwesen, **1971** (3), 1–59, 33 Abb., 12 Photos, Wien 1971.
- : Hydrogeologie des Salzburger Beckens. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **1974**, 5–39, 2 Abb., 16 Taf., Graz 1974.
- BRANDECKER, H. & MAURIN, V.: Die Trinkwasserreserven des südlichen Salzburger

- Beckens und seiner Umrahmung. – Österr. Wasserwirtschaft, **34** (5/6), 105–122, 14 Abb., Wien – N. Y 1982.
- BRANDECKER, H. & VOGELTANZ, R.: Baugeologie des Bauloses „Klamm“, Gasteiner Bundesstr. (Salzburg). – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **35**, 27–44, 7 Abb., 1 Tab., Graz 1975.
- BRANDL, W.: Die tertiären Ablagerungen am Saume des Hartberger Gebirgsspornes. – Jb. geol. B.-A., **81**, 353–386, 6 Abb., 2 Tab., Taf. 10, Wien 1931.
- : Neue Fundorte sarmatischer Mollusken in der Friedberger Bucht. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **108**, 71–75, 1 Abb., Graz 1978.
- BRANDNER, R.: Tektonisch kontrollierter Sedimentationsablauf im Ladin und Unterkarn der westlichen Nördlichen Kalkalpen. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **8**, 317–354, 22 Abb., Fototaf. 1–5, Innsbruck 1978.
- : Tektonische Übersichtskarten von Tirol, 1 : 300.000 und 1 : 600.000. – Tirol-Atlas, Innsbruck (Univ.-Verl. Wagner) 1980.
- : Meeresspiegelschwankungen und Tektonik in der Trias der NW-Tethys. – Jb. geol. B.-A., **126**, 435–475, 25 Abb., Wien 1984.
- BRANDNER, R. & RESCH, W.: *Collarecodium oenipontanum* n.g., n.sp. – eine neue Kalkalge aus dem Wettersteinkalk (Ladin-Cordevol; Trias) der Innsbrucker Nordkette/Tirol. – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 35–48, 4 Abb., 1 Tab., Taf. 1–4, Wien 1980.
- : Reef Development in the Middle Triassic (Ladinian and Cordevolian) of the Northern Limestone Alps near Innsbruck, Austria. – [In:] TOOMEY, D. F. [Hrsg.]: European Fossil Reef Models. – 203–231, 27 Abb., 1 Tab., Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral., **30**, Tulsa/Oklahoma 1981.
- BRANDSTÄTTER, F., KIRCHNER, E. et al.: Der Meteorit von Ybbsitz: Petrologie und Mineralchemie. – Ann. nathist. Mus. Wien, **87** A, 11–20, 4 Abb., 4 Taf., Wien 1985.
- BRAUMÜLLER, E.: Der Südrand der Molassezone im Raume von Bad Hall. – Erdoel-Z., **75**, 122–130, Taf. 1–3, Wien 1959.
- : Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. – Erdoel-Z., **77**, 509–520, Taf. 1–2, Wien 1961.
- : Zur Geschichte der Geologischen Gesellschaft in Wien in den Jahren 1958–1982. – Mitt. österr. geol. Ges., **76**, 7–18, 2 Abb., Wien 1983.
- BRAUMÜLLER, E. & GOHRBANDT, K.: Führer zu den Exkursionen am Alpenostrand im Bereich des Oichtentales N Salzburg. – Exk.-führer österr. geol. Ges., 6 S., 3 Tab., 1 Kt., Wien (Xerokopie) 1976.
- BRAUMÜLLER, E., GRILL, R. et al. [Red.]: Geologischer Führer zu Exkursionen durch die Ostalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57** (1), 377 S., zahlr. Abb. u. Taf., Wien 1964.
- BREEMEN, O. VAN et al.: Geochronological studies of the Bohemian massif, Czechoslovakia etc. – Trans. roy. Soc. Edinburgh. Earth Sci., **73** (2), 89–108, 6 Abb., 6 Tab., Edinburgh 1982.
- BREMER, E.: Das präglaziale Relief der Ostalpen etc. – VI, 111 S., 10 Abb., 4 Tab., Halle (Akad. Verl.) 1934.
- BRESTENSKÁ, E.: Die Foraminiferen des Sarmatien s. str. – [In:] A. PAPP et al. [Hrsg.]: Chronostratigraphie und Neostratotypen, **M 5**, Sarmatien, 243–293, Taf. 1–11, Bratislava (VEDA) 1974.

- BRESTENSKÁ, E. & JIRÍČEK, R.: Ostrakoden des Badenien der zentralen Paratethys. – [In:] A. PAPP et al. [Red.]: Chronostratigraphie und Neostatotypen, **6**, 405–439, 1 Tab., 9 Taf., Bratislava (Slow. Akad. Wiss.) 1978.
- BRETH, H., DEMMER, W. & LUDWIG, W.: Kraftwerk Annabrücke etc. – Österr. Z. Elektrizitätswirtsch., **35** (1/2), 27–36, 19 Abb., Wien – N. Y 1982.
- BRETSCHKO, G.: Donausnutzung und Donauforschung. – 23. Arbeitstagg. intern. Arb-gem. Donauforsch., 29–36, 1 Abb., Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1983.
- BREYER, F.: Die orogenen Phasen der Gefalteten Molasse des Helvetikums und des Flysches im westl. Bayern und in Vorarlberg. – Abh. dt. Ak. Wiss. Berlin, Kl. Bergbau etc., **1960** (Kraus-Festschr.), H. 1, 95–98, Berlin 1960.
- BREZINA, A.: Neue Meteoriten III. – Ann. nathist. Hofmuseum, **2**, Notizen, S. 114–115, Wien 1887.
- BRIGO, L., KOSTELKA, K. et al.: Comparative Reflections on Four Alpine Pb-Zn Deposits. – [In:] D. KLEMM & H. J. SCHNEIDER [Hrsg.]: Time- and Strata-Bound Ore Deposits. – 273–293, 4 Abb., Berlin etc. (Springer) 1977.
- BRINKMANN, R.: Die Ammoniten der Gosau und des Flysch in den nördlichen Ostalpen. – Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **15**, 1–14, Hamburg 1935.
- : Über Fenster von Flysch in den nordöstlichen Kalkalpen. – Sitzber. preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl., **31** (1936), 436–445, 5 Abb., Berlin 1936.
- BRIX, F.: Chemische und physikalische Hilfsmittel zur stratigraphischen Gliederung fossilärmer Schichten etc. – Erdoel-Z., **1960**, 249–265, 8 Abb., 5 Tab., Wien – Hamburg 1960.
- : Beiträge zur Stratigraphie des Wienerwaldflysches auf Grund von Nannofossilfunden. – Erdoel-Z., **77**, 89–100, 1 Abb., Wien 1961.
- : Das Jungtertiär. [In:] B. PLOCHINGER: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Hohe-Wand-Gebietes. S. 56–66, Tab. 2, Wien (Geol. B.-A.) 1967.
- : On the stratigraphy and lithology of the Flysch zone in the surroundings of the Hagenbach-valley (Northern Vienna Woods), Austria. – Roczn. pol. Tow. geol., **39**, 455–469, 2 Abb., 3 Tab., Krakow 1969.
- : Der Raum von Wien im Lauf der Erdgeschichte. – [In:] F. STARMÜHLNER & F. EHRENDORFER [Hrsg.]: Naturgeschichte Wiens, Bd. **1**, 27–190, Abb. 9–41, Tab. 5–15, Wien – München (Jugend und Volk) 1970.
- : Hydrologie. [In:] F. STARMÜHLNER & F. EHRENDORFER [Hrsg.]: Naturgeschichte Wiens, Bd. **2**, S. 51–73, Abb. 25–46, Tab. 4–8; S. 499–524, Abb. 145–154, Tab. 14–17; Wien – München (Jugend u. Volk) 1972 a.
- : Erläuterung zur geologischen Karte der Stadt Wien 1 : 50.000. – Ebenda, Bd. **3**, 3–32, 1 Tab., 2 Kt., Wien – München (Jugend u. Volk) 1972 b.
- : Geologie, Hydrologie, Bodenkunde und die Entwicklung der Wiener Stadtlandschaft. – [In:] F. STARMÜHLNER & F. EHRENDORFER [Hrsg.]: Naturgeschichte Wiens, Bd. **4**, 1–52, 8 Photos, 5 Tab., Wien – München (Jugend u. Volk) 1974.
- : Zur Geologie des Tertiärs und Quartärs der Umgebung von Hirtenberg (Niederösterreich). – [In:] F. HANAUSKA: Heimatbuch der Marktgemeinde Hirtenberg. 37–79, 5 Tab., Taf. 5–7, 1 Kt., Hirtenberg (Gemeinde) 1980.
- : Der tertiäre und quartäre Anteil auf Blatt 76, Wiener Neustadt. – [In:] B. PLOCHINGER [Red.]: Arbeitstagg. geol. Bundesanst., Blatt 76; S. 51–73, 1 Abb., 1 Tab., Wien (Geol. B.-A.) 1981.

- BRIX, F. & FUCHS, R.: Geologische Exkursion in das Nördliche Wiener Becken (Neogen) und in die Waschbergzone (Oberjura). – Exk.-führer österr. geol. Ges., **2**, 2. Aufl., 37 S., 3 Abb., 1 Tab., 1 Prof., 1 Kt., Wien (Österr. Geol. Ges.) 1984.
- BRIX, F. & GÖTZINGER, K.: Die Ergebnisse der Aufschlußarbeiten der ÖMV AG in der Molassezone Niederösterreichs usf. I. – *Erdoel-Z.*, **80**, 57–76, 7 Abb., 5 Tab., Wien 1964.
- BRIX, F., GÖTZINGER, K. et al.: New results of exploration in the Molasse-Zone of Lower Austria. – *Proceed. 6th world petrol congr.*, sect. I, 247–265, Abb. 1–19, Hamburg 1963.
- BRIX, F., KROLL, A. & WESSELY, G.: Die Molassezone und deren Untergrund in Niederösterreich. – *Erdoel-Erdgas-Z.*, **93**, Sdb., 12–35, 8 Abb., Hamburg/Wien 1977.
- BRIX, F. & PLÖCHINGER, B.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1 : 50.000, Blatt 76 Wiener Neustadt. – Wien (Geol. B.-A.) 1982.
- BRIX, F. & SCHULTZ, O. [Red.]: Erdöl und Erdgas in Österreich. – *Veröff. nathist. Mus. Wien*, N. F. **19**, XVI, 312 S., 114 Abb., 12 Tab., 12 Beil.-Taf., Wien 1980.
- BRÖNNIMANN, P. et al.: [Triassic anomuran coprolite: 5 Publikationen in:] *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **21** (1972), Tl. 2, 885–956, zahlr. Abb. u. Taf., Innsbruck (1972) 1973.
- BROSCH, F.: Zur Baugeologie des Kalcherkogeltunnels (Pack, Steiermark/Kärnten). – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **28**, 177–200, 11 Abb., Beil. 4, Wien 1982.
- : Der tektonische Bau des Kalcherkogels in der Koralpe (Steiermark/Kärnten). – *Mitt. österr. geol. Ges.*, **76**, 101–132, 5 Abb., 2 Tab., 14 Diagr., 5 Fototaf., 3 Taf., Wien 1983.
- BROSCH, F., KLIMA, K. & PÖLSLER, P.: Baugeologische Erfahrungen beim Ausbruch des Plabutschunnel-Sondierstollens etc. – *Felsbau*, **2**, 151–165, 16 Abb., Salzburg 1984.
- BRÜCKL, E. & SCHEIDEGGER, A.: In situ stress measurements in the Copper Mine at Mitterberg, Austria. – *Rock Mechanics*, **6**, 129–139, 6 Abb., 2 Tab., Wien – N. Y 1974.
- BRÜCKMANN, F. E.: *Epistolo Itineraria XI, de quibusdam figuratis Hungariae lapidibus.* – 8 S., 13 Abb., Wolfenbüttel 1729.
- BRUNEL, M. & GEYSSANT, J.: Mise en évidence d'une déformation rotationnelle est-ouest dans la fenêtre des Tauern etc. – *Revue géogr. phys. géol. dyn.*, **20**, 335–346, 4 Abb., 4 Photos, 2 Taf., Paris 1978.
- BRUNNACKER, K., BOENIGK, W. et al.: Die Matuyama/Brunhes-Grenze am Rhein und an der Donau. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **151**, 358–378, 10 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1976.
- BRUNNACKER, K., FINK, J. et al.: Der Hollabrunner Schotter östlich von Krems. – *Z. dt. geol. Ges.*, **130**, 303–322, 9 Abb., 2 Tab., Hannover 1979.
- BRUSATTI, A.: 50 Jahre Erdöl in Österreich. – *Erdoel-Erdgas-Z.*, **96**, 139–144, Hamburg/Wien 1980.
- BRZOBOHATÝ, R.: Die Fisch-Otolithen aus dem Badenien von Baden – Sooß, NÖ. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **81**, 163–171, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 1, Wien 1978.
- BRZOBOHATÝ, R. et al.: Die Fischfauna des Egerien. – [In:] E. BRESTENSKÁ [Hrsg.]: *Chronostratigraphie und Neostratotypen*, **5**, 457–477, 2 Taf., Bratislava (VEDA) 1975.
- BRZOBOHATÝ, R. & SCHULTZ, O.: Die Fischfauna des Badenien. – [In:] A. PAPP et al.

- [Red.]: Chronostratigraphie und Neostatotypen, **6**, 441–465, 5 Taf., Bratislava (Slow. Akad. Wiss.) 1978.
- BUBNOFF, S. v.: Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen. – 149 S., 45 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1921.
- BUCH, L. v.: Geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien, Bd. 1. – 320 S., 3 Taf., Berlin (Haude u. Spener) 1802.
- : Über die Karnischen Alpen. – Leonhards miner. Taschenb., **18**, 2. Abt., 396–437, 1 Taf., Frankfurt/Main 1824.
- BUCHHOLZ, G.: Das axiale Verhalten der Reisalpendecke. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 202 S., 40 Abb., 18 Beil.-Taf., Wien 1979.
- BÜCHI, U. & SCHLANKE, S.: Zur Paläogeographie der schweizerischen Molasse. – Erd- u. Erdgas-Z., **93**, Sdh. 1977, 57–69, 8 Abb., 3 Tab., Hamburg/Wien 1977.
- BÜCHNER, K.-H.: Geologie der nördlichen und südwestlichen Gesäuse-Berge (Obersteiermark, Österreich). – Diss. natw. Fak. Univ. Marburg/Lahn, 118 S., 45 Abb., 3 Beil.-Taf., Marburg (Fotodruck Mauersberger) 1970.
- : Ergebnisse einer geologischen Neuaufnahme der nördlichen und südwestlichen Gesäuseberge (Obersteiermark, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **22** (1973), 71–94, 14 Abb., Taf. 4–5, Wien 1974.
- : Die Prebichl-Schichten am Klosterkogel bei Admont (Steiermark, Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1977**, 299–302, 1 Abb., Wien 1977.
- BUCHROITHNER, M.: Biostratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum der Steiermark. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **108**, 77–93, 2 Abb., Taf. 1–3, Graz 1978.
- : Das Paläozoikum von Tobelbad bei Graz. – Mitt. natwiss. Ver. Steiermark, **109**, 63–70, 1 Abb., Graz 1979 a.
- : Biostratigraphische und fazielle Untersuchungen im Paläozoikum von Mittelkärnten. – Carinthia, **169**/(II) **89**, 71–95, 3 Abb., 1 Tab., Taf. 1–2, Klagenfurt 1979 b.
- : Computer-Aided Evaluation of the Major Fracture Pattern in Austria derived from Landsat Data. – Jb. geol. B.-A., **125**, 219–271, 16 Abb., 3 Taf., 6 Append., Wien 1982.
- : Quantitative evaluation of the major fracture pattern in Austria. – Geol. Rdsch., **73**, 399–418, 9 Abb., Stuttgart 1984 a.
- : Erläuterungen zur Karte der Landsat-Bildlineamente von Österreich 1 : 500.000. – 16 S., 1 Abb., 1 Taf., 1 Kt., Wien (Geol. B.-A.) 1984 b.
- BUCHROITHNER, M., EBNER, F. & SURENIAN, R.: Die Entwicklung der Steinbergkalke (Oberdevon, Grazer Paläozoikum) an ihrer Typuslokalität. – Mitt. natwiss. Ver. Steiermark, **109**, 71–84, 3 Abb., 6 Tab., Graz 1979.
- BUCHTA, H., LEUTNER, R. & WIESENER, H.: The extractable organic matter of pelite and carbonate sediments of the Vienna Basin. – Proc. sixth WPC, sect. **1**, paper 5, 1–17, 8 Abb., 3 Tab., Frankfurt/M. 1963.
- BUCHWALD, K. & ENGELHARDT, W. [Hrsg.]: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt. 4 Bd., 1707 S., 476 Abb., 219 Tab., 6 Kt., München (BLV) 1978–1980.
- BUDAY, T. & CÍCHA, I.: Neue Ansichten über die Stratigraphie des unteren und mittleren Miozäns des Inneralpinen Wiener Beckens und des Waagtales. – Geol. práce, **43**, 3–56, 3 Tab., Taf. 1–5, Bratislava 1956.

- BÜDEL, J.: Die morphologische Entwicklung des südlichen Wiener Beckens und seiner Umrandung. – Berl. geogr. Arb., **4**, 73 S., 1 Taf., 1 Kt., Stuttgart 1933.
- : Das System der klimatischen Morphologie. – Dt. Geographentag München, **1948**, 65–100, 2 Abb., Landshut 1950.
- : Fossiler Tropenkarst in der Schwäbischen Alb und in den Ostalpen etc. – Erdkd., **5**, 168–170, Bonn 1951.
- : Der Werdegang der Alpen, Europa und die Wissenschaft. – Wiss. Alpenvereins., **21**, 13–45, 1 Photo-Taf., München 1969.
- : Klima-Geomorphologie. – VIII, 304 S., 82 Abb., 61 Photos, Berlin etc. (Borntreger) 1977.
- : Reliefgenerationen im Umkreis des Österreichischen Alpenvorlandes. – Z. Geomorph., N. F. **22**, 223–229, Berlin – Stuttgart 1978.
- BUFFETAUT, E.: Revision der Crocodylia (Reptilia) aus den Gosau-Schichten (Oberkreide) von Österreich. – Beitr. Paläont. Österr., **6**, 89–105, 3 Abb., Taf. 1–3, Wien 1979.
- BUGGISCH, W.: Die Bellerophonschichten der Reppwand (Gartnerkofel, Oberperm, Karnische Alpen). – Carinthia, **164**/(II) **84**, 17–26, 5 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Klagenfurt 1974.
- : Die Grödener Schichten (Perm, Südalpen). Sedimentologische und geochemische Untersuchungen zur Unterscheidung mariner und kontinentaler Sedimente. – Geol. Rdsch., **67**, 149–180, 11 Abb., 3 Tab., Stuttgart 1978.
- BUGGISCH, W. & FLÜGEL, E.: Die Trogkofel-Schichten der Karnischen Alpen. Verbreitung, geologische Situation und Geländebefund. – Carinthia II, Sdh. **36**, 13–50, 2 Tab., 14 Abb., Klagenfurt 1980.
- BUGGISCH, W., FLÜGEL, E., LEITZ, F. & TIETZ, G.: Die fazielle und paläographische Entwicklung im Perm der Karnischen Alpen und in den Randgebieten. – Geol. Rdsch., **65**, 649–690, 19 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1976.
- BÜHLING, A., CARL, C. et al.: Untersuchungen über die Geo- und Biogeochemie von Beryllium und anderen Spurenelementen in den Hohen Tauern. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 267–272, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1979.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT: Wasserwirtschaftskataster. – Katalog über die 15 Flußgebiete Österreichs. Ringmappe. Mit Nachträgen. Wien (Bumium. Land- u. Forstw.) 1970.
- : Richtlinien für geordnete Mülldeponien im Interesse des Gewässerschutzes. – 20 S., Wien 1977.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WISS. U. FORSCH.: Forschungskonzept für Erschließung und Nutzung geothermischer Energie in Österreich. – 76 S., 3 Abb., 2 Tab., Wien (Bumium Wiss. Forsch.) 1976.
- BURGER, H.: Arosa- und Madrisa-Zone im Gebiet zwischen dem Schollberg und der Verspala (Osträtikon). – Eclogae geol. Helv., **71**, 255–266, 2 Abb., Basel 1978.
- BURGER, K. [Dir.]: BBU-Bergbaukolloquium 1975. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **120** (10), 463–495, zahlr. Abb., Wien – N. Y 1975.
- BURGERSTEIN, L.: Geologische Studie über die Therme von Deutsch-Altenburg an der Donau. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **45**, Abt. II, 107–122, 1 Abb., Taf. 1–2, Wien 1882.

- BÜRGISSER, H. M., FREI, H.-P. & RESCH, W.: Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in die Molasse der Nordostschweiz und des Vorarlbergs. – *Eclogae geol. Helv.*, **74**, 297–310, 2 Abb., 1 Tab., Basel 1981.
- BÜRGL, H.: Zur Stratigraphie und Tektonik des oberösterreichischen Schliers. – *Verh. geol. B.-A.*, **1946**, 123–151, 4 Abb., 1 Tab., Wien 1949.
- BÜRGL, H. & KUNZ, B.: Magnetische Messungen im Wiener Becken. – *Geol. Jb.*, **70**, 7–41, Taf. 1, Hannover 1954.
- BUSER, M. & WILDI, W.: Grundfragen zur Entwicklung geowissenschaftlicher Endlagerungskonzepte für hochradioaktive Abfälle. – *Fortschr. Miner.*, **58**, 133–148, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1980.
- : Wege aus der Entsorgungsfalle. – 258 S., zahlr. Abb., Tbn., SES-Report, **12**, Zürich (Schweiz. Energie-Stiftung) 1981.
- : Das „Gewähr“-Fiasko. Materialien zum gescheiterten Projekt „Gewähr“ der NAGRA. – 46 S., 4 Abb., 1 Diagr., Zürich (Schweiz. Energie-Stiftg.) 1984.
- BUSER, ST.: Neue Feststellungen im Perm der westlichen Karawanken. – *Carinthia*, **164** = (II) **84**, 27–37, 1 Kt., Klagenfurt 1974 a.
- : Die Entwicklung der Triasschichten in den westlichen Karawanken. – *Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss.*, **2**, 63–68, Wien 1974 b.
- : Tektonischer Bau der westlichen Karawanken. – *Proc. Xth Congr. CBGA* 1973, sec. III, Tectonics, 83–88, Bratislava (Geol. Ustav) 1975.
- BUTT, A.: Depositional environments of the Upper Cretaceous rocks in the northern part of the Eastern Alps. – *Cushman Found. Forum. Res. Spec. Publ.*, **20**, 121 S., 33 Abb., 9 Tab., 2 Anh., 20 Taf., Reston/Virginia 1981.
- BUTT, A. & HERM, D.: Paleo-oceanographic Aspects of the Upper Cretaceous Geosynclinal Sediments of the Eastern Alps. – [In:] H. CLOSSET al. [Hrsg.]: *Alps, Apennines, Hellenides*; 87–94, 2 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.
- BUTTERSACK, E. & BOECKELMANN, K.: Palaeoenvironmental Evolution during the Upper Carboniferous and the Permian in the Schulter-Trogkofel Area (Carnic Alps, Northern Italy). – *Jb. geol. B.-A.*, **126**, 349–358, 11 Abb., 3 Tab., Wien 1984.
- CADAJ, W.: Genese und Paragenese der Minerale Chloritoid und Staurolith in den Ostalpen. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **19**, 110–123, 4 Abb., 2 Tab., Wien 1973.
- CANAVAL, R.: Bemerkungen über einige Braunkohlenablagerungen in Kärnten. – *Carinthia*, (II) **92**, 76–85, 116–140, Klagenfurt 1902.
- : Anthrazit in den Karnischen Alpen. – *Carinthia*, **100**, bzw. (II) **20**, 250–256, Klagenfurt 1910.
- : Bemerkungen über die Erzvorkommen in der Umgebung von Finkenstein bei Villach. – *Montanist. Rdsch.*, **19**, 413–415, Wien 1927.
- : Bemerkungen über einige kleinere Eisensteinvorkommen in den Ostalpen. – *Montanist. Rdsch.*, **22**, 21–27, 53–63, 2 Tab., Wien 1930.
- CANAVAL, R., REDLICH, K. & VEITH, R.: Braunkohle in Kärnten. – [In:] F. KIESLINGER, [Red.]: *Die Mineralkohlen Österreichs*, 147–163, 4 Abb., Wien (Zentralver. Bergwerksbesitzer Österr.) 1903.
- CANNON, H.: Botanical Prospecting for Ore Deposits. – *Science*, **132**, 591–597, 5 Abb., 5 Tab., Washington 1960 a.

- : The Development of Botanical Methods of Prospecting for Uranium on the Colorado-Plateau. – Bull. U.S. geol. Surv., **1085-A**, 50 S., 1 Abb., 11 Tab., 5 Taf., Washington 1960 b.
- : The use of plant indicators in ground water surveys, geologic mapping, and mineral prospecting. – Taxon, **20**, 227–256, 11 Abb., 4 Tab., Utrecht 1971.
- CANTELLI, C., MANZONI, M. & VAI, G. B.: Ricerche geologiche preliminari sui terreni paleozoici attraversati dalla galleria del passo di M. Croce Carnico (Plöcken). Nota 1. – Boll. Soc. geol. ital., **84**, H. 4, 27–36, 1 Taf., Roma 1965.
- CANTELLI, C., SPALLETTA, C., VAI, G. B. & VENTURINI, C.: Sommersione della piattaforma e rifting devono-dinantiano e namuriano nella geologia del Passo di M. Croce Carnico. – [In:] A. CASTELLARIN & G. B. VAI [Hrsg.]: Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale, 293–303, 8 Abb., Bologna (Soc. Geol. Ital.) 1982.
- CARLÉ, W.: Die Mineral- und Thermalwässer von Mitteleuropa. – 2 Bd., XXIV, 643 S., 14 Abb., 1402 Tab., 2 Kt., Stuttgart (Wiss. Verl.-Ges.) 1975.
- CARNIEL, P. & ROCH, K.: In situ- Gebirgspannungsmessungen im Felbertal. – Riv. ital. geofis. sc. aff., **3**, 233–240, Milano 1976.
- CARTHY, G. Mc [Hrsg.]: Scientific Basis for Nuclear Waste Management, **1**, XVIII, 563 S., zahlr. Abb. u. Tab., New York – London (Plenum Press) 1979.
- CASSINIS, G., MONTRASIO, A. et al.: Tettonica ercinica nelle Alpi. – Mem. Soc. geol. ital., **13**, suppl. **1**, 289–318, 6 Abb., Pisa 1974.
- CASTELLARIN, A. & VAI, G. B.: Guida alla geologia des Sudalpino centro-orientale. – 386 S., zahlr. Abb. u. Tab., Bologna (Soc. Geol. Ital.) 1982.
- CAZES, M., TORREILLES, G. et al.: Structure de la croûte hercynienne du Nord de la France etc. – Bull. Soc. géol. France, (8) **1**, 925–941, 9 Abb., Paris 1985.
- CERETTI, E.: Briozoi carboniferi della Carnia. – Giorn. Geol., (2) **30** (1962), 255–340, 7 Abb., 3 Tab., Taf. 19–28, Bologna 1963.
- : Su alcuni Briozoi Criptostomi delle Alpi Carniche. – Giorn. Geol., (2) **32** (1964), H. 1, 175–198, 1 Abb., Taf. 32–33, Bologna 1964.
- ČERMÁK, V.: Heat Flow map of Europe. – [In:] V. ČERMÁK & L. RYBACH [Hrsg.]: Terrestrial Heat Flow in Europe, 3–40, 6 Abb., 1 Tab., Berlin (Springer) 1979.
- CERNAJSEK, T.: Zur Palökologie der Ostrakodenfaunen am Westrand des Wiener Beckens. – Verh. geol. B.-A., **1972**, 237–246, Wien 1972.
- : Die Ostracodenfaunen der sarmatischen Schichten in Österreich. – [In:] A. PAPP et al. [Hrsg.]: Chronostratigraphie und Neostatotypen, **M 5**, Sarmatien, 458–491, Taf. 1–3, Bratislava (VEDA) 1974.
- : Verzeichnis wichtiger geowissenschaftlicher Karten Österreichs. – [In:] R. OBERHAUSER [Hrsg.]: Der geologische Aufbau Österreichs. – 604–612, 3 Abb., Wien (Springer) 1980.
- : Die bibliothekarische Behandlung von „Archivmaterialien“ an wissenschaftlichen Bibliotheken etc. – Jb. geol. B.-A., **127**, 321–329, 3 Abb., Wien 1984.
- CERNAJSEK, T. & SIEBER, R.: Die geologische Dokumentation [über Österreich]. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 597–612, Wien – N.Y (Springer) 1980.
- CERNY, I.: Vergleich des Anis beiderseits der periadriatischen Naht im Raum von Eisenkappel (Kärnten). – Unveröff. Diss. Univ. Graz, 156 S., 3 Tab., 1 Kt., 5 Taf., 23 Beil., Graz 1976.

- Zur Fazies- und Blei/Zink-Verteilung im „Anis“ der Karawanken. – *Carinthia*, **167** bzw. (II) **87**, 59–78, 4 Abb., 3 Fig., Klagenfurt 1977.
- Geochemie „anisischer“ Sedimentgesteine in den Nordkarawanken. – *Carinthia*, **168** bzw. (II) **88**, 55–70, 8 Abb., 10 Tab., Klagenfurt 1978.
- Fazies und Pb-Zn-Vererzungen in den Hangenden Raibler Schichten der Draukalkalpen. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **28**, 109–120, 2 Abb., 3 Tab., Beil. 3, Wien 1982.
- CERNY, I., SCHERER, J. & SCHROLL, E.: Blei-Zink-Verteilungsmodell in stillliegenden Blei-Zink-Revieren der Karawanken. – *Arch. Lagerstförsch. geol. B.-A.*, **2**, 15–22, 5 Abb., 2 Tab., Wien 1982.
- CERRI, L.: Gli *Heliolites* nel nucleo centrale Carnico. – *Riv. ital. Paleont.*, **37**, 52–64, Taf. 6, Pavia 1931.
- CHAHIDA, M.: Das Tertiär im Westteil der Odenburger Pforte (Burgenland). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 121 S., 11 Abb., 2 Tab., 5 Beil.-Taf., Wien 1970.
- CHALOUPSKY, J.: The Precambrian tectogenesis in the Bohemian Massif. – *Geol. Rdsch.*, **67**, 72–90, 6 Abb., Stuttgart 1978.
- CHANNELL, J. & TARLING, D.: Palaeomagnetism and the rotation of Italy. – *Earth Planet. Sci. Lett.*, **25**, 177–188, Amsterdam 1975.
- CHARBUSKY, K.: Ami Boué. – *Amtsblatt Stadtgem. Bad Vöslau*, **22**, (10/81), S. 8; **22** (11/81), S. 11–15; **23** (2/82), S. 7–9; **23** (3/82), S. 12–15, Bad Vöslau 1981–1982.
- CHARLESWORTH, J.: Das Devon der Ostalpen. Die Fauna des devonischen Riffkalkes. III. Crinoiden, IV Korallen und Stromatoporiden. – *Z. dt. geol. Ges.*, **66** (1914), 330–407, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 28–29, Berlin 1915.
- CHLADNI, E.: Ueber Feuer-Meteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen. – **XXIV**, 434 S., 10 Taf., Wien (Heubner) 1819.
- CHMELÍK, F.: Geologic zdounecké jednotky a její postavení v alpskokarpatské soustavě. – *Sborn. geol. Véd, Geol.*, **19**, 123–149, Praha 1971.
- CHOUDHURY, M., GIESE, P. & VISINTINI, G. DE: Crustal structure of the Alps etc. – *Boll. Geofis. teor. appl.*, **13**, 211–240, Trieste 1971.
- CICHA, I.: Bemerkungen zur Problematik der stratigraphischen Gliederung des Jungtertiärs. – *Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc.*, **10**, 397–406, 1 Tab., München 1970.
- CICHA, I., CHMELÍK, F. et al.: Übersicht über den heutigen Stand der Forschungen in der Molassezone Ždánicer und Pouzďfäner Einheit Süd-Mährens. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **56** (1963), H. 2, 445–468, 3 Tab., Taf. 1–2, Wien 1964.
- Eine neue tektonische Einheit der äußeren Karpaten in Südmähren. – *Geol. Prace, Zpravy* **36**, 85–104, 1 Tab., 1 Abb., 1 Taf., Bratislava 1965.
- CICHA, I., HAGN, H. & MARTINI, E.: Das Oligozän und Miozän der Alpen und der Karpaten. – *Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc.*, **11**, 279–293, 1 Tab., München 1971.
- CICHA, I., SCHMIDT-THOMÉ, P., JANOSCHEK, R. & PREY, S.: Problems of Flysch and Molasse Complexes. – *Guide Exk. 26 AC intern. geol. Congr. 23 Sess. Prague*, 56 S., 6 Abb., 3 Tab., Prag 1968.
- CICHA, I. & SENEŠ, J.: Sur la position du Miocène de la Paratéthis centrale etc. – *Geol. Zbornik Geol. Carpathica*, **19**, 95–116, 4 Abb., Bratislava 1968.

- CICHA, I., SENEŠ, J. & TEJKÁL, J.: M₃ (Karpatrien). Die Karpatische Serie und ihr Stratotypus. – [In:] J. SENEŠ [Hrsg.]: Chronostrat. u. Neostatotypen, **1**, 316 S., 87 Abb., Beil., 1 Kt., Bratislava (VEDA) 1967.
- CICHA, I. & TEJKÁL, J.: Zum Problem des sog. Oberhelvets in den Karpatischen Becken. – Věstník Ustr. Ústav geol., **34** (2), 141–144, Praha 1959.
- CICHA, I. & ZAPLETALOVÁ, I.: Stratigraphisch-paläontologische Erkenntnisse über einige Vertreter der Gattung *Cibicides* aus dem Neogen des Wiener Beckens etc. – Sborník ústřed. úst. geol., **25** (1958), odd. paleont., 7–59, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 1–8, Praha 1960.
- : Die Vertreter der Gattung *Bolivina* (Foraminifera-Protozoa) in Miozän der Westkarpaten. – Sborník ústřed. úst. geol., **28** (1961), odd. paleont., 115–183, 48 Abb., 2 Beil., Praha 1963 a.
- : Wichtige Vertreter der Familie Lituolidae Reuss, 1861 (Foraminifera) aus dem Miozän der Westkarpaten. – Sborník geol. věd, řada paleont., **1963/1**, 75–121, 21 Abb., 1 Tab., Praha 1963 b.
- CLAR, E.: Über die Blei-Zink-Lagerstätte St. Veit bei Imst (Tirol). – Jb. geol. B.-A., **79**, 333–356, 6 Abb., Taf. 7, Wien 1929.
- : Über die Görtsschitztaler Störungzone (Norejalinie) bei Hüttenberg. – Karinthin, **15**, 65–71, 1 Abb., Knappenberg 1951.
- : Metamorphes Paläozoikum im Raume von Hüttenberg. – Der Karinthin, **22**, 225–230, Knappenberg 1953 a.
- : Zur Einfügung der Hohen Tauern in den Ostalpenbau. – Verh. geol. B.-A., **1953**, 93–104, 2 Abb., Wien 1953 b.
- : Bemerkungen zur Entstehungsfrage der kalkalpinen Pb-Zn-Erzlagerstätten. – Mitt. geol. Ges. Wien, **48** (1955), 17–28, 1 Taf., Wien 1957 a.
- : Diskussionsbeiträge zu „Entstehung von Blei-Zinkerzlagerstätten in Karbonatgesteinen“ – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **102**, 234, 242, 225 f., Wien 1957 b.
- : Zum Geleit. – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 1–9, Wien 1958.
- : Geologische Beobachtungen von der steirischen Unwetterkatastrophe vom August 1958. – Geol. u. Bauwesen, **24**, 131–140, 10 Abb., Wien 1959.
- : Geologisches vom Ennskraftwerk Altenmarkt. – Österr. Wasserwirtsch., **13**, 117–123, 4 Abb., 2 Tab., Wien 1961.
- : Gefüge und Verhalten von Felskörpern in geologischer Sicht. – Felsmech. u. Ing.-geol., **1**, 4–15, 6 Abb., Wien 1963.
- : On the practice of foundation rock investigation in Austria. – Rep. 8^{ème} Congr. Grand Barrages, 927–935, Edinburg 1964.
- : Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues der Ostalpen. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **G**, 11–35, 2 Abb., Taf. 1–4, Wien 1965 a.
- : Über den geologischen Gegensatz von Gestein und Fels. – Mitt. Inst. Grundbau Bodenmech. T. H. Wien, **1965** (6), 41–53, 13 Abb., Wien 1965 b.
- : Bemerkungen für eine Rekonstruktion des variskischen Gebirges in den Ostalpen. – Z. dt. geol. Ges., **122** (1970), 161–167, 1 Abb., Hannover 1971 a.
- : Geologische Grundlagen der Murentätigkeit. – Schriftenr. Raumforsch. Raumplang. **11**, 24–25, Klagenfurt (Kärnt. Landesreg.) 1971 b.
- : Review of the Structure of the Eastern Alps. – [In:] JONG, K. de & SCHOLTEN, E. [Hrsg.]: Gravity and Tectonics, 253–270, 9 Abb., New York etc. (Wiley) 1973.

- : Vom Variscischen Gebirge in Raume der Ostalpen. – *Nova Acta Leopoldina*, N. F. **45**, Nr. 224, 111–134, 7 Abb., Halle/Saale 1976.
- : Alois Kieslinger. Nachruf. – *Almanach österr. Akad. Wiss.*, **126** (1976), 493–500, 1 Abb., Wien 1977.
- : Zum 100. Geburtstag von Josef Stini. – *Rock Mechanics*, Suppl. **11**, 1–7, 6 Abb., 1 Tab., Wien 1981.
- CLAR, E. & DEMMER, W.: Die Geologie der Krafwerksgruppe Malta. – *Österr. Z. Elektrizitätswirtschaft.*, **32** (1/2), 12–20, 3 Abb., Wien 1979.
- : Baugeologie, Geomechanik und Geotektonik heute. – *Rock Mechanics*, Suppl. **12**, 19–26, 1 Abb., Wien – N.Y 1982.
- CLAR, E., DEMMER, W. & HORNINGER, G. [Hrsg.]: Geologie der Talsperren Österreichs. – Die Talsperren Österreichs, **29**, erscheint Wien 1986.
- CLAR, E. & HORNINGER, G.: Übersichtsexkursion Baugeologie. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **57** (1964), H. 1, 107–145, 10 Abb., 1 Taf., Wien 1964.
- CLAR, E. & MEIXNER, H.: Die grundlegenden Beobachtungen zur Entstehung der Eisenspatlagerstätten von Hüttenberg. – *Carinthia II*, **171/91**, 55–92, 5 Abb., Klagenfurt 1981.
- CLAR, E. & WEISS, P.: Erfahrungen im Talzusub des Magnesit-Bergbaues auf der Millstätter Alpe. – *Berg- u. hüttenm. Mh.*, **110**, 447–460, 19 Abb., Wien – N.Y 1965.
- CLARK, S. P.: Heat flow in the Austrian Alps. – *Geophys. J. roy. astronom. Soc.*, **6**, 54–63, London 1961.
- CLARK, S. P. & JÄGER, R.: Denudation rate in the Alps from geochronologic and heat flow data. – *Amer. J. Sci.*, **267**, 1143–1160, 1 Abb., 6 Tab., New Haven 1969.
- CLIFF, R.: Rb-Sr Isotopic Measurements on Granite-Gneisses from the Granatspitzkern, Hohe Tauern, Austria. – *Verh. geol. B.-A.*, **1977**, 101–104, Wien 1977.
- CLOOS, H.: Die „Batholithen“ des Bayrischen Waldes und der Pfahl. – *Geol. Rdsch.*, **14**, 12–20, 3 Abb., Berlin 1923.
- : Grundschollen und Erdnähte. – *Geol. Rdsch.*, **35**, 133–154, 12 Abb., Stuttgart 1948.
- : A subduction model for the Alps derived from geophysical results. – *Rapp. Comm. int. Mer Méditerran.*, **23** (4a), 55–57, 1 Abb., Monaco 1975.
- CLOSS, H. et al. [Hrsg.]: Alps, Apennines, Hellenides. – *Sci. Rep. Inter-Union Comm. Geodyn.*, **38**, XVIII, 620 S., 279 Abb., 14 Tab., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.
- COLBERTALDO, D. DI & FERUGLIO, G.: Le manifestazioni metallifere di Comeglians etc. – *Atti Soc. ital. Sci. Nat. Mus. Civ. St. Nat.*, **103** (2), 165–196, Milano 1964.
- COLINS, E.: Die tektonische Stellung des Dobratsch unter spezieller Berücksichtigung der Mikrofazies. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **6** (10), 51–54, Innsbruck 1977.
- COLINS, E., HOSCHEK, G. & MOSTLER, H.: Geologische Entwicklung und Metamorphose im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone etc. – *Mitt. österr. geol. Ges.*, **71/72** (1978/79), 343–378, 17 Abb., 4 Tab., Wien 1980.
- COLINS, E. & NACHTMANN, W.: Geologische Karte der Villacher Alpe. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **25**, 1–11, 2 Abb., Wien 1979.
- COMMENDA, H.: Materialien zur Geognosie Oberösterreichs. – *Jber. Mus. Francisco Carolinum Linz*, **58**, IV + 272 S., 2 Tab., 1 Taf., Linz 1900.

- COOPER, M., KENNEDY, W & KOLLMANN, H.: Upper Albian Ammonites from the Losenstein Formation of the Losenstein area (Upper Austria). – Beitr. Paläont. Österr., **2**, 71–77, Taf., 1, Wien 1977.
- CORAZZA, O.: Geschichte der artesischen Brunnen. – IV, 120 S., Leipzig – Wien (Deuticke) 1902.
- CORNELIUS, H. P.: Die krystallinen Schollen im Retterschwangtale (Allgäu) und ihre Umgebung. – Mitt. geol. Ges. Wien, **14** (1921), 1–84, 5 Abb., 1 Kt., 1 Taf., Wien 1922.
- : Zum Problem der exotischen Blöcke und Gerölle im „Flysch“ des Allgäu. – Jb. geol. B.-A., **74** (1924), 229–280, 3 Abb., Wien 1925.
- : Das Klippengebiet von Balderschwang im Allgäu. – Geol. Archiv, **4**, 1–14, 49–61, 109–124, 155–168, 193–213, 13 Abb., 1 Kt., 1 Taf., München 1926/1927.
- : Geologische Spezialkarte des Bundesstaates Österreich 1 : 75.000, Blatt Mürzzuschlag. – Wien (Geol. B.-A.) 1936 a.
- : Geologische Karte des Raxgebietes, 1 : 25.000. Mit Erläuterungen (54 S.). – Wien (Geol. B.-A.) 1936 b.
- : Schichtfolge und Tektonik der Kalkalpen im Gebiete der Rax. – Jb. geol. B.-A., **87**, 133–194, Taf., 7, Wien 1937.
- : Über Tertiär und Quartär im Mürztal oberhalb Kindberg und seinen Nachbartälern. – Jb. geol. B.-A., **88**, 103–145, 5 Abb., Wien 1938.
- : Zur Schichtfolge und Tektonik der Mürztaler Kalkalpen. – Jb. Zweigst. Wien Reichsstelle Bodenforsch., **89**, 27–175, 18 Abb., Taf. 1–4, Wien 1939.
- : Zur Auffassung der Ostalpen im Sinne der Deckenlehre. – Z. dt. geol. Ges., **92**, 271–310, Taf. 9, Berlin 1940.
- : Zur Schichtfolge und Tektonik des Kammspitz-Grimmingzuges. – Ber. R.-A. Bodenforsch. Wien, **1944**, H. 5/8, 127–138, 2 Abb., Wien 1945.
- : Zum Betrag der jugendlichen Hebung der Alpen. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **92**, 161–171, Wien 1950.
- : Die Geologie des Schneeberggebietes. – Jb. geol. B.-A., Sdb. **2**, 111 S., 25 Abb., 1 Taf., 1 geol. Kt., Wien 1951.
- : Die Geologie des Mürztalgebietes. – Jb. geol. B.-A., Sdb. **4**, 94 S., Wien 1952.
- CORNELIUS, H. P. & PLÖCHINGER, B.: Der Tennengebirgs-N-Rand mit seinen Manganerzen und die Berge im Bereich des Lammertales. – Jb. geol. B.-A., **95**, 146–225, 1 Abb., Taf. 9–12, Wien 1952.
- COSTA, L. DA: On the petrogenetic evolution of the Waldviertel igneous complex, Bohemian Massif, Austria. – Krystalinikum, **9**, 53–61, 2 Abb., Prag 1972.
- CRAMER, P.: Tektonik. – [In:] Erläut. geol. Kt. Bayern, 1 : 500.000, 2. Aufl., 162–177, Abb. 28, München (Bayer. Geol. L.-A.) 1964.
- CREUTZBURG, N.: Die Formen der Eiszeit im Ankogelgebiet. – Ostalpine Formenstud., Abt. **2** (1), 102 S., 8 Abb., 4 Tab., 4 Taf., 3 Falttaf., Berlin 1921.
- CROS, P. & LAGNY, P.: Die paleogeographische Bedeutung der pelagischen Ablagerungen im Anis und Ladin der wesentlichen Karnischen Alpen und der Dolomiten (Norditalien). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21**, 163–192, 15 Abb., 3 Taf., Innsbruck (1972) 1973.

- CSALAGOVITS, I. et al.: Geological map of the paleozoic and mesozoic basement of Hungary, 1 : 500.000. – Budapest (Hung. Geol. Inst.) 1967.
- CUSTODIS, A., JACOBSHAGEN, et al.: Zur Geologie der Allgäuer Alpen zwischen Grünten und Hochvogel. – Max-Richter-Festschr., 1–21, 4 Tab., Taf. 1–2, 1 Kt., Clausthal 1965.
- CUSTODIS, A. & SCHMIDT-THOME, P.: Geologie der Bayerischen Berge zwischen Hinde-lang und Pfronten im Allgäu. – N. Jb. Miner. etc., Abt. B, Beil.-Bd. **80**, 307–463, 19 Abb., 3 Taf., Stuttgart 1939.
- CZEDIK-EYSENBERG, F.: Die ersten Exkursionen Peter Tunner's mit seinen Eleven. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **104**, 234–242, 8 Abb., Wien 1959.
- CZERMAK, E.: Beiträge zur Morphologie der östlichen Gailtaler Alpen. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 349 + XIX S., 91 Photos, Kt., Prof., Wien 1949.
- : Beiträge zur Morphologie der östlichen Gailtaler Alpen. Diss. Auszug. – Geogr. Jber. Österr., **24**, 247–250, Wien 1952.
- CZERMAK, F.: Zur Kenntnis der Störungzone von Lobming bei Knittelfeld. – Verh. geol. B.-A., **1932**, 97–103, 2 Abb., Wien 1932.
- CZJZEK, J., Beiträge zur Kenntnis der fossilen Foraminiferen des Wiener Beckens. – Haidingers natw. Abh., **2**, 137–150, Taf. 12–13, Wien 1848.
- : Geognostische Karte der Umgebungen Wiens. Mit Erläuterungen. – Wien (Artaria) 1849.
- : Geognostische Karte der Umgebungen von Krems und vom Manhartsberge. – Wien (Staatsdruckerei) 1850 (?).
- : Kohlenablagerungen bei Zillingdorf und Neufeld. – Jb. geol. R.-A., **2** (4), 47–51, Taf. 1, Wien 1851.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebungen von Krems und vom Manhartsberge. – Beil.-Bd. **7** zu Sitzber. Akad. Wiss., math.-natw. Cl., 1853, 77 S., Wien 1853 a.
- : Geologische Zusammensetzung der Berge um Mölk, Mautern und St. Pölten in Niederösterreich. – Jb. geol. R.-A., **4**, 264–283, 5 Abb., Wien 1853 b.
- CZURDA, K.: Das Plattenkalkniveau als Übergangsfazies, aufgezeigt am Beispiel der Klostertaler Alpen. – Verh. geol. B.-A., **1970**, 549–550, Wien 1970 a.
- : Sedimentationszyklen aus dem Nor der Klostertaler Alpen (Nördliche Kalkalpen, Vorarlberg). – Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, **58**, 465–482, 7 Abb., Taf. 1–5, Innsbruck 1970 b.
- : Parameter und Prozesse der Bildung bituminöser Karbonate (Bituminöser Hauptdolomit). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21**, 235–250, 4 Abb., 3 Photos, Innsbruck (1972) 1973.
- : Zur Geologie des Pfänderstockes. – 3 S. [in:] Festschr. 50 Jahre Pfänderbahn, Bregenz 1977.
- : Sedimentologische Analyse und Ablagerungsmodell der miozänen Kohlenmulden der oberösterreichischen Molasse. – Jb. geol. B.-A., **121**, 123–154, 21 Abb., 2 Tab., Wien 1978 a.
- : Paläographische Entwicklung der Gesteine der Klostertaler Alpen. – Jb. Vorarlberger Landesmusver., **1976/77**, 19 S., 7 Abb., 2 Tab., Bregenz 1978 b.
- CZURDA, K. & BERTHA, S.: Verbreitung und rohstoffmäßige Eignung von Tonen und

- Tongesteinen in Nordtirol. – Arch. Lagerst. forsch. geol. B.-A., **5**, 15–28, 6 Abb., 5 Tab., Wien 1984.
- CZURDA, K., BERTHA, S. et al.: Tongesteine und Tone Tirols etc. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **12** (13), 269–296, 7 Abb., 9 Tab., Innsbruck 1983.
- CZURDA, K. & GINTHER, G.: Quellverhalten der Molassemergel im Pfänderstock bei Bregenz, Österreich. – Mitt. österr. geol. Ges., **76**, 141–160, 5 Abb., Wien 1983.
- CZURDA, K., HANTKE, R. et al.: Molasse, Helvetikum, Flysch und Nördliche Kalkalpen im Bregenzer Wald (Exkursion I etc.). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **61**, 97–109 (Sep. 127–139), 4 Abb., Stuttgart 1979.
- CZURDA, K. & NICKLAS, L.: Zur Mikrofazies und Mikrostratigraphie des Hauptdolomites und Plattenkalk-Niveaus der Klostertaler Alpen und des Rhätikon (Nördliche Kalkalpen, Vorarlberg). – Festbd. Geol. Inst. 300-J.-Feier Univ. Innsbr., 165–253, Tab. 1–5, Taf. 1–13, Photo-Taf. 1–10, Innsbruck 1970.
- DAHLKAMP, F.: Uranvorkommen in Österreich und ihre nationalwirtschaftlichen Aspekte. – Berg- und hüttenmänn. Mh., **128**, 286–294, 3 Abb., Wien 1983.
- DANIELOPOL, D.: Der Einfluß organischer Verschmutzung auf das Grundwasser-Ökosystem der Donau im Raum Wien und NÖ. – Beitr. Umweltschutz etc. (Gewässerökol.) **5**, 5–159, 91 Abb., Wien (Bumium Gesundh. Umweltschutz) 1983.
- DAURER, A.: Das Moldanubikum im Bereich der Donaustörung zwischen Jochenstein und Schlöggen (Oberösterreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **23**, 1–54, 22 Abb., Taf. 1–2, Wien 1976.
- DAURER, A. & SCHAFER, G. [Red.]: Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1983, Gmunden, Salzkammergut. – 66 S., 54 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1983.
- DAURER, A. & SCHÖNLAUB, H.: Anmerkungen zur Basis der Nördlichen Grauwackenzone. – Mitt. österr. geol. Ges., **69** (1976), 77–88, 4 Abb., 3 Tab., Taf. 1, Wien 1978.
- DAVIS, G. H. & GATTINGER, T.: Jahreszeitliche Schwankungen des Tritumgehaltes von Grundwässern des Wiener Beckens. – Verh. geol. B.-A., **1967**, 212–232, 9 Abb., Wien 1968.
- DAVIS, G. H., MEYER, G. L. & YEN, C. K.: Isotope Hydrology of the Artesian Aquifers of the Styrian Basin, Austria. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **20**, 51–62, 2 Abb., 1 Tab., Graz 1968.
- DAXNER-HÖCK, G.: Die Wirbeltierfauna aus dem Alt-Pliozän (O.-Pannon) vom Eichkogel bei Mödling (NÖ). III. Rodentia. – Ann. nathist. Mus. Wien, **74**, 597–605, Wien 1970.
- Die Wirbeltierfauna aus dem Alt-Pliozän (Pont) vom Eichkogel bei Mödling etc., IV – Ann. nathist. Mus. Wien, **76**, 143–160, 4 Abb., Taf. 1, Wien 1972 a.
- Cricetinae aus dem Alt-Pliozän vom Eichkogel bei Mödling etc. – Paläont. Z., **46**, 133–150, 6 Diagr., 3 Abb., Taf. 21–22, Stuttgart 1972 b.
- Sciuridae aus dem Jungtertiär von Österreich. – Paläont. Z., **49**, 56–74, 1 Abb., 2 Diagr., Taf. 7–9, Stuttgart 1975.
- DECHANT, M., MAURIN, V. & ZÖTL, J.: Die Triftung gefärbter Sporen. – Steir. Beitr. Hydrogeol., N. F. **1958**, H. 1–2, 44–51, Graz 1958.
- DECKER, K.: Grobklastika führende Unterkreide in der Reichraminger Decke. – Unveröff. Vorarb. Inst. Geol. Univ. Wien, 50 S., 22 Abb., 7 Tab., 3 Taf., 1 geol. Kt., Wien 1984.

- DECKER, K., FAUPL, P. & MÜLLER, A.: Klastische Entwicklung im Neokom der Reichraminger Decke (Ennstal, OÖ). – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 135–143, 1 Abb., 1 Tab., Leoben 1983.
- DEESE, D.: Nuclear Power and Radioactive Waste. – XVII, 206 S., etl. Abb. u. Tab., Lexington/Massachusetts (D. C. Heath) 1978.
- DEL-NEGRO, W.: Geologie von Salzburg. – 348 S., 43 Abb., 8 Taf., Innsbruck (Tiroler Graphik) 1950.
- : Neue Vorstellungen über den Bau der Ostalpen. – Jb. geol. B.-A., **105**, 1–18, 1 Abb., Wien 1962.
- : Stand und Probleme der geologischen Erforschung des Landes Salzburg. – Festschr. E. P. Tratz (Die natw. Erforsch. d. Landes Salzburg), 7–23, Salzburg 1964.
- : Randbemerkungen zur Ostalpensynthese. – Veröff. Haus Natur Salzburg, N. F., **16**, 28–36, Salzburg 1965.
- : Das Pleistozän im Salzburger Becken und seinen Ausläufern. – Veröff. Ges. bayer. Landeskd., **19–22**, 166–216, 9 Abb., 1 Kt., München 1966.
- : Moderne Forschungen über den Salzach-Vorlandgletscher. – Mitt. österr. geogr. Ges., **109**, 19–30, 1 Abb., Wien 1967.
- : Zur Herkunft der Hallstätter Gesteine in den Salzburger Kalkalpen. – Verh. geol. B.-A., **1968**, 45–53, Wien 1968.
- : Das Bildungsgesetz der Alpen und Apenninen. – Salzburger Universitätsreden, **40**, 24 S., 1 Abb., 3 Tab., Salzburg 1969.
- : Salzburg. – Verh. geol. B.-A., Bundesländerserie, Heft Salzburg, 2. Aufl., 101 S., 1 Abb., 10 Tab., 2 Taf., Wien 1970.
- : Zur Tektonischen Stellung des Hohen Göll (Salzburger Kalkalpen). – Verh. geol. B.-A., **1972**, 309–314, 2 Abb., Wien 1972 a.
- : Die Pflege der Naturwissenschaften an der alten Universität [Salzburg]. – [In:] H. WAGNER & B. WICHA [Hrsg.]: Festschr. Univ. Salzburg, 109–119, 205, Salzburg (Pustet) 1972 b.
- : Abriß der Geologie von Österreich. – Bundesländerserie Verh. geol. B.-A., Bd. Österreich, 138 S., 30 Abb., 8 Tab., 3 Taf. (1–4), Wien (Geol. B.-A.) 1977.
- : Zur Diskussion des Spätglazials im Salzburger Bereich. – [In:] H. NAGL [Hrsg.]: Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung [J. FINK-Festschr.], 83–87, Wien (F. Hirt) 1978.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg. – 41 S., 4 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1979.
- : Geologie des Landes Salzburg. – Sonderpubl. Schriftenr. Landespressebüro Salzburg, **45**, 152 S., 27 Abb., zahlr. Tab., Salzburg 1983 a.
- : Nachtrag. [In:] H. HLAUSCHEK: Der Bau der Alpen und seine Probleme. – S. 532–630, 1 Abb., Stuttgart (Enke) 1983 b.
- DEMME, W.: Zur Baugeologie des Draukraftwerkes Rosegg-St. Jakob. – Österr. Z. Elektrizitätswirtsch., **28** (1), 17–24, 3 Abb., Wien – New York 1975.
- : Zur Geologie der Tauernautobahn-Teilstrecke Hüttau–Eben (Abschnitt Fritzbachtal). – [In:] J. VILANEK [Hrsg.]: Tauernautobahn, 141–160, 10 Abb., Salzburg (Tauernautobahn-AG) 1976 a.

- : Die geologische Bearbeitung des Tauern隧nns. – S. 491–512, Abb. 459–470 [in:] J. VILANEK [Hrsg.]: Tauernautobahn, 2 Bde., 880 S., 869 Abb., Salzburg (Tauernautobahn-AG) 1976 b.
- : Geologie im Kraftwerksbau. – [In:] Österr. Draukraftwerke-AG [Hrsg.]: Energie aus Schwarz und Weiß. – 174–191, 13 Abb., Wien – Berlin (A. F. Koska) 1978.
- : Ungewöhnliche Bodenstrukturen im Gründungsbereich der Kraftstation Möllbrücke etc. – Mitt. Inst. Bodenmech. Univ. Innsbruck, Sdh. **5**, 1–23, 6 Abb., Innsbruck 1984.
- DEMMER, W. & LUDESCHER, H.: Measures taken to reduce uplift and seepage at Kölnbrein Dam. – Quinzième Congr. des Grands Barrages, mit 10 Abb., Lausanne (Comm. int. Grands Barrages) 1985.
- DEMMER, W. & NOWY, W.: Schartnerkogeltunnel – Baugeologie. – PORR-Nachr., **77/78**, 31–37, 4 Abb., Graz 1979.
- DERKMANN, K.: Geochemisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen an Kiesvorkommen in den Metabasiten der oberen Tauern-Schieferhülle. – Diss. Fachbereich Geowiss., Univ. München, 189 S., 37 Abb., zahlr. Tab., München (Photodruck) 1976.
- DERKMANN, K. & KLEMM, D.: Kies-Mineralizations in Ophiolitic Rocks of the Upper Tauern-Schieferhülle. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 285–291, 7 Abb., Wien 1979.
- DETZLHOFFER, H.: Gebirgswassereinfluß beim Stollenbau. – Rock Mechanics, **1**, 207–240, 11 Abb., Wien – N.Y. 1969.
- DEUTSCH, A.: Geologie und Petrographie der mittleren Goldeckgruppe (Kärnten/Österreich). – Jb. geol. B.-A., **120** (1977), 231–294, 19 Abb., 3 Tab., 2 Taf., Wien 1978.
- DEWEY, J. F., PITMAN, W. C., RYAN, W. B. & BONNIN, J.: Plate Tectonics and the Evolution of the Alpine System. – Bull. geol. Soc. Amer., **84**, 3137–3180, 19 Abb., Boulder 1973.
- DHEIN, A.: Geologie der Alpenrandzone zwischen Marquartstein und Bergen in Oberbayern. – N. Jb. Miner. Abh., Abt. B, **88**, 176–228, 12 Abb., 2 Tab., Taf. 19–22, Stuttgart 1944.
- DIEM, K.: Österreichisches Bäderbuch. – 816 S., 2 Kt., Wien (Urban u. Schwarzenberg) 1914.
- DIENER, C.: Grundlinien der Struktur der Ostalpen. – Petermanns Mitt., **45**, 204–214, 1 Abb., Gotha 1899.
- : Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. – S. 327–646, 28 Abb., 1 Taf., 6 Kt. [In:] E. SUSS [Hrsg.]: Bau und Bild Österreichs, Wien – Leipzig (Tempus-Freytag) 1903.
- : Nomadisierende Schubmassen in den Ostalpen. – Cbl. Miner. etc., **1904**, 161–181, Stuttgart 1904.
- : Edmund v. Mojsisovics. – Beitr. Paläont. Geol. Österreich-Ungarns Orients, **20**, 272–284, Wien 1907.
- : Eduard Sueß. Ein Bild seiner Tätigkeit als Naturforscher. – Mitt. geol. Ges. Wien, **7**, 9–24, 26–32, 1 Abb., Wien 1914.
- : Die Faunen der Hallstätter Kalke des Feuerkogels bei Aussee. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **130**, 21–33, 1 Abb., Wien 1921.

- Grundzüge der Biostratigraphie. – 304 S., 40 Abb., Leipzig – Wien (Deuticke) 1925.
- Die Fossilagerstätten in den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **135**, 73–101, 1 Abb., Wien 1926.
- DIERSCHKE, V.: Upper Jurassic Radiolarites in the Northern Calcareous Alps (Upper Austroalpine Unit). – [In:] H. CLOSS et al. [Hrsg.]: Alps, Apennines, Hellenides, 113–117, 2 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.
- Die Radiolarite des Oberjura im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. – Geotekt. Forsch., **58**, 1–217, 45 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Stuttgart 1980.
- DIETMAN, J. M.: Eigentliche Beschreibung deren berühmten dreyen Gesundheits-Bädern als Baaden, Teutsch-Altenburg und Pyrenwarth. – 187 S., Nürnberg (J. P. Krauss) 1735.
- DIETRICH, H.: Zur Petrologie und Metamorphose des Brennermesozoikums (Stubaiyer Alpen, Tirol). – Tschermarks mineral. petrogr. Mitt., (3) **31**, 235–257, 11 Abb., 7 Tab., Wien 1983.
- DIETRICH, V.: Plattentektonik in den Ostalpen. Eine Arbeitshypothese. – Geotekt. Forsch., **50**, 1–84, 4 Abb., 3 Tab., 1 Kt., Stuttgart 1976 a.
- Evolution of the Eastern Alps: A plate tectonics working hypothesis. – *Geology*, **4**, No. 3, 147–152, 3 Abb., Boulder 1976 b.
- The distribution of ophiolites in the Alps. – *Ofioliti, spec. issue: Tethyan ophiolites*, **1**, 7–51, 1 Abb., 1 Kt., Bologna (Pitagora Ed.) 1980.
- DIETRICH, V. & FRANZ, U.: Ophiolith-Detritus in den santonen Gosau-Schichten (Nördliche Kalkalpen). – *Geotekt. Forsch.*, **50**, 85–109, 7 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Stuttgart 1976 a.
- Alpidische Gebirgsbildung in den Ostalpen: ein plattentektonisches Modell. – *Geol. Rdsch.*, **65**, 361–374, 1 Abb., Stuttgart 1976 b.
- DINÇER, T., PAYNE, B. et al.: Das Tote Gebirge als Entwässerungstypus der Karstmasive der nordöstlichen Kalkhochalpen. – *Steir. Beitr. Hydrogeol.*, **24**, 71–109, 19 Abb., 5 Tab., 1 Taf., Graz 1972.
- DITTLER, E. & SCHADLER, J.: Der Meteorstein von Prambachkirchen (Oberösterreich). – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **142**, 213–232, 1 Abb., 3 Tab., 2 Taf., Wien 1933.
- DLABAČ, M.: Erdölkumulation im Wiener Becken. – *Z. angew. Geol.*, **8**, 344–348, 1 Abb., Berlin 1962.
- DLABAČ, M. & MOŘKOVSKÁ, V.: Relief of the base of Neogene in the Slovakian part of the Vienna Basin. – *Geol. práce*, **55**, 117–126, 3 Abb., Bratislava 1971.
- DOBEN, K.: Zur Verbreitung des kalkalpinen Randcenomans. – *Geologica bavar.*, **74**, 95–98, München 1975.
- DOERT, U.: Der Gebirgsbau der südwestlichen Lechtaler Alpen östlich der Flexenstraße (Vorarlberg/Tirol). – Diss. natwiss. Fachber. Univ. Erlangen–Nürnberg, 262 S., 47 Abb., 7 Taf., 7 Beil., Erlangen (Photodruck) 1974.
- DOERT, U. & HELMCKE, D.: Geologie des Flexen-Passes/Vorarlberg (Österreich). – *Geologica et Palaeontologica*, **10**, 181–200, 9 Abb., 1 geol. Kt., Marburg 1976.
- DOHR, G.: Geophysikalische Untersuchungen im Gebiet der Tiefbohrung Vorderriß 1. – *Geologica bavar.*, **81**, 55–64, 6 Abb., München 1981.

- DOLENEC, T. et al.: Zgornje permske in skitske plasti pri Tržiču. – Razpr. Geol. Poročila, **24** (2), 217–238, 7 Abb., 2 Tab., Ljubljana 1981.
- DOLEZEL, P. & SCHROLL, E.: Beitrag zur Geochemie der Siderite in den Ostalpen. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 293–299, 3 Abb., 2 Tab., Wien 1979.
- DÖLL, E.: Alte Gletscherschliffe aus dem Palänthale und Riesentöpfe etc. – Verh. geol. R.-A., **1896**, 423–426, Wien 1896.
- DÖLLERL, A.: Geotechnische Probleme beim U-Bahnbau in Wien. – Rock Mechanics, Suppl., **5**, 191–208, 13 Abb., Wien – N.Y. 1976.
- DONOFRIO, D., HEISSEL, G. & MOSTLER, H.: Zur tektonischen und stratigraphischen Position des Martinsbühels bei Innsbruck. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **7** (7), 1–43, 2 Tab., 12 Abb., 2 Taf., Innsbruck 1979.
- : Beiträge zur Kenntnis der Partnachschichten (Trias) des Tor- und Rontales etc. – Mitt. österr. geol. Ges., **73**, 55–94, 12 Abb., 2 Tab., Taf. 1–5, Wien 1980.
- : Neue Schwebcrinoiden aus Hallstätter Kalken des Berchtesgadener Raumes. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **5** (2), 1–28, 6 Abb., 3 Tab., Innsbruck (1975) 1976.
- : Zur Verbreitung der Saturnalidae (Radiolaria) im Mesozoikum der Nördlichen Kalkalpen und Südalpen. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **7** (5), 1–55, 8 Abb., 5 Tab., Taf. 1–7, Innsbruck 1978.
- DORN, P.: Pflanzen als Anzeichen für Erzlagerstätten. – Der Biologe, **6**, 11–13, München – Berlin 1937.
- : Zur Problematik des Vindelizischen Landes. – Geologie, **7**, 319–341, 6 Abb., Berlin 1958.
- DRAXLER, I.: Pollenanalytische Untersuchungen von Mooren zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Einzugsgebiet der Traun. – Jb. geol. B.-A., **120**, 131–163, 5 Abb., Beil. 6–12, Wien 1977 a.
- : Die Hochmoore des Waldviertels. – Führer Arbeitstag. geol. B.-A. 1977, Waldviertel. 26–30, 2 Abb., Wien (Photodruck Geol. B.-A.) 1977 b.
- : Das Quartär. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 56–69, 2 Abb., 1 Tab., Wien – N.Y. (Springer) 1980.
- DRAXLER, I. & HUSEN, D. VAN: Zur Entwicklung des Spätglazials im Mitterndorfer Becken (Steiermark). – Verh. geol. B.-A., **1977**, H. 2, 79–84, 2 Abb., Wien 1977.
- : Zur Einstufung innerwürmzeitlicher Sedimente von Ramsau/Schladming und Hohentauern (Steiermark). – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **14** (1), 105–114, 3 Abb., Innsbruck 1978.
- DREGER, F.: Die tertiären Brachiopoden des Wiener Beckens. – Beitr. Paläont. Österr.-Ung. Orients, **7**, 179–192, 2 Tab., Taf. 5–7, Wien 1889.
- DREGER, J.: Geologischer Bau der Umgebung von Griffen und St. Paul in Kärnten. – Verh. geol. R.-A., **1907**, 87–98, Wien 1907.
- DRENNING, A.: Die I. Hochquellenwasserleitung. Festschrift 100-Jahr-Feier 1973. – 303 S., 65 Abb., 6 Anh., Wien (Mag. Stadt Wien Abt. 31) 1973.
- DRIMMEL, J.: Über das Erdbeben vom 10. Oktober 1974 in den Leoganger Steinbergen. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **112** (1975), 49–52, Wien 1976.
- : Erdbebenkräfte etc. – ÖNORM B 4015, Tl. 1, 10 S., 1 Abb., 4 Tab., 1 Erdbebenzonen-Kt., Wien 1979.

- : Rezente Seismizität und Seismotektonik des Ostalpenraumes. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 505–527, Abb. 138–143, 1 Tab., Wien – N.Y. (Springer) 1980.
- : On the Map of Seismo-Active Deep Faults and Important Epicentres in Austria. – Proc. 2nd intern. Symp. Analysis Seismicity and Seismic Hazard Liblice 1981, 163–169, 1 Abb., Liblice/ČSSR 1981.
- DRIMMEL, J. & DUMA, G.: Bericht über Ausmaß und Ursachen der anomalen Wirkungen des Seebensteiner Starkbebens vom 16. April 1972 im Raume Wien. – Mitt. Erdbebenkomm. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., N. F. **74**, 16 S., 6 Abb., Wien 1974.
- DRIMMEL, J., GANGL, G. et al.: Modellseismische Experimente zur Interpretation makroseismischer Daten aus dem Bereich der Ostalpen. – Z. Geophysik, **39**, 21–39, 7 Abb., 1 Tab., Würzburg 1973.
- DRIMMEL, J., GANGL, G. & TRAPP, E.: Kartenmäßige Darstellung der Seismizität Österreichs. – Mitt. Erdbeben-Komm. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., N. F., **70**, 8 S., 12 Abb., Wien 1971.
- DRIMMEL, J. & TRAPP, E.: Das Starkbeben am 29. Januar 1967 in Molln, Oberösterreich. – Mitt. Erdbeben-Komm. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., N. F. **76**, 45 S., 10 Abb., Wien 1975
- DROBIL, M. et al.: Umweltbestandsaufnahme mittels Fernerkundung und Bodenmessung. – 206 S., 82 Abb., 22 Tab., 18 Kt., Wien (Österr. Bundesinst. f. Gesundheitswesen) 1984.
- DROST, W., MOSER, H. et al.: Isotopenmethoden in der Grundwasserkunde. – Monogr. Büro Eurisotop, **16**, 178 S., Brüssel 1972.
- DUDEK, A.: Krystalinikum a devon východně od Znojma. – Sborník ústř. ústav geol., **26**, 101–141, Praha 1960.
- : Zum Problem der moldanubischen Überschiebung im Nordteil der Thayakuppel. – Geologie, **11**, 757–791, 23 Abb., 3 Tab., Berlin 1962
- DUDEK, A. & ŠMEJKAL, J.: The Age of the Brno pluton. – Vestník ústř. ústav geol., **1968** (1), 45–52, Prag 1968.
- DUILE, J.: Ueber die Verbauung der Wildbäche in Gebirgs-Ländern, vorzüglich in der Provinz Tirol, und Vorarlberg. X, 179 S., 3 Taf., Innsbruck (Rauch) 1826.
- DULLO, W.: Fazies und geologischer Rahmen der Dachsteinkalke (Obertrias) in den südwestlichen Gesäuse-Bergen (Steiermark). – Unveröff. Dipl.-arb. Inst. Paläont. Univ. Erlangen, 197 S., 31 Abb., 8 Tab., 20 Taf., 6 Anl., 1 Kt., Erlangen 1979.
- : Paläontologie, Fazies und Geochemie der Dachstein-Kalke (Ober-Trias) im südwestlichen Gesäuse, Steiermark, Österreich. – Facies, **2**, 55–122, 10 Abb., 6 Tab., Taf. 9–13, Erlangen 1980 a.
- : Über ein neues Vorkommen von Tisovec-Kalk in den südwestlichen Gesäuse-Bergen (Admont, Steiermark). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **26**, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1980 b.
- : Fossilidiagenese im miozänen Leitha-Kalk der Paratethys von Österreich etc. – Facies, **8**, 1–112, 22 Abb., 2 Tab., Taf. 1–15, Erlangen 1983.
- DULLO, W. & LEIN, R.: Carnian Shallow-Water Limestones. – [In:] E. FLÜGEL [Hrsg.]: Intern. Symp. on Triassic Reefs, Guide Book, 40–48, Abb. 12–13, Erlangen 1981.

- : Facies and Environment of the Leckkogel Beds (Carnian; Alps). – *Facies*, **6**, 25–36, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 3–4, Erlangen 1982.
- DULLO, W., LEIN, R. & WURM, A.: Fußexkursion durch die östlichen Kalkhochalpen. – 26 S., 28 Abb., Erlangen (Inst. Paläont.) 1983.
- DUNAY, R. E. & FISCHER, M. J.: The Karnian palynofloral succession in the Northern Calcareous Alps, Lunz-am-See, Austria. – *Pollen et Sporen*, **20**, 177–187, 2 Abb., 4 Tab., Paris 1978.
- DÜRSCHNER, H.: Dreidimensionale Seismik in der Exploration auf Kohlenwasserstoff-Lagerstätten. – *J. Geophys.*, **55**, 54–67, 31 Abb., Berlin etc. 1984.
- DVOŘÁK, J. & PAPROTH, E.: Über die Position und die Tektogenese des Rhenohorzynikums und des Sudetikums etc. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1969**, 65–88, 3 Abb., Stuttgart 1969.
- DZULYNSKI, S., KSIĄZKIEWICZ, M. & KUENEN, PH.: Turbidites in Flysch of the Polish Carpathian Mountains. – *Bull. geol. Soc. Amer.*, **70**, 1089–1118, 12 Abb., New York 1959.
- EBERL, B.: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. – VII, 427 S., 19 Abb., 2 Taf., 1 Kt., Augsburg (Filsler) 1930.
- EBERLE, S. & RUDEK, R. [Hrsg.]: Rohstoff und Umwelt. – Vortr. 4. Intern. Kongr. Düsseldorf, 120 S., zahlr. Abb. u. Tab., Essen (Vulkan-Verl.) 1983.
- EBNER, F.: Das Paläozoikum des Eferspitz (Ashgill bis Unterkarbon; Karnische Alpen, Österreich. – *Verh. geol. B.-A.*, **1973**, 155–193, 9 Abb., 7 Tab., 3 Taf., Wien 1973 a.
- : Die Conodontenfauna des Devon/Karbon-Grenzbereiches am Eferspitz (Karnische Alpen, Österreich). – *Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum*, **33**, 35–49, 1 Abb., 3 Tab., Graz 1973 b.
- : Foraminiferen aus dem Paläozoikum der Karnischen Alpen. – *Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum*, **34**, 387–441, 2 Abb., 1 Tab., 9 Taf., Graz 1973 c.
- : Ein bisher unbekannter Fundpunkt von *Conchodus infraliasicus* STOPP. bei Bad Mitterndorf im Steirischen Salzkammergut. – *Jber. Landesmus. Joanneum, N. F.*, **2**, 115–126, 9 Abb., Graz 1973 d.
- : Die Transgression der Folge der Dult (Oberkarbon, Paläozoikum von Graz). – *Mitt. natwiss. Ver. Steiermark*, **107**, 35–53, 4 Abb., Graz 1977.
- : Die Gliederung des Karbons von Graz mit Conodonten. – *Jb. geol. B.-A.*, **120** (1977), 449–493, 1 Abb., 3 Tab., 6 Taf., Wien 1978 a.
- : Stratigraphie des Karbon der Rannachfazies im Paläozoikum von Graz, Österreich. – *Mitt. österr. geol. Ges.*, **69** (1976), 163–196, 7 Abb., 4 Tab., Wien 1978 b.
- : Die sedimentäre Entwicklung des Unterkarbons in Österreich. – *Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss.*, **3**, 179–190, 1 Abb., Wien 1978 c.
- : Conodont Localities in the surroundings of Graz/Styria. – *Abh. geol. B.-A.*, **35**, 101–127, 11 Abb., 8 Tab., 2 Taf., Wien 1980 a.
- : Die Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. – *Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum*, **41**, 45–65, 4 Abb., 1 Tab., Graz 1980 b.
- : Steinbergkalk und Sanzenkogelschichten im Kalvarienbergzug E von Gratwein. – *Mitt. natw. Ver. Steiermark*, **110**, 47–54, 3 Abb., 1 Tab., Graz 1980 c.

- : Vulkanische Tuffe im Miozän der Steiermark. – Mitt. natwiss. Ver. Stmk., **111**, 39–55, 3 Abb., Graz 1981 a.
- : Naturraumpotentialkarten der Steiermark. Mittleres Murtal: Geologie. – 46 S., 8 Abb., 1 Tab., 9 Kt., Graz (Inst. f. Umweltgeol.) 1981 b.
- : Erläuterungen zur geologischen Basiskarte 1:50.000 der Naturraumpotentialkarte „Mittleres Murtal“ – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **29**, 99–131, 1 Tab., 2 Kt., Wien 1983.
- EBNER, F., EISENHUT, M. et al.: Naturführer Weiztal. – Veröff. Forsch.-stätte Raabklamm, **10–11**, 144 S., 100 Abb., Weiz (Touristenver. „Die Naturfreunde“ Stmk.) 1984.
- EBNER, F. FENNINGER, A. & HOLZER, H.-L.: Die Schichtfolge im Übergangsbereich Rannach-Fazies – Hochlantsch-Fazies (Grazer Paläozoikum) im Raume St. Pankrazen-Großstübing. – Mitt. natwiss. Ver. Steiermark, **109**, 85–95, 2 Abb., 5 Tab., Graz 1979.
- : Die Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **41**, 45–65, 4 Abb., 1 Tab., Graz 1980 a.
- : Führer zu ausgewählten Profilen in der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **41**, 93–105, 4 Abb., 4 Tab., Graz 1980 b.
- : Geotraverse B in Austria. – Newsletter, **2** (1980), 109–120, 8 Abb., 1 Taf., Padova 1980 c.
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Die Fauna von Weitendorf. – Jber. Landesmus. Joanneum Graz, N. F. **6** (1976), 157–183, Taf. 1–10, Graz 1977 a.
- : Die Bentonitvorkommen der Nordoststeiermark. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **38**, 9–30, 5 Abb., 1 Tab., 1 geol. Kt., Graz 1977 b.
- : Die erdgeschichtliche Entwicklung des Grazer Raumes. – [In:] W. STEINBÖCK [Hrsg.]: 850 Jahre Graz. 19–48, 3 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Graz 1978.
- : Bemerkungen zur Faziesverteilung im Badenien des Reiner Beckens. – Mitt. bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, **47**, 155–161 (11–17), 3 Abb., Graz 1979.
- : Bentonite und Glastuffe der Steiermark. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **2**, 31–45, 16 Abb., 2 Tab., Wien 1982.
- EBNER, F., SUETTE, G. & UNTERSWEIG, TH.: Erläuterungen zu den geogenen Naturraumpotentialkarten des Bezirkes Voitsberg. – 1. Bd.: 148 S., 47 Abb., 15 Tab., 4 Beil. (Kt.), 1984; 2. Bd.: Lagerstättenkartei, 1984; Graz (Inst. f. Umweltgeol.) 1984.
- EBNER, F. & WEBER, L.: Die geologisch-tektonischen Verhältnisse zwischen Tannebenstock und Rötischgraben (Grazer Paläozoikum). – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **108**, 95–113, 3 Abb., Graz 1978.
- : Geochemische Prospektion auf Quecksilbervererzungen im Mitteldevon der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **2**, 47–62, 14 Abb., 3 Tab., Wien 1982.
- ECKART, R.-M.: Hydrogeologische Aufnahme des östlichen Karwendels. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **6** (10), 64 S., Innsbruck 1977.
- EEM, J. v. D.: Aspects of Middle and Late Triassic palynology. 6. – Rev. Palaeobot. Palynol., **39**, 189–300, 13 Abb., 13 Tab., Taf. 1–30, Amsterdam 1983.

- EGGERT, P.: Sedimentpetrographisch-stratigraphische Untersuchungen in den Unterkreide-Serien [etc.] der Feuerstätter Decke im Allgäu und Vorarlberg. – Berliner geowiss. Abh., (A) **2**, 167 S., 38 Abb., 18 Taf., Berlin 1977.
- EGGERT, P., GREBE, H. et al.: Inkohlungsuntersuchungen an Treibhölzern aus der Unteren Junghansenserie (Unterkreide) der Feuerstätter Decke etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **152**, 112–136, 8 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Stuttgart 1976.
- EGGLER, J.: Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen von den Serpentinegebieten bei Kirchdorf in Steiermark und bei Bernstein im Burgenland. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **84**, 25–37, 7 Tab., Graz 1954.
- : Ein Beitrag zur Serpentinvegetation in der Gulsen bei Kraubath in Obersteiermark. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **85**, 27–72, 11 Tab., 2 Taf., 1 Kt., Graz 1955.
- : Bemerkungen zur Serpentinvegetation in der Gulsen und auf dem Kirchkogel bei Pernegg in der Steiermark. – Ang. Pflanzensoz., **18**, 33–35, Wien – N.Y. 1966.
- EHRENBERG, K.: Die bisherigen Ergebnisse der Grabungen in der Bärenhöhle bei Winden im Burgenland. – Paläont. Z., **14**, 37–45, Berlin 1932.
- : Die vorzeitliche Tierwelt des Burgenlandes. – Burgenländ. Heimatbl., **3**, 53–67, Eisenstadt 1934.
- : *Austriacopithecus*, ein neuer menschenaffenartiger Primate aus dem Miozän von Klein-Hadersdorf bei Poysdorf in Niederösterreich. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., I, **147**, 71–110, Taf. 1–10, Wien 1938.
- : Zur speläologischen Forschung in Österreich. – Mitt. Höhlenkomm., **1953** (2), 17–24, Wien 1955.
- : Die Bedeutung Österreichs für die Entwicklung der Speläologie. – Österr. Hochschulg., **13** (13), S. 3, Wien 1961.
- : Othenio Abels Lebensweg. – 162 S., Wien (Österr. Hochschülerschaft) 1975.
- EHRENDORFER, F.: 1972: s. u. EHRENDORFER, F. et al., 1972.
- : Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl., XII, 318 S., Stuttgart (G. Fischer) 1973.
- : Geobotanik. – [In:] E. STRASBURGER et al.: Lehrbuch der Botanik, 32. Aufl., 916–921, 5 Abb., Stuttgart – N.Y. (G. Fischer) 1983.
- EHRENDORFER, F. et al. [Red.]: Naturgeschichte Wiens, Bd. II, Naturnahe Landschaften, Pflanzen- und Tierwelt. – XV, 909 S., 227 Abb., 23 Tab., Wien – München (Jugend und Volk) 1972.
- EHRENDORFER, F. & NIKLFELD, H. [Red.]: Areale charakteristischer Gefäßpflanzen der Steiermark. – Kartenbl. 21/22 und Erläut. S. 134–157, Steiermark-Atlas; Graz (Akad. Druck- u. Verlanst.) 1973.
- EHRISMANN, W., GÖTZE, H.-J. et al.: Gravimetrische Feldmessungen und Modellberechnungen im Gebiet des Krimmler Ache-Tales und Obersulzbachtales (Großvenediger Gebiet/Österreich). – Geol. Rdsch., **65**, 767–778, 7 Abb., Stuttgart 1976.
- EHRISMANN, W., LEPPICH, O. et al.: Gravimetrische Detail-Untersuchungen in den westlichen Hohen Tauern. – Z. Geophysik, **39**, 115–130, 7 Abb., 2 Tab., Würzburg 1973.
- EHRISMANN, W., ROSENBACH, O. & STEINHAUSER, P.: Vertikalgradient und Gesteinsdichte im Schlegeisgrund (Zillertaler Alpen) etc. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., I, **178**, 261–270, 4 Abb., 3 Tab., Wien 1969.

- EICHER, H.: Neue Beobachtungen über würmzeitliche Vorgänge im Hochtal von St. Lambrecht. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **107**, 55–63, 4 Abb., Graz 1977.
- : Zur Funktion der Würmhochstände im Gebiet der oberen Gurktalung einschließlich der Nahtstelle Gurk – Draugletscher. – Mitt. österr. geol. Ges., **69** (1976), 209–245, 4 Abb., 12 Photos, Wien, 1978.
- : Erläuterungen zur quartärgeologisch-glazialmorphologischen Kartierung in der inneralpinen Senkungszone von Windischgarsten–Stoder. – Jb. geol. B.-A., **122**, 389–428, 22 Abb., 1 Taf. (= Beil. 10), Wien 1979.
- EILBEIGUT, D.: Zur Geologie des Grundgebirges des Manhartsberges (Südliche Böhmisches Masse). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 153 S., 59 Abb., 8 Beil.-Taf., Wien 1970.
- EINSELE, G. & SCHÖNENBERG, R.: Epirogen-tektonische Grundzüge des süddeutschen Beckens etc. – Publ. Serv. géol. Luxembg., **14**, 139–164, 6 Abb., Luxemburg 1964.
- EISBACHER, G.: Primäre gerichtete Gefüge und Paläogeographie des alpinen Buntsandsteins im Raume Innsbruck–Saalfelden. – Veröff. Mus. Ferdinandeum, **43** (1963), 133–142, 2 Abb., Taf. 11, 1 Kt., Innsbruck 1964.
- EISENHUT, M.: Die Gletscherstände in den Seetaler Alpen (Steiermark). – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **92**, 27–29, 1 Kt., Graz 1962.
- ELIÁŠ, M.: Paläogeographische und paläotektonische Entwicklung des Mesozoikums und des Tertiärs am Rande der Karpaten und des Böhmisches Massivs. – Erdoel-Erdgas-Z., **93**, Sdb., 5–11, 3 Abb., Taf. 1, Hamburg (Urban) 1977.
- ELLENBERG, H.: Bodenreaktion. – [In:] W. RUHLAND [Hrsg.]: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Bd. IV, 638–708, 19 Abb., 21 Tab., Berlin etc. (Springer) 1958.
- : Wege der Geobotanik zum Verständnis der Pflanzendecke. – Naturwiss., **55**, 462–470, 5 Abb., Berlin etc. 1968.
- : Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – Scripta geobotanica, **9**, 97 S., 1 Abb., 3 Tab., Göttingen (Götz) 1974.
- : Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. – 2. Aufl., 982 S., 499 Abb., 130 Tab., Stuttgart (Ulmer) 1978.
- ELLENBERGER, F.: Métamorphisme, Silification et Pédogénèse en Bohême méridionale. – Travaux pétrogr. paléobot. Univ. captivité Edelbach (OFLAG XVII A). [In:] Ann. sci. Franche-Compté, **3**, 171 S., 61 Abb., Besançon 1948.
- : Sur l'âge du métamorphisme dans le Vanoise. – C. r. soc. géol. France, **1952**, 318–321, Paris 1952.
- : Etude géologique du pays de Vanoise. – Mém. serv. expl. Carte géol. dét. France, **1958**, 561 S., 111 Abb., 1 Tab., 41 Taf., 10 Beil., Paris 1958.
- ELLISON, F.: Das Tertiär von Melk und Loosdorf. – Mitt. geol. Ges. Wien, **33** (1940), 35–86, 3 Abb., 2 Photos, 1 Tab., 1 geol. Kt., Wien 1942.
- ENDERS, P.: Zur Geologie des Gaistales zwischen Wetterstein und Mieminger Gebirge (Tirol). – Unveröff. Dipl.-Arb. geol. Inst. TH. München, 63 S., 25 Abb., 7 Taf., 5 Beil., München 1967.
- ENGELS, B.: Ergebnisse kleintektonischer Untersuchungen in den nördlichen Kalkalpen. I. Hasenfluh- und Hornbachgebiet etc. – Z. dt. geol. Ges., **112** (1960), 334–357, 17 Abb., Hannover 1960.
- : Strukturgeologische Untersuchungsergebnisse im Bereich der Krabach-Masse (Lech-

- taler Alpen). – Abh. hess. L.-A. Bodenforsch., **56**, 168–180, 7 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1970.
- : Strukturgeologische Untersuchungsergebnisse im Bereich der Fallesin- und Griebstaler-Spitze (Lechtaler Alpen). – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **44**, 309–329, 10 Abb., Taf. 1–2, Hamburg 1975.
- EPPESTEINER, W., HUSEN, D. v. & KRZEMIEN, R.: Beobachtungen an pleistozänen Driftblöcken des Marchfelds. – Verh. geol. B.-A., **1973**, 331–336, Wien 1973.
- ERBEN, H.: Über die Tropidocoryphinae (Tril.). Liefg. I. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **125**, 170–211, 3 Abb., Taf. 19–21, Stuttgart 1966.
- ERBEN, H., FLÜGEL, H. & WALLISER, O.: Zum Alter der Hercynellen führenden Gastropoden-Kalke der zentralen Karnischen Alpen. – Sympos.-Bd. 2. Int. Arbeitstagg. Silur/Devon-Grenze etc. 1960, 71–79, 1 Tab., Stuttgart (Schweizerbart) 1962.
- ERICH, A., & SCHWAIGHOFER, B.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1: 50.000, Blatt 18 Weitra, Wien (Geol. B.-A.) 1977. Mit Erläut., 18 S., Wien 1978.
- ERKAN, E.: Die exotischen Gerölle in der Gosaukreide der nordöstlichen Kalkalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **65** (1972), 33–108, 18 Profile, Taf. 1–6, Wien 1973.
- : Uran- und gipsführendes Permoskyth der östlichen Ostalpen. – Jb. geol. B.-A., **120**, 343–400, 15 Abb., 13 Prof. auf Taf. 1, Wien 1977 a.
- : Uran- und gipsführendes Perm in den Ostalpen. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **122** (2 a), 9–17, 3 Abb., Wien 1977 b.
- : Die permischen Uranvorkommen der Steiermark. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **38**, 31–40, 5 Abb., 5 Tab., Graz 1977 c.
- ERNST, W.: Interpretative synthesis of metamorphism in the Alps. – Bull. geol. Soc. Amer., **84**, 2053–2078, 9 Abb., Boulder/Colorado 1973.
- ERNST, W.: Schwermetallvegetation der Erde. – Geobotanica selecta, **5**, IX, 194 S., 45 Abb., 100 Tab., Stuttgart (G. Fischer) 1974.
- ESCHER v. D. LINTH, A.: Geognostische Beobachtungen über einige Gegenden des Vorarlberg's. – Leonhard u. Bronn Jb. Miner., **1846**, 421–442, Taf. 6 b, 7, Stuttgart 1846.
- : Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. – N. Denkschr. allg. Schweiz. Ges. gesamt. Naturw., **13/5**, 1–136, 3 Abb., 3 Beil.-Tab., Taf. 1–10, Zürich 1853.
- ESSAWY, M.: About the Origin of Aplitic Gneiss etc. near Spitz/Donau (Austria). – Jb. geol. B.-A., Sdb. **15**, 91–97, Taf. 1, Wien 1970.
- ETTINGSHAUSEN, C. v.: Die tertiäre Flora der Umgebungen von Wien. – Abh. geol. R.-A., **2**, No. 1, 5–36, 2 Tab., Taf. 1–5, Wien 1851 a.
- : Die tertiäre Flora von Häring in Tirol. – Abh. geol. R.-A., **2**, No. 2, 1–118, 1 Tab., Taf. 1–31, Wien 1851 b.
- : Beitrag zur näheren Kenntniss der Wealdenperiode. – Abh. geol. R.-A., **1**, Abth. III, Art. 2, 1–32, 1 Tab., 5 Taf., Wien 1852.
- : Die fossile Flora von Köflach in Steiermark. – Jb. geol. R.-A., **8**, 738–756, 11 Abb., 1 Tab., Taf. 2–4, Wien 1857.
- : Beiträge zur Erforschung der Phylogenie der Pflanzenarten. – Denksch. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **38**, 65–80, Taf. 1–10, Wien 1978 a.

- : Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora von Parschlug in Steiermark. I. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **38**, 81–92, Taf. 1–5, Wien 1878 b.
- : Die fossile Flora von Leoben in Steiermark. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **54**, 261–384, 1 Tab., Taf. 1–9, Wien 1888.
- : Über neue Pflanzenfossilien aus den Tertiärschichten Steiermarks. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **60**, 313–343, 1 Tab., Taf. 1–2, Wien 1893.
- EXNER, CH.: Beitrag zur Kenntnis der jungen Hebung der östlichen Hohen Tauern. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **91**, 186–196, 1 Karte, Wien 1949.
- : Über geologische Aufnahmen beim Bau der Kampkraftwerke (Südliche Böhmisches Masse). – Jb. geol. B.-A., **96**, 217–252, 1 Abb., Taf. 9–11, Wien 1953.
- : Die Südost-Ecke des Tauernfensters bei Spittal an der Drau. – Jb. geol. B.-A., **97**, 17–37, Taf. 1–3, Wien 1954.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Gastein. – 168 S., 8 Abb., 8 Taf., 1 Kt. 1: 50.000 (1956), Wien (Geol. B.-A.) 1957.
- : Geologie von Österreich. – S. 67–75, 1 Taf. [In:] P. BECK-MANNAGETTA et al. [Hrsg.]: Erläut. Geol. u. Lagerstätten-Karte 1: 1.000.000 von Österreich, Wien (Geol. B.-A.) 1966.
- : Zur Rastenberger Granittektonik im Bereiche der Kampkraftwerke (Südliche Böhmisches Masse). – Mitt. geol. Ges. Wien, **61** (1968), 9–39, 9 Abb., Wien 1969.
- : Geologie der peripheren Hafnergruppe (Hohe Tauern). – Jb. geol. B.-A., **114**, 1–119, 16 Abb., Taf. 1–6, Wien 1971.
- : Geologie der Karawankenplutone östlich Eisenkappel, Kärnten. – Mitt. geol. Ges. Wien, **64** (1971), 1–108, 17 Abb., 1 Tab., Taf. 1, Wien 1972.
- : Geologie des Salzachtals zwischen Taxenbach und Lend. – Jb. geol. B.-A., **122**, 1–73, 7 Abb., Taf. 1–3, Wien 1979 a.
- : Zur Geologie der Ankogel-Hochalmgruppe. – Alpenver.-Jb., **1979**, 5–15, 10 Abb., 1 Kt., Innsbruck 1979 b.
- : Geologie der Hohen Tauern bei Gmünd in Kärnten. – Jb. geol. B.-A., **123**, 343–410, 10 Abb., 6 Taf. (= Beil. 5, 6), Wien 1980 a.
- : Das Kristallin östlich der Katschbergzone. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 167–189, 2 Abb., Wien 1980 b.
- : Geologie der zentralen Hafnergruppe (Hohe Tauern). – Jb. geol. B.-A., **125**, 51–154, 22 Abb., Beil. 7, Wien 1982.
- : Geologische Karte der Hafnergruppe 1: 25.000, 2 Bl. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **29**, Wien 1983 a.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte der Hafnergruppe (Blatt Muhr, Ö.K. 156 – Südteil 1: 25.000). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **29**, 41–74, 2 Kt., Wien 1983 b.
- : Zur Petrographie von Gneisgeröllen im Karbon von Nötsch (Kärnten). – Jb. geol. B.-A., **126**, 215–217, Wien 1983 c.
- : Der Südrand des Tauernfensters bei Spittal an der Drau. – Jb. geol. B.-A., **127**, 349–367, 9 Abb., Wien 1984.
- : Petrographie und Tektonik des Granitzuges von Nötsch (Kärnten). – Jb. geol. B.-A., **127**, 557–570, 4 Abb., Wien 1985.

- EXNER, CH., DEUTSCH, A. & MEYER, J.: Geologisch-petrographische Untersuchung der Goldeck- und der südlichen Kreuzeckgruppe im Jahre 1977. – Geol. Tiefbau Ostalpen, **6**, 7–21, 5 Abb., 2 Tab., Wien 1978.
- EXNER, CH. & KIRCHNER, CH.: Zum Chemismus einiger basischer Gesteine aus dem Flysch und Klippenraum. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **3** (1981), 55–59, 2 Tab., Leoben 1982.
- EXNER, CH. & ZIRKL, E. J.: Serpentin und Ophicalcit vom Steinbruch „Tommach“ bei Gstadt etc. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 45–49, 1 Abb., Wien 1962.
- FABIAN, P.: Atmosphäre und Umwelt. – 130 S., 30 Abb., 5 Tab., Berlin (Springer) 1983.
- FABIANI, E.: Morphologische Studien in den südlichen Niederen Tauern etc. – Arb. geogr. Inst. Univ. Graz, **11**, 100 S., 1 Abb., 4 Tab., 16 Taf., Graz 1969.
- : Die Grundwasserverhältnisse im nordöstlichen Leibnitzer Feld. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **23**, 135–213, 12 Abb., 4 Taf., 2 Tab., Graz 1973.
- : Die Grundwasservorkommen der Steiermark. – Ber. wasserwirt. Rahmenplanung, **29**, 34–62, Abbn., Graz 1974.
- : Über die Bedeutung des Quartärs für die Wasserwirtschaft. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **39**, 35–65, 1 Beil., Graz 1978.
- : Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, V – Ber. wasserwirtsch. Rahmenplang., **48**, 242 S., 72 Taf., 54 Tab., Graz (Amt Steierm. Landesreg.) 1980.
- FABIANI, E., WESSIAK, W. et al.: Grundwasseruntersuchungen im unteren Murtal. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **39**, 1–135, zahlr. Tab., 30 Taf., Graz 1978 b.
- FABRICIUS, F.: Beckensedimentation und Riffbildung an der Wende Trias/Jura in den Bayerisch-Tiroler Kalkalpen. – Int. sedim. petrogr. ser., **9**, 143 S., 24 Abb., 7 Tab., 27 Taf., Leiden (Brill) 1966.
- : Die Rät- und Lias-Oolithe der nordwestlichen Kalkalpen. – Geol. Rdsch., **56**, 140–170, 10 Abb., 2 Tab., 2 Taf., Stuttgart 1967.
- FABRICIUS, F., FRIEDRICHSEN, H. & JACOBSHAGEN, V.: Paläotemperaturen und Paläoklima in Obertrias und Lias der Alpen. – Geol. Rdsch., **59**, 805–826, 5 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1970.
- FABRY, R. & SCHNELL, I.: Bodenkunde für Schule und Praxis. – 2. Aufl., 323 S., 65 Abb., 4 Taf., München (Lehmann) 1950.
- FALLOT, P.: Les dilemmes tectoniques des Alpes Orientales. – Ann. Soc. géol. Belgique, **78**, B 147–B 170, Taf. 1–2, Liège 1955.
- FANINGER, E.: Karawankentalit. – Geologija, Razprave in poročila, **19**, 153–210, 8 Abb., 3 Tab., Taf. 1–6, Ljubljana 1976.
- FANINGER, E. & ŠTRUCL, I.: Plutonic Emplacement in the Eastern Karavanke Alps. – Geologija, **21** (1), 81–87, 2 Abb., Ljubljana 1978.
- FAUPL, P.: Der Granit des Leopold von Buch-Denkmales. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **109** (1972), 158–164, 1 Abb., Wien 1973.
- : Kristallinvorkommen und terrigene Sedimentgesteine in der Grestener Klippenzone (Lias – Neokom) von Ober- und Niederösterreich. – Jb. geol. B.-A., **118**, 1–74, 43 Abb., 10 Tab., Wien 1975 a.

- : Schwermineralien und Strömungsrichtungen aus den Kaumberger Schichten (Oberkreide) des Wienerwald-Flysches, Niederösterreich. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1975**, 528–540, 4 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1975 b.
- : Vorkommen und Bedeutung roter Pelite in den Kaumberger Schichten (Oberkreide) des Wienerwald-Flysches, Niederösterreich. – N. Jb. Geol. Mh., **1976**, 449–470, 6 Abb., 5 Tab., Stuttgart 1976.
- : Untersuchungen an terrigenen Gesteinen der paläogenen Buntmergelserie der östlichen Ostalpen (Vorbericht). – Verh. geol. B.-A., **1977**, 13–15, Wien 1977.
- : Faziestypen der paläogenen Buntmergelserie der östlichen Ostalpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **68** (1975), 13–38, 10 Abb., 5 Tab., Wien 1978.
- : Turbiditserien in den Kreideablagerungen des Ostalpins und ihre paläogeographische Bedeutung. – [In:] J. WIEDMANN [Hrsg.]: Aspekte der Kreide Europas, IUGS, (A) **6**, 403–411, 3 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1979 a.
- : Zur räumlichen und zeitlichen Entwicklung von Breccien- und Turbiditserien in den Ostalpen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **25**, 81–110, 7 Abb., Wien (1978) 1979 b.
- : Über turbiditische und nichtturbiditische Pelite in den Sievinger Schichten (Maastricht, Wienerwald-Flyschzone). – Verh. geol. B.-A., **1979**, 285–293, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- : Zur Gosautwicklung im Süden der Weyerer Bögen zwischen Unterlaussa und St. Gallen (Stmk.). – Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15, **3**, 133–147, 3 Abb., 1 Tab., Leoben 1982.
- : Die Flyschfazies in der Gosau der Weyerer Bögen etc. – Jb. geol. B.-A., **126**, 219–244, 20 Abb., 2 Tab., Wien 1983.
- : Ein Beitrag zur Kenntnis der Walserberg-Serie bei Salzburg. – Mitt. österr. geol. Ges., **77**, 33–36, Wien 1984.
- FAUPL, P. & BERAN, A.: Diagenetische Veränderungen an Radiolarien- und Schwammspicula-führenden Gesteinen der Strubbergsschichten etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1983**, 129–140, 4 Abb., Stuttgart 1983.
- FAUPL, P., GRÜN, W. et al.: Zur Typisierung der Sievinger Schichten im Flysch des Wienerwaldes. – Jb. geol. B.-A., **113**, 73–158, 12 Abb., 9 Tab., 15 Taf., 8 Beil., Wien 1970.
- FAUPL, P. & HAMEDANI, A.: Ein Trachyt-Tuffit aus dem Reiflinger Kalk bei Göstling a. d. Ybbs, Niederösterreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **65** (1972), 109–116, 2 Abb., Wien 1973.
- FAUPL, P. & MILLER, CH.: Über das Auftreten von Kaersutit als Schwermineral in den Roßfeldschichten (Unterkreide) der Nördlichen Kalkalpen. – Anz. öster. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **114** (1977), 156–160, 1 Tab., Wien 1978.
- FAUPL, P. & SAUER, R.: Zur Genese roter Pelite in Turbiditen der Flyschgosau in den Ostalpen (Oberkreide – Alttertiär). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1978**, 65–86, 6 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1978.
- FAUPL, P. & THÖNI, M.: Radiometrische Daten von Kristallinklastika aus der Flyschgosau der Weyerer Bögen. – Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15, **2**, 129–134, 1 Tab., Leoben 1981.

- FAUPL, P. & TOLLMANN, A.: Die Roßfeldschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide. – Geol. Rdsch., **68**, 93–120, 10 Abb., Taf. 1–2, Stuttgart 1979.
- FAUPL, P. & WAGREICH, M.: Bericht über Studien in der Gosau bei Lilienfeld/Niederösterreich (Östliche Kalkalpen). – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 145–159, 2 Abb., 2 Tab., Leoben 1983.
- FECKER, E., GÖTZ, H.-P. et al. [Hrsg.]: Festschrift Leopold Müller-Salzburg zum 65. Geburtstag. – 269 S., zahlr. Abb. u. Tab., Karlsruhe (Druck I. Widmann) 1974.
- FEDER, G. & OLSACHER, A.: Bergbau und Tunnelbau. – Anregungen und Ergänzungen. – Rock Mechanics, Suppl. **7**, 103–128, 25 Abb., Wien – N.Y. 1978.
- FEDIUK, F.: Cordierite in the Moldanubian Gneisses. – Krystalinikum, **7**, 183–204, 11 Abb., 8 Taf., Prag 1971.
- FELBER, P. & WYSSLING, G.: Zur Stratigraphie und Tektonik des Südhelvetikums im Bregenzerwald (Vorarlberg). – Eclogae geol. Helv., **72**, 673–714, 17 Abb., Taf. 1–2, Basel 1979.
- FELLNER, R.: Zur Geologie des Südrandes der nördlichen Kalkalpen zwischen Schnann und Arlberg (Lechtaler Alpen). – Z. dt. geol. Ges., **116** (1964), 832–858, 4 Abb., Taf. 12–13, Hannover 1966.
- FELSER, K.: Rugose Korallen aus dem Oberkarbon–Perm der Karnischen Alpen zwischen Schulterkofel und Treßdorfer Höhe. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **74**, 5–20, Taf. 1, Graz 1937.
- : Wentzellophyllum (Stylidophyllum) volzi (HUANG). – Carinthia II, Sdb. **28**, 51–60, 3 Abb., Klagenfurt 1970.
- : Die jungpaläozoische Transgression am Roßkofel (Karnische Alpen). – Carinthia, **164**/(II) **84**, 39–41, Klagenfurt 1974.
- : Die stratigraphische Stellung der Magnesitvorkommen in der östlichen Grauwackenzone (Steiermark, Österreich). – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **122**, H. 2 a, 17–23, 4 Abb., Wien 1977.
- FELSER, K. & KAHLER, F.: Die Geologie der Rattendorfer Alm (Karnische Alpen). – Carinthia, **153** bzw. (II) **73**, 72–90, 1 Abb., Klagenfurt 1963.
- FENNINGER, A.: Riffentwicklung im oberostalpinen Malm. – Geol. Rdsch., **56**, 171–185, 8 Abb., Stuttgart 1966.
- : Markovketten-Analysen an den kalkreichen Schichtgruppen der oberkarbonen Auer-nig-Schichten etc. – Carinthia, **160** bzw. (II) **80**, 19–26, 2 Abb., Klagenfurt 1970.
- : Neue Faunen- und Florenelemente aus den Plassenkalken der Trisselwand (Totes Gebirge, Steiermark). – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **108**, 115–119, Taf. 1, Graz 1978.
- FENNINGER, A. & FLÜGEL, H. et al.: Bericht über detailstratigraphische Aufnahmen im Oberkarbon des Waschbüchel-Profiles (Karnische Alpen). – Verh. geol. B.-A., **1971**, 637–642, 1 Abb., Wien 1971.
- FENNINGER, A., FLÜGEL, E. et al.: Zur variszischen Orogenese in den Karnischen Alpen – eine Stellungnahme. – Verh. geol. B.-A., **1974**, A 149 – A 153, Wien 1975.
- FENNINGER, A. & HOLZER, H.-L.: Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malm. – Mitt. geol. Ges. Wien, **63** (1970), 52–141, 15 Abb., 1 Tab., 2 Beil., Taf. 1–19, Wien 1972.

- : Die Genese der Dolomitsandstein-Folge des Grazer Paläozoikums. – Mitt. österr. geol. Ges., **69** (1976), 109–162, 11 Abb., 8 Tab., Taf. 1–10, Wien 1978.
- FENNINGER, A. & HÖTZL, H.: Die Mikrofauna und -flora des Plassen- und Tressensteinkalkes der Typlokalität (Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **128**, 1–37, 8 Abb., 3 Tab., Taf. 1–5, Stuttgart 1967.
- FENNINGER, A. & SCHÖNLAUB, H.: Das Paläozoikum der Karnischen Alpen. – Exk.-führer 42. Jvers. paläont. Ges., 18–60, 16 Abb., 2 Tab., Graz 1972.
- FENNINGER, A., SCHÖNLAUB, H., HOLZER, H. L. & FLAJS, G.: Zu den Basisbildungen der Auernigsschichten in den Karnischen Alpen (Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1976**, 243–255, 7 Abb., Wien 1976.
- FENNINGER, A. & STATTEGGER, K.: Schweremineraluntersuchungen in den oberkarbonen Auernig-Schichten des Garnitzenprofils (Naßfeld, Karnische Alpen). – Verh. geol. B.-A., **1977**, 367–374, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1977.
- FENZ, R., KOBILKA, J. & MAKOVEC, F.: Problems encountered in the slate foundations of Wallsee and Ottensheim power plants etc. – 10. Congr. Grands Barrages 1970, Q 37/R 31, 551–569, 15 Abb., 2 Tab., Montréal 1970.
- FENZL, N.: Hydrogeologische Studie des Gebietes Hohe Wand und Fischauer Berge. – Verh. geol. B.-A., **1977**, H. 2, 121–164, 18 Abb., 5 Tab., 9 Diagr., Wien 1977.
- FERRARI, A.: Tetracoralli delle Alpi Carniche. – Giorn. Geol., (2 a) **34** (1966), H. 2, 531–587, 12 Abb., 1 Tab., Taf. 49–51, Bologna 1968.
- FERRARI, A. & VAI, G. B.: Ricerche stratigrafiche e paleoecologiche al Monte Zermula (Alpi Carniche). – Giorn. Geol., (2) **33** (1965), H. 2, 389–406, 3 Abb., 1 Tab., 5 Taf., Bologna 1966.
- : Revision of the Famennian Rhynchonellid genus *Plectorhynchella*. – Giorn. Geol., (2) **39** (1971), H. 1, 163–220, 17 Abb., 1 Tab., Tf. 20–25, Bologna 1973.
- FESSLER, H.: Die Grundwasserführung im Tale der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzer Feld. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **40**, 41 S., 18 Abb., Graz 1978.
- FETTWEIS, G.: Zum Systemaspekt in den Bergbauwissenschaften. – Veröff. österr. Mus. Volkskd., **16** (Kirnbauer-Festschr.), 65–71, Wien 1975.
- : Bergmännische Gesichtspunkte zur Rohstoffversorgung. – [In:] Rohstoffe und Energie in Österreich, 17–65, 19 Abb., 4 Tab., Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1981 a.
- : Bemerkungen zur Kohlesituation in Österreich und in der Welt. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **126**, 203–221, 33 Abb., 2 Tab., Wien 1981 b.
- FIGDOR, H.: Schwereanomalie und Geomechanik der Diendorfer Störung. – Ber. Tiefbau Ostalpen, **8**, 23–26, 2 Abb., Wien (Zentralanst. Meteor.) 1980.
- FIGDOR, H. & SCHEIDEGGER, A.: Geophysikalische Untersuchungen an der Diendorfer Störung. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 243–270, 20 Abb., 2 Tab., Wien 1977.
- FINGER, F., KRAIGER, H. et al.: Zur Geochemie des K1-Gneises der Scheelitlagerstätte Felbertal (Pinzgau/Salzburg) – ein Vorbericht. – Der Karinthin, **92**, 225–235, 4 Abb., 1 Tab., Klagenfurt 1985.
- FINGER, W., RAINER, J. et al.: Die Entwicklung des Projektes der Gewölbemauer Kölnbrein. – Die Talsperren Österreichs, **22**, 71–86, 7 Abb., 2 Tab., Wien 1975.
- FINK, J.: Probleme der Mariazeller Landschaft. – Mitt. österr. geogr. Ges., **92**, 18–24, Wien 1950.

- : Das Marchfeld. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **D**, 88–116, 10 Abb., Taf. 7–8, Wien 1955.
 - : Das Quartär zwischen Wr. Neustädter Pforte und Rechnitzer Schieferinsel. – [In:] H. KÜPPER [Hrsg.]: Erläut. geol. Kt. Mattersburg etc., 36–49, 2 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1957.
 - : Leitlinien der quartärgeologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand. – Mitt. österr. bodenk. Ges., **3**, 2–14, 2 Abb., Wien 1959.
 - : Die Südostabdachung der Alpen. – Mitt. österr. bodenk. Ges., **6**, 123–183, 10 Abb., 5 Tab., Taf. 4–6, Wien 1961 a.
 - : Leitlinien einer österreichischen Quartärstratigraphie. – Mitt. geol. Ges. Wien, **53** (1960), 249–266, 3 Taf., Wien 1961 b.
 - : Die Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **54** (1961), 1–25, 1 Taf., Wien 1962.
 - : The Pleistocene in Eastern Austria. – Spec. Pap. geol. Soc. Amer., **84**, 179–199, 6 Abb., 1 Tab., Boulder 1965.
 - : Die Paläogeographie der Donau. [In:] H. LIEPOLT [Hrsg.]: Limnologie der Donau. III u. IV, 1–50, 6 Abb., 2 Tab., 3 Taf., Stuttgart (Schweizerbart) 1966.
 - : Le progrès de l'étude des loess en Europe. – Bull. Assoc. franç. étude Quaternaire, **1969**, 3–12, 2 Abb., Paris 1969 a.
 - : Le Loess en Autriche. – Bull. Assoc. franç. étude Quaternaire, **1969**, 17–21, 1 Abb., Paris 1969 b.
 - : Zur Morphogenese des Wiener Raumes. – Z. Geomorph., N. F., Suppl. Bd. **17**, 91–117, 7 Abb., 1 Tab., Berlin – Stuttgart 1973 a.
 - : Internationale Lößforschungen. – Eiszeitalter und Gegenwart, **23/24**, 415–426, Öhringen 1973 b.
 - : Changes of Climate and Land-Forms in the Eastern Alps. – Anais Acad. brasil. Ciênc., **47** (1975), Suppl., 327–336, 6 Abb., 1 Tab., Rio de Janeiro 1975.
 - : Jüngste Schotterakkumulationen im österreichischen Donauabschnitt. – Erdwiss. Forsch., **13**, 191–211, 5 Abb., 1 Tab., Wiesbaden 1977.
 - [Schriftl.]: Exkursion durch den österreichischen Teil des nördlichen Alpenvorlandes und den Donauraum zwischen Krems und Wiener Pforte. – Mitt. Komm. Quartärforsch. österr. Akad. Wiss., Erg.-Bd. **1**, 31 S., 12 Abb., Taf. 1–3, Wien 1978.
 - : Paleomagnetic Research in the north-eastern foothills of the Alps and in the Vienna Basin. – Acta geol. Acad. Sci. Hung., **22**, 111–124, 7 Abb., Budapest 1979 a.
 - : Stand und Aufgaben der österreichischen Quartärforschung. – Innsbr. geogr. Stud., **5**, 79–104, 7 Abb., Innsbruck 1979 b.
 - : Untersuchung des Quartärs in den Vorländern der Alpen. – Tätigkeitsber. österr. Akad. Wiss., **1978–79**, 110–115, 5 Abb., Wien 1980.
 - : Paleomagnetic research in the Northeastern foothills of the Alps etc. – Acta geol. Acad. Sci. Hungar., **22**, 111–124, Budapest (1979) 1981.
 - : Eastern Alps. [In:] C. EMBLETON [Hrsg.]: Geomorphology of Europe. – S. 243–249, 8 Abb., Weinheim etc. (Verl. Chemie) 1984.
- FINK, J., FISCHER, H. et al.: 1) Exkursion durch den österreichischen Teil des nördlichen Alpenvorlandes etc. – Mitt. Komm. Quartärforsch. österr. Akad. Wiss., **1**,

- 113 S., 48 Abb., 7 Taf. (Kt.), Wien 1976. 2) Ergänzung zu Bd. 1, 32 S., 13 Abb., 3 Taf., Wien 1978.
- FINK, J., GRILL, R. & KÜPPER, H. [Red.]: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **D**, 157 S., zahlr. Abb., Tabn., 12 Taf., Wien 1955.
- FINK, J., GRILL, R. et al.: Beiträge zur Kenntnis des Wiener Beckens zwischen Grinzing und Nußdorf (Wien XIX.). – Jb. geol. B.-A., **101**, 117–138, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 11–12, Wien 1958.
- FINK, J., HAASE, G. & RUSKE, R.: Bemerkungen zur Lößkarte von Europa 1:2,5 Mio. – Petermanns geogr. Mitt., **1977**, 81–94, 7 Abb., Gotha 1977.
- FINK, J., KOCI, A. et al.: Paleomagnetic research in the Northern Foothills of the Alps and the Question of Correlation of Terraces in the Upper Reach of the Danube. – Rep. Sess. Novosibirsk, IGCP-Projekt Quarternary Glaciations in the Northern Hemisphere, **5**, 108–112, 3 Abb., Prag 1979.
- FINK, J. & KUKLA, G.: Pleistocene Climates in Central Europe: At Least 17 Interglacials after the Olduvai Event. – Quarternary Res., **7**, 363–371, 7 Abb., New York – London 1977.
- FINK, J. & MAJDAN, H.: Zur Gliederung der pleistozänen Terrassen des Wiener Raumes. – Jb. geol. B.-A., **97**, 211–249, 13 Abb., Taf. 18–19, Wien 1954.
- FINK, J. & NAGL, H.: Quartäre Sedimente und Formen. – Karte 1:1,000.000, Österreich-Atlas, Blatt II/6, Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1979.
- FINK, J. & PIFFL, L.: The Danube from Krems to Vienna. – [In:] R. SUGGATE et al. [Hrsg.]: Quarternary Studies, 127–132, 4 Abb., Wellington (Roy. Soc. New Zealand) 1975.
- FINK, J., WALDER, R. & RERYCH, W.: Böden und Standortsbeurteilung [in Österreich]. Karte 1:1,000.000, Österreich-Atlas, Blatt IV/4, Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1979.
- FINK, M.: Tektonik und Höhlenbildung in den niederösterreichischen Kalkalpen. – Wiss. Beih. Z. „Die Höhle“, **11**, 128 S., 35 Abb., 1 Taf., Wien 1967.
- : Beiträge zur Geomorphologie der Voralpen zwischen Erlauf und Traisen. – Geogr. Jber. Österr., **32**, 4 Abb., Taf. 14–17, Wien 1969.
- : Der Dürrenstein. – Wiss. Beih. Z. „Die Höhle“, **22**, 144 S., 37 Abb., 16 Photos, 4 Beil. (Kt.), Wien 1973.
- : Zum Stand der phänomenologischen und typologischen Karstforschung. – Mitt. österr. geogr. Ges., **118**, 211–236, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1976.
- FINK, M. & HARTMANN, H. u. W. [Red.]: Die Höhlen Niederösterreichs, Bd. 1. – Wiss. Beih. Z. „Die Höhle“, **28**, 320 S., 5 Abb., 16 S., Bilder, 94 Pläne, 21 Kt., 2 Falttaf., Wien 1979.
- FISCHER, A. G.: The Lofer Cyclothems of the Alpine Triassic. – Bull. geol. Surv. Kansas, **169**, 107–149, 38 Abb., Lawrence 1964.
- : Eine Lateralverschiebung in den Salzburger Kalkalpen. – Verh. geol. B.-A., **1965**, 20–33, 7 Abb., Wien 1965.
- FISCHER, E.: Der Mensch als geologischer Faktor. – Z. dt. geol. Ges., **67** (1915), 106–148, 2 Tab., Berlin 1916.
- FISCHER, F. & SCHÄFER, E.: Beiträge zur Darstellung der Umweltsituation in Österreich. Teil 3: Abfall. – 149 S., 3 Abb., 9 Tab., Anh. A–C, Wien (Österr. Bundesinst. Gesundheitswesen) 1981.

- FISCHER, G.: Über das Moldanubikum der bayerischen Oberpfalz. – Der Aufschluß, Sdh. **6**, 7–26, Heidelberg 1957.
- : Der Bau des Vorderen Bayerischen Waldes. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **41**, 1–22, 4 Abb., Taf. 1–3, Stuttgart 1959.
- : Exkursionsführer zur Nachexkursion Kristallin des Bayerischen Waldes und der Oberpfalz. – 58 S., 63 Abb., zahlr. Tab., 2 Taf., München (Dt. Miner. Ges.) 1966.
- FISCHER, G., SCHREYER, W. et al.: Hornblendealter aus dem ostbayerischen Grundgebirge. – N. Jb. Miner. Mh., **1968**, 385–404, 5 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1968.
- FISCHER, G. & TROLL, G.: Blauplan und Gefügeentwicklung metamorpher und magmatischer Gesteine des Bayerischen Waldes. – Geologica bavar., **68**, 7–44, 18 Abb., 1 Tab., 2 Kt., 4 Taf., München 1973.
- FISCHER, H.: Geomorphologie des unteren Mühlviertels im Einzugsgebiet der Naarn. – Geogr. Jber. Österr., **30**, 49–130, 6 Abb., 3 Tab., Taf. 8–16, Wien 1965.
- : Natürliche Landschaften etc., Stuhleck-Panorama. – Arb. Gruppe Natur- u. Hochgeb.kunde österr. Alpenver., **12**, 1–55, 2 Abb., 2 Taf., 2 Panoramen, Wien (Ö. A. V.) 1967.
- : Tal- und Hangentwicklung in pleistozänen Schotterterrassen (Enns-Ybbs-Platte). – Z. Geomorph., N. F., Suppl. Bd. **28**, 161–180, 4 Abb., 5 Photos, Berlin 1977.
- : Reliefgenerationen im Kristallinmassiv Donauraum, Alpenvorland und Alpenrand im westl. Niederösterreich. – Forsch. dt. Landeskd., **213**, 232 S., 27 Bilder, 14 Kt., Trier 1979.
- FISCHER, M. [Red.]: Naturgeschichte Österreichs. – 568 S., zahlr. Abb. u. Tab., 40 Taf., 4 Faltaf., Wien (Forum) 1976.
- FISCHER, M., MOSCHNER, I. & SCHÖNMANN, R.: Das Naturhistorische Museum in Wien und seine Geschichte. – Ann. nathist. Mus. Wien, **80**, 1–24, Abb. 3, Wien 1976.
- FISCHER, P.: Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Unteren Gosau von Brandenberg in Tirol. – Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc., **4**, 127–144, 2 Abb., München 1964.
- FISCHER, R.: Roter Ammonitenkalk und Radiolarit aus dem unteren Dogger der Kammerkehr (Nordtirol). – Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc., **9**, 93–116, 3 Abb., Taf. 4–5, München 1969.
- FLACK, J., PÖSCHL, M. et al.: Erläuterungen zu den geogenen Naturraumpotentialkarten des Bezirkes Deutschlandsberg. – 1. Bd.: 323 S., 90 Abb., 37 Tab., 5 Kt.; 2. Bd.: Lagerstättenkartei; Graz (Inst. f. Umweltgeol.) 1983.
- FLAJS, G. & PÖLSLER, P.: Vorbericht über conodontenstratigraphische Untersuchungen im Süd-Abschnitt des Pipeline-Stollens Plöcken (Karnische Alpen). – Anz. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **102**, 305–308, Wien 1965.
- FLIESSER, W.: Ein Kersantit-Vorkommen bei Speichmühle (nördlich Linz). – Verh. geol. B.-A., **1960**, 285–286, Wien 1960.
- FLIRI, F.: Völs, Hall, Mils, Fritzens, Oelberg and further opportunities for confusing the alpine Würm chronology. – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **12** (1976), 79–84, 1 Abb., Innsbruck 1977.
- : Die Stellung des Bändertonvorkommens von Schabs (Südtirol) in der alpinen Würm-Chronologie. – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **14**, 115–118, Innsbruck 1978.
- FLIRI, F., BORTENSCHLAGER, S. et al.: Der Bänderton von Baumkirchen (Inntal, Tirol).

- Eine neue Schlüsselstelle zur Kenntnis der Würm-Vereisung der Alpen. – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **6**, 5–35, 9 Abb., Innsbruck 1970.
- FLIRI, F., FELBER, H. & HILSCHER, H.: Weitere Ergebnisse der Forschung am Bänder-ton von Baumkirchen. – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **8**, 203–213, 1 Abb., 3 Tab., Innsbruck 1972.
- FLIRI, F., HILSCHER, H. & MARKGRAF, V.: Weitere Untersuchungen zur Chronologie der alpinen Vereisung etc. – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **7**, 5–24, 10 Abb., 4 Tab., Innsbruck 1971.
- FLOGL, H.: Wasserwirtschaftliches Grundsatzgutachten Vöckla – Ager – Traun – Alm. – 174 und 64 S., Tab.bd., 12 Kt. 1: 50.000, Linz (Amt oö. Landesreg.) 1970.
- FLÜGEL, E.: Revision der devonischen Hydrozoen der Karnischen Alpen. – Carinthia, **146** bzw. (II) **66**, 41–60, 6 Tab., Taf. 1, Klagenfurt 1956.
- : Die paläozoischen Stromatoporen-Faunen der Ostalpen etc. – Jb. geol. B.-A., **101**, 167–186, 1 Abb., 4 Tab., Wien 1958 a.
- : Eine mitteldevonische Korallen-Stromatoporen-Fauna vom Plöcken-Paß etc. – Carinthia, **148** bzw. (II) **68**, 49–61, Klagenfurt 1958 b.
- : Nichtmarine Muscheln aus dem Jungpaläozoikum von Zöbing (Niederösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1960**, 78–82, Wien 1960.
- : Zur Geologie der Sauwand bei Gußwerk (Steiermark). – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **93**, 64–105, 4 Abb., 8 Tab., Taf. 2–7, Graz 1963.
- : Algen aus dem Perm der Karnischen Alpen. – Carinthia II, Sdh. **25**, 76 S., 15 Abb., 12 Tab., 11 Taf., Klagenfurt 1966.
- : Bericht über fazielle und stratigraphische Untersuchungen im Perm der Karnischen Alpen. – Carinthia, **158** bzw. (II) **78**, 38–65, 1 Abb., 5 Tab., Klagenfurt 1968.
- : Palökologische Interpretation des Zottachkopf-Profiles etc. (Karnische Alpen). – Carinthia II, Sdh. **28**, 61–96, 3 Abb., 2 Tab., Taf. 1–4, Klagenfurt 1971.
- : Mikrofazielle Untersuchungen in der alpinen Trias. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21**, 9–64, 1 Abb., 5 Tab., 9 Taf., 1 Beil., Innsbruck (1972) 1973.
- : Fazies-Interpretation der unterpermischen Sedimente in den Karnischen Alpen. – Carinthia, **164**/(II) **84**, 43–62, 7 Tab., Klagenfurt 1974.
- : Kalkalgen aus Riffkomplexen der alpin-mediterranen Obertrias. – Verh. geol. B.-A., **1974**, 297–346, 11 Tab., 4 Taf., Wien 1975.
- : Environmental Model for Upper Paleozoic Bentic Calcareous Algal Communities. – [In:] H. FLÜGEL [Hrsg.]: Fossil Algae. – S. 314–343, 3 Abb., 8 Tab., Taf. 1–4, Berlin (Springer) 1977.
- [Hrsg.]: Fossil Algae. Recent results and developments. IX, 375 S., 119 Abb., 32 Tf., Berlin etc. (Springer) 1977.
- : Die Mikrofazies der Kalke in den Trogkofel-Schichten der Karnischen Alpen. – Carinthia II, Sdb. **36**, 51–99, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1–14, Klagenfurt 1980.
- : Paleogeology and Facies of Upper Triassic Reefs in the Northern Calcareous Alps. – [In:] D. TOOMEY [Hrsg.]: European Fossil Reef Models, 291–359, 26 Abb., 15 Tab., Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral., **30**, Tulsa/Oklahoma 1981 a.
- : Lower Permian *Tubiphytes/Archaeolithoporella* Buildups in the Southern Alps (Austria and Italy). – Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Miner., **30**, 143–160, 9 Abb., 3 Tab., Tulsa 1981 b.

- FLÜGEL, E. & AGIORGITIS, G.: Rotsedimentation im Trogkofel-Kalk (höheres Unterperm) der Karnischen Alpen. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **107**, 173–178, 2 Tab., Wien 1971.
- FLÜGEL, E. & FLÜGEL-KAHLER, E.: Algen aus den Kalken der Trogkofel-Schichten der Karnischen Alpen. – Carinthia II, Sdbd. **36**, 113–182, 1 Tab., 14 Taf., Klagenfurt 1980.
- FLÜGEL, E. & HADITSCH, J.: Vorkommen hochreiner und reinster Kalke im Steirischen Salzkammergut. – Arch. Lagerstättenforsch., **15**, 65–83, 1 Abb., 4 Tab., 4 Taf., 3 Phototaf., Leoben 1975.
- FLÜGEL, E., HOFMANN, W. & TIETZ, G.-F.: Litho- und Biofazies eines Detailprofils in den oberen Pseudoschwagerinen-Schichten (Unter-Perm) der Karnischen Alpen. – Verh. geol. B.-A., **1971**, 10–42, 6 Abb., 4 Tab., Wien 1971.
- FLÜGEL, E., KAHLER, F. & G.: Nachweis von marinem Mittelperm bei Forni Avoltri (Carnia, Südalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1978**, 449–458, 15 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1978.
- FLÜGEL, E., LEIN, R. & SENOWBARI-DARYAN, B.: Kalkschwämme, Hydrozoen, Algen und Mikroproblematika aus den Cidarisschichten (Karn, Ober-Trias) der Mürztaler Alpen (Steiermark) und des Gosaukammes (Oberösterreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **25**, 153–195, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 24–29, Wien (1978) 1979.
- FLÜGEL, E. & RAMOVŠ, A.: Fossilinhalt und Mikrofazies des Dachsteinkalkes (Ober-Trias) im Begunjsčica-Gebirge, S-Karawanken. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1961**, 287–294, Stuttgart 1961.
- FLÜGEL, H.: Neue Graptolithen aus dem Gotlandium der Karnischen Alpen. – Carinthia, **143** bzw. (II) **63**, H. 2, 22–25, Klagenfurt 1953.
- : Revision der ostalpinen Heliolitina. – Mitt. Mus. Bergbau etc. Joanneum, **17**, 55–102, 4 Abb., 7 Tab., Taf. 1–4, Graz 1956.
- : Die tektonische Stellung des „Alt-Kristallins“ östlich der Hohen Tauern. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1960**, 202–220, 1 Abb., Stuttgart 1960 a.
- : Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes, 1:100.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1960 b.
- : Die jungquartäre Entwicklung des Grazer Feldes (Steiermark). – Mitt. österr. geogr. Ges., **102**, 52–64, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1960 c.
- : Das steirische Randgebirge. – Samml. geol. Führer, **42**, 153 S., 15 Abb., 4 Taf., 1 Kt., Berlin (Borntraeger) 1963.
- : Das Paläozoikum in Österreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **56** (1963), H. 2, 401–443, 6 Tab., 5 Abb., Wien 1964 a.
- : Der geologische Bau der Ostalpen. – Forsch. und Fortschr., **38**, 129–134, 3 Abb., Berlin 1964 b.
- : Vorbericht über mikrofazielle Untersuchung des Silurs des Cellon-Lawinenrisses (Karnische Alpen). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **102** (1965), 289–297, Wien 1965.
- : Die Lithogenese des Steinmühl-Kalkes des Arracher Steinbruches (Jura, Österreich). – Sedimentology, **9**, 23–53, 6 Abb., 3 Tab., Amsterdam 1967.
- : Geologische und paläontologische Forschungen (1952–1968) im Paläozoikum der Karnischen Alpen (österreichischer Anteil). – Carinthia II, Sdh. **27**, 7–12, Klagenfurt 1969.

- : Fortschritte in der Stratigraphie des ostalpinen Paläozoikums (1964–1969). – Zbl. Geol. Paläont., Tl. I, **1970**, 661–687, Stuttgart 1970.
- : Bemerkungen zum Auernig-Rhythmus (Karnische Alpen, Ober-Karbon). – Carinthia II, Sdh. **28**, 27–30, Klagenfurt 1971.
- : Das Steirische Neogen-Becken. – Exk.-führer 42. Jvers. paläont. Ges., 199–227, 11 Abb., 3 Tab., Graz 1972.
- : Quartär. – [In:] H. FLÜGEL: Die Geologie des Grazer Berglandes. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, Sdh. **1**, 152–185, 1 Abb., 1 Tab., Graz 1975 a.
- : Die Geologie des Grazer Berglandes, 2. Aufl. – Mitt. Abt. Geol. Landesmus. Joanneum, Sdh. **1**, 288 S., 6 Abb., 47 Tab., Graz 1975 a.
- : Einige Probleme des Variszikums von Neo-Europa. – Geol. Rdsch., **64**, 1–62, 13 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1975 b.
- : Das Neogen der Grazer Bucht. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **105**, 71–77, 4 Abb., Graz 1975 c.
- : Fortschritte in der Stratigraphie des alpinen Paläozoikums (1970 bis 1975). – Zbl. Geol. Paläont., Tl. I, **1975**, 656–684, Stuttgart 1976.
- : Paläogeographie und Tektonik des alpinen Variszikums. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **1977**, 659–674, 4 Abb., Stuttgart 1977 a.
- : Geologie und Paläontologie an der Universität Graz 1761–1976. – Publ. Archiv Univ. Graz, **7**, XII, 134 S., 41 Abb., Graz 1977 b.
- : Mesoeuropa und alpines Variszikum. – Z. angew. Geologie, **24**, 505–510, 3 Abb., Berlin 1978 a.
- : Some Remarks to the Postvariscic Transgressions and the Age of the Variscic Phases in the Alps. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **3**, 171–177, 1 Tab., Wien 1978 b.
- : Alpines Paläozoikum und alpidische Tektonik. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/1979), 25–36, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1980 a.
- : Zur variszischen Verbindung von Ober- und Mittelostalpin. – Carinthia **170** bzw. II/**90**, 133–141, Klagenfurt 1980 b.
- : Zu Alfred Wegeners Leben und Wirken in Graz 1924–1930. Alfred Wegeners vertraulicher Bericht über die Grönland-Expedition 1929. – Publ. Archiv Univ. Graz, **10**, 78 S., 10 Taf., Graz 1980 c.
- : Wegener – Ampferer – Schwinner: Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie in Österreich. – Mitt. österr. geol. Ges., **73**, 237–254, 1 Abb., Wien 1980 d.
- : Die frühalpiner geologisch-petrographische Entwicklung der östlichen Ostalpen in Meridian Ennstal – Drautal. – Jber. 1979 Hochschulschwerpkt. S 15, **1**, 87–97, Abb. 1, Graz 1980 e.
- : Die paläozoische Tethys: Fakten, Fiktionen, Fragen. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 83–100, 2 Abb., 3 Tab., Wien 1981 a.
- : Zur Trennung jungvariszischer und altalpidischer Tektonik im Paläozoikum von Graz. – Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15, **2** (1980), 105–113, Leoben 1981 b.
- : Geologische Karte der Steiermark 1:200.000 als Grundlage für Geopotentialkarten. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **112**, 59–62, Graz 1982.

- : Problematik und Bedeutung der Herkunft der Gerölle der Mittelsteirischen Gosau. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 109–119, Leoben 1983.
- : A. Wegener – O. Ampferer – R. Schwinner: The First Chapter of the „New Global Tectonic“ Earth Sci. Hist., **3** (2), 178–186, 9 Abb., 1984.
- FLÜGEL, H. & FENNINGER, A.: Die Lithogenese der Oberalmer Schichten und der mikritischen Plassen-Kalke (Tithonium, Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **123**, 249–280, 10 Abb., 2 Tab., Taf. 28–31, Stuttgart 1966.
- FLÜGEL, H., GRAF, W. & ZIEGLER, W.: Bemerkungen zum Alter der „Hochwipfelschichten“ (Karnische Alpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1959**, 153–167, 3 Abb., Stuttgart 1959.
- FLÜGEL, H., HAUSER, A. & PAPP, A.: Neue Beobachtungen am Basaltvorkommen von Weitendorf bei Graz. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **161**, 173–184, 1 Abb., Wien 1952.
- FLÜGEL, H. & HERITSCH, H.: Das Steirische Tertiär-Becken. – Samml. geol. Führer, **47**, XI + 196 S., 27 Abb., 2 Tab., 8 Taf., 1 Kt., Berlin – Stuttgart (Borntraeger) 1968.
- FLÜGEL, H., HERITSCH, H., HOLLER, H. & KOLLMANN, K.: Exkursion III/7: Grazer Bergland, Oststeirisches Tertiär- und Vulkangebiet. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57** (1964), H. 1, 353–377, 1 Tab., Taf. 1–2, Wien 1964.
- FLÜGEL, H., JAEGER, H., SCHÖNLAUB, H. & VAI, G.: Carnic Alps. – [In:] A. MARTINSON [Hrsg.]: The Silurian-Devonian Boundary. IUGS Ser. A, No. **5**, 126–142, 8 Abb., Stuttgart 1977.
- FLÜGEL, H., JAEGER, H. & VAI, G.: Preliminary submission on the selection of a parastratotype for the Silurian-Devonian boundary in the Carnic Alps etc. – Geol. Newsletter, **1970**, No. 2, 157–162, und **1971**, No. 1, 16–30, 4 Abb., Haarlem 1971.
- FLÜGEL, H. & MAURIN, V.: Geologische Karte des Weizer Berglandes, 1: 25.000, Wien (Geol. B.-A.) 1958.
- : Ein Vorkommen vulkanischer Tuffe bei Eibiswald (Südweststeiermark). – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **168**, 1–5, Wien 1959.
- FLÜGEL, H., MAURITSCH, H. et al.: Paläomagnetische und radiometrische Daten aus dem Grazer Paläozoikum. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 201–211, 5 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- FLÜGEL, H. & NEUBAUER, F.: Steiermark. Erläuterungen zur Geologischen Karte der Steiermark 1: 200.000. – 127 S., 28 Abb., 5 Tab., 1 geol. Kt., Wien (Geol. B.-A.) 1984.
- FLÜGEL, H. & SCHÖNLAUB, H.: Geleitworte zur stratigraphischen Tabelle des Paläozoikums von Österreich. – Verh. geol. B.-A., **1972**, 187–198, Taf. 1, Wien 1972.
- FLURL, M.: Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz. – 642 S., 2 Abb., 4 Taf., 1 petrogr. Kt., München (J. Leutner) 1792.
- FOBER, H.: Die Aufschlüsse entlang der Autobahn-Südmuffahrung von Hochstraß bis Gießhübl (Niederösterreich). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 187 S., 13 Abb., 27 Beil., Wien 1972.
- FÖLLMI, K. B.: Sedimentäre Hinweise auf oberkretazische Tektonik im Vorarlberger Helvetikum. – Eclogae geol. Helv., **74**, 175–187, 2 Abb., Taf. 1–2, Basel 1981.
- FORM, K.: Höhenstufen [Tirols], 1: 300.000. – Tirol-Atlas, Bl. C 1, Innsbruck (Univ.verl. Wagner) 1972.

- FÖRSTER, H., SOFFEL, H. & ZINSSER, H.: Palaeomagnetism of Rocks from the Eastern Alps from North and South of the Insubrian Line. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **149**, 112–127, 6 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1975.
- FORTI, A. & NÖCCHI, M.: Su alcuni Conodonti devoniani rinvenuti nelle Alpi Carniche. – *Riv. ital. Paleont.*, **69**, 309–336, 7 Abb., 2 Taf., Milano 1963.
- FÖRTSCH, O. & SCHMEDES, E.: Untersuchungen der seismischen Aktivität im Nordteil der Geotraverse IA. – *Geol. Rdsch.*, **65**, 748–755, 5 Abb., Stuttgart 1976.
- FRANCAVILLA, F.: Spore nel Flysch Hochwipfel. – *Giorn. Geol.*, (2) **33** (1965), 493–523, 3 Abb., 1 Tab., Taf. 61, Bologna 1966.
- : Stratigraphie de quelques paléoflores des Alpes Carniques. – *C. R. 7. Congr. Strat. Géol. Carbonifère*, **3**, 89–110, 4 Abb., Krefeld 1974.
- FRANK, W.: Argumente für ein neues Entwicklungsmodell des Ostalpins. – *Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15*, **4**, 249–262, 4 Abb., 1 Tab., Leoben 1983.
- FRANK, W., ALBER, J., SATIR, M. & THÖNI, M.: Jahresbericht 1977. Geochronologisches Labor. – *Geol. Tiefbau Ostalpen*, **7** (1977/II), 17–32, 3 Abb., Wien 1979.
- FRANK, W., ALBER, J. & THÖNI, M.: Jungalpine K/Ar-Alter von Hellglimmern aus dem Permotriaszug von Mauß-Penser Joch (Südtirol). – *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, **114**, 102–107, 1 Tab., Wien 1977.
- FRANK, W., DEMMER, W. et al.: Geowissenschaftliche Aspekte einer Kernenergienutzung in Österreich. – 60 S., 9 Beil., Wien (Arbeitsgrp. GEOWAK, HTU-Druck) 1980.
- FRANK, W., ESTERLUS, M. et al.: Die Entwicklungsgeschichte von Stub- und Koralpenkristallin und die Beziehung zum Grazer Paläozoikum. – *Jber. Hochschulschwerpkt. S 15*, **4** (1982), 263–293, 10 Abb., 9 Tab., Leoben 1983.
- FRANK, W., FREY, I. & JUNG, G.: Strukturgeologische und geochronologische Neuergebnisse aus Stub- und Koralpe. – *Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15*, **2**, 11–18, 2 Abb., Leoben 1981.
- FRANK, W., KLEIN, P., NOWY, W. & SCHARBERT, S.: Die Datierung geologischer Ereignisse im Altkristallin der Gleinalpe (Steiermark) mit der Rb/Sr-Methode. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **23**, 191–203, 3 Abb., Wien 1976.
- FRANK, W., PURTSCHELLER, F. et al.: Eastern Alps. – [In:] H. ZWART [Hrsg.]: *Metamorphic map of Europe 1:1,000,000*, Explan. text, 228–242, Kt. Bl. 17 (1973), Leiden/UNESCO Paris 1978.
- FRANKE, A. & GUTDEUTSCH, R.: Eine makroseismische Auswertung des Nordtiroler Bebens bei Namlos am 8. Oktober 1930. – *Mitt. Erdbeben-Komm. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., N. F.*, **73**, 11 S., 4 Abb., Wien 1973.
- : Makroseismische Abschätzungen von Herdparametern österreichischer Erdbeben aus den Jahren 1905–1973. – *Z. Geophys.*, **40**, 173–188, 5 Abb., 2 Tab., Berlin etc. 1974.
- FRANKE, W.: Variszischer Deckenbau im Raume der Münchberger Gneismasse etc. – *Geotekt. Forsch.*, **68**, II, 253 S., 42 Abb., 13 Taf., Stuttgart 1984.
- FRANZ, H.: Zur Kenntnis der jungquartären Ablagerungen und Böden im Leithagebirge etc. – *Verh. geol. B.-A.*, **1957**, 146–196, 9 Abb., 2 Kt., Wien 1957.
- : Feldebodenkunde als Grundlage der Standortsbeurteilung und Bodenwirtschaft. – XII, 583 S., 54 Abb., 41 Tab., 12 Bodenprof., Wien u. München (Fromme) 1960.

- : Die Schotterterrassen der Parndorfer Platte und des Seewinkels. – Mitt. österr. bodenkdl. Ges., **18/19**, 55–68, Wien 1977.
- FRANZ, H. & HUSZ, G.: Das Neusiedlerseebecken. Die Salzböden und das Alter der Salzsteppe im Seewinkel. – Mitt. österr. bodenkdl. Ges., **1961**, H. 6, 67–76, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 2, Wien 1961.
- FRASCARI, F., SEMENZA, E. et al.: Profilo carnico B: Gailtal-M.S. Simeone. Nota illustrativa sommaria. – Rend. Soc. geol. ital., **1979** (2), 17–20, 1 Abb., Roma 1980.
- FRASCARI, F., VAI, G. & ZANFERRARI, A.: Profilo carnico centrale. Nota illustrativa sommaria. – Rend. Soc. geol. ital., **1978** (1), 15–17, 1 Abb., Roma 1979.
- FRASL, G.: Anzeichen schmelzflüssigen und hochtemperierten Wachstums an den großen Kalifeldspäten etc. – Jb. geol. B.-A., **97**, 71–132, 3 Abb., Taf. 8–10, Wien 1954.
- : The Bohemian Massif in Austria. The Moravian Zone. – Führer intern. geol. Congr. 23 Prague, **32 C**, 13–24, 3 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1968.
- : Zur Metamorphose und Abgrenzung der Moravischen Zone im niederösterreichischen Waldviertel. – Nachr. dt. geol. Ges., **1970**, H. 2, 55–61, 1 Abb., Hannover 1970.
- : 1977: s. A. MATURA 1977.
- : Zur Verbreitung der tonalitisches-quarzdioritischen Blöcke vom Typus Schaitten am Nordrand der Ostalpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 323–334, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- : Zur Stellung der basischen Vulkanitblöcke vom Haunsberg (Salzburg) im Grenzgebiet rhenodanubischer Flysch/Buntmergelserie. – Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15, **3**, 61–70, 1 Tab., Leoben 1982.
- : Die ursprüngliche Basis von Flysch und Ultrahelvetikum in der Umgebung von Salzburg. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **5** (1983), 37–65, Leoben 1984.
- FRASL, G., FREH, W. et al.: Exkursion B/1. Moravikum und Moldanubikum nördlich der Donau. – Österr. miner. Ges., Sdh. **5**, 26–44, Wien (Notring) 1963.
- : Exkursion B/I. Moravikum und Moldanubikum nördlich der Donau. – Festschr. Miner., **42**, 134–147, 9 Tab., Stuttgart 1965.
- FRASL, G., FUCHS, G. et al.: Einführung in die Geologie des Waldviertler Grundgebirges. – Führer Arbeitstagg. Geol. B.-A. 1977, Waldviertel. 5–10, 3 Abb., Wien (Photodruck Geol. B.-A.) 1977.
- FRASL, G. & HERBST, J.: Die Frage der Herkunft der blaugrünen Hornblenden in der Molassezone am Alpennordrand. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 57–65, Leoben 1983.
- FRASL, G. & KIRCHNER, CH.: Frühalpines basisches und ultrabasisches Eruptiva aus den Nördlichen Kalkalpen und dem Raum Helvetikum-Klippenzone. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **2** (1980), 81–90, Leoben 1981.
- FRASL, G., SCHARBERT, H. & WIESENEDER, H.: Crystalline Complexes in the Southern Parts of the Bohemian Massif etc. – Exk.-führer intern. geol. Congr. 23 Sess. Prague, **32 C**, 42 S., 7 Abb., Wien 1968.
- FRASL, G. et al.: Zur Geologie des Kristallins und Tertiärs der weiteren Umgebung von Eggenburg. – Führer Exk. österr. geol. Ges., 59 S., 6 Abb., Salzburg (Photodruck Inst. Geowiss.) 1983.

- FRAUSCHER, K.: Ergebnisse einiger Excursionen im Salzburger Vorlande etc. – Verh. geol. R.-A., **1885**, 171–183, 3 Abb., Wien 1885.
- FRECH, F.: Über das Devon der Ostalpen. – Z. dt. geol. Ges., **39**, 659–738, 2 Abb., 2 Tab., Berlin 1887 a.
- : Über Bau und Entstehung der Karnischen Alpen. – Z. dt. geol. Ges., **39**, 739–769, 6 Abb., Taf. 30, Berlin 1887 b.
- : Die Karnischen Alpen. – Abh. naturf. Ges. Halle, **18**, 515 S., 112 Abb., 8 Profil-taf., 3 Kt., Halle (Niemeyer) 1894 a.
- : Über das Devon der Ostalpen. III. Die Fauna des unterdevonischen Riffkalkes. I. – Z. dt. geol. Ges., **46**, 446–479, 1 Tab., Taf. 30–37, Berlin 1894 b.
- : Lethaea geognostica. I. Theil, Lethaea palaeozoica, **2**, XXIV + 788 S., 581 Abb., 35 Taf., 6 Kt., Stuttgart (Schweizerbart) 1897–1902.
- : Über devonische Ammoneen. – Beitr. Geol. Paläont. Österr.-Ung. Oriens, **14**, 27–112, 31 Abb., 6 Tab., Taf. 2–4, Wien 1902.
- FREH, W.: Die geologische Forschung im Großraum von Linz. – [In:] PODZEIT, W. & STEININGER, F. [Red.]: Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes. – 13–21, Linz 1969.
- FREIMOSER, M.: Zur Stratigraphie, Sedimentpetrographie und Faziesentwicklung der Südostbayerischen Flyschzone und des Ultrahelvetikums zwischen Bergen/Obb., und Salzburg. – Geologica bavar., **66**, 7–91, 8 Abb., 2 Tab., 6 Beil., München 1972.
- FRIEDEL, H.: Vegetationsentwicklung und Geodynamik; geobotanische Arbeit im Pasterzengebiet. – Verh. III. Intern. Quartär-Konf., 216–217, Wien (Geol. B.-A.) 1936.
- FRIEDL, K.: Stratigraphie und Tektonik der Flyschzone des östlichen Wiener Waldes. – Mitt. geol. Ges. Wien, **13** (1920), 1–80, Taf. 1–2, Wien 1921.
- : Zur Tektonik der Flyschzone des östlichen Wiener Waldes. – Mitt. geol. Ges. Wien, **23**, 128–141, Taf. 1–2, Wien 1930.
- : Der Steinberg-Dom bei Zistersdorf und sein Ölfeld. – Mitt. geol. Ges. Wien, **29** (1936), 21–290, Taf. 1–4, Wien 1937.
- : Das Wiener Becken. – [In:] F. BACHMAYER [Hrsg.]: Erdöl in Österreich, 55–75, 16 Abb., 2 Tab., Wien (Natur u. Technik) 1957 a.
- : Geologische Karte des Inner- und Außeralpiner Wiener Beckens, 1:200.000, Wien (ÖMV-AG) 1957 b.
- : Die Tektonik des Wiener Beckens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **52** (1959), 123–124, Wien 1960.
- FRIEDL, K. & KÖBL, L.: Exkursion II/2: Erdölfelder, Zentrales Wiener Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57**, H. 1, 157–161, 2 Taf., Wien 1964.
- FRIEDRICH, O.: Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. – Radex-Rdsch., **1953**, 371–407, 11 Abb., Kt. 1: 500.000, Radenthein 1953.
- : Die Kärntner Erzlagerstätten. – Carinthia, **145** bzw. (II) **65**, 25–38, 3 Abb., Klagenfurt 1955.
- : Erzherzog Johann und die geognostische Durchforschung der Steiermark. – Berg-u. hüttenmänn. Mh., **104**, 115–118, Wien 1959.
- : Zur Genesis des Magnesites vom Kaswassergraben etc. – Radex-Rdsch., **1963**, 421–432, 23 Abb., Radenthein 1963 a.

- : Mineral-Lagerstätten der Steiermark. 1:500.00. – Atlas der Steiermark, Blatt 9, Graz (Akad. Verl.) 1963 b.
 - : Zur Genesis der Blei-Zinklagerstätten in den Ostalpen. – N. Jb. Miner. Mh., **1964**, 33–49, Stuttgart 1964.
 - : Zu Fragen der technischen Verwertbarkeit einiger Gesteine und Erden. – Berg- u. hüttenm. Mh., **110**, 240–245, 4 Abb., Wien – New York 1965.
 - : Unken bei Lofer, eine sedimentäre Zn-Pb-Lagerstätte in den Nördlichen Kalkalpen. – Archiv Lagerstforsch. Ostalpen, **5**, 56–79, 7 Taf., Leoben 1967.
 - : Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. – Archiv Lagerstforsch. Ostalpen, **8**, 1–136, 26 Abb., 10 Taf., Leoben 1968.
 - : Kartenblatt 9. Die Mineral-Lagerstätten der Steiermark. – Erl. Atlas Steiermark, 55–57, Graz 1973.
 - : Monographie der Erzlagerstätten bei Schladming. III. Teil. – Archiv Lagerstforsch. Ostalpen, **15**, 29–63, 28 Abb., Leoben 1975.
 - : Lagerstätten in den Schladminger Tauern. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **124**, 609–611, Wien 1979.
- FRISCH, J.: Sedimentologische, lithofazielle und paläogeographische Untersuchungen in den Reichenhaller Schichten etc. – Jb. geol. B.-A., **118**, 75–117, 9 Abb., Taf. 1–7, Wien 1975.
- FRISCH, W.: Der alpidische Innenbau der Venedigerdecke im westlichen Tauernfenster (Ostalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1977**, 675–696, 3 Abb., Stuttgart 1977.
- : Die Alpen im westmediterranen Orogen – eine plattentektonische Rekonstruktion. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **24** (1977), 263–275, 5 Abb., Wien 1978 a.
 - : A Plate Tectonics Model of the Eastern Alps. – [In:] H. CLOSS et al. [Hrsg.]: Alps, Apennines, Hellenides, 167–172, 3 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1978 b.
 - : Tectonic progradation and plate tectonic evolution of the Alps. – Tectonophysics, **60**, 121–139, 8 Abb., Amsterdam 1979.
 - : Post-Hercynian formations of the western Tauern window: sedimentological features, depositional environment, and age. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 49–63, 3 Abb., Wien 1980 a.
 - : Tectonics of the western Tauern window. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 65–71, 2 Abb., Wien 1980 b.
 - : Plate motions in the Alpine region and their correlation to the opening of the Atlantic ocean. – Geol. Rdsch., **70**, 402–411, 5 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1981.
 - : Sedimentological response to late Mesozoic subduction in the Penninic windows of the Eastern Alps. – Geol. Rdsch., **73**, 33–45, 1 Abb., Stuttgart 1984.
- FRISCH, W. & KELM, U.: Geologische Studien in der Tasnazone (Unterengadiner Fenster) und in der „Nordrahmenzone“ (Tauernfenster). – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 161–166, 1 Abb., Leoben 1983.
- FRISCH, W., NEUBAUER, F. & SATIR, M.: Concepts of the evolution of the Austroalpine basement complex (Eastern Alps) during the Caledonian-Variscan cycle. – Geol. Rdsch., **73**, 47–68, 4 Abb., Stuttgart 1984.
- FRISCH, W. & POPP, F.: Die Fortsetzung der „Nordrahmenzone“ im Westteil des Tauernfensters. – Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15, **2**, 139–148, Graz 1981.

- FRISCHHERZ, H.: Probleme der Uferfiltration und Grundwasseranreicherung mit besonderer Berücksichtigung des Wiener Raumes. – Wiener Mitt. Wasser – Abwasser – Gewässer, **29**, 158 S., Wien 1979.
- : Die Nutzung des Donauwassers für die Trinkwasserversorgung. – 23. Arbeitstagg. intern. Arbgem. Donauforsch., 37–55, 4 Abb., 3 Tab., Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1983.
- FRITSCH, V & TAUBER, A.: Die Mineralwässer des Neusiedlerseegebietes. – Wiss. Arb. Burgenland, **23**, 34–39, Eisenstadt 1959.
- FRITSCH, W.: Von der „Anchi-“ zur Katazone im kristallinen Grundgebirge Ostkärntens. – Geol. Rdsch., **52**, 202–210, 2 Abb., Stuttgart 1962.
- : Über retrograde Metamorphosen. – Miner. Mitt.bl. Joanneum, **1967**, 23–30, 1 Tab., Graz 1967.
- : Über progressive und retrograde Metamorphosen und Anchizone. – Der Karinthin, **62**, 156–166, 1 Abb., 2 Tab., Knappenberg 1970.
- FRITZ, A.: Das Interglazial von Nieselach, Kärnten. – Carinthia II, Sdh. **28**, 317–330, 3 Abb., 3 Diagr., Klagenfurt 1970 a.
- : Die pleistozäne Pflanzenwelt Kärntens. – Carinthia II, Sdh. **29**, 1–63, 11 Abb., 4 Tab., 3 Beil., Klagenfurt 1970 b.
- : Das Spätglazial in Kärnten. – Ber. dt. bot. Ges., **85**, 93–99, 1 Abb., Stuttgart 1972 a.
- : Das Quartär in Kärnten. – Exkursionsführer 42. Jahresvers. paläont. Ges., 107–116, 1 Abb., Graz 1972 b.
- : Beitrag zur würmglazialen Vegetation Kärntens. – Carinthia II, **85** (bzw. 165), 197–222, 3 Abb., 3 Diagr., Klagenfurt 1975.
- FRITZ, A. & BOERSMA, M.: Revision pflanzlicher Großreste aus dem Oberkarbon der Karnischen Alpen: Sammlung HOFER 1869. – Carinthia, **172** bzw. II **92**, 109–152, 43 Abb., Klagenfurt 1982.
- : Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1985. Beitrag 10: Watschiger Alm (Stefan), Karnische Alpen. – Carinthia II, **175/95**, 311–334, 31 Abb., Klagenfurt 1985.
- FRITZ, P.: Arktische Frostbodenformen im Hochgebirge. 1. Teil. – Mitt. österr. geogr. Ges., **118**, 237–273, 11 Abb., 3 Tab., 8 Taf., Wien 1976.
- FRUTH, I. & SCHERREIKS, R.: Hauptdolomit – Sedimentary and Paleogeographic Models (Norian, Northern Calcareous Alps). – Geol. Rdsch., **73**, 305–319, 14 Abb., Stuttgart 1984.
- FUCHS, A.: Untersuchungen am tektonischen Gefüge der Tiroler Alpen. II. (Kalkalpen Achensee–Kaisergebirge). – N. Jb. Min. Abh., Abt. B, **88** (1944), 337–373, 29 Abb., Taf. 31–33, Stuttgart 1944.
- : Geologie der Europabrücke. – Felsmechanik u. Ing.-geol., **4**, 317–331, 8 Abb., 1 Taf., Wien 1966.
- FUCHS, G.: Zur Altersgliederung des Moldanubikums Oberösterreichs. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 96–117, Taf. 2, Wien 1962.
- : Kristallin Mühlviertel und Sauwald, südliche Böhmisches Masse. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57** (1964), H. 1, 281–289, Taf. 1–2, Wien 1964.
- : Zur Tektonik des östlichen Waldviertels (N.Ö.). – Verh. geol. B.-A., **1971**, 424–440, 2 Abb., Wien 1971.

- : Zur Entwicklung der Böhmisches Masse. – Jb. geol. B.-A., **119**, 45–61, 2 Abb., Taf. 1–3 (Beil. 3–5), Wien 1976.
- : Bericht 1977 über geologische Aufnahmen im Kristallin auf Blatt 36, Ottenschlag (Waldviertel). – Verh. geol. B.-A., **1978**, A 51–A 54, Wien 1979.
- : Die Querstrukturen des Waldviertler Moldanubikums in neuer Sicht. – Verh. geol. B.-A., **1980**, 225–228, Wien 1980.
- FUCHS, G., KUPKA, E. et al.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1: 50.000, Blatt 20 Gföhl. – Wien (Geol. B.-A.) 1984.
- FUCHS, G. & MATURA, A.: Zur Geologie des Kristallins der südlichen Böhmisches Masse. – Jb. geol. B.-A., **119**, 1–43, 1 geol. Kt. (Beil. 1–2), Wien 1976.
- : Die Böhmisches Masse in Österreich. – [In:] R. OBERHAUSER [Hrsg.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 121–143, Abb. 20–24, Wien (Springer) 1980.
- FUCHS, G. & PIRKL, H.: Geologische Karte der Republik Österreich 1: 25.000, 169 Partenen West und Ost. – Wien (Geol. B.-A.) 1980.
- FUCHS, G. & SCHARBERT, H.: Kleinere Granulitvorkommen im niederösterreichischen Moldanubikum und ihre Bedeutung für die Granulitgenese. – Verh. geol. B.-A., **1979**, 29–49, 1 Abb., 4 Tab., Wien 1979.
- FUCHS, G. & SCHWAIGHOFER, B.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1: 50.000, Blatt 17 Großpertholz. Wien (Geol. B.-A.) 1977. Mit Erläut., 26 S., 1 Tab., Wien 1978.
- FUCHS, G. & THIELE, O.: Erläuterungen zur Übersichtskarte des Kristallins im westlichen Mühlviertel und Sauwald, Oberösterreich. – 96 S., 9 Abb., 3 Tab., 1 Taf., geol. Kt. 1: 200.000, Wien (Geol. B.-A.) 1968.
- FUCHS, J., SCHLATTE, H. & SALIGER, H.: Die thermische Belastung der Mur und Kainach durch die kalorischen Kraftwerke der ÖDK. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **25**, 68–127, Annex 1–10, Graz 1973.
- FUCHS, R.: Das Vorkommen von Stalolithen fossiler Mysiden (Crustacea) im obersten Sarmatien (O-Miozän) der Zentralen Paratethys. – Beitr. Paläont. Österr., **6**, 61–69, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1979.
- FUCHS, R., GRÜN, W. et al.: Vorkommen von Egerien in Niederösterreich. – Verh. geol. B.-A., **1979**, 295–311, 5 Abb., Wien 1980.
- FUCHS, R. & STRADNER, H.: Über Nannofossilien im Badenien (Mittelmiozän) der Zentralen Paratethys. – Beitr. Paläont. Österr., **2**, 1–58, 5 Abb., 3 Tab., Taf. 1–8, Wien 1977.
- FUCHS, TH.: Geologische Karte der Umgebung Wiens. Mit Erläuterungen (47 S., 1 Tab., 3 Taf.), Wien (Geol. R.-A.) 1873.
- : Geologische Übersicht der jüngeren Tertiärbildungen des Wiener Beckens und des Ungarisch-Steirischen Tieflandes. – Z. dt. geol. Ges., **29**, 653–709, 1 Tab., Berlin 1877.
- : Über den marinen Tegel von Walbersdorf mit *Pecten denudatus*. – Verh. geol. R.-A., **1884**, 373–382, Wien 1884.
- : Beiträge zur Kenntnis der Spirophyten und Fucoiden. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., Abt. I, **102**, 552–570, 4 Abb., 1 Taf., Wien 1893.
- : Studien über Fucoiden und Hieroglyphen. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **62**, 369–448, 22 Abb., Taf. 1–9, Wien 1895.

- : Über die bathymetrischen Verhältnisse der sogenannten Eggenburger und Gauderndorfer Schichten etc. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., Abb. I, **109**, 478–489, 1 Tab., Wien 1900 a.
- : Beiträge zur Kenntnis der Tertärbildungen von Eggenburg. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **109**, Abt. I, 859–924, 6 Abb., 1 Taf., Wien 1900 b.
- : Über Anzeichen einer Erosionsepoche zwischen Leythakalk und sarmatischen Schichten. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., Abt. I, **111**, 351–355, 1 Abb., Wien 1902.
- FUCHS, WERNER: Tertiär und Quartär der Umgebung von Melk. – Verh. geol. B.-A., **1964**, 283–299, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 1, Wien 1964.
- : Geologie des Ruster Berglandes (Burgenland). – Jb. geol. B.-A., **108**, 155–194, 3 Abb., Taf. 1–2, Wien 1965.
- : Eine bemerkenswerte, tieferes Apt belegende Foraminiferenfauna aus den konglomeratreichen Oberen Roßfeldschichten von Grabenwald (Salzburg). – Verh. geol. B.-A., **1968**, 87–97, 1 Abb., 4 Taf., Wien 1968 a.
- : Die Sedimente am Südrande und auf dem kristallinen Grundgebirge des westlichen Mühlviertels und des Sauwaldes. – [In:] FUCHS, G. & THIELE, O.: Erläuterungen zur Übersichtskarte des Kristallins im westlichen Mühlviertel etc. – S. 43–58, Tab. 1, Taf. 1, Wien (Geol. B.-A.) 1968 b.
- : Eine alpine Foraminiferenfauna des tieferen Mittel-Barrême aus den Drusberg-schichten von Ranzenberg bei Hohenems in Vorarlberg. – Abh. geol. B.-A., **27**, 49 S., 5 Abb., 11 Taf., Wien 1971.
- : Tertiär und Quartär am Südostrand des Dunkelsteiner Waldes. – Jb. geol. B.-A., **115**, 205–245, 7 Abb., 2 Tab., Taf. 6, Wien 1972.
- : Gedanken zur Tektogenese der nördlichen Molasse zwischen Rhône und March. – Jb. geol. B.-A., **119**, 207–249, 1 Tab., Taf. 12–14, Wien 1976.
- : Einige Beiträge zur Tertiär- und Quartärstratigraphie Ober- und Niederösterreichs. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 231–241, Wien 1977.
- : Die Molasse etc. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 144–176, Abb. 25–35, Wien (Springer) 1980 a.
- : Das Inneralpine Tertiär. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 452–483, Abb. 131–135, Wien (Springer) 1980 b.
- : Das Jungalpidikum. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 49–55, 1 Abb., Wien – N.Y (Springer) 1980 c.
- : Das Werden der Landschaftsräume seit dem Oberpliozän. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 484–504, 2 Abb., Wien – N.Y (Springer) 1980 d.
- : Großtektonische Neuorientierung in den Ostalpen und Westkarpaten unter Einbeziehung plattentektonischer Gesichtspunkte. – Jb. geol. B.-A., **127** (1984), 571–631, 9 Abb., 1 Kt., Wien 1985.
- FUCHS, W & GRILL, R.: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 38 Krems. – Wien (Geol. B.-A.) 1984 a.
- : Geologische Karte von Wien und Umgebung 1:200.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1984 b.
- FUCHS, W & THIELE, O.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt 34 Perg, Wien (Geol. B.-A.) 1982.

- FUCHS, WILHELM, HALTMEYER, G. et al.: Friedrich Mohs und sein Wirken in wissenschaftlicher Hinsicht. – 78 S., 1 Abb., Wien (Kaulfuß Witwe, Prandel) 1843.
- FUCHSBERGER, M. [Hrsg.]: Sondernummer zum 75. Geburtstag von Prof. Christian Vedder. – Mitt. Techn. Univ. Graz, Inst. Bodenmech. etc., **6**, 145 S., zahlr. Abb., Tab., Beil., Graz (TU) 1983.
- FÜCHTBAUER, H.: Die Schüttungen im Chatt und Aquitan der deutschen Alpenvorlandsmolasse. – *Eclogae geol. Helv.*, **51**, 928–941, 9 Abb., Basel 1958.
- : Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen. – *Eclogae geol. Helv.*, **57**, 157–298, 29 Abb., 12 Tab., Basel 1964.
- : Die Sandsteine in der Molasse nördlich der Alpen. – *Geol. Rdsch.*, **56**, 266–300, 12 Abb., Stuttgart 1967.
- FUGGER, E.: Das Salzburger Vorland. – *Jb. geol. R.-A.*, **49** (1899), 287–428, 30 Abb., Taf. 12–13, Wien 1900.
- : Die oberösterreichischen Voralpen zwischen Irrsee und Traunsee. – *Jb. geol. R.-A.*, **53** (1903), 295–350, 11 Abb., Taf. 14, Wien 1904.
- FUGGER, E. & KASTNER, C.: Naturwissenschaftliche Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg. – 131 S., 12 Abb., 2 Taf., Salzburg (H. Kerber) 1885.
- FÜRLINGER, W.: Talzuschub und Wildbachverbauung. – Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien, 240 S., zahlr. Abb. u. Taf., Beil. 1–7, Wien 1972.
- : Geologische Vorerkundung und baueologische Erfahrungen – ein kritischer Vergleich am Beispiel des Mitterbergtunnels. – *Rock Mechanics*, Supp. **7**, 3–11, 5 Abb., Wien – New York 1978.
- FUSAN, O., KODYM, O. et al.: Geological Map of Czechoslovakia, 1:500.000, Praha (Ústřední ústav geologický) 1967.
- GABL, G.: Geologische Untersuchungen in der westlichen Fortsetzung der Mitterberger Kupfererzlagerstätte. – *Archiv Lagerstförsch. Ostalpen*, **2**, 2–31, Abb. 5–8, 1 Taf., 1 geol. Kt., Leoben 1964.
- GAERTNER, H. v.: Silurische und tiefunterdevonische Trilobiten und Brachiopoden aus den Zentralkarnischen Alpen. – *Jb. preuß. geol. L.-A.*, **51**, T. 1, 188–252, 3 Tab., Taf. 24–26, Berlin 1930.
- : Geologie der Zentralkarnischen Alpen. – *Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl.*, **102**, 113–199, 16 Abb., Taf. 1–5, Wien 1931.
- GAITANAKIS, P.: Faziesgliederung und Tektonik der voralpinen Decken zwischen Enns- und Steyrtal etc. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **24**, 189–201, 3 Abb., Wien 1977.
- GAMS, H.: Die Flora der Höttinger Breccie. – [In:] G. GOTZINGER [Red.]: Führer für die Quartär-Exkursionen in Österreich, **II**, 67–72, 1 Tab., Wien (Geol. B.-A.) 1936.
- : Neue Beiträge zur Vegetations- und Klimageschichte der nord- und mitteleuropäischen Interglaziale. – *Experientia*, **10**, 357–363, 8 Abb., 2 Tab., Basel 1954.
- : Vergleichende Betrachtung europäischer Ophiolith-Floren. – *Veröff. geobot. Inst. ETH Zürich*, **55**, 117–140, 2 Abb., Zürich 1975.
- GAMSJÄGER, B.: Systematik und Phylogenie der obertriadischen Cladiscitidae ZITTEL, 1884 (Ammonoidea). – *Denkschr. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, **122**, 72 S., 20 Abb., 4 Tab., 20 Taf., Wien 1982.

- GANGL, G.: Die Erdbeben­­tätigkeit in Österreich 1901–1968. – Arb. Zentralanst. Meteorol. Geodyn., **7**, 34 S., 11 Abb., 3 Tab., 1 Kt., Wien 1969 a.
- : Ein Beitrag zur Seismizität des Alpenostrandes. – Mitt. Erdbeben-Kommiss. österr. Akad. Wiss., N. F., **68**, 22 S., 12 Abb., Wien 1969 b.
- : Das Erdbeben von Metnitz (Kärnten) am 2. Juni 1969. – Mitt. Erdbeben-Komm. österr. Akad. Wiss., N. F. **69**, 1–13, 4 Abb., 3 Tab., Wien 1971.
- : Seismotektonische Untersuchungen am Alpenostrand. – Mitt. geol. Ges. Wien, **66–67** (1973/74), 33–48, 4 Abb., Wien 1974.
- GANGL, G., MAKOVEC, F. & STEINHAUSER, P.: Anwendung geophysikalischer Verfahren bei einem Kraftwerksprojekt an der österreichischen Donau. – Rock Mechanics, **12**, 193–219, 12 Abb., Wien 1980.
- GANSS, O.: Zur Geologie des westlichen Toten Gebirges. – Jb. geol. B.-A., **87**, 331–375, 7 Abb., Taf. 14–16, Wien 1937.
- : Sedimentation und Tektonik in den Kalkalpen zwischen Schliersee und dem Inntal. – Z. dt. geol. Ges., **102** (1950), 203–211, 1 Abb., Taf. 5–6, Hannover 1951.
- : Geologische Karte von Bayern, 1:100.000, Blatt 665 Schliersee, mit Profiltaf. – München (Bayer. Geol. L.-A.) 1953.
- : Geologische Karte von Bayern, 1:100.000, Blatt 666, Reit im Winkl; mit Profiltaf. – München (Bayer. Geol. L.-A.) 1975.
- : Geologische Karte von Bayern, 1:100.000, Blatt 667, Bad Reichenhall. – München (Bayer. Geol. L.-A.) 1978.
- : Geologische Übersichtskarte [der BRD] 1:200.000, Blatt CC 8734 Rosenheim. – Hannover (Bundesamt Geowiss.) 1980.
- GANNS, O., KÜMMEL, F. & SPENGLER, E.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe. – Wiss. Alpenvereinsh., **15**, 82 S., 3 Abb., Taf. 1–6, 1 geol. Kt., Innsbruck 1954.
- GANNS, O. & SCHMIDT-THOME, P.: Die gefaltete Molasse zwischen Bodensee und Salzach. – Z. dt. geol. Ges., **105** (1953), 402–496, 8 Abb., Taf. 1, Hannover 1955.
- GANSER, A.: The Morphogenic Phase of Mountain Building. – [In:] K. HSÜ [Hrsg.]: Mountain Building Processes, 221–228, 9 Abb., London etc. (Academic Press) 1982.
- GAREIS, J.: Reste des Eisstromnetzes in inneralpinen Becken. – Eiszeitalter und Gegenwart, **31**, 53–64, 4 Abb., Hannover 1981.
- GARRISON, R. E.: Jurassic and early Cretaceous sedimentation in the Unken valley area, Austria. – Unveröff. Diss. Geol. Dept. Univ. Princeton, 193 S., 28 Abb., 22 Taf., Princeton 1964.
- : Pelagic limestones of the Oberalm beds (Upper Jurassic – Lower Cretaceous), Austrian Alps. – Bull. canad. Petrol. Geol., **15**, 21–49, 8 Abb., 3 Tab., 4 Taf., Calgary 1967.
- GARRISON, R. E. & FISCHER, A. G.: Deep water Limestones and Radiolarites of the alpine Jurassic. – [In:] FRIEDMAN, G. M. [Hrsg.]: Depositional Environments in Carbonate Rocks. A symposium. – Spec. Public. Soc. econ. Paleont. Mineral., **14**, 20–56, 22 Abb., Tulsa 1969.
- GARTNER, ST.: Nannofossils and Biostratigraphy. An Overview. – Earth-sci. Rev., **13**, 227–250, 3 Abb., Amsterdam 1977.

- GASSER, G.: Die Mineralien Tirols etc. – XII, 548 S., Innsbruck (Wagner) 1913.
- GATTINGER, T.: Geologie der Kremsergruppe. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 194 S., 10 Abb., 5 Taf., Wien 1953.
- : Hydrogeologische Karte der Republik Österreich 1:1,000,000. – Wien (Geol. B.-A.) 1970.
- : Geologie der Baugeschichte des Schneesalpenstollens der I. Wiener Hochquellenleitung (Steiermark – Niederösterreich). – Abh. geol. B.-A., **30**, 60 S., 52 Abb., 7 Beil., Wien 1973.
- : Les Alpes orientales. [In:] DEUTLOFF, O. [Hrsg.]: Notice explicative de la Carte Hydrogéologique Intern. de l'Europe, Bl. C 5 Berne, 31–35, Paris – Hannover (UNESCO – B.A. Bodenforsch.) 1974.
- : Das hydrogeologische Einzugsgebiet des Neusiedlersees. – Verh. geol. B.-A., **1975**, 331–346, 2 Abb., Beil. 4, Wien 1975.
- : Aktuelle Krustenbewegungen in den Alpen und ihre Bedeutung für das Baugeschehen. – Rock Mechanics, Suppl. **6**, 17–23, Wien – New York 1978.
- : Hydrogeologie. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs. – 580–594, 2 Abb., Wien – N.Y. (Springer) 1980 a.
- : Geowissenschaftliche Naturraumpotentialkarten etc. – Verh. geol. B.-A., **1980**, 229–240, Wien 1980 b.
- : Investigations of regional mass movements in Eastern Alps. – Res. Austr. Invest. Intern. Geodyn. Proj. 1972–1979, 68–74, 3 Abb., Wien (Bumium. Wiss. Forsch.) 1981 a.
- : Unveröff. Ber.: Das österreichische Inntal. Hydrogeologische Studie. Teil II: Das Tiroler Inntal. 40 S., 50 Photos, 2 Kt., Wien (Bumium Land- u. Forstw.) 1981 b.
- GATTINGER, T. & KÜPPER, H.: Trinkwasser, Thermen und Tektonik im südlichen Wiener Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57**, H. 1, 205–216, 2 Abb., Wien 1964.
- GATTINGER, T. & PRAŽEN, H.: Hydrogeologische Karte der Republik Österreich. 1:1,000,000. – [In:] H. BOBEK [Hrsg.]: Atlas der Republik Österreich, Lief. IV, Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1968.
- GATTINGER, T., SCHAFFER, G. et al.: Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt. Blatt 96 Bad Ischl. – 48 S., 40 Abb., 1 Beil., Wien (Geol. B.-A., Offsetdruck ÖHS-TU) 1976.
- GATTNAR, J.: Hans Höfer-Heimhalt. – Mitt. geol. Ges. Wien, **17**, 1924, 79–92, Wien 1925.
- GAULHOFER, K. & STINY, J.: Die Parschluger Senke. – Mitt. geol. Ges. Wien, **5**, 324–344, 4 Abb., Taf. 6, Wien 1912.
- GAUPP, R.: Sedimentationsgeschichte und Paläotektonik der kalkalpinen Mittelkreide (Allgäu, Tirol, Vorarlberg). – Zitteliana, **8**, 33–72, 14 Abb., 3 Tab., 1 Faltaf., Taf. 12–14, München 1982.
- : Die paläogeographische Bedeutung der Konglomerate in den Losensteiner Schichten (Alb, Nördliche Kalkalpen). – Zitteliana, **10**, 155–171, 7 Abb., 2 Taf., München 1983.
- GAUPP, R. & BATTEN, D. J.: Depositional setting of middle to Upper Cretaceous sediments in the Northern Calcareous Alps from palynological evidence. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1983**, (10), 585–600, 5 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1983.

- GAURI, K.: Uralian Stratigraphy. Trilobites and Brachiopods of the Western Carnic Alps (Austria). – Jb. geol. B.-A., Sdb. **11**, 94 S., 26 Abb., 1 Tab., 17 Taf., Wien 1965.
- GAURI, K. & RAMOVŠ, A.: *Eolyttonia* (Brach.) and *Brachymetopus* (Tril.) from the Upper Carboniferous (Orenburgian) of Karawanken, Yugoslavia. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **119**, 103–112, 3 Abb., Taf. 14, Stuttgart 1964.
- GEDIK, I.: Conodonten aus dem Unterkarbon der Karnischen Alpen. – Abh. geol. B.-A., **31**, 29 S., 7 Abb., 1 Tab., 7 Taf., Wien 1974.
- GENTILI, G. & PELIZZER, R.: Le rocce eruttive del Paleozoico Carnico. – Boll. Soc. geol. ital., **83**, 1–57, 26 Abb., 12 Tab., 4 Taf., Roma 1964.
- GENTNER, W et al.: Die Argon-Bestimmungen an Kalium-Mineralien. XI. Die Kalium-Argon-Alter der Gläser des Nördlinger Rieses und der böhmisch-mährischen Tektite. – Geochimica et cosmochimica acta, **27**, 191–200, 1 Abb., 3 Tab., London 1963.
- GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT: Aeromagnetische Karte der Republik Österreich 1: 50.000. – Wien (Geol. B.-A.), im Erscheinen (1985).
- GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT et al.: Übersichtskarte der Grundwasserverhältnisse im Südlichen Wiener Becken, 1: 50.000. – Wien (B.-A. Eich- u. Vermess.wesen) 1953.
- GEPP, J. [Red.]: Rote Listen gefährdeter Tiere der Steiermark. – Steir. Naturschutzbuch, Sdh. **3**, 162 S., 41 Abb., 2 Tab., Graz (Österr. Naturschutzbund) 1981.
- GERGELY, ST. & DWORAK, O.: Umweltschutz. – Fachinform.führer, **5**, 238 S., Wien (Bumium Wiss. Forsch.; Böhlau) 1984.
- GERMANN, K.: Mangan-Eisen-führende Knollen und Krusten in jurassischen Rotkalken der Nördlichen Kalkalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1971**, 133–156, 7 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1971.
- : Verbreitung und Entstehung Mangan-reicher Gesteine im Jura der Nördlichen Kalkalpen. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **17**, 123–150, 8 Abb., Wien 1972.
- : Deposition of manganese and iron carbonates and silicates in Liassic marks of the Northern Limestone Alps etc. – Int. Union Geol. Sci., ser. A, **3**, Ores in Sediments, 129–138, 4 Abb., 2 Tab., Berlin (Springer) 1973.
- GERMANN, K. & WALDVOGEL, F.: Mineralparagenesen und Metallgehalte der „Manganschiefer“ (unteres Toarcian) in den Allgäu-Schichten der Allgäuer und Lechtaler Alpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **139**, 316–345, 10 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1971.
- GESELLSCHAFT GEOL.- U. BERGBAUSTUD. ÖSTERR. et al.: Arbeitstagung Ostalpine Triasvererzung. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 109–235, zahlr. Abb. u. Tab., Wien 1985.
- GEYSSANT, J.: Stratigraphische und tektonische Studien in der Kalkkögelgruppe bei Innsbruck in Tirol. – Verh. geol. B.-A., **1973**, 377–396, 7 Abb., Wien 1973.
- GEUTEBRÜCK, E., KLAMMER, W et al.: Oberflächengeophysikalische Verfahren im Rahmen der KW-Exploration der ÖMV – Erdoel-Erdgas, **100**, 296–304, 7 Abb., 1 Taf., Hamburg – Wien 1984.
- GEYER, G.: Beiträge zur Geologie der Mürzthaler Kalkalpen und des Wiener Schneeberges. – Jb. geol. R.-A., **39**, 497–784, 18 Abb., Taf. 13, Wien 1889.

- : Zur Stratigraphie der paläozoischen Schichtserie in den Karnischen Alpen. – Verh. geol. R.-A., **1894**, 102–129, 1 Abb., Wien 1894.
- : Die geologischen Verhältnisse im Pontafeler Abschnitt der Karnischen Alpen. – Jb. geol. R.-A., **46** (1896), 127–233, 9 Abb., Taf. 1, Wien 1897.
- : Über die geologischen Aufnahmen im Westabschnitt der Karnischen Alpen. – Verh. geol. R.-A., **1899**, 89–117, Wien 1899.
- : Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1: 75.000, Blatt Ob. Drauburg und Mauthen, Wien (Geol. R.-A.) 1901 a.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte Oberdrauburg – Mauthen. 85 S., Wien (Geol. R.-A.) 1901 b.
- : Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1: 75.000, Blatt Sillian und St. Stefano, Wien (Geol. R.-A.) 1902 a.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte Sillian und St. Stefano, 50 S., Wien (Geol. R.-A.) 1902 b.
- : Exkursion in die Karnischen Alpen. – Führer Exk. IX. Intern. Geol. Kongr., **43**, 51 S., 9 Abb., Wien (Hollinek) 1903.
- : Die Aufschließungen des Bosrucktunnels und deren Bedeutung für den Bau des Gebirges. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **82**, 1–40, 3 Abb., Taf. 1–3, Wien 1907.
- : Aus der Umgebung von Molln, Leonstein und Klaus im Steyrtale. – Verh. geol. R.-A., **1909**, 129–143, 2 Abb., Wien 1909.
- : Über die Schichtfolge und den Bau der Kalkalpen im unteren Enns- und Ybbstale. – Jb. geol. R.-A., **59** (1909), 29–100, 3 Abb., Taf. 2, Wien 1910 a.
- : Aus den Kalkalpen zwischen dem Steyr- und dem Almtale in Oberösterreich. – Verh. geol. R.-A., **1910**, 169–195, 2 Abb., Wien 1910 b.
- : Über die Kalkalpen zwischen dem Almtal und dem Traungebiet. – Verh. geol. R.-A., **1911**, 67–86, 2 Abb., Wien 1911 a.
- : Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1: 75.000, Blatt Weyer. Mit Erläut. (60 S., 1911 b), Wien (Geol. R.-A.) 1912.
- : Über den geologischen Bau der Warscheneckgruppe im Toten Gebirge. – Verh. geol. R.-A., **1913**, 267–309, 2 Abb., Wien 1913.
- : Aus den Umgebungen von Mitterndorf und Grundlsee im steirischen Salzkammergut. – Jb. geol. R.-A., **65**, 177–238, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1916.
- : Über die Querverschiebung am Traunsee. – Verh. geol. R.-A., **1917**, 67–99, 4 Abb., Wien 1917.
- : 1922: s. u. O. ABEL & G. GEYER 1922.
- GEYER, G. & VACEK, M.: Geologische Spezialkarte von Österreich, 1: 75.000, Blatt Liezen, Wien (Geol. B.-A.) 1918.
- GEYH, M.: Physikalische und chemische Datierungsmethoden in der Quartär-Forschung. – Clausthaler tekton. Hefte, **19**, 163 S., 21 Abb., 6 Tab., 1 Faltaf., Clausthal-Zellerfeld 1983.
- GIESE, P.: Ergebnisse der bisherigen seismischen Messungen in den Alpen etc. – Max Richter-Festschrift, 271–290, 11 Abb., Clausthal-Zellerfeld 1965.
- : Die Struktur der Erdkruste im Bereich der Ivrea-Zone. – Schweiz. miner. petrogr. Mitt., **48**, 261–284, 13 Abb., Zürich 1968.

- : Die Temperaturverteilung in der Erdkruste des Alpenvorlandes und der Alpen, abgeschätzt aus tiefenseismischen Beobachtungen. – Schweizer. mineral. petrogr. Mitt., **50**, 597–610, 8 Abb., Zürich 1970.
- : Krustenstruktur der Alpen. Ein Überblick verbunden mit einigen tektonischen Betrachtungen. – Berl. geowiss. Abh., (A) **20**, 51–64, 10 Abb., Berlin 1980.
- GIESE, P. et al.: Ergebnisse refraktionsseismischer Messungen in den Alpen etc. – Forschber. DFG, Unternehmen Erdmantel, 75–100, Abb. 1–20, Wiesbaden (F. Steiner) 1972.
- GIESE, P., GÜNTHER, K. & REUTTER, K.-J.: Vergleichende geologische und geophysikalische Betrachtungen der Westalpen und des Nordapennins. – Z. dt. geol. Ges., **120** (1968), 151–195, 8 Abb., 3 Taf., Hannover 1970.
- GIESE, P. & MORELLI, C.: Crustal structure in Italy. – Quaderni de „La ricerca scientifica“, **90**, 453–489, 25 Abb., Roma (CNR) 1975.
- GIESE, P. & PALENKOVA, N.: Some Particularities of Crustal Structure in Young Orogenic Systems. – Geol. Rdsch., **65**, 1109–1125, 9 Abb., Stuttgart 1976.
- GIESE, P. & PRODEHL, C.: Main Features of Crustal Structures in the Alps. – [In:] GIESE, P. et al. [Hrsg.]: Explosion Seismology in Central Europe. 347–375, 35 Abb., 1 Tab., Berlin etc. (Springer) 1976.
- GIESE, P. & REUTTER, K.-J.: Crustal Structural Features of the Margins of the Adria Microplate. – [In:] H. CLOSS et al. [Hrsg.]: Alp, Apennines, Hellenides, 565–588, 3 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.
- GIESE, P. & STROHBACH, K.: Der Aufbau der Erdkruste und des oberen Erdmantels in Süd-Deutschland. – Nachr. dt. geol. Ges., **1970** (2), 67–72, 1 Abb., Hannover 1970.
- GIGON, A.: Welches ist der wichtigste Standortfaktor für die floristischen Unterschiede zwischen benachbarten Pflanzengesellschaften? – Verh. Ges. Ökol., **11** (Festschr. Ellenberg), 145–160, 6 Abb., The Hague 1983.
- GILLITZER, G.: Geologischer Aufbau des Reiteralpgebirges im Berchtesgadener Land. – Geognost. Jh., **25** (1912), 161–227, 22 Abb., 4 Taf., München 1913.
- GIZYCKI, P. v.: Petrographisch-geochemische Untersuchungen an periadriatischen Plutonen und ihren Rahmengesteinen am SW-Rand des Tauernfensters (Südtirol). – Diss. Fachber. Geowiss. Univ. München, 154 S., 42 Abb., zahlr. Tab., 1 Taf., München (Photodruck) 1977.
- GIZYCKI, P. v. & SCHMIDT, K.: Zur Genese der Plutone im SW des Tauernfensters (Ostalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1978**, 657–673, 9 Abb., Stuttgart 1978.
- GLAESSNER, M.: Die Dekapodenfauna des österreichischen Jungtertiärs. – Jb. geol. B.-A., **78**, 161–219, 8 Abb., Taf. 3–4, Wien 1928.
- : Geologische Studien in der äußeren Klippenzone. – Jb. geol. B.-A., **81**, 1–23, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1931.
- : Augensteinschotter im Bereich des Semmeringkalks etc. – Verh. geol. B.-A., **1935**, 167–171, Wien 1935.
- : Die alpine Randzone nördlich der Donau und ihre erdölgeologische Bedeutung. – Petroleum, **33**, H. 43, 1–8, 1 Abb., 1 Tab., Berlin – Wien 1937.
- GLANDER, H. & BACHMANN, G.: Zur Standortwahl für oberirdische Deponien industrieller Abprodukte aus geologischer Sicht. – Z. angew. Geol., **27**, 14–17, Berlin 1981.

- GLANDER, H. & LANGE, M.: Geologische Gesichtspunkte bei der Behandlung von Abfalldeponien. – Z. angew. Geol., **20**, 273–278, 3 Abb., Berlin 1974.
- GMEINER, P.: Geotechnische Probleme im nördlichen Vorarlberg (Exkursion H etc.). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **61**, 87–96, 3 Abb., Stuttgart 1979.
- GOCHT, W.: Wirtschaftsgeologie und Rohstoffpolitik. 2. Aufl. – X, 295 S., 44 Abb., zahlr. Tab., Berlin etc. (Springer) 1983.
- GOHRBANDT, K.: Die Kleinforaminiferenfauna des obereozänen Anteils der Reingruber Serie bei Bruderndorf etc. – Mitt. geol. Ges. Wien, **54** (1961), 55–145, 7 Abb., Taf. 1–8, Wien 1962.
- : Zur Gliederung des Paläogen im Helvetikum nördlich Salzburg nach planktonischen Foraminiferen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **56** (1963), H. 1, 1–116, 7 Abb., 1 Tab., 11 Taf., Wien 1963 a.
- : Paleozän und Eozän des Helvetikums nördlich von Salzburg. – Exk.-führer Aechtes Europ. Mikropal. Kolloqu. Österr., 47–57, 3 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1963 b.
- GOLDBERGER, J.: Die Altlandschaft auf dem Hochkönig. – Mitt. österr. geol. Ges., **97**, 183–191, 4 Abb., 1 Taf., Wien 1955.
- GOLLNER, H.: „Harrberger-Formation“ – eine neue lithostratigraphische Einheit des Grazer Paläozoikums. – Mitt. natwiss. Ver. Stmk., **111**, 57–64, 2 Abb., 1 Tab., Graz 1981.
- : Die stratigraphische Stellung der Breitenauer Magnesitvorkommen. – Berg- u. hüttenm. Mh., **130**, 45–50, 2 Abb., Wien 1985.
- GOLLNER, H., SCHIRNIK, D. & TSCHELAUT, W.: Exotische Karbonatgerölle der „Mittelsteirischen Gosau“ – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 85–108, 3 Abb., Leoben 1983.
- GOLLNER, H., THALHAMMER, O. et al.: Die Laufnitzdorf-Gruppe – eine pelagische Fazies im Grazer Paläozoikum. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **112**, 63–73, 2 Abb., Graz 1982.
- GOLLNER, J. & ZIER, CH.: Zur Geologie des Hochlantsch (Grazer Paläozoikum, Steiermark). – Jb. geol. B.-A., **128**, 43–73, 9 Abb., 2 Tab., 6 Taf., Wien 1985.
- GOLSER, J. & MUSSGER, K.: Die Neue Österreichische Tunnelbauweise in den USA etc. – Berg- u. hüttenm. Mh., **130**, 33–40, 11 Abb., 2 Tab., Wien – N.Y 1985.
- GÖRLICH, W.: 1348–1948: „Die perg vielen umb bei Villach“ etc. [In:] Das große Erdbeben zu Villach anno 1348. – Villach (Heuß u. Schleifer) 1948.
- GORTANI, M.: La fauna degli strati a Bellerophon della Carnia. – Riv. ital. Paleont., **12**, H. 2–3, 93–131, 3 Taf., Perugia 1906 a.
- : La fauna permocarbonifera del Col Mezzodi presso Forni Avoltri. – Paleontogr. ital., **12**, 1–84, 7 Abb., 4 Tab., Taf. 1–3, Pisa 1906 b.
- : Sopra alcuni fossili neocarboniferi delle Alpi Carniche. – Boll. Soc. geol. ital., **25**, 257–275, 8 Abb., Roma 1906 c.
- : Contribuzioni alla studio del Paleozoico Carnico. II. Faune devoniane. – Paleontogr. ital., **13**, 1–63, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 1, 2, 4, 5, Pisa 1907 a.
- : Contribuzione allo studio del Paleozoico Carnico. III. La fauna a Climenie del Monte Primosio. – Mem. r. Accad. Sci. Ist. Bologna, (6) **4**, 201–245, 2 Taf., Bologna 1907 b.
- : La fauna mesodevonica di Monumenz. – Palaeontogr. ital., **17**, 141–229, 5 Taf., Pisa 1911.

- : Stromatoporidi devoniani del Monte Coglians (Alpi Carniche). – Riv. ital. Paleont., **18**, H. 4, 117–128, Taf. 4, Parma 1912.
- : Fossili eodevonici della base del Capolago (Seekopfssockel). – Palaeontogr. ital., **21**, 117–187, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 14–16, Pisa 1915.
- : I bacini della Bût, del Chiarso e della Vinàdia in Carnia. – Pubbl. Uff. Idrogr. Magistr. Acque, **104**, 81 S., 20 Taf., 2 Kt., Venezia 1920 a.
- : Contribuzione allo studio del paleozoico carnico. VI. Faune a Graptoliti. – Palaeontogr. ital., **26**, 1–56, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3, Pisa 1920 b.
- : Graptoliti del Monte Hochwipfel. – Paleont. ital., **29**, 1–24, 10 Abb., 1 Tab., Taf. 1, Pisa 1923.
- : Graptoliti del piano di Wenlock nelle Alpi Carniche. – Giorn. Geol., (2 a) **1**, 6–19, 2 Abb., Taf. 2–3, Bologna 1926 a.
- : La linea orotettoniche delle Alpi Carniche. II. – Atti IX Congr. Geogr. ital., Genova 1924, 56–59, 1 Kt., Genova 1926 b.
- : Rilevamento geologico dei dintorni di Tarvisio. – Mem. Acc. Sci. Bologna, Cl. Sci. Fis., ser. 9^a, **3**, 165–185, 1 Kt., Bologna 1936.
- : Graptoliti di Rigolato (Carnia). – Mem. Ist. geol. Univ. Padova, **16**, 30 S., 21 Abb., 1 Taf., Padova 1950.
- : Alpi Carniche e stili tettonici. – Atti Acc. Sci. Bologna, **1957**, 112–135, 4 Abb., Bologna 1957.
- GOSEN, W v.: Geologische Neuaufnahme am Ostrand der Gurktaler Alpen westlich von Treibach-Althofen etc. – Carinthia, **168** bzw. (II) **88**, 105–134, 4 Abb., Taf. 1–2, Klagenfurt 1978.
- : Geologie und Tektonik am Nordostrand der Gurktaler Decke (Steiermark/Kärnten – Österreich). – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **53**, 33–149, 21 Abb., Taf. 1–10, Hamburg 1982.
- GOSEN, W v., HAIGES, K.-H. & THIEDIG, F.: Fossilführendes Paläozoikum am Ostrand der Gurktaler Alpen (Steiermark/Kärnten – Österreich). – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **53**, 151–168, 5 Abb., 2 Taf., Hamburg 1982.
- GOSEN, W. v., HAIGES, K.-H. et al.: Die tektonischen Baueinheiten am Nord- und Westrand der Gurktaler Decke (Österreich). – Jb. geol. B.-A., **127**, 693–699, 1 Taf., Wien 1985.
- GOSEN, W v., & THIEDIG, F.: Erster Nachweis alpidischer Schieferung in postvariszischer Transgressionsserie und Oberkreide des Krappfeldes und der Griffener-St. Pauler Berge (Kärnten/Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1979**, 313–335, 2 Abb., Taf. 1–3, Wien 1980.
- : Die Gurktaler Decke (Oberostalpin) und ihr unterlagerndes Mittelostalpin Kristallin (Kärnten/Steiermark – Österreich). – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **53**, 11–32, Hamburg 1982.
- GOSPODARIĆ, R.: Probleme der Bruchtektonik der NW-Dinariden. – Geol. Rdsch., **59**, 308–322, 3 Abb., Stuttgart 1969.
- GOTTSCHLING, P.: Zur Geologie der Hauptklippenzone und der Laaber Teildecke im Bereich von Glashütte bis Bernreith (Niederösterreich). – Mitt. geol. Ges. Wien, **58** (1965), 23–86, 2 Abb., Taf. 1–4, Wien 1966.
- GÖTZ, J. [Red.]: Die Hauptstufe des Tauernkraftwerkes Glockner-Kaprun etc. – XX, 304 S., zahlr. Abb., Tbn., Ktn., Zell am See (Tauernkraftwerke A.G.) 1951.

- GÖTZ, J. & EMANOVSKY, R. [Red.]: Die Obersutfe des Tauernkraftwerkes Glockner-Kaprun. – XX, 472 S., zahlr. Abb., Tab., Kt., Zell am See (Tauernkraftwerke A.G.) 1955.
- GÖTZE, H.: Krustenstruktur der Ostalpen nach gravimetrischen Messungen. – Ber. Tiefbau Ostalpen, **8**, 13–21, 5 Abb., Wien (Zentralanst. Meteor. etc.) 1980 a.
- : Lokale gravimetrische Vermessung im Felbertauern- und Großvenedigergebiet. – Ber. Tiefbau Ostalpen, **8**, 33–35, 45–49, 4 Abb., Wien 1980 b.
- GÖTZE, H., LEPPICH, W. et al.: Gravimetrische Feldmessungen und Modellberechnungen im Felbertauerngebiet (Mittlere Hohe Tauern). – Geol. Rdsch., **65**, 779–790, 10 Abb., Stuttgart 1976.
- GÖTZE, H., ROSENBACH, O. et al.: Gravimetrische Untersuchungen in den östlichen Zentralalpen. – Geol. Rdsch., **68**, 61–82, 7 Abb., Stuttgart 1979.
- GÖTZINGER, G.: Zur Frage des Alters der Oberflächenformen der östlichen Kalkhochalpen. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **52**, 39–57, 4 Abb., 2 Taf., Wien 1913 a.
- : Neue Funde von Augensteinen auf den östlichen Kalkhochalpenplateaus. – Verh. geol. R.-A., **1913**, 61–65, 1 Abb., Wien 1913 b.
- : Studien in den Kohlengebieten des westlichen Oberösterreichs. – Jb. geol. B.-A., **74** (1924), 197–228, 3 Abb., Taf. 2–3, Wien 1925.
- : Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1:75.000, Blatt Mattighofen. – Wien Geol. B.-A.) 1928.
- : Aufnahmebericht über die Flyschzone auf den Blättern Baden-Neulengbach etc. – Verh. geol. B.-A., **1931**, 55–60, Wien 1931.
- : Neue Studien über die Oberflächengestaltung des Wiener Waldes und dessen Untergrund. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **76**, 115–128, Taf. 5–6, Wien 1933.
- : [Red.]: Führer für die Quartär-Exkursionen in Österreich. – I. Teil: VII, 148 S., 17 Abb., 14 Taf., 1936; II. Teil: III, 115 S., 26 Abb., 1 Tab., 5 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1936.
- : [Red.]: Verh. III. Internat. Quartär-Konferenz Wien 1936. – VII, 393 S., zahlr. Abb., Tbn., Ktn., Wien (Geol. L.-A.) 1938 a.
- : Das Quartär im österreichischen Alpenvorland. – Verh. III. Intern. Quartär-Konf., 51–56, Wien (Geol. L.-A.) 1938 b.
- : Abriß der Tektonik des Wienerwaldflysches. – Ber. Reichsamt Bodenforsch. Zweigst. Wien, **1944**, 73–80, 1 Abb., Wien 1944.
- : Analogien im Eozänflysch der mährischen Karpaten und der Ostalpen. – Ber. Reichsamt Bodenforsch. Zweigst. Wien, **1944**, 139–160, 7 Abb., 1 Tab., Wien 1945.
- : Der Doppelgletschertopf bei Badgastein und seine Geschichte. – Bad Gasteiner Badbl., **1948** (18–19), Sep. 12 S., 6 Abb., Bad Gastein 1948.
- : Neue Funde von Fossilien und Lebensspuren und die zonare Gliederung des Wienerwaldflysches. – Jb. geol. B.-A., **94** (1949–1951), Tl. 2, 223–272, 9 Abb., Taf. 23–31, Wien 1951.
- : Die Flyschzone. – [In:] Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Wien [Hrsg.: R. GRILL & H. KÜPPER], 43–97, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1954.
- : Geologische Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt Salzburg. – Wien (Geol. B.-A.) 1955.

- : Der Voralpine Karst und seine Gesetzmäßigkeiten. – Mitt. geol. Ges. Wien, **48**, (1955), 33–47, 5 Abb., 4 Taf., Wien 1956.
- : Beobachtungen im Gipskarst der n.-ö. Kalkvoralpen. – Mitt. Höhlenkomm. etc., **1955**, 33–37, 3 Taf., Wien 1957.
- GÖTZINGER, G. & BECKER, H.: Zur geologischen Gliederung des Wienerwaldflysches. (Neue Fossilfunde). – Jb. geol. B.-A., **82**, 343–396, 5 Abb., Taf. 7–11, Wien 1932.
- : Neue Fährtenstudien im ostalpinen Flysch. – Senckenbergiana, **16**, 77–94, 13 Abb., Frankfurt/M. 1934.
- GÖTZINGER, G. & EXNER, CH.: Kristallingerölle und -scherlinge des Wienerwaldflysches und der Molasse südlich der Donau. – [In:] H. KÜPPER et al. [Hrsg.]: Skizzen zum Antlitz der Erde (Kober-Festschr.), 81–106, 2 Abb., Wien (Hollinek) 1953.
- GÖTZINGER, G., GRILL, R. et al.: Geologische Karte der Umgebung von Wien, 1: 75.000, Wien (Geol. B.-A.) 1952.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Wien. – 138 S., 7 Abb., 4 Tab., 15 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1954.
- GÖTZINGER, G. & VETTERS, H.: Der Alpenrand zwischen Neulengbach und Kogel. – Jb. geol. B.-A., **73**, 1–38, 5 Abb., Taf. 1, Wien 1923.
- GÖTZINGER, K.: Zur Kenntnis der helvetischen Zone zwischen Salzach und Alm. – Verh. geol. B.-A., **1937**, 230–235, Wien 1937.
- GÖTZINGER, M. A.: Vermiculitvorkommen unterschiedlicher Entstehung im niederösterreichischen Anteil der Böhmisches Masse. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **116**, 107–110, Wien 1979.
- : Mineralogische Untersuchungen des Magnesitvorkommens Kottaun bei Geras etc. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **190**, 45–78, 4 Abb., 7 Tab., Wien 1981.
- : Über sedimentäre Fluoritbildungen in triadischen Karbonatgesteinen des Drauzuges, Kärnten, Österreich. – Aufschluß, **35**, 351–358, 4 Abb., Heidelberg 1984 a.
- : Industriemineralien, Steine und Erden in Österreich. – Schr. Ver. Verbr. natw. Kenntn. Wien, **122–123**, 27–66, 2 Tab., Wien 1984 b.
- : Mineralisationen in den Gutensteiner Schichten (Anis) Ostösterreich. Ein Überblick. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 183–192, 6 Abb., 3 Tab., Wien 1985.
- GÖTZINGER, M. A., LEIN, R. & WEINKE, H.: Vorläufiger Untersuchungsbericht über das Fluoritvorkommen in den Gutensteiner Schichten aus der Laussa etc. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **117**, 1–6, 2 Tab., Wien 1980.
- GÖTZINGER, M. A. & PAK, E.: Zur Schwefelisotopenverteilung in Sulfid- und Sulfatmineralen triadischer Gesteine der Kalkalpen, Österreich. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **29**, 191–198, 1 Abb., Wien 1983.
- GRABER, V.: Der herzynische Donaubruch. I. – Verh. geol. B.-A., **1927**, 117–132, Wien 1927.
- : Das Alter der herzynischen Brüche. – Mitt. geol. Ges. Wien, **19** (1926), 1–17, Wien 1928.
- : Beiträge zur Geschichte der Talbildung im oberösterreichischen Grundgebirge. – Verh. geol. B.-A., **1929**, 201–213, 1 Abb., Wien 1929.
- : Intrusionsfolge, Mischprodukte und Bewegungsvorgänge am Südrande der Böhmisches Masse. – Verh. geol. B.-A., **1936**, 149–163, 1 Tab., Wien 1936.

- : Das kristalline Grundgebirge im Donautale von Passau bis Linz etc. – Mitt. geol. Ges. Wien, **49** (1956), 173–234, 1 Kt., Wien 1958.
- GRAF, G.: Karstmorphologische Untersuchungen im östlichen Toten Gebirge. – III, 138 S., zahlr. Abb., 1 Taf., Wien (Notring) 1972 a.
- : Altreliefreste auf den Kalkhochflächen des südlichen Salzkammergutes. – Mitt. Sekt. Ausseerland, **10**, 31–45, Altaussee 1972 b.
- GRAF, W [Schriftl.]: Steirische Rohstoffreserven. – Mitt. Abt. Geol. Landesmus. Joanneum, **38**, 141 S., zahlr. Abb., 24 Beil., Graz 1977.
- : [Schriftl.]: Rohstoffforschung und Rohstoffversorgungssicherung. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **40**, 112 S., zahlr. Abb., Graz 1979.
- : Lockergesteinsuntersuchungen in der Oststeiermark. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **1**, 47–51, 2 Abb., Wien 1982.
- GRAF, W., AIGNER, R. et al.: Systematische Erfassung von Lockergesteinen in der Steiermark etc. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 19–22, 1 Abb., Wien 1985.
- GRAF, W., EBNER, F. & FLADERER, F.: Faziesindikatoren in der basalen Gosau von Kainach. – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 91–104, 1 Abb., Taf. 1, Wien 1980.
- GRAF, W & HADITSCH, J.: Steirische Eisenerzvorkommen. – [In:] P. ROTH [Hrsg.]: Erz und Eisen in der Grünen Mark, 23–43, 13 Abb., 1 Tab., 1 Kt., Graz 1984.
- GRAF, W et al.: Naturraumpotentialkarten der Steiermark. – Steir. Beitr. Rohstoff- u. Energieforsch., **4**, 82–84, Graz 1984.
- GRATZER, R.: Ein Beitrag zur Petrologie der Riesenerferner Intrusion in Ost- und Südtirol. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **30/31**, 319–340, 8 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Wien 1984.
- GRAUERT, B.: Die Pfahlzone in der Umgebung von Regen. – Geologica bavar., **58**, 34–46, 8 Abb., München 1967.
- : Die Entwicklungsgeschichte des Silvretta-Kristallins auf Grund radiometrischer Altersbestimmung. – Diss. phil.-natw. Fak. Univ. Bern, 166 S., 42 Abb., 5 Tab., 2 Kt., München (Photodruck) 1969.
- GRAUERT, B., HÄNNY, R. & SOPTRA-JANOVA, G.: Age and Origin of Detrital Zircons from the Pre-Permian Basements of the Bohemian Massif and the Alps. – Contr. Min. Petrol., **40**, 105–130, 7 Abb., 3 Tab., Berlin etc. 1973.
- GRAUL, H.: Untersuchungen über Abtragung und Aufschüttung im Gebiet des unteren Inn und des Hausruck. – Mitt. geogr. Ges. München, **30**, 179–259, 10 Abb., 7 Tab., München 1937.
- : Eine Revision der pleistozänen Stratigraphie des schwäbischen Alpenvorlandes. – Petermanns geogr. Mitt., **106**, 253–271, 8 Abb., 4 Tab., Gotha 1962.
- : Probleme der Korrelierung der groben Quartärsedimente im nördlichen Alpenvorlande. – [In:] H. NAGL [Hrsg.]: Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforsch. [J. FINK-Festschr.], 221–234, 1 Abb., Wien (F. Hirt) 1978.
- GREGOR, H.-J.: Ein neues Klima- und Vegetations-Modell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas etc. – Verh. geol. B.-A., **1979**, 337–353, 1 Abb., 4 Tab., Wien 1980 a.
- : *Trapa zapfei* BERGER aus dem Untermiozän von Langau bei Geras (NÖ) – eine Hydrocharitacee. – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 105–118, 5 Abb., Taf. 1–2, Wien 1980 b.

- GRENGG, H.: Die neuere Entwicklung des österreichischen Talsperrenbaues. – Die Talsperren Österreichs, **12** (Statistik 1961), 26–178, zahlr. Abb. u. Taf., Wien 1962.
- GRENGG, R.: Straßenbaustoffuntersuchungen mit geringen Mengen von Prüfgut. – Mikrochemie. – **8**, 281–292, 4 Abb., Wien – Leipzig 1930.
- GRIESBACH, C.: Die Klippen im Wiener Sandsteine. – Jb. geol. R.-A., **19**, 217–224, Wien 1869 a.
- : Bemerkungen über die Altersstellung des Wiener Sandsteins. – Verh. geol. R.-A., **1869**, 292–295, Wien 1869 b.
- GRIFFITH, J.: The Upper Triassic fishes from Polzberg bei Lunz, Austria. – Zool. J. Linnean Soc., **60**, Nr. 1, 1–93, 31 Abb., 6 Tab., London etc. 1977.
- GRILL, R.: Das Oligocänbecken von Gallneukirchen bei Linz a. D. etc. – Mitt. geol. Ges. Wien, **28** (1935), 37–72, Taf. 1, Wien 1937.
- : Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken etc. – Oel u. Kohle, **37**, 595–602, 18 Abb., 1 Tab., Berlin 1941.
- : Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. – Mitt. Reichsanst. Bodenforsch. Zweigst. Wien, **6**, 33–44, Taf. 1–8, Wien 1943.
- : Exkursion in das Korneuburger und das nördliche Inneralpine Wiener Becken. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **A**, 7–20, 1 Abb., Taf. 2, Wien 1951.
- : Der Flysch, die Waschbergzone und das Jungtertiär um Ernstbrunn (Niederösterreich). – Jb. geol. B.-A., **96**, 65–116, Taf. 3–4, Wien 1953.
- : Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1: 75.000, Blatt Gänserndorf. – Wien (Geol. B.-A.) 1954.
- : Über die Verbreitung des Badener Tegels im Wiener Becken. – Verh. geol. B.-A., **1955**, 113–120, 1 Abb., Wien 1955.
- : Geologische Karte der Umgebung von Korneuburg und Stockerau, 1: 50.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1957 a.
- : Die stratigraphische Stellung des Hollenburg-Karlstettener Konglomerates (Niederösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1957**, 113–120, Wien 1957 b.
- : Über den geologischen Aufbau des Außer-alpinen Wiener Beckens. – Verh. geol. B.-A., **1958**, 44–54, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wien 1958.
- : Erdgeschichte des Donaugebietes in Österreich. – Universum, Natur u. Technik, **14**, 458–464, Wien 1959.
- : Untergrenze und Gliederung des Miozäns im Wiener Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien., **52** (1959), 125–132, 1 Tab., 1 Taf., Wien 1960.
- : Geologische Karte des nordöstlichen Weinviertels, 1: 75.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1961.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung von Korneuburg und Stockerau. – 52 S., 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Wien 1962 a.
- : Beobachtungen an Großaufschlüssen im Flysch des Wienerwaldes. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 249–258, 1 Abb., Wien 1962 b.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf. – 155 S., 9 Abb., 2 Taf., 4 Tab., Wien (Geol. B.-A.) 1968.
- GRILL, R. & KAPOUNEK, J.: Exkursion II/1: Waschbergzone und Erdölfelder. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57** (1964), H. 1, 147–155, 2 Taf., 1 Tab., Wien 1964.

- GRILL, R., KAPOUNEK, J. & PAPP, A.: Vienna Basin and Molasse Region north of the Danube. – Guide Exkurs. **33 C** intern. geol. Congr. 23 Sess. Prague, 5–17, 2 Tab., 2 Taf., Wien 1968.
- GRILL, R. & KÜPPER, H. [Hrsg.]: Erläuterung zur geologischen Karte der Umgebung von Wien. – 138 S., 7 Abb., 4 Tab., 15 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1954.
- GRILL, R. & WALDMANN, L.: Zur Kenntnis des Untergrundes der Molasse in Österreich. – Jb. geol. B.-A., **94**, 1–40, Tf. 1–2, Wien 1950.
- GROHMANN, H.: Beitrag zur Geochemie österreichischer Granitoide. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **10**, 436–474, 4 Abb., 4 Tab., Wien 1965.
- GROHMANN, H. & SCHROLL, E.: Zur Frage der Abhängigkeit der Konzentrationen seltener Elemente von der Altersfolge der granitoiden Gesteine der südlichen Böhmisches Masse. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **11**, 348–357, 5 Abb., 2 Tab., Wien 1966.
- GROSS, R.: Kristallines Grundgebirge und tertiäre Verwitterung im Raume von Artstetten. – Unveröff. Diss. formal.-natw. Fak. Univ. Wien, 132 S., 35 Abb., 3 Tab., 5 Beil., 2 App., Wien 1980.
- GROSS, G.: Überblick über den Gips- und Anhydritbergbau Grundlsee (Steiermark). – Montan. Rdsch., **6**, 95–97, 3 Abb., Wien 1958.
- GROTJOHANN, H.: Die Korrelation von Geochemie und Faziesdifferenzierung im erzhöffigen Muschelkalk der Ostalpen. – Berliner geowiss. Abh., (A) **3**, 78 S., 34 Abb., 10 Tab., Taf. 1–5, Berlin 1978.
- GROTTENTHALER, W.: Zur Geologie des Tschirgant etc. – Unveröff. Dipl.-Arb. geol. Inst. TH. München, 109 S., 43 Abb., 27 Taf., 3 Beil., München 1968.
- : Die Raibler Schichten der Nördlichen Kalkalpen zwischen Salzach und Pyhrnpaß. – Auszug Diss. Fak. allg. Wiss. TU. München, 23 S., 1 Abb., 1 Taf., München (Photodruck) 1972.
- : Die Raibler Schichten der Nördlichen Kalkalpen zwischen Salzach und Pyhrnpaß. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **25**, 11–32, 1 Abb., Taf. 15, Wien (1978) 1979.
- GRUBER, B.: Neue Ergebnisse auf dem Gebiete der Ökologie, Stratigraphie und Phylogenie der Halobien (Bivalvia). – Mitt. Geol. Ges. Bergbaustud. Österr., **23**, 181–198, 7 Abb., 1 Tab., Wien 1976.
- : Die Molassezone [in Oberösterreich]. – Jb. oberösterr. Mus.-Ver., **128** (1), 353–364, Linz 1983 a.
- : Der Nördliche-Kalkalpen-Anteil Oberösterreichs. – Jb. oberöst. Mus.-Ver., **128** (1), 365–376, Linz 1983 b.
- GRUBER, F.: Geologische Untersuchungen im oberösterreichischen Mühlviertel. – Mitt. geol. Ges. Wien, **32** (1930), 35–84, Wien 1931.
- GRUBINGER, H.: Gespannte Grundwässer im südlichen Wiener Becken. – Österr. Wasserwirtsch., **3**, 241–245, 6 Abb., Wien 1951.
- : Geologie und Tektonik der Tennengebirgs-Südseite. – Kober-Festschr., 148–158, Taf. 1–2, Wien (Hollinek) 1953.
- GRUHL, H.: Ein Planet wird geplündert. – 376 S., etl. Abb. u. Tab., Frankfurt/M. (S. Fischer) 1975.

- GRÜN, W.: Die Autobahnaufschlüsse im Bereich der Westeinfahrt-Wien. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 234 S., 59 Abb., 2 Tab., 14 Taf., Wien 1968.
- : Flysch microfauna of the Hagenbach valley (Northern Vienna Woods), Austria. – Rocznik polsk. towar. geol., **39**, 305–334, 1 Tab., Taf. 59–68, Krakow 1969.
- : Die Erschließung von Lagerstätten im Untergrund der alpin-karpatischen Stirnzone Niederösterreichs. – Erdoel-Erdgas, **100**, 292–295, 5 Abb., Hamburg – Wien 1984.
- GRÜN, W., KITTLER, G. et al.: Studien in der Unterkreide des Wienerwaldes. – Jb. geol. B.-A., **115**, 103–186, 12 Abb., 11 Tab., Taf. 1–35, Wien 1972.
- GRÜN, W., LAUER, G. et al.: Die Kreide-Tertiär-Grenze im Wienerwaldflysch bei Hochstraß (Niederösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1964**, 226–283, 4 Abb., Taf. 1–5, Wien 1964.
- GRÜN, W., NIEDERMAYR, G. & SCHMID, M.: Untersuchungen an der Autobahn etc. SW Dürriwien (Flysch, Kahlenberger Decke). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **12** (1961), 105–112, Taf. 8–9, Wien 1961.
- GRÜNWARD, M.: Schwarzes Gold im grünen Weinviertel. – 72 S., 13 Abb., Prottes (Marktgemeinde) 1979.
- GRUNDMANN, G. & MORTEANI, F.: Die Geologie des Smaragdorkommens im Habachtal (Land Salzburg, Österreich). – Arch. f. Lagerst.forsch., **2**, 71–107, 35 Abb., 2 Tab., 3 Beil., Wien 1982.
- GRUSS, H.: Exhalativ-sedimentäre Mangankarbonatlagerstätten etc. – N. Jb. Miner. Abh., **92**, 47–107, Stuttgart 1958.
- : Vulkanogen-sedimentäre Mangankarbonatlagerstätten der Nördlichen Kalkalpen. – Schr. Ges. dt. Metallhütten- u. Bergleute, **22**, 87–93, Clausthal-Zellerfeld 1969.
- GSTREIN, P.: Neuerkenntnisse über die Genese der Fahlerzlagerstätte Schwaz (Tirol). – Mineral. Deposita, **14**, 185–194, 4 Abb., Berlin 1979.
- GUHL, M. & TROLL, G.: Mehrphasige Faltengefüge in Altkristallin und Permotrias von Kalkstein in Osttirol, Österreich. – Verh. geol. B.-A., **1977**, H. 2, 45–52, 2 Abb., Wien 1977.
- GUILLAUME, A.: Nouvelles mesures de pesanteur dans les Alpes centro-orientales. – C. R. Acad. Sci. Paris, **278**, Sér. D, 2593–2595, 1 Abb., Paris 1974.
- GÜMBEL, C. W.: Beiträge zur geognostischen Kenntniss von Vorarlberg und dem nord-westlichen Tirol. – Jb. geol. R.-A., **7**, 1–39, 17 Abb., Wien 1856.
- : Geognostische Karte des bayrischen Alpengebirges, 1: 100.000, 5 Bl., München 1858 a.
- : Geognostische Karte des Königreichs Bayern und der angrenzenden Länder, 1: 500.000, München (Cotta) 1858 b.
- : Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. – XX, 950 S., 25 Abb., 43 Taf., 5 geol. Kt., Gotha (J. Perthes) 1861.
- : Über die in Bayern gefundenen Steinmeteoriten. – Sitzber. Akad. Wiss. München, math.-phys. Cl., **8**, 14–72, 7 Tab., 1 Taf., München 1878.
- : Über einen Nummulitenfund bei Radstadt. – Verh. geol. R.-A., **1889**, 231–232, Wien 1889.
- GÜNTHER, S.: Lebensbilder von E. Richter und F. Frh. v. Richthofen. – Geogr. Studien, 172 S., Stuttgart 1907.

- GÜNTHER, W.: Pb-Zn-Lagerstätten in den Nördlichen Kalkalpen im Bundeslande Salzburg. – *Der Karinthin*, **76**, 290–294, Salzburg 1977.
- : Drei bemerkenswerte Eisenlagerstätten am West- und Südrand des Tennengebirges etc. – *Der Karinthin*, **80**, 89–94, 1 Abb., Salzburg 1979.
- GÜNTHER, W. & TICHY, G.: Bauxitbergbau in Salzburg. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskunde*, **118**, 327–340, 6 Abb., 1 Tab., Salzburg 1978.
- : Manganberg- und -schurfbaue im Bundesland Salzburg. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskd.*, **119**, 351–373, 11 Abb., Salzburg 1979 a.
- : Die Ölschieferschurfbaue im Bundesland Salzburg. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskd.*, **119**, 375–381, 3 Abb., Salzburg 1979 b.
- : Kohlevorkommen und -schurfbaue im Bundesland Salzburg. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskd.*, **119**, 383–410, 9 Abb., Salzburg 1979 c.
- GUPTA, R.: Delineation of active faulting and some tectonic interpretations in the Munich – Milan section of the Eastern Alps etc. – *Tectonophysics*, **38**, 297–315, 8 Abb., Amsterdam (Elsevier) 1977.
- GUPTA, R. & NITHACK, J.: Delineation of Active Faulting and Some Tectonic Interpretations in the Eastern Alps etc. – *Proc. 23rd Rass. int. Elett. Nucl. Aerospaz.*, 61–71, Rome 1976.
- GUTDEUTSCH, R.: Geophysikalische Arbeiten im Rahmen des Internationalen Geodynamischen Projektes in Österreich 1972–1978. – *Mitt. österr. geol. Ges.*, **73**, 15–38, 7 Abb., Wien 1980.
- GUTDEUTSCH, R. & ARIC, K.: Erdbeben im ostalpinen Raum. – *Arb. Zentralanst. Meteor. Geodyn.*, **19**, 23 S., 13 Abb., 1 Tab., 3 Kt., Wien 1976.
- : Eine Diskussion geophysikalischer Modelle des Grenzbereiches zwischen Ostalpen und Pannonischem Becken. – *Acta geol. Acad. Sci. hung.*, **21**, 287–296, 6 Abb., Budapest 1977.
- GUTDEUTSCH, R., STEINHAUSER, P. et al.: Geophysical contributions to the geodynamics of the Eastern Alps. – *Results Austr. Investig. Intern. Geodyn. Proj. 1972–1979*, 7–33, 13 Abb., Wien (Bu.-Mium. Wiss. Forsch.) 1981.
- GUTMANN, H., KRÄTSCHMER, F., REDLICH, K. et al.: Braunkohle in Steiermark. – [In:] F. KIESLINGER [Red.]: *Die Mineralkohlen Österreichs*, 52–136, 14 Abb., 4 Tab., Taf. 1–3, Wien (Zentralver. Bergwerksbesitzer Österr.) 1903.
- GWINNER, M.: *Geologie der Alpen*. – 1. Aufl.: VIII, 477 S., 394 Abb., 1971; 2. Aufl.: VIII, 480 S., 394 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.
- GYULAY, Z. & TÁRCZY-HORNOCH, A.: Schemnitz als eines der wichtigsten bergbauwissenschaftlichen Zentren Europas im 18. und 19. Jh. – *Veröff. österr. Mus. Volkskd.*, **16**, 88–96, Wien 1975.
- GYURITS, K. & KURZWEIL, H.: Grobkornsedimentation der pannonen Donau in Österreich am Beispiel der Mistelbacher Schotter. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **23**, 233–249, 8 Abb., Wien 1976.
- HAAS, W.: Trilobiten aus dem Silur der Karnischen Alpen. – *Carinthia II*, Sdh. **27**, S. 23, Klagenfurt 1969.
- HABART, F.: *Zur Geologie und Hydrogeologie des unteren Pittentalles*. – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 228 S., 36 Abb., 32 Beil.-Taf., Wien 1978.

- Erläuterungen zur geologischen Karte für den Wasserbau bedeutsamer Schichtglieder der ostösterreichischen Molassezone, des Tertiärs etc. – Mitt. Bundesanst. Kulturtechn. Bodenwasserhaush., **25**, 34 S., 3 Abb., 15 Beil., Petzenkirchen 1980.
- Zur Geologie und Hydrogeologie des Unteren Pitztales (Niederösterreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österreich, **27**, 87–116, 8 Abb., 8 Beil., Wien 1981.
- HABER, G.: Bau und Entstehung der Bayerischen Alpen. – 206 S., 16 Abb., München (Beck) 1934.
- HABERFELNER, E.: Graptolithen aus dem Obersilur der Karnischen Alpen. 1. und 2. Teil. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **140**, 89–168, 2 Abb., Taf. 1–3, 879–892, 3 Abb., Wien 1931.
- Zur Genesis der Bauxite in den Alpen und Dinariden. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **96**, 62–69, 7 Abb., Wien 1951.
- HABERFELNER, E. & HERITSCH, F.: Obersilurische Lydite am nördlichen Valentintörl, Karnische Alpen. – Verh. geol. B.-A., **1932**, 113–116, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1932.
- HABERLEHNER, H.: Paläobiologische Studien an den Terebratelsanden bei Eisenstadt im Burgenland. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 57 S., 3 Taf., Wien 1938.
- HACKER, P.: Ergebnisse hydrologischer Untersuchungen etc. des Passailer Beckens (Mittelsteiermark). – Steir. Beitr. Hydrogeol., **25**, 139–182, 14 Abb., 9 Tab., Graz 1973.
- HACKER, P. & KOLLMANN, W.: Isotopenhydrologische und hydrochemische Untersuchungen im südlichen Burgenland, Österreich. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 245–263, 6 Abb., 1 Tab., Wien 1981.
- HACKER, P. & ZETINIGG, H.: Hydrogeologische Untersuchungen im karbonatischen Semmeringmesozoikum südlich von Krieglach. – Festschr. J. G. Zötl, 61–83, 8 Abb., 2 Tab., Graz (Forschungszentr.) 1981.
- HACKL, O. & WALDMANN, L.: Ganggesteine der Kalireihe aus dem niederösterreichischen Waldviertel. – Jb. geol. B.-A., **85**, 259–285, 2 Abb., Wien 1935.
- HACQUET, B.: Mineralogisch-botanische Lustreise, von dem Berg Terglou in Krain, zu dem Berg Glokner in Tyrol, im Jahr 1779 und 81. – 2. Aufl., 149 S., 1 Abb., 4 Taf., Wien (J. P. Kraus) 1784.
- Physikalisch Politische Reise aus den Dinarischen durch die Julischen, Carnischen, Rhaetischen in die Norischen Alpen, im Jahre 1781 und 1783 unternommen. – 2 Teile, XVIII, 376 S., 10 Abb., 12 Taf., Leipzig (Böhme) 1785.
- Oryctographia Carniolica etc. – Leipzig, 1. Bd. 1778, 2. Bd. 1781, 3. Bd. 1784, 4. Bd. 1789.
- Reise durch die norischen Alpen [1784–1786]. – 2 Theile, 263 S., 8 Abb., 3 Taf., 1 Kt., Nürnberg (Rasp) 1791.
- HADITSCH, J.: Bemerkungen zu einigen Mineralen (Devillin, Bleiglanz, Magnesit) aus der Gips-Anhydrit-Lagerstätte Wienern am Grundlsee, Steiermark. – Archiv Lagerst.forsch. Ostalpen, **7**, 54–76, 4 Abb., 5 Tab., Leoben 1968.
- Die Hangbewegungen in der Umgebung des Granitsteinbruches von Stubenberg (Steiermark). – Mitt.bl. Miner. Landesmus. Joanneum, 1. Teil: **1970** (1/2), 1–22, 20 Abb., 4 Tab.; 2. Teil: 1971 (1/2), 38–50, 6 Abb., Graz 1970–1971.
- (1979): s. in STERK, G. [Hrsg.] 1979–1981.
- Geological and geochemical investigation of the Kraubath Ultramafic Massif (Sty-

- ria, Austria). – Exc. guide 8th int. geochem. explor. symp., Exc. C5, 4–13, 5 Abb., 1 Tab., Hannover 1980 a.
- : Gedanken zur Erarbeitung von Naturraumpotentialkarten für das Land Steiermark. – *Natur und Land*, **4**, 106–108, Wien 1980 b.
- : Ergebnisse und Aussichten weiterer geowissenschaftlicher Sucharbeiten auf dem Gebiete der Steine, Erden und Industriemineralien in der Steiermark. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **129**, 54–59, 4 Abb., Leoben 1984 a.
- : Probleme bei der Untersuchung und Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe am Beispiel des Fremdenverkehrslandes Österreich. – *Erzmetall*, **37**, 310–313, 1 Abb., 4 Tab., Weinheim 1984 b.
- HADITSCH, J. et al.: Zum geologischen Aufbau der Raabklamm. – [In:] *Der Naturlehrpfad durch die Raabklamm*, 8–40, illustr., Graz 1971/72.
- HADITSCH, J., KRUMM, H. et al.: Chemical Characteristics of the Kraubath Ultramafite, Styria, Austria. – An internat. Symp. on Metallogeny of Mafic and Ultramafic Complexes, IGCP Proj. 169, **3**, 7–23, 11 Abb., Athens (Nat. Techn. Univ.) 1981.
- HADITSCH, J., LEICHTFRIED, W. & MOSTLER, H.: Intraskythische, exogen (mechanisch)-sedimentäre Cu-Vererzung im Montafon (Voralberg). – *Geol. paläont. Mitt. Innsbruck*, **8**, 183–207, 3 Abb., 1 Tab., Taf. 1, Innsbruck 1978.
- : Über ein stratiformes Schwespatvorkommen in unterpermischen Schichten des Montafons (Voralberg). – *Geol. paläont. Mitt. Innsbruck*, **7** (6), 1–14, 7 Abb., 1 Tab., Innsbruck 1979.
- HADITSCH, J. & MAUS, H.: Alte Mineralnamen im deutschen Schrifttum. – *Archiv Lagerst.forsch. Ostalpen*, Sdb. **3**, VI, 171 S., Leoben 1974.
- HADITSCH, J. & MOSTLER, H.: Neue Molybdänglanz- und Scheelit-Fundpunkte in den Hohen Tauern. – *Archiv Lagerst.forsch. Ostalpen*, **14**, 105–112, 10 Abb., 1 Taf., Leoben 1973.
- : Mineralisation im Perm der Ostalpen. – *Carinthia II*, **164** bzw. **84**, 63–71, 2 Abb., Klagenfurt 1974.
- : Genese und Altersstellung der Magnesitlagerstätten in den Ostalpen. – *Verh. geol. B.-A.*, **1978**, 357–367, 7 Abb., Wien 1979.
- : Late Variscan and Early Alpine Mineralization in the Eastern Alps. – [In:] AMSTUTZ, G. C. et al. [Hrsg.]: *Ore Genesis – The State of the Art*, 582–589, 1 Abb., Berlin etc. (Springer) 1982 a.
- : Zeitliche und stoffliche Gliederung der Erzvorkommen im Innsbrucker Quarzphyllit. – *Geol. paläont. Mitt. Innsbruck*, **12** (1), 1–40, 11 Abb., Taf. 1–13, Innsbruck 1982 b.
- : The Succession of Ore Mineralization of the Lower Austroalpine Innsbruck Quartzphyllite. – [In:] H.-J. SCHNEIDER [Hrsg.]: *Mineral Deposits of the Alps etc.*, 51–59, 2 Abb., Berlin etc. (Springer) 1983.
- HAEFELI, R.: Gedanken zum Problem der glazialen Erosion. – *Felsmechanik u. Ingenieurgeol.*, Suppl. **4**, 31–51, 16 Abb., Wien – N.Y 1968.
- HAENEL, R.: Heat flow measurements in northern Italy and heat flow maps of Europe. – *Z. Geophys.*, **40**, 367–380, 5 Abb., 2 Tab., Berlin etc. 1974.
- : Geothermische Untersuchungen im Bereich der Geotraverse München–Salzburg–Verona/Trieste. – *Geol. Rdsch.*, **65**, 710–715, 2 Abb., Stuttgart 1976.

- HAENEL, R. & ZOTH, G.: Heat flow measurements in Austria and heat flow maps of Central Europe. – *Z. Geophys.*, **39**, 425–439, 7 Abb., 1 Tab., Würzburg 1973.
- HAFNER, F.: Die Geologie der Hohen Rannach bei Graz (Grazer Paläozoikum, Steiermark). – Unveröff. Diss. Univ. Graz, 156 S., Abbn., Graz 1983.
- HAGENGUTH, G.: Die Blei-Zink-Vererzung vom Schwarzenberg bei Türritz in Niederösterreich. – Unveröff. Vorarb. Inst. Geol. Univ. Wien, 50 S., 32 Abb., 14 Taf., 1 Kt., 1 Prof., Wien 1981.
- : Geochemische und fazielle Untersuchungen an den Maxerbänken im Pb-Zn-Bergbau von Bleiberg-Kreuth/Kärnten. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, Sdh. **1**, 110 S., 46 Abb., 1 Tab., 1 Beil., Wien 1984.
- HAGENGUTH, G., POBER, E. et al.: Beiträge zur Geologie, Mineralogie und Geochemie der Pb/Zn-Vererzungen Annaberg und Schwarzenberg (Niederösterreich). – *Jb. geol. B.-A.*, **125**, 155–218, 21 Abb., 10 Tab., Fototaf. 1 u. 2, Taf. 1–4, Wien 1982.
- HAGN, H.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Helvetikum und Flysch des Gebietes von Neubeuern am Inn (Oberbayern). – *Geologica bavar.*, **22**, 136 S., 26 Abb., 1 geol. Kt., München 1954.
- : Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayerischen Alpen. – *Int. sedim. petrogr. Ser.*, **1**, 174 S., 8 Tab., 71 Taf., Leyden (Brill) 1955.
- : Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. – *Geologica bavar.*, **44**, 3–208, 10 Abb., 1 Tab., Taf. 1–12, München 1960.
- : Klassische und neue Aufschlüsse mit Faunen der Oberkreide und des Alttertiärs etc. – *Paläont. Z.*, **35**, 146–170, 14 Abb., Stuttgart 1961.
- : Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes. – *Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc.*, **7**, 245–320, 3 Abb., 1 Tab., München 1967.
- : Helvetikum-Zone. Das Helvetikum von Neubeuern am Inn. – *Erl. geol. Kt. Bayern*, 1:25.000, Blatt Nr. 8238 Neubeuern, 151–208, 348–352, 2 Abb., Taf. 11–20, München 1973.
- : Jura und Kreide der kalkalpinen Randschuppe und des Helvetikums in der Tiefbohrung Vorderriß 1. – *Geologica bavar.*, **81**, 65–113, 3 Abb., Taf. 1–14, München 1981 a.
- : Neue Beobachtungen in der Unterkreide der Nördlichen Kalkalpen (Thierseer Mulde etc.). – *Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc.*, **22**, S. 117–135, 4 Abb., Taf. 13–15, München 1982.
- HAGN, H. et al.: Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. – *Geologica bavar.*, **82**, 408 S., 70 Abb., 7 Tab., 13 Taf., München 1981 (b).
- HAHN, F.: Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe. – *Jb. geol. R.-A.*, **60**, 1. Teil: 311–420, 20 Abb., Taf. 16–17; 2. Teil: 637–712, 16 Abb., Taf. 23–26, Wien 1910.
- : Versuch zu einer Gliederung der austroalpinen Masse westlich der österreichischen Traun. – *Verh. geol. R.-A.*, **1912**, 337–344, 1 Abb., Wien 1912.
- : Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbachtal. – *Jb. geol. R.-A.*, **63**, 1–76, 6 Abb., Taf. 1–3 (3 = geol. Kt. 1:25.000), Wien 1913 a.
- : Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **6**, 238–357 und 374–501, 6 Abb., Taf. 11–17, Wien 1913 b.

- HAHN, G. & R.: Trilobiten aus dem Unterkarbon der Veitsch (Steiermark, Österreich). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1977**, 137–143, 9 Abb., Stuttgart 1977.
- HAHN, G. et al.: Trilobiten aus dem Oberkarbon (Gshelium) der Karawanken/Slowenien. – *Geologica et Palaeontologica*, **11**, 135–160, 7 Abb., 3 Tab., 2 Taf., Marburg 1977.
- HAIDER, M. & NEUBERGER, M.: Umweltbelastung durch Asbest. – Beitr. Umweltschutz etc., Forsch.ber., **1981/2**, 30 S., Wien (Bu.mium. Gesundh. etc.) 1981.
- HAIDING, K.: Steirische Bergwerks- und Hüttensagen. – [In:] F. WAIDACHER [Red.]: Der Bergmann. Der Hüttenmann. [Ein Katalog], 353–361, 1 Kt., Graz (Amt Steierm. Landesreg.) 1968.
- HAIDINGER, K.: Eintheilung der k. k. Naturaliensammlung zu Wien. – 104 S., Wien (Ch. F. Wappler) 1782.
- HAIDINGER, W.: Geognostische Übersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie etc. 1: 864.000, 9 Bl., Wien (Montan. Museum) 1845.
- : Zehn Jahre des Bestehens der k. k. geologischen Reichsanstalt. – Verh. geol. R.-A., **1859**, 137–174, Wien 1859.
- : Ansprache [anlässlich des 15jährigen Bestandes der Geologischen Reichsanstalt in Wien]. – Verh. geol. R.-A., **1864**, 137–198, Wien 1864.
- : Das k.-k. Montanistische Museum und die Freunde der Naturwissenschaften in Wien in den Jahren 1840 bis 1850. – 135 S., Wien (Braumüller) 1869.
- HAIGES, K.-H.: Zur Geologie des Oberhofer Fensters im Norden der Gurktaler Alpen, Kärnten, Österreich. – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **53**, 181–190, 2 Abb., Hamburg 1982.
- : Geologie und Tektonik des Oberhofer Fensters und seiner Umrahmung im Norden der Gurktaler Alpen (Nordkärnten, Österreich). – Diss. natw. Fachber. Geowiss. Univ. Hamburg, 254 S., 19 Abb., 4 Tab., 11 Phototaf., 4 Beil.-Taf., Hamburg (Photodruck) 1985.
- HAJÓS, M.: Kieselgurvorkommen im Tertiärbecken von Aflenz (Steiermark). – Mitt. geol. Ges. Wien, **63** (1970), 149–159, 3 Abb., 1 Tab., Taf. 1–12, Wien 1972.
- HALBWACHS, G. & KISSER, J.: Durch Rauchemissionen bedingter Zwergwuchs bei Fichte und Birke. – Cbl. ges. Forstwesen, **84**, 156–173, 6 Abb., 2 Tab., Wien – München 1967.
- HALDIMANN, P.: Arosa- und Madrisa-Zone im Gebiet zwischen Klosters und dem Gafiental (GR). – *Eclogae geol. Helv.*, **68**, 301–310, 3 Abb., 1 Tab., Basel 1975.
- HALLAM, A.: Sedimentology and palaeogeographic significance of certain red limestones etc. in the Lias of the Alpine region. – *Scott. J. Geol.*, **3**, 195–220, 5 Abb., Taf. 1–2, Edinburgh 1967.
- : Evaluation of bathymetric criteria for the mediterranean Jurassic. – *Ann. Inst. geol. publ. hung.*, **54** (2), 63–69, Budapest 1971.
- : Pre-Quaternary Sea-Level Changes. – *Annual Rev. Earth Planet. Sci.*, **1984** (12), 205–243, 6 Abb., Palo Alto 1984.
- HAMANN, G.: Die Geschichte der Wiener naturhistorischen Sammlungen bis zum Ende der Monarchie. – *Veröff. nathist. Mus., N. F.* **13**, 98 S., 19 Abb., Wien 1976.
- HAMANN, P. & KOCKEL, C.: Luitpoldzone, Bär günde le und das Ende der Lechtaldecke. – *Geol. Rdsch.*, **45** (1956/57), 204–213, 4 Abb., Stuttgart 1957.

- HAMILTON, W.: Die Hallstätter Zone des östlichen Lammertales und ihre geologischen Beziehungen zum Tennengebirgstirolikum etc. – Unveröff. Diss. formal-natwiss. Fak. Univ. Wien, 226 S., 92 Abb., 1 Tab., 7 Beil., Wien 1981.
- HAMMER, W.: Die Phyllitzzone von Landeck (Tirol). – Jb. geol. R.-A., **68** (1918), 205–258, 10 Abb., Taf. 12–14, Wien 1919.
- : Die Erzführung des Verrucano in Westtirol. – Verh. geol. St.-A., **1920**, 77–88, Wien 1920.
- HAMMERSCHMIDT, K.: Isotopengeologische Untersuchungen am Augengneis vom Typ Campo Tures bei Rain in Taufers, Südtirol. – Mem. Sci. Geol., **34**, 273–300, 9 Abb., 4 Tab., Taf. 1–2, 1 geol. Kt., Padova 1981.
- HANIEL, C.: Die geologischen Verhältnisse der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes etc. – Z. dt. geol. Ges., **63**, 1–37, 2 Abb., Taf. 1–4, Berlin 1911.
- : Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen südlich von Oberstdorf. – 65 S., 3 Abb., 1 Taf., 1 geol. Kt., München (Piloty & Loehle) 1914.
- HANSLEY, H. & ANDERLE, N.: Die Grundwasser- und Bodenkarte von Kärnten. – Schriftenr. Raumforsch. Raumplan., **13**, 97 S., 2 Abb., 3 Tab., 3 Kt., Klagenfurt (Amt Kärntner Landesreg.) 1973.
- HANTKE, R.: Eiszeitalter. Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. Bd. 1: 468 S., 221 Abb., etl. Tab., 3 Kt., 1978; Bd. 2: 703 S., 273 Abb., 1980; Bd. 3: 730 S., 312 Abb., etl. Tab., 2 Kt., 1983; Thun (Ott-Verl.) 1978–1983.
- : Zur tertiären Relief- und Talgeschichte des Bergeller Hochgebirges etc. – Eclogae geol. Helv., **77**, 327–361, 6 Abb., Basel 1984.
- HANZLÍKOVÁ, E.: The Foraminifera of the Klentnice Beds (Malm). – Sborník geol. Věd, Reihe P (Paleont.), **5**, 39–106, 4 Abb., 3 Tab., Taf. 1–10, Praha 1965.
- : Biostratigraphy of the Cretaceous and Paleogene flysch in the borehole Jarošlav-1. – Věstník ústřed. ústavu geol., **51**, 153–162, 1 Abb., Bratislava 1976.
- HARGRAVES, R. & FISCHER, A. G.: Remanent Magnetism in Jurassic Red Limestones and Radiolarites from the Alps. – Geophys. J. roy. astron. Soc., **2**, 34–41, 3 Abb., 2 Tab., London 1959.
- HARSCH, W.: Zur Sedimentologie und Paläogeographie der Raibler Schichten (Ober-Trias) im Westteil der Nördlichen Kalkalpen. – Z. dt. geol. Ges., **121** (1969), 253–272, 4 Abb., 1 Taf., Hannover 1970.
- HARTL, H.: Geologie der Kalkalpen und der Flyschzone im Raume Frankenfels und Plankenstein, N.Ö. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **2**, H. 1, 1–21, Taf. 1, Wien 1950.
- : Die Kalkalpen-Flyschgrenze in Niederösterreich. – Erdoel-Ztg., **67**, 59–61, Wien 1951.
- HARTL, H.: Die basiphilen alpinen Rasengesellschaften der Karawanken und Karnischen Alpen – ein Vergleich. – Carinthia II, Sdh. **28**, 345–350, 1 Tab., Klagenfurt 1971.
- HARTMANN, H. & W. [Red.]: Die Höhlen Niederösterreichs, Bd. 2. – Wiss. Beih. Z. „Die Höhle“, **29**, 368 S., 22 Abb., 24 S. Bilder, 80 Pläne, 28 Kt., 2 Faltraf., Wien 1982.
- : Die Höhlen Niederösterreichs, Bd. 3. – Wiss. Beih. Z. „Die Höhle“, **30**, 432 S., zahlr. Abb., 64 Farbbilder, Wien 1985.

- HASLINGER, E.: Geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen von Erzvorkommen im weiteren Raume des südlichen Salzkammergutes. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 146 S., 27 Abb., zahlr. Taf., Wien 1964.
- HASSINGER, H.: Geomorphologische Studien aus dem Inneralpinen Wiener Becken etc. – Geogr. Abh., **8**, H. 3, 1–206, 11 Abb., 1 Taf., Leipzig 1905.
- : Beiträge zur Physiogeographie des inneralpinen Wiener Beckens etc. – Bibl. geogr. Handb., N. F., Festbd. A. Penck, 160–197, Stuttgart (Engelhorn) 1918.
- : Österreichs Anteil an der Erforschung der Erde. – 194 S., 1 Taf., 1 Kt., Wien (Holzhausen) 1949.
- HAUER, F. v.: Die Cephalopoden des Salzkammergutes aus der Sammlung seiner Durchlaucht, des Fürsten von Metternich. – 48 S., 11 Taf., Wien (Braumüller & Seidl) 1846.
- : Cephalopoden vom Roßfeld. – Haidingers Ber. Mitt. Freunde Natw. Wien, **3**, 476–480, Wien 1848.
- : Über die geognostischen Verhältnisse des Nordabhanges der nordöstlichen Alpen zwischen Wien und Salzburg. – Jb. geol. R.-A., **1**, 17–60, Wien 1850.
- : Über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen. – Jb. geol. R.-A., **4**, 715–784, 8 Abb., 8 Tab., Wien 1853.
- : Ein geologischer Durchschnitt durch die Alpen von Passau bis Duino. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, **25**, 253–348, 1 Tab., Taf. 1–4, Wien 1857.
- : Ueber die Eocengebilde im Erzherzogthume Oesterreich und in Salzburg. – Jb. geol. R.-A., **9**, 103–137, 10 Abb., Wien 1858.
- : Die Geologie und ihre Pflege in Oesterreich. – Almanach Akad. Wiss. Wien, **1861**, 199–230, Wien 1861.
- : Zur Erinnerung an Wilhelm Haidinger. – Jb. geol. R.-A., **21**, 31–40, Wien 1871.
- : Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Österr.-Ungar. Monarchie. 1. Aufl. – VIII, 681 S., 658 Abb., Wien (Holder) 1875.
- : Zur Erinnerung an Dr. Ami Boué. – Jb. geol. R.-A., **32**, 1–6, Wien 1882.
- HAUERSTEIN, G. & WAGNER, W.: Polyäne Spongiennadeln aus der Mitteltrias der Chiemgauer Alpen. – Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc., **6**, 9–12, 3 Abb., München 1966.
- HAUG, É.: Les nappes de charriage des Alpes Calcaires Septentrionales. 1. et 2. Parties. – Bull. Soc. géol. France, (4) **6**, 359–422, 8 Abb., 1 Tab., Taf. 10–11, Paris 1906.
- : Les nappes de charriage des Alpes Calcaires Septentrionales. 3. Partie. – Bull. Soc. géol. France, (4) **12**, 105–142, 7 Abb., Taf. 1, Paris 1912.
- HAUG, É. & LUGEON, M.: Sur l'existence dans le Salzkammergut de quatre nappes de charriage superposées. – C. r. Acad. Sci., **139**, 892–894, Paris 1904.
- HAUSER, A.: Die hydrogeologischen Verhältnisse im Becken von Rein bei Gratwein. – Beitr. Hydrogeol. Steiermarks, **2**, 3–12, 1 Kt., Graz 1949.
- : Die Lagerstätten nichtbrennender bzw. feuerfester Tone in der Steiermark. – Österr. Chemiker-Ztg., **54**, 74–76, Wien 1953.
- : Der steirische Vulkanbogen als magmatische Provinz. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **4**, 301–311, 1 Abb., Wien 1954.

- : Die vulkanischen Tuffe und ihre tonigen Abkömmlinge der Nordoststeiermark. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **104**, 243–253, 6 Abb., 1 Tab., Wien 1959.
- HAUSER, A. & NEUWIRTH, E.: Die vulkanischen Tuffe und ihre tonigen Abkömmlinge der Nordoststeiermark. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **104**, 243–253, 6 Abb., 1 Tab., Wien 1959.
- HAUSER, A. & THURNER, A.: Der Einfluß der steirischen Gips- und Anhydritvorkommen auf den Chemismus der aus ihnen entspringenden Wässer. – Österr. Wasserwirtsch., **6**, 161–163, Wien 1954.
- HAUSER, A. & URREGG, H.: Die Ergußgesteine und vulkanischen Tuffe. – [In:] Die nutzbaren Gesteine Steiermarks, **7**, 42 S., Graz 1951.
- HAUSER, CH.: Erläuterungen zu Blatt 200 Arnoldstein. – 59 S., 13 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1982 a.
- : Erläuterungen zu Blatt 201–210 Villach-Assling. – 44 S., 7 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1982 b.
- HÄUSLER, H. jun.: Eine stratigraphisch auswertbare Mikrofauna aus den Kahlenbergerschichten bei Wien (Flyschzone). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **112** (1975), 187–189, Wien 1976.
- : Zur Geologie und Tektonik der Hallstätterzone im Bereich des Lammertales zwischen Golling und Abtenau (Sbg.). – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 270 S., 207 Abb., 91 Taf., 19 Anlg., 15 Beil., Wien 1978.
- : Zur Geologie und Tektonik der Hallstätter Zone im Bereich des Lammertales zwischen Golling und Abtenau (Sbg.). – Jb. geol. B.-A., **122**, 75–141, 17 Abb., Beil. 4, Wien 1979.
- : Zur tektonischen Gliederung der Lammer-Hallstätter Zone zwischen Golling und Abtenau (Salzburg). – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 403–413, 6 Abb., Wien 1980 a.
- : Stratigraphisch-tektonische Untersuchungen in der westlichen Hallstätter Zone zwischen Lammertal und Lofer (Kalkhochalpen). – Jber. 1979 Hochschulschwerpkt. S 15, **1**, 132–138, 7 Abb., Wien 1980 b.
- : Über die Einstufung der Hallstätter Schollen im Bereich der westlichen Lammermasse (Salzburger Kalkhochalpen). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **27**, 145–159, 2 Abb., Beil. 11, Wien 1981 a.
- : Zur Stratigraphie und Fazies einiger Hallstätter Schichtglieder in den salzburgisch-oberösterreichischen Kalkhochalpen. – Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15, **2**, 173–182, 1 Abb., Leoben 1981 b.
- : Militärgeologie. – Truppendienst, **5** (1981), 445–447, 3 Abb., Wien 1981 c.
- : Militärgeologie – ein Tätigkeitsbereich der Angewandten Geologie. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **27**, 1–6, Wien 1981 d.
- : Vergleichende Untersuchungen an nachtriadischen Breccien des Unterostalpins in den Radstädter Tauern und Tarntaler Berge (Salzburg – Tirol). – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **3** (1981), 191–201, 1 Abb., Leoben 1982.
- : Beobachtungen und Interpretationsversuche an nachtriadischen Breccien der Radstädter Tauern und Tarntaler Berge (Unterostalpin, Salzburg – Tirol). – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **4** (1982), 167–193, 14 Abb., Leoben 1983.
- : Grundlagen für eine taktische Boden- und Untergrundkarte: Bodenbefahrbarkeit. – Mitt. militär. Geo-Dienst, **1**, im Druck, Wien (Bu. Min. Landesverteid.) 1986.

- HÄUSLER, H. & BERG, D.: Neues zur Stratigraphie und Tektonik der Hallstätter Zone am Westrand der Berchtesgadener Masse. – Verh. geol. B.-A., **1980**, 63–95, 8 Abb., Taf. 1–2, Wien 1980.
- HÄUSLER, H. & SCHWINGENSCHLÖGL, R.: Dissertationsverzeichnis des Institutes für Geologie der Universität Wien (1872–1981). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**, 215–238, 1 Abb., Beil. 5, Wien 1982.
- HÄUSLER, H. sen.: Zur Tektonik des Grimming. – Mitt. R.-A. Bodenforsch. Wien, **5**, 19–53, 14 Abb., 1 Tab., 2 Kt., Wien 1943.
- : Das Wirken des Menschen im geologischen Geschehen. – Naturkd. Jb. Stadt Linz, **1959**, 163–319, 10 Abb., 3 Taf., Linz 1959.
- HÄUSLER, H. sen. & SCHWARZBOCK, H.: Geologische Karte zum Wasserwirtschaftlichen Grundsatzgutachten Vöckla–Ager–Traun–Alm, 1 : 50.000. – Linz (Amt o.ö. Landesregierung) 1970.
- HÄUSSLER, H.: Vergleichende Untersuchungen der Kluftgefüge im Helvetikum des Grünten- und nördlichen Ifen-Gottesacker-Gebietes und die Beziehungen der Klüftung zur Faltung. – Geol. Jb., **A 46**, 93–108, 6 Abb., 2 Tab., Taf. 1–2, Hannover 1978.
- HAUSWIRTH, E.: Rezente Bodenbewegungen in Österreich. – Eich- u. Vermessungsmagazin, **21**, 22–23, Wien 1976.
- HAUSWIRTH, E., LAHODYNSKY, R. et al.: Geophysikalische Untersuchungen an der Großhangbewegung Wörschachwald (Ennstal, Steiermark). – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **112**, 75–90, 8 Abb., 3 Tab., Graz 1982.
- HAVLENA, V.: The Blanice and Boskovicce Furrows. – [In:] V ZOUBEK [Hrsg.]: Regional Geology of Czechoslovakia, I, The Bohemian Massif, 467–472, 1 Abb., 1 Tab., Prag (Akad. Wiss.) 1966.
- : Die späteren Entwicklungsetappen der Varisziden und die jung-paläozoischen Ablagerungsräume des Böhmisches Massivs. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1971**, 65–91, 18 Abb., Stuttgart 1971.
- HAWKESWORTH, C., WATERS, D. & BICKLE, M.: Plate tectonics in the Eastern Alps. – Earth and planetary sci. letters, **24**, 405–413, 3 Abb., Amsterdam 1975.
- HAWRANEK, K. & WICHE, K.: Die Oberflächenformen Niederösterreichs 1 : 500.000. – Atlas von Niederösterreich, Bl. 12, Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1951.
- HAYR, K.: Die Molasse des Alpenvorlandes zwischen Pielachtal und Kirchstetten. – Verh. geol. B.-A., **1946**, 49–52, Wien 1949.
- HEILFURTH, G. & SCHMIDT, L. [Hrsg.]: Bergbauüberlieferung und Bergbauprobleme in Österreich und seinem Umkreis. Festschr. F. Kirnbauer etc. – Veröff. österr. Mus. Volkskd., **26**, 232 S., 3 Textabb., 48 Taf.-Abb., Wien (Österr. Mus. Volkskd.) 1975.
- HEIM, ALB.: Geologie der Schweiz. – 1. Bd. (1919): 704 S., 126 Abb., 29 Taf.; 2. Bd. (1922): XVI + 1018 S., 249 Abb., 36 Taf., Leipzig (Tauchnitz).
- HEIM, ARN. & BAUMBERGER, E.: Jura und Unterkreide in den helvetischen Alpen beiderseits des Rheins (Vorarlberg und Ostschweiz). – Dkschr. schweizer. natf. Ges., **68** (2), S. III–IX, 155–220, 34 Abb., Taf. 1–2, Zürich 1933.
- HEIM, ARN., BAUMBERGER, E. & STEHLIN, H.: Die subalpine Molasse des westlichen Vorarlberg. – Vjschr. natf. Ges. Zürich, **73**, 1–64, 14 Abb., Taf. 1–2, Zürich 1928.

- HEIM, ARN., SEITZ, O. et al.: Die Mittlere Kreide in den helvetischen Alpen von Rheintal und Vorarlberg etc. – Denkschr. schweiz. natf. Ges., **69** (2), I–XI, 185–310, 35 Abb., zahlr. Tab., Taf. 1–3, Zürich 1934.
- HEINISCH, H.: Zum ordovizischen „Porphyroid“-Vulkanismus der Ost- und Südalpen, Stratigraphie, Petrographie, Geochemie. – Jb. geol. B.-A., **124**, 1–109, 28 Abb., 17 Tab., 3 Taf., Wien 1981.
- HEINISCH, H. & SCHMIDT, K.: Zur Genese der Augengneise im Altkristallin der Ostalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1982**, 211–239, 9 Abb., 5 Tab., Stuttgart 1982.
- : Zur Geologie des Thurntaler Quarzphyllits und des Altkristallins südlich des Tauernfensters (Ostalpen, Südtirol). – Geol. Rdsch., **73**, 113–129, 5 Abb., Stuttgart 1984.
- HEINISCH, H., SCHMIDT, K. & SCHUH, H.: Zur geologischen Geschichte des Gailtalkristallins im unteren Lesachtal westlich von Kötschach-Mauthen (Kärnten, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **126**, 477–486, 8 Abb., Wien 1984.
- HEINRICH, M.: Zur Geologie des Jungtertiärbeckens von Tamsweg mit kristalliner Umrahmung. – Jb. geol. B.-A., **120** (1977), 295–341, 15 Abb., 2 Phototaf., Taf. 1, Wien 1978.
- : Detailaufnahme und Bewertung der Linzer Sande unter Berücksichtigung der Raumordnung etc. – Arch. Lagerstförsch. geol. B.-A., **1**, 61–68, Taf. 1–5, Wien 1982.
- HEINZ, H. & MAURITSCH, H.: Paläomagnetische Untersuchungen an der „Periadriatischen Naht“ – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 269–274, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- HEINZ, H. & WALACH, G.: Ergebnisse refraktionsseismischer Messungen im Gebiet des Lurnfeldes (Drautal, Oberkärnten). – Verh. geol. B.-A., **1979**, 77–83, 2 Abb., Wien 1979.
- HEISSEL, G.: Neues zur Deckentektonik im nördlichen Karwendel. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **5**, H. 5, 1–35, 18 Beil.-Abb., Innsbruck 1976.
- : Die geologische Neuaufnahme des Karwendelgebirges und seine tektonische Ausdeutung. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Innsbruck, 371 S., 18 Abb., 17 Taf., 22 Beil. (geol. Kt. 1: 20.000), Innsbruck 1977 a.
- : Zur Deckentektonik im nördlichen Karwendel. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **113** (1976), 75–82, 1 Abb., Wien 1977 b.
- : Karwendel – geologischer Bau und Versuch einer tektonischen Rückformung. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **8**, 227–288, 28 Abb., 8 Beilagetaf., Innsbruck 1978.
- : Bericht 1978 über geologische Aufnahmen im Mesozoikum des Karwendelgebirges etc. – Verh. geol. B.-A., **1979**, A 114–A 117, Wien 1981.
- HEISSEL, W.: Geologie der Vilser Alpen. – Jb. geol. B.-A., **87**, 235–273, 1 Tab., Taf. 11–12, 1 geol. Kt., Wien 1937.
- : Grauwackenzone der Salzburger Alpen. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **A**, 71–76, Wien 1951 a.
- : Das Kaisergebirge. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **A**, 113–116, Abb. 6–7, Taf. 18, Wien 1951 b.
- : Zur Stratigraphie und Tektonik des Hochkönig (Salzburg). – Jb. geol. B.-A., **96**, 344–356, 1 Abb., Taf. 14, Wien 1953.

- : Die grünen Werfener Schichten von Mitterberg (Salzburg). – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **4**, 338–349, 1 Abb., Wien 1954 a.
- : Beiträge zur Quartärgeologie des Inntales. – *Jb. geol. B.-A.*, **97**, 251–322, 20 Abb., Taf. 20–21, Wien 1954 b.
- : Die „Hochalpenüberschiebung“ und die Brauneisenerzlagerstätten von Werfen – Bischofshofen (Salzburg). – *Jb. geol. B.-A.*, **98**, 183–201, 3 Abb., Taf. 11–12, Wien 1955.
- : Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **48** (1955), 49–70, 1 Tab., 1 Taf., Wien 1957.
- : Zur Tektonik der Nordtiroler Kalkalpen. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **50** (1957), 95–132, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1958.
- HEISSEL, W. & EXNER, CH. [Red.]: Geologischer Führer zu den Exkursionen. – *Verh. geol. B.-A.*, Sdh. **A**, 130 S., 7 Abb., 20 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1951.
- HEISSEL, W., OBERHAUSER, R. et al.: Geologische Karte des Rätikon, Vorarlberg, 1:25.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1965.
- HEISSEL, W., OBERHAUSER, R. & SCHMIDEGG, O.: Geologische Karte des Walgaues, 1:25.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1967.
- HEKEL, H.: Nannoplanktonhorizonte und tektonische Strukturen in der Flyschzone nördlich von Wien (Bisambergzug). – *Jb. geol. B.-A.*, **111**, 293–337, 4 Abb., 8 Taf., Wien 1968.
- HEJL, E.: Geochronologische und petrologische Beiträge zur Gesteinsmetamorphose der Schladminger Tauern. – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 125 S., 56 Abb., 5 Tab., 7 Beil., Wien 1983.
- : Geochronologische und petrologische Beiträge zur Gesteinsmetamorphose der Schladminger Tauern. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **30/31**, 289–316, 2 Abb., 2 Tab., 1 Taf., 1 Beil., Wien 1984.
- HEJL, E. & SLAPANSKY, P.: Neue petrographische und geochronologische Daten zur Metamorphose im Bereich der Schladminger Tauern. – *Jber. Hochschulschwerpkt. S 15*, **4** (1982), 17–31, 3 Abb., Leoben 1983.
- HELBIG, P. & SCHMIDT, K.: Zur Tektonik und Petrogenese am W-Ende des Schneeberger Zuges (Ostalpen). – *Jb. geol. B.-A.*, **121**, 177–217, 11 Abb., Taf. 1–5, Wien 1978.
- HELLER, F.: Paleomagnetic evidence for Late Alpine rotation of the Lepontine Area. – *Eclogae geol. Helv.*, **73**, 607–618, 8 Abb., 1 Tab., Basel 1980.
- HELMCKE, D.: Erfassung steilachsiger Faltenstrukturen aus dem Luftbild am Beispiel der östlichen Klostertaler Alpen (Vorarlberg). – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1970**, 527–542, 6 Abb., Stuttgart 1970.
- : Geologie der südlichen Klostertaler Alpen (Vorarlberg, Österreich). – *Geologica et Palaeontologica*, **8**, 131–147, 14 Abb., 1 geol. Kt., Marburg 1974.
- : Die Basis der Kreideschiefer östlich des Flexen-Passes (Vorarlberg/Österreich). – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1975**, 203–211, 3 Abb., Stuttgart 1975.
- HELMCKE, D. & PFLAUMANN, U.: Zur „Transgression“ der mittleren Kreide im Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Vorarlberg, Österreich). – *Geologica et Palaeontologica*, **5**, 149–163, 2 Abb., Taf. 1–2, Marburg 1971.
- HELMCKE, D. & THIERBACH, J.: Die Tektonik des Südrandes der Klostertaler Alpen (Vorarlberg). – *Jb. geol. B.-A.*, **115**, 187–204, 13 Abb., Taf. 5, Wien 1972.

- HENNIG, E.: Das Ringen um Erkenntnis des Alpenbaues und seine Bedeutung für die geologische Weltanschauung. – Natur u. Volk, **64**, 291–302, 342–353, 24 Abb., Frankfurt/Main 1934.
- HENRICH, R.: Der Wettersteinkalk am Nordwestrand des tirolischen Bogens in den Nördlichen Kalkalpen. – Geologica et Palaeontologica, **17**, 137–177, 7 Abb., 2 Tab., 9 Taf., Marburg 1983.
- HENRICH, R. & MIRSAI, I.: A comparative study of the Supratidal and Basin Dolomites in the Anisian and Ladinian Carbonates of the „Hochstaufen Massif“ (Northern Limestone Alps). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**, 95–108, 3 Tab., Taf. 1–2, Wien 1982.
- HENRICH, R. & ZANKL, H.: Die Geologie des Hochstaufenmassivs in den Nördlichen Kalkalpen. – Verh. geol. B.-A., **1981**, 31–57, 3 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3, Wien 1981.
- HERITSCH, F.: Über das Mürztaler Erdbeben vom 1. Mai 1885. – Mitt. Erdbebenkomm. Akad. Wiss. Wien, **32**, 68 S., 1 Abb., 3 Kt., Wien 1908.
- : Die österreichischen und deutschen Alpen bis zur alpino-dinarischen Grenze (Ostalpen). – Handb. Region. Geologie, **2. Bd.**, 5. Abt., 153 S., 26 Abb., Taf. 1–2, Heidelberg (Winter) 1915.
- : Transversalbeben in den nordöstlichen Alpen. – Mitt. Erdbebenkomm. Akad. Wiss. Wien, N. F. **53**, 1–43, 1 Abb., 1 Taf., Wien 1918.
- : Analogien im seismischen Verhalten der nordöstlichen Alpen und der Westkarpathen. – Geol. Rdsch., **10**, 118–125, 1 Abb., Leipzig 1920.
- : Geologie von Steiermark. – Mitt. natwiss. Ver. Steiermark, **57**, 224 S., 60 Abb., 5 Photos, 1 Kt., Graz (U. Moser) 1921.
- : Die Grundlagen der alpinen Tektonik. – 259 S., 33 Abb., Berlin (Borntraeger) 1923.
- : Materialien zur Kenntnis des Karbons der Karnischen Alpen und der Karawanken. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **136**, 295–332, 6 Abb., Tf. 1–3, Wien 1927 a.
- : Aus dem Paläozoikum des Vellachtales in Kärnten. – Jb. geol. B.-A., **77**, 165–194, 6 Abb., 1 Tab., Wien 1927 b.
- : Die Deckentheorie in den Alpen. – Fortschr. Geol. Paläont., **6**, H. 17, 75–210, 16 Abb., Berlin (Borntraeger) 1927 c.
- : Tektonische Fragen im Karbon der Karnischen Alpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **137**, 303–338, 6 Abb., Wien 1928 a.
- : Notizen zum unteren Perm der Karnischen Alpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **137**, 339–343, Wien 1928 b.
- : *Michelinia Abichi* Waagen et Wentzel aus dem Oberkarbon des Naßfeldes in den Karnischen Alpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **137**, 759–766, Taf. 1, Wien 1928 c.
- : Faunen aus dem Silur der Ostalpen. – Abh. geol. B.-A., **23** (2), 183 S., 19 Abb., Tbn., 8 Taf., Wien 1929 a.
- : Die Tektonische Stellung von Hochwipfeldfazies und Naßfeldfazies des Karbons der Karnischen Alpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **138**, 413–423, 4 Abb., Wien 1929 b.
- : The nappe theory in the Alps. – XXX, 228 S., 16 Abb., 48 Kt. u. Diagr., London (Methuen) 1929 c.

- : Versteinerungen aus dem Karbon der Karawanken und Karnischen Alpen. – *Abh. geol. B.-A.*, **23**, H. 3, 1–56, 9 Abb., Taf. 1–4, Wien 1931.
- : Rugose Korallen aus dem Trogkofelkalk der Karawanken und der Karnischen Alpen. – *Prirodoslovne Razpr.*, **2**, 42–55, Taf. 5–6, Ljubljana 1933.
- : Die Stratigraphie von Oberkarbon und Perm in den Karnischen Alpen. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **26** (1933), 162–190, 2 Tab., Wien 1934.
- : Neue Versteinerungen aus den Naßfeldschichten der Karnischen Alpen. – *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abb. I*, **144**, 349–375, Taf. 1–2, Wien 1935 a.
- : Revision der „Brachiopoden des Trogkofelkalkes“ – *Verh. geol. B.-A.*, **1935**, 135–137, Wien 1935 b.
- : Die Karnischen Alpen. – 205 S., 4 Taf., Graz (Geol. Inst. Univ.) 1936 a.
- : Korallen aus der Moskauer-, Gshel- und Schwagerinenstufe der Karnischen Alpen. – *Palaeontographica*, **83**, Abt. A, 99–162, 1 Tab., Texttaf. 1–6, Taf. 14–18, Stuttgart 1936 b.
- : Das Erdbeben von Obdach-Reichenfels am 3. Oktober 1936. – *Mitt. natw. Ver. Steiermark*, **73**, 33–37, 1 Abb., Graz 1936 c.
- : Die stratigraphische Stellung des Trogkofelkalkes. – *N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd.* **79**, Abt. B, **1938**, 63–186, 2 Abb., 4 Beil.-Tab., Taf. 3–8, Stuttgart 1938.
- : „Clisiophyllum“ aus dem Oberkarbon. – *Zbl. Miner. etc.*, **1941**, Abt. B, 129–138, 10 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1941.
- : 1951: s. u. HERITSCH, F. & KÜHN, O. 1951.
- HERITSCH, F. & H.: Lydite und ähnliche Gesteine aus den Karnischen Alpen. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **34** (1941), 127–164, 8 Abb., Wien 1942.
- HERITSCH, F. & KÜHN, O.: Die Südalpen. – [In:] F. X. SCHAFFER [Hrsg.]: *Geologie von Österreich*, 2. Aufl., 232–301, 24 Abb., 1 geol. Kt., Wien (Deuticke) 1951.
- HERITSCH, F. & SCHWINNER, R.: Zur Geologie der Karnischen Alpen. – *Jb. geol. B.-A.*, **75**, 249–272, 1 Abb., 2 Tab., Wien 1925.
- HERITSCH, H.: Exkursion zum Basaltbruch von Weitendorf. – *Mitt. natw. Ver. Steiermark*, **93**, 199–205, 2 Tab., Graz 1963 a.
- : Exkursion in das oststeirische Vulkangebiet. – *Mitt. natwiss. Ver. Steiermark*, **93**, 206–226, 1 Abb., 9 Tab., Graz 1963 b.
- : Das oststeirische Vulkangebiet. – *Fortschr. Mineral.*, **42**, 165–169, Stuttgart 1965.
- : Das vulkanische Gestein aus einer Bohrung bei Wundschuh, südlich von Graz. – *Mitt. natw. Ver. Steiermark*, **96**, 59–68, 4 Abb., 3 Tab., Taf. 1–2, Graz 1966.
- : Über die Magmentenfaltung des steirischen Vulkanbogens. – *Cont. Mineral. and Petrol.*, **15**, 330–344, 4 Abb., 2 Tab., Berlin 1967.
- : Vulkanische Gesteine vom Steinberg bei Feldbach, Steiermark. – *Mitt. natw. Ver. Steiermark*, **98**, 16–26, 2 Abb., 6 Tab., Graz 1968.
- : Neues zur Petrographie zweier Ganggesteine aus Kärnten. – *Carinthia II, Sdh.* **28**, 209–219, 2 Abb., 3 Tab., Klagenfurt 1971.
- : Über mögliche Beziehungen zwischen den Haupttypen des pliozänen, basaltischen Vulkanismus der Oststeiermark. – *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, **112** (1975), 147–154, Wien 1976.
- : Die Metamorphose des Schiefergneis-Glimmerschiefer-Komplexes der Koralpe, Steiermark. – *Mitt. natwiss. Ver. Steiermark*, **108**, 19–30, 6 Abb., 1 Tab., Graz 1978.

- : Vulkanite aus den Tiefbohrungen von St. Nikolai, Wiersdorf und St. Peter, Oststeiermark. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **109**, 25–32, 4 Abb., 3 Tab., Graz 1979.
- : Einführung zu Problemen der Petrologie der Koralpe. – Mitt. Abt. Geol. Landesmus. Joanneum, **41**, 9–44, 13 Abb., 9 Tab., Graz 1980 a.
- : Exkursion: Petrologie des Kristallins der Koralpe. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **41**, 87–92, 1 Abb., Graz 1980 b.
- : Die Bildungsbedingungen des Granat-Disthen-Paragonit-Muskowit-Glimmerschiefers vom Gabel, Stubalpe, Weststeiermark. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **113**, 5–14, 3 Abb., 3 Tab., Graz 1983.
- HERITSCH, H. & HAYDARI, F.: Die Anwendung des Granat-Biotit-Geothermometers auf einige pelitische Metamorphite der Koralpe, Steiermark. – Mitt.bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, **48**, 1–13, 5 Abb., 5 Tab., Graz 1980.
- HERITSCH, H. & TEICH, TH.: Zur Genese des Augengneisuzuges von der östlichen Gleinalpe in die westliche Stubalpe. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **112** (1975), 115–119, Wien 1976.
- HERM, D.: Die Schichten der Oberkreide (Untere, Mittlere und Obere Gosau) im Becken von Reichenhall (Bayrische/Salzbürger Alpen). – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 320–338, 4 Abb., Hannover 1962.
- : Sedimentationszyklen und Extrembiotopie im Gosau-Becken von Brandenburg/Tirol. – Zbl. Geol. Paläont., **1976**, 439–442, 2 Abb., Stuttgart 1976.
- : Zyklische Regressions-Sedimentation und Fossil-Vergesellschaftungen in der Gosau (Santonium) von Brandenburg/Tirol. – Mitt. bayer. Staatssl. Paläont. etc., **17**, 257–277, 5 Abb., München 1977.
- : Die süddeutsche Kreide – Ein Überblick. – [In:] J. WIEDMANN [Hrsg.]: Aspekte der Kreide Europas, Int. Union geol. Sci., (A) **6**, 85–106, 2 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1979.
- HERM, D., HILLEBRANDT, A. v. et al.: Exkursion E: Lattengebirge und Untersberg-Vorland. – Geologica bavar., **82**, 181–232, 7 Abb., 1 Tab., München 1981 a.
- : Die Kreide/Tertiär-Grenze im Lattengebirge (Nördliche Kalkalpen) in mikropaläontologischer Sicht. – Geologica bavar., **82**, 319–344, 3 Abb., 2 Tab., Taf. 1–4, München 1981 b.
- HERM, D., KAUFFMAN, E. & WIEDMANN J.: The age and depositional environment of the „Gosau“-Group (Coniacian/Santonian), Brandenburg/Tirol, Austria. – Mitt. bayer. Staatssl. Paläont. etc., **19**, 27–92, 11 Abb., 1 Tab., Taf. 5–11, München 1979.
- HERMANN, W., KOHLBECK, F. & SCHEIDEGGER, A.: In situ stress measurements in highly fractured rock at Hüttenberg, Austria. – Mitt. österr. geol. Ges., **76**, 161–166, 3 Abb., 4 Tab., Wien 1983.
- HERNDLER, E.: Zur Geologie und Hydrogeologie des Horner Beckens. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 168 S., 49 Abb., 2 Tab., 65 Beil., Wien 1979.
- HERNECK, F.: Der Beitrag der geologisch-paläontologischen Wissenschaften zum Weltbild des 19. Jahrhunderts. – Ber. geol. Ges. DDR, **9**, 57–73, Berlin 1964.
- HERRMANN, A.: Geowissenschaftliche Probleme bei der Endlagerung radioaktiver Substanzen in Salzdiapiren Norddeutschlands. – Geol. Rdsch., **68**, 1076–1106, 5 Abb., 3 Tab., Stuttgart 1979.

- HERRMANN, P.: Pleistozäne Ostracodenfauna aus dem nördlichen Neusiedlerseebecken. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **107** (1970), 221–223, 1 Abb., Wien 1971.
- : Geologie der Umgebung des östlichen Leithagebirges (Burgenland). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **22** (1973), 165–189, 13 Abb., Taf. 14, Wien 1974.
- : Geol. Karte der Rep. Österreich, 1: 50.000, Blatt 139 Lutzmannsburg. – Wien (Geol. B.-A.) 1980.
- HERRMANN, P. & PAHR, A.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1: 50.000, Blatt 137, Oberwart. – Wien (Geol. B.-A.) 1982.
- HERRMANN, P. & SCHWERD, K.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1: 25.000, Blatt 82 Bregenz, Wien 1982. Mit Erläut. 28 S., 2 Abb., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1983.
- HERTWECK, G.: Die Geologie der Ötscherdecke im Gebiete der Triesting und der Piesting usf. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **12**, 3–84, Taf. 1–6, Wien 1961.
- : Schwechatfenster und Schwechathalbfenster. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **102**, 39–44, 1 Abb., Wien 1965.
- HERZOG, U.: Zur Gewinnung von Conodonten aus Lyditen etc. – Carinthia II, **173/93**, 363–369, 2 Abb., 1 Taf., Klagenfurt 1983.
- HERZOG, U. & KAHLER, F.: Geologische Ergebnisse geophysikalischer Messungen im Kohlentertiär südlich von Wolfsberg im Lavanttal (Kärnten). – Carinthia, **168** bzw. (II) **88**, 47–54, 3 Abb., Klagenfurt 1978.
- HESS, R.: Zur Geologie der Admonter Schuppenzone im Raum Ardnung etc. – Unveröff. Dipl.arb. Inst. Geol. Miner. Univ. Erlangen, 169 S., 58 Abb., 2 Tab., 25 Taf., 4 Beil., 9 Profile, Erlangen (Xerokopie) 1981.
- : Das Spurenfossil *Asteriacites* im klastischen Permoskyth (Prebichl-Schichten) der südlichen Admonter Schuppenzone (Ostalpen) etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1983**, 513–519, 3 Abb., Stuttgart 1983.
- HESSE, R.: Herkunft und Transport der Sedimente im bayerischen Flyschtrog. – Z. dt. geol. Ges., **116** (1964), 403–426, 5 Abb., 4 Taf., Hannover 1965.
- : Flysch-Gault und Falknis-Tasna-Gault (Unterkreide) etc. – Geologica et Palaeontologica, Sdb. **2**, 90 S., 14 Abb., 8 Tab., 12 Taf., Marburg 1973 a.
- : Lithostratigraphie, Petrographie und Entstehungsbedingungen des bayerischen Flysches: Unterkreide. – Geologica bavar., **66** (1972), 148–222, 10 Abb., 7 Tab., 4 Beil., 3 Taf., München 1973 b.
- : Long-Distance Continuity of Turbidites: Possible Evidence for an Early Cretaceous Trench-Abyssal Plain in the East Alps. – Bull. geol. Soc. Amer., **85**, 859–870, 7 Abb., Boulder 1974.
- : Turbiditic and non-turbiditic mudstone of Cretaceous flysch sections of the East Alps and other basins. – Sedimentology, **22**, 387–416, 11 Abb., 2 Tab., Oxford etc. 1975 a.
- : Dokumentiert der penninische Flysch der Ostalpen als Tiefsee-Grabenfüllung eine kretazisch-alttertiäre Plattengrenze? – Nachr. dt. geol. Ges., 21–23, Hannover 1975 b.
- HESSE, R. & BUTT, A.: Paleobathymetry of Cretaceous turbidite basins of the East Alps relative to the calcit compensation level. – J. Geol., **34**, 505–533, 12 Abb., 1 Tab., Chicago 1976.

- HEUBERGER, H.: Gletschervorstöße zwischen Daun- und Fernaustadium in den nördlichen Stubai-er Alpen (Tirol). – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **3**, 91–98, 6 Abb., Innsbruck 1956.
- : Gletschergeschichtliche Untersuchungen in den Zentralalpen zwischen Sellrain und Ötztal. – Wiss. Alpenver.-H., **20**, 1–126, 9 Abb., 5 Luftbilder, 2 Tab., 1 Kt., Innsbruck 1966.
- : Die Alpengletscher in Spät- und Postglazial. – Eiszeitalter u. Gegenwt., **19**, 270–275, Öhringen 1968.
- HEUBERGER, H. & BESCHEL, R.: Beiträge zur Datierung alter Gletscherstände im Hochstubai. – Schlern-Schr., **190** (Festschr. H. Kinzl), 73–100, Innsbruck 1958.
- HEUSSER, G.: Kosmogene Radionuklide im Chondriten Ybbsitz. – Ann. nat. hist. Mus. Wien, **87** A, 61–64, Wien 1985.
- HISSLLEITNER, G.: Das Wieser Revier. – Berg- u. hüttenmänn. Jb., **74**, 65–81, 83–103, 12 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Wien 1926.
- HILBER, V.: Die Miözän-Ablagerungen von Gamlitz bei Ehrenhausen in Steiermark. – Jb. geol. R.-A., **27**, 251–270, 1 Tab., Taf. 4, Wien 1877.
- : Neue Conchylien aus den mittelsteirischen Mediterranschichten. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., Abth. I, **79**, 416–464, Taf. 1–6, Wien 1879.
- : Asymmetrische Thäler. – Petermanns Mitt., **32**, 171–177, 7 Abb., Gotha 1886.
- : Die Entstehung der Thal-Ungleichseitigkeit. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **26** (1889), S. LXXXIV–XC, Graz 1890.
- : Sarmatisch-miocäne Conchylien Oststeiermarks. – Mitt. natwiss. Ver. Stmk., **28**, 235–248, 1 Taf., Graz 1891.
- : Das Tertiärgebiet um Hartberg in der Steiermark und Pinkafeld in Ungarn. – Jb. geol. B.-A., **44** (1894), 389–413, 1 Tab., Wien 1895.
- : Wanderblöcke in Mittelsteiermark. – Exk.führer 9. intern. Geol. Kongr. Wien, **25**, Nr. V, 10 S., 2 Kt., Wien 1903.
- : Eine Diskordanz im steirischen Leithakalk. – Mitt. geol. Ges. Wien, **6**, 229–233, Taf. 7, Wien 1913.
- HILLEBRANDT, A. v.: Das Alttertiär im Becken von Reichenhall und Salzburg (Nördliche Kalkalpen). – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 339–358, 7 Abb., Hannover 1962 a.
- : Das Paleozän und seine Foraminiferenfauna im Becken von Reichenhall und Salzburg. – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., N. F. **108**, 182 S., 12 Abb., 15 Taf., München 1962 b.
- HILTEN, D. VAN: Evaluation of some geotectonic hypotheses by paleomagnetism. – Tectonophysics, **1**, 3–71, 8 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3, Amsterdam 1964.
- HILTERMANN, H.: Bibliographie stratigraphisch wichtiger mikropaläontologischer Publikationen von etwa 1830–1958 mit Kurzreferaten. – 403 S., Stuttgart (Schweizerbart) 1961.
- HIMMELBAUER, A.: Minerale der Graphitlagerstätte Röhrenbach. – Tschermarks miner. petrogr. Mitt., (2) **37**, 207–210, Wien 1927.
- HINKEL, W.: Herstellung von Stationsröhren in der geschlossenen Bauweise etc. – Der Aufbau, **31** (3), S. U4–U6, 10 Abb., Wien 1976.
- HINTEREGGER, H.: Fazies und Stratigraphie der Opponitzer Schichten etc. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 160 S., 54 Abb., 14 Beil., Wien 1979.

- HIRSCH, F.: Étude stratigraphique du trias moyen de la région de l'Arlberg. – Thèse Fac. Sci. Univ. Zurich, 84 S., zahlr. Abb., Zürich (Offset-Express/Genf) 1966.
- HIRSCHBERG, K.: Die Geologie des Mandlingzuges (Oberes Ennstal, Österreich). – Diss. natw. Fak. Univ. Marburg/Lahn, 110 S., 19 Abb., 5 Diagr.-Taf., 4 Beil.-Taf., Marburg/L. (Photodruck) 1965.
- HIRSCHBERG, K. & JACOBSHAGEN, V.: Stratigraphische Kondensation in Adnether Kalken am Rötelstein bei Filzmoos (Salzburger Kalkalpen). – Verh. geol. B.-A., **1965**, 33–42, 1 Abb., Wien 1965.
- HLAUSCHEK, H.: Der Bau der Alpen und seine Probleme. – XXII, 630 S., 192 Abb., 11 Tab., Stuttgart (Enke) 1983.
- HOCHSTETTER, H.: Fauna des Walbersdorfer Tegels. – Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **71**, 155–56, Wien 1934.
- HOCHSTETTER, K.: Die Entwicklung der Lavanttaler Braunkohlengruben zur Großanlage. – Montan-Rdsch., **6**, 235–242, 8 Abb., Wien 1958.
- HOCHULI, P.: Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys. – Beitr. Paläont. Österr., **4**, 1–132, 21 Abb., 3 Tab., Taf. 1–14, Wien 1978.
- HOCK, V.: Mineralzonen in Metapeliten und Metapsammiten der Moravischen Zone in Niederösterreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **66–67** (1973/74), 49–60, 5 Abb., Wien 1975.
- : Tremolit/Aktinolith und Diopsid-führende Metasedimente im Bereich Fuscherkar-kopf-Hochtor (Mittlere Hohe Tauern). – Jber. geol. Tiefbau Ostalpen, **5**, 32–42, 2 Abb., 2 Tab., Wien (Zentralanst. Meteor.) 1977.
- : Ophiolites in the middle part of the Hohe Tauern, Austria. – Ofioliti, **5** (1), 57–64, 1 Abb., 2 Tab., Bologna 1980 a.
- : Distribution maps of minerals of the Alpine metamorphism in the penninic Tauern window, Austria. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 119–127, 3 Abb., Wien 1980 b.
- : Ultrabasische Gesteine der mesozoischen Bündnerschiefer-Serie in den mittleren Hohen Tauern. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **2** (1980), 71–80, 2 Abb., 2 Tab., Leoben 1981.
- : Mesozoic Ophiolites and Non-Ophiolitic Metabasites in the Central Part of the Tauern Window (Eastern Alps, Austria). – Ofioliti, **8**, 103–126, 11 Abb., 3 Tab., Bologna 1983 a.
- : Mantelheterogenitäten als Ursache chemisch unterschiedlicher Metabasite in den Hohen Tauern. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **4** (1982), 47–56, 4 Abb., Leoben 1983 b.
- HOCK, V & HOSCHEK, G.: Metamorphism of mesozoic calcareous metasediments in the Hohe Tauern, Austria. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 99–118, 7 Abb., 2 Tab., Wien 1980.
- HÖCK, V & MILLER, CH.: Chemistry of mesozoic metabasites in the middle and eastern part of the Hohe Tauern. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 81–88, 7 Abb., Wien 1980.
- HÖCK, V & SCHLAGER, W.: Einsedimentierte Großschollen in den jurassischen Strub-bergbreccien des Tennengebirges (Salzburg). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **101**, 228–229, Wien 1964.

- HÖCK, V & VETTERS, W.: Bericht 1972 über geologische Aufnahmen auf Blatt Horn (21). – Verh. geol. B.-A., **1973**, A 26–A 28, Wien 1973.
- HÖCK, V & ZIMMERER, F.: Zur Kenntnis der Metamorphose der Prasinite in den Mittleren Hohen Tauern, Salzburg. – Geol. Tiefbau Ostalpen, **6**, 32–40, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1978.
- HOEHNE, K.: Jungtertiäre „Kieselhölzer“ in den Rosenbacher Kohlschichten bei Latschach etc. – Geologie, **2**, 185–189, 12 Abb., Berlin 1953.
- HOERNES, R.: Die Fauna des Schliers von Ottnang. – Jb. geol. R.-A., **25**, 333–400, 1 Tab., Taf. 10–15, Wien 1875.
- : Die fossilen Säugethierformen der Steiermark. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **14**, 52–75, 1 Tab., Graz 1877.
- : Erdbeben und Stoßlinien Steiermarks. – Mitt. Erdbeben-Comm. Akad. Wiss. Wien, N. F. **7**, 1–115, Wien 1902.
- : Bau und Bild der Ebenen Österreichs. – [In:] E. SUESS [Hrsg.]: Bau und Bild Österreichs, 915–1110, 28 Abb., Wien – Leipzig (Tempisky & Freytag) 1903.
- HOERNES, R. & AUINGER, M.: Die Gasteropoden der Meeres-Ablagerungen der ersten und zweiten miocänen Mediterran-Stufe etc. – Abh. geol. R.-A., **12**, H. 1, 382 S., 2 Abb., 50 Taf., Wien 1879.
- HOFBAUER, R.: Neue Graphitbergbaue im niederösterreichischen Waldviertel. – Montan-Rdsch., **1962**, 82–84, Wien 1962.
- HÖFER, H. v.: Die Erdbeben Kärntens und ihre Stoßlinien. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. II, **42**, 1–90, etl. Tab., 3 Kt., Wien 1880.
- : Das Miocän bei Mühlendorf in Kärnten. – Jb. geol. R.-A., **42** (1892), 311–324, 1 Abb., Wien 1893.
- : Das Alter der Karawanken. – Verh. geol. R.-A., **1908**, 293–295, 1 Abb., Wien 1908.
- : Schwundspalten (Schlechten, Lassen). – Mitt. geol. Ges. Wien, **8**, 1–39, 1 Abb., Taf. 1–2, Wien 1915.
- : Die Verwerfungen. – 128 S., 95 Abb., Braunschweig (Vieweg) 1917.
- HOFER, H. & TICHY, G.: Profile aus der unteren Muntigler Serie (Flysch) des Hendorfer Waldes, Salzburg. – Der Karinthin, **89**, 73–94, 2 Abb., 3 Tab., 2 Taf., 2 Profile, Salzburg 1983.
- HOFFERT, E.: Zur Geologie der mittleren Lienzer Dolomiten. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **6** (10), 5–64, Innsbruck 1977.
- HOFFMANN, K.: Bericht über die geologische Detailaufnahme in dem nordwestlichen Theile des Eisenburger Comitates. – Verh. geol. R.-A., **1877**, 14–23, Wien 1877.
- HÖFLE, H.: Mikropaläontologische und sedimentpetrographische Untersuchungen etc. des Ultrahelvetikums (Liebensteiner Decke) in Vorarlberg und im Allgäu. – Geol. Jb., A **1**, 1–73, 18 Abb., 1 Taf., Hannover 1972.
- HÖFLING, R.: Faziesverteilung und Fossilvergesellschaftungen im karbonatischen Flachwasser-Milieu der alpinen Oberkreide (Gosau-Formation). – Münchner geowiss. Abh., (A) **3**, 204 S., 55 Abb., zahlr. Tab., 18 Taf., München 1985.
- HOFMANN, A.: Beiträge zur miocänen Säugethierfauna der Steiermark. – Jb. geol. R.-A., **42** (1892), 63–76, Taf. 2–3, Wien 1893 a.
- : Die Fauna von Görtschach. – Abh. geol. R.-A., **15**, H. 6, 1–87, 1 Abb., etl. Tab., 17 Taf., Wien 1893 b.

- HOFMANN, A. & ZDARSKY, A.: Beitrag zur Säugetierfauna von Leoben. – Jb. geol. R.-A., **54** (1904), 577–594, 1 Abb., 6 Tab., Taf. 14–16, Wien 1905.
- HOFMANN, E.: Inkohlte Pflanzenreste aus dem Tertiär von St. Kathrein am Hauenstein. – Berg- u. hüttenm. Jb., **74**, 152–162, 17 Abb., Wien 1926.
- Vergleichende anatomische Untersuchungen etc. an fossilen Pneumatophoren aus Parschlug in Steiermark. – Berg- u. hüttenmänn. Jb., **75**, 93–106, 27 Abb., Wien 1927.
- Paläobotanische Untersuchungen über das Kohlenvorkommen im Hausruck. – Mitt. geol. Ges. Wien, **20** (1927), 1–28, 1 Abb., Taf. 1–4, Wien 1929 a.
- Fossile Pflanzenreste aus dem Tertiär des Lavantales in Kärnten. – Verh. geol. B.-A., **1929**, 101–120, 2 Tab., Wien 1929 b.
- Tertiäre Pflanzenreste von verschiedenen österreichischen Lagerstätten. – Mitt. geol. Ges. Wien, **25** (1932), 144–176, 1 Tab., Wien 1933.
- Über einige Tertiärfloren in Braunkohlenlagern. – Mitt. geol. Ges. Wien, **30/31** (1937/38), 151–156, Wien 1939.
- Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberdonau. – Palaeontographica, **88 B**, 1–86, 14 Abb., Taf. 1–13, Stuttgart 1944.
- HOFMANN, E. & KAHLER, F.: Entstehung und Alter des inneralpinen Basaltes von Kollnitz im Lavanttal (Ostkärnten). – Zbl. Miner. etc., Abt. B, **1938**, 399–409, 2 Abb., Stuttgart 1938.
- HOFMANN, F.: Neue Befunde über die westliche Fortsetzung des beckenaxialen Glimmersand-Stromsystems in der Oberen Süßwassermolasse des schweizerischen Alpenvorlandes. – Eclogae geol. Helv., **62**, 279–284, 2 Abb., 1 Tab., Basel 1969.
- HOFMANN, R.: Die Tektonik des Bayerischen Pfahls. – Geol. Rdsch., **52**, 332–346, 3 Abb. (Taf. 8–9), Stuttgart 1962.
- HOFMANN, W.: Zur Lithofazies und Paläogeographie der Raibler Schichten in den Südtiroler Dolomiten etc. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21**, 225–234, Taf. 1–2, Innsbruck (1972) 1973.
- HOHENEGGER, J.: Zur Anwendung stochastischer Methoden in der Taxonomie obernorischer Nodosarien. – Verh. geol. B.-A., **1974**, 25–69, 8 Abb., Taf. 1–5, Wien 1974.
- HOHENEGGER, J. & LEIN, R.: Die Reiflinger Schichten des Schneeberg-Nordostabfalles und ihre Foraminiferenfauna. Teil 1. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **24**, 203–261, 7 Abb., Taf. 14–18, Wien (1977) 1978.
- HOHENEGGER, J. & LOBITZER, H.: Die Foraminiferen-Verteilung in einem obertriadischen Karbonatplattform-Becken-Komplex der östlichen Nördlichen Kalkalpen. – Verh. geol. B.-A., **1971**, 458–485, 4 Abb., Taf. 1–3, Wien 1971.
- HOHENEGGER, J. & PILLER, W.: Wandstruktur und Großgliederung der Foraminiferen. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **184**, 67–96, 6 Abb., Taf. 1–11, Wien 1975.
- HOINKES, G.: Mineralreaktionen und Metamorphosebedingungen in Metapeliten des westlichen Schneebergerzuges etc. – Tschermarks miner. petrogr. Mitt., (3) **28**, 31–54, 9 Abb., Wien 1981.
- Cretaceous metamorphism of metacarbonates in the Austroalpine Schneeberg complex, Tirol. – Schweiz. miner. petrogr. Mitt., **63**, 95–114, 10 Abb., 3 Tab., Zürich 1983.

- HOINKES, G., PURTSCHELLER, F.: Zur Metamorphose des Schneebergerzuges. – Geol. Tiefbau Ostalpen, **7** (1977/II), 11–16, 4 Abb., 1 Tab., Wien (Zentralanst. Meteor.) 1979.
- HOINKES, G. & THÖNI, M.: Neue geochronologische und geothermobarometrische Daten zum Ablauf und zur Verbreitung der kretazischen Metamorphose im Ötztalkristallin. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 73–83, 3 Abb., 1 Tab., Leoben 1983.
- HOLDER, H.: Geologie und Paläontologie in Texten und ihrer Geschichte. – Orbis academicus, II/11, XVIII, 566 S., 51 Abb., 13 Taf., Freiburg/München (K. Alber) 1960.
- : Jura der Alpen und der Tethys. – Zbl. Geol. Paläont., T. I, **1973**, 419–431, Stuttgart 1974.
- HOLGER, PH. A.: Geognostische Karte des Kreises ob dem Manhartsberge etc. – 44 S., 1 Kt., Wien (Singer & Goering) 1842.
- HÖLL, R.: Early Paleozoic Ore Deposits of the Sb-W-Hg Formation in the Eastern Alps and Their Genetic Interpretation. – [In:] D. KLEMM & H.-J. SCHNEIDER [Hrsg.]: Time- and Strata-Bound Ore Deposits, 169–198, 3 Abb., Berlin (Springer) 1977.
- : Time- and Stratabound Early Paleozoic Scheelite, Stibnite and Cinnabar Deposits in the Eastern Alps. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 369–387, 4 Abb., 1 Tab., Wien 1979.
- HÖLL, R. & MAUCHER, A. et al.: Neutronenaktivierungsanalytische Bestimmungen von Gold, Silber, Wolfram und Antimon in der Scheelitlagerstätte Felbertal (Österreich) etc. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **124**, 54–63, 4 Abb., 3 Tab., Wien 1979.
- HOLLAND, H. & TRENDALL, A. [Hrsg.]: Patterns of Change in Earth Evolution. – Dahlem Workshop Rep., PC **5**, X, 432 S., 48 Abb., 12 Tab., 4 Photos, Berlin etc. (Springer) 1984.
- HOLLER, A.: Über die Fauna der Meeresbildungen von Wetzelsdorf bei Preding in Steiermark. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **36** (1899), 48–71, 1 Abb., 1 Tab., Graz 1900.
- HOLLER, H.: Ergebnisse der zweiten Aufschlußperiode (1938–1941) beim Blei-Zink-Erzbau Eisenkappel in Kärnten etc. – Carinthia, **167** bzw. II, **87**, 31–51, 6 Abb., Klagenfurt 1977 a.
- : Geologisch-tektonische Aufnahmen westlich der Bleiberger Lagerstätte (1947–1955). – Carinthia II, Sdh., **33**, 97 S., 12 Abb., Klagenfurt 1977 b.
- HOLLER, H.: Ein vulkanischer Tuff aus den Reiflinger Kalken, E von Groß Reifling. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **100**, 323–324, Wien 1963.
- HOLOPAINEN, E.: On the gravity field and the isostatic structure of the earth's crust in the East Alps. – Publ. Isostat. Ins. Helsinki, **16**, 94 S., Helsinki 1947.
- HOLUB, B., MARSCHALLINGER, R. & HÖCK, V.: Ein saurer, mesozoischer Metavulkanit (Edweingneis) der Mittleren Hohen Tauern (Seidlwinkltal, Salzburg). – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **5** (1983), 21–36, 3 Abb., 4 Tab., Leoben 1984.
- HOLUB, M. & TENÍK, I.: The Pattern of the metallogenic development of the southeastern part of the Bohemian Massif etc. – [In:] J. FEDAK [Hrsg.]: The current metallogenic problems of Central Europe, 333–341, Warszawa (Geol. Inst.) 1976.
- HOLUBEC, J.: The Tectonic units in the core of the Bohemian Massif. – Sborník geol. věd, geol., **26** (1974), 105–111, 1 Abb., Praha 1974.

- HOLZER, H. F.: Photogeologische Karte eines Teiles der Goldberggruppe (Hohe Tauern). – Jb. geol. B.-A., **101**, 25–34, Taf. 3, Wien 1958 a.
- : Zur photogeologischen Karte der Kreuzeckgruppe. – Jb. geol. B.-A., **101**, 187–190, Taf. 16, Wien 1958 b.
- : Photogeologische Karte des Raumes Radhausberg (Hohe Tauern). – Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl. III, H. 1 (Festschr. E. Kraus), 329–331, 1 Kt.-Taf., Berlin 1960.
- : Geologische Beobachtungen an niederösterreichischen Graphitlagerstätten. – Verh. geol. B.-A., **1961**, 90–98, 2 Abb., Wien 1961.
- : Über einige weitere niederösterreichische Graphitlagerstätten. – Verh. geol. B.-A., **1963**, 79–91, 2 Abb., Wien 1963.
- : Die Flinzgraphitvorkommen im außeralpinen Grundgebirge Ober- und Niederösterreichs. – Verh. geol. B.-A., **1964**, 360–371, 1 Abb., Wien 1964 a.
- : Niederösterreichische Graphitlagerstätten. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57**, H. 1, 163–168, 1 Taf., Wien 1964 b.
- : Geologische Luftbildinterpretation: Zur photogeologischen Karte des Dachsteinplateaus. – Jb. geol. B.-A., **107**, 1–9, Taf. 1, Wien 1964 c.
- : Erläuterungen zur Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich. – [In:] P. BECK-MANNAGETTA et al.: Erläut. z. Geol. und Lagerstättenkarte 1 : 1,000,000 v. Österreich, 29–65, 2 Tab., Wien (Geol. B.-A.) 1966.
- : Österreichs Rohstoffbedarf – Deckungsmöglichkeiten aus inländischen Lagerstätten. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 389–392, Wien 1979.
- : Erze. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 531–538, 3 Abb., Wien – N.Y (Springer) 1980.
- : Rohstoffsuche in Österreich, Möglichkeiten und Strategien. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **126** (6), 249–253, 1 Tab., Wien 1981.
- : Rohstoffforschung in Österreich: Ziele, Durchführung, Ergebnisse. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **128**, 29–34, 3 Tab., Leoben 1983.
- HOLZER, H. F. & KÜPPER, K.: Geologische Beobachtungen am Hollingstein (Waschbergzug). – Verh. geol. B.-A., **1953**, 146–150, Wien 1953.
- HOLZER, H. F., MALECKY, G. et al.: Mineralische Rohstoffe und Energieträger. [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs. 529–579, 15 Abb., 1 Tab., Wien – N.Y (Springer) 1980.
- HOLZER, H. F. & STUMPFL, E.: Mineral Deposits of the Eastern Alps. – Abh. geol. B.-A., **34**, 171–196, 17 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- HOLZER, H. F., STUMPFL, E. et al.: An interdisciplinary geoscientific investigation of a proposed site for radioactive waste disposal in Austria. – [In:] Underground Disposal of Radioactive Wastes, **2**, 12 S., Wien (IAEA – SM – 243/1) 1980.
- HOLZER, H. F., WEBER, F. & TRIMMEL, F.: Zur Geologie und Geophysik der Gipslagerstätte Preinsfeld bei Heiligenkreuz, N.-Ö. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **120**, 569–576, 9 Abb., Wien 1975.
- HOLZER, H. F. & WIEDEN, P.: Kaolin Deposits of Austria. – Rep. 23rd Sess. intern. geol. Congr. 1968, **15**, 25–32, 1 Abb., 3 Tab., Prague 1969.
- HOLZER, H.-L.: Stratigraphie und Lithologie der Jura-Kreide-Folge im nördlichsten Pechgraben-Steinbruch (O.-Ö.). – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **98**, 47–57, 4 Abb., 1 Taf., Graz 1968.

- : Eine stratigraphische Tabelle der Malmvorkommen Österreichs. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **4**, 219–242, 2 Tab., Wien 1978.
- : Radiolaria aus Ätztückständen des Malm und der Unterkreide der Nördlichen Kalkalpen (Österreich). – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 153–167, 3 Abb., Taf. 1–2, Wien 1980.
- HÖLZL, O.: Die Corbiculidae der oligozänen und miozänen Molasse Oberbayerns. – Geologica bavar., **29**, 84 S., 6 Abb., 7 Taf., München 1957.
- : Die Mollusken-Fauna des oberbayrischen Burdigals. – Geologica bavar., **38**, 348 S., 6 Abb., 22 Taf., München 1958.
- : Zur Faunenkenntnis der oberbayerischen Miozänmolasse und ihren Beziehungen zu Oberösterreich und dem Wiener Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **52** (1959), 143–148, 3 Tab., Wien 1960.
- : Die Molluskenfauna der oberbayerischen marinen Oligozänmolasse etc. – Geologica bavar., **50**, 275 S., 13 Abb., 12 Taf., München 1962.
- HOMANN, O.: Der geologische Bau des Gebietes Bruck a. d. Mur–Stanz. – Mitt. Mus. Bergb. Joanneum, **14**, 47 S., 1 Kt., 1 Taf., Graz 1955.
- HOMANN, W.: Fazielle Gliederung der Unteren Pseudoschwagerinenkalke (Unter-Perm) der Karnischen Alpen. – N. Jb. Paläont. Mh., **1969**, 265–280, 4 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1969.
- : Litho- und biofazielle Gliederung der Rattendorfer Schichten etc. – Auszug Diss. Fak. Chemie etc. T.H. Darmstadt, 4 S., Darmstadt (Photodruck) 1970.
- : Korallen aus dem Unter- und Mittelperm der Karnischen Alpen. – Carinthia II, Sdh. **28**, 97–143, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 1–4, Klagenfurt 1971.
- : Unter- und tief-mittelpermische Kalkalgen aus den Pottendorfer Schichten, etc. – Senckenbergiana Lethaea, **53**, 135–313, 10 Abb., 60 Tab., 10 Taf., Frankfurt/Main 1972.
- HONIG, H.: Refraktionsseismische Erkundung der verdeckten Felsoberfläche im Bereich des Murtales zwischen Judendorf und Gösting N Graz. – Diss. Techn. Univ. Graz, 154 S., 37 Abb., Graz 1977.
- : Sichtung und Bewertung der wichtigsten vorliegenden Naturraumpotential-Modellentwicklungen im In- und Ausland. – Unveröff. Ber., 48 S., Graz (Inst. f. Umweltforsch.) 1983.
- HÖNIG, H., TISCHLER, G. et al.: Erstellung von Rohstoffsicherungskarten in der Region Leibnitz etc., 1. Zwischenbericht. – 57 S., 25 Abb., Graz (Inst. f. Umweltforsch.) 1984
- HORKEL, A.: Zum Alter einiger Sideritvorkommen im oberostalpinen Permoskyth im Gebiet der Hohen Veitsch (Stmk.) – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **122**, H. 2 a, 35–40, 1 Abb., Wien 1977.
- HORNESS, M.: Die fossilen Mollusken des Tertiaer-Beckens von Wien. 1. Univalven. – Abh. geol. R.-A., **3**, 736 S., 1 Tab., 1 Kt., Atlas mit 52 Taf., Wien 1856.
- : Die fossilen Mollusken des Tertiaer-Beckens von Wien. 2. Bivalven. – Abh. geol. R.-A., **4**, 479 S., Atlas mit 85 Taf., Wien 1870.
- HORNINGER, G.: Der Schärddinger Granit. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., N. F., **47**, 26–79, 5 Abb., 16 Diagr., 2 Kt., Leipzig 1935.
- : Alois Kieslinger. – Verh. geol. B.-A., **1975**, 201–211, Wien 1975.

- : Geologische Erfahrungen vom Bau der Kavernengaragen Mönchsberg-Nord, Salzburg. – *Rock Mechanics*, Suppl. **5**, 3–28, 9 Abb., Wien 1976.
- HORNINGER, G. & WEISS, E. H.: *Engineering Geology in Mountainous Regions*. – *Abh. geol. B.-A.*, **34**, 257–286, 14 Abb., Wien 1980.
- HORVATH, S.: Die Entwicklung der bohrlochgeophysikalischen Tätigkeit der ÖMV-AG. – *Erdoel-Erdgas*, **100**, 304–307, 3 Abb., 1 Tab., Hamburg – Wien 1984.
- HOSCHEK, G.: Phase Relations of a Simplified Marly Rock System With Application to the Western Hohe Tauern (Austria). – *Contrib. Mineral. Petrol.*, **73**, 53–68, 13 Abb., 4 Tab., Berlin 1980.
- : Zur Abschätzung von P, T, X Bedingungen der alpidischen Metamorphose an Hand karbonatführender Metasedimente der westlichen Hohen Tauern. – *Jber. 1980 Hochschulschwerpkt.* S 15, **2**, 59–66, 2 Abb., 1 Tab., Graz 1981.
- : Alpidische Metamorphosebedingungen in Metasedimenten der westlichen Hohen Tauern. – *Jber. Hochschulschwerpkt.* S 15, **3** (1981), 33–35, Leoben 1982.
- : Alpine metamorphism of calcareous metasediments in the Western Hohe Tauern, Tyrol. – *Contrib. Mineral. Petrol.*, **87**, 129–137, 7 Abb., 4 Tab., Berlin 1984.
- HOSCHEK, G., KIRCHNER, E. CH. et al.: Metamorphism in the Austroalpine Units between Innsbruck and Salzburg (Austria) – A Synopsis. – *Mitt. österr. geol. Ges.* **71/72** (1978/79), 335–341, 1 Abb., Wien 1980.
- HÖTZL, H.: Zur Kenntnis der Tressenstein-Kalke (Ober-Jura, Nördliche Kalkalpen). – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **123**, 281–310, 10 Abb., 4 Tab., Taf. 32–36, Stuttgart 1966.
- HOWARD, A. D. & REMSON, I.: *Geology in environmental planning*. – XVIII, 478 S., zahlr. Abb., New York etc. (Mc Graw-Hill) 1978.
- HRADIL, G.: Der Ölschiefer von Häring in Tirol. – *Erdöl u. Kohle*, **6**, 189–191, Hamburg 1953.
- HSÜ, K. J.: The meaning of the word Flysch – a short historical search. – *Spec. paper geol. Assoc. Canada*, **7**, 1–11, Toronto 1970.
- HUBBERT, M. & RUBEY, W.: Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting. I. – *Bull. geol. Soc. Amer.*, **70**, 115–166, 32 Abb., 5 Tab., New York 1959.
- HÜBEL, G. & KOSTELKA, L.: Geologischer Überblick über die Blei-Zinklagerstätte Bleiberg-Kreuth. – [In:] O. SCHULTZ [Hrsg.]: *Blei und Zink in Österreich*, 13–17, Abb., 6–8, Klagenfurt (BBU) 1978.
- HÜBEL, G., PÖSCHL, M., AIGNER, R. & POLEGEG, S.: Systematische Erfassung von Lokergesteinen in der Steiermark. Teil I: Bestandsaufnahme. 128 S., 3 Tab., 3 Beil. (4 Kt. 1:100.000, 43 Kt. 1:50.000, Blätter f. 1311 Lagerstätten), Graz (Inst. f. Umweltgeol.) 1984.
- HÜBEL, G. & RAUCH, G.: Naturraumpotentialkarten der Steiermark. Rohstoffsicherungskarte Mürztal. Unveröff. Ber. 1983. – 64 S., 5 Beil.-Kt., Graz (Inst. Umweltgeol.) 1984.
- HÜBEL, K.: Radioökologie der Donau. – 23. Arbeitstagg. intern. Arbgem. Donauforsch., 88–97, 2 Abb., Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1983.
- HUBER, A.: Geschichte der Gründung und der Wirksamkeit der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften während der ersten fünfzig Jahre ihres Bestandes. – 176 S., Wien (Gerold) 1897.

- HÜBL, H.: Säugetierfunde in der Oststeiermark zwischen Raab und Feistritz. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **75**, 48–59, Taf. 2, Graz 1939.
- HÜCKEL, B. et al.: Über den Bau des Allgäuer Hauptkammes und der Hornbachkette (Nördliche Kalkalpen). – Z. dt. geol. Ges., **112** (1960), 91–104, 5 Abb., Taf. 4–5, Hannover 1960.
- HUCKRIEDE, R.: Conodonten in der mediterranen Trias. – Verh. geol. B.-A., **1955**, 260–264, Wien 1955.
- : Die Kreideschiefer bei Kaisers und Holzgau in den Lechtaler Alpen (Apt-Unteres Cenoman). – Verh. geol. B.-A., **1958**, 71–86, Wien 1958 a.
- : Die Conodonten der mediterranen Trias und ihr stratigraphischer Wert. – Paläont. Z., **32**, 141–175, 1 Tab., Taf. 10–14, Stuttgart 1958 b.
- : Das sogenannte Klesenzafenster in den Vorarlberger Kalkalpen. – Notizbl. hess. L.-A. Bodenforsch., **87**, 227–238, 4 Abb., Wiesbaden 1958 c.
- : Die Eisenspitze am Kalkalpensüdrand (Lechtaler Alpen, Tirol). – Z. dt. geol. Ges., **111** (1959), 410–433, 4 Abb., Hannover 1959 a.
- : Trias, Jura und tiefere Kreide bei Kaisers in den Lechtaler Alpen (Tirol). – Verh. geol. B.-A., **1959**, 44–92, 1 Abb., Wien 1959 b.
- HUCKRIEDE, R. & JACOBSHAGEN, V.: Ein Querschnitt durch die Nördlichen Kalkalpen (Oberstdorf – Pettneu). – Z. dt. geol. Ges., **109** (1957), 373–388, 6 Abb., 1 Tab., Taf. 5, Hannover 1958.
- HUF, W.: Die Schichtenfolge der Aufschlußbohrung „Dornbirn 1“ (Vorarlberg, Österreich). – Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol. Ing., **29**, Nr. 77, 9–10, Zürich 1963.
- HÜGEL, G.: Zur Geologie des nordwestlichen Bregenzerwaldes. – Jb. Vorarlberger Landesmus.-Ver., **1961**, 204–228, Bregenz 1962.
- HUMPESCH, U. [Red.]: Beitrag der internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung zur Lösung von Wasserproblemen im Donauraum. – V, 210 S., etl. Abb. u. Tab., Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1983.
- HUSEN, D. VAN: Ein Beitrag zur Talgeschichte des Ennstales im Quartär. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **18** (1967), 249–286, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1968.
- : Zum Quartär des unteren Ennstales von Großraming bis zur Donau. – Verh. geol. B.-A., **1971**, 511–521, Beil. 4–5, Wien 1971.
- : Quartärgeologische Untersuchungen in den östlichen Karawanken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **66–67**, 61–74, Taf. 1–3, Wien (1974) 1975 a.
- : Die quartäre Entwicklung des Steyrtales und seiner Nebentäler. – Jb. oberösterr. Musealver., **120**, 271–289, 2 Abb., 2 Taf., Linz 1975 b.
- : Zur quartären Entwicklung des Krappfeldes und des Berglandes um St. Veit an der Glan. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **23**, 55–68, Taf. 3, Wien 1976 a.
- : Schuttströme als Ausdruck des periglazialen Massenabtrages in den Östlichen Karawanken (Österreich). – Z. Geomorph., N.F. **20**, 97–107, 2 Abb., 4 Photos, 1 Tab., Berlin etc. 1976 b.
- : Zur Schichtfolge und Tektonik des Jungtertiärs zwischen Rechberg und Homarow-Berg und seine Beziehung zur Hebung der Karawanken. – Carinthia, **166** bzw. (II) **86**, 113–126, 4 Abb., Klagenfurt 1976 c.
- : Zur Fazies und Stratigraphie der jungpleistozänen Ablagerungen im Trauntal. – Jb. geol. B.-A., **120**, H. 1, 1–130, 69 Abb., Taf. 1–4, 1 Kt., Wien 1977.

- : Granulometrische Untersuchungen zur Genese von Moränen im Salzkammergut, Österreich. – [In:] CH. SCHLÜCHTER [Hrsg.]: – *Moraines and Varves*, 115–119, 2 Abb., Rotterdam (Balkema) 1979 a.
 - : Verbreitung, Ursachen und Füllung glazial übertiefter Talabschnitte an Beispielen in den Ostalpen. – *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **29**, 9–22, 3 Abb., Hannover 1979 b.
 - : Massenbewegungen und Lockergesteinsanhäufungen in Abhängigkeit der wärmzeitlichen Gletscherentwicklung am Beispiel des Trauntales. – *Interprävent*, Bd. **1**, 149–157, 2 Abb., Wels (ÖÖ. Landesverl.) 1980.
 - : Geologisch-sedimentologische Aspekte im Quartär von Österreich. – *Mitt. österr. geol. Ges.*, **74/75** (1981/82), 197–230, 8 Abb., 1 Tab., Wien 1981.
 - : Tertiär [der Ostkarawanken]. – [In:] F. K. BAUER et al.: *Erläuterungen zur Geologischen Karte der Karawanken etc.*, 64–71, 2 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1983.
 - : Synsedimentäre Gleitschollen großen Ausmaßes im terrestrischen Jungtertiär der Karawanken. – *Geol. Rdsch.*, **73**, 433–445, 3 Abb., Stuttgart 1984.
 - : Ein prae-würmglazialer Bergsturz vom Spitzegel (Hermagor, Kärnten). – *Carinthia*, **175** bzw. (II) **95**, 165–171, 5 Abb., Klagenfurt 1985.
- HUSSAIN, A. & WALACH, G.: Subsurface gravity measurements in a deep intra-Alpine Tertiary basin. – *Geoexploration*, **18**, 165–175, 5 Abb., 1 Tab., Amsterdam 1980.
- HÜTTER, L.: [Red.]: Mineralogentagung Leoben–Pörschach. – *Radex-Rdsch.*, **1953** (7/8), 315–470, zahlr. Abb., Ktn., Radenthein 1953.
- IMMEL, H.: Cenoman-Ammoniten aus den Losensteiner Schichten der Bayerischen Alpen. – [In:] J. WIEDMANN [Hrsg.]: *Aspekte der Kreide Europas*. IUGS, Ser. A, Nr. **6**, 607–644, 1 Abb., 5 Tab., 4 Taf., Stuttgart (Schweizerbart) 1979.
- IMMEL, H., ROCHOW, H. & WEIDICH, K., F.: Erste Ammoniten-Funde aus dem oberen Cenoman und Turon der Nördlichen Kalkalpen und ihre paläogeographische Bedeutung. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1981**, 463–474, 2 Abb., 1 Taf., Stuttgart 1981.
- INNERHOFER, G.: Der Walgaustollen – Projekt und Bauerfahrung. – *Felsbau*, **1**, 16–20, 6 Abb., Wien 1983.
- INSTITUT F. LANDESKUNDE: Karte Bergbau etc. 1:500.000, Atlas von Oberösterreich, Bl. 32, Linz 1960.
- ISSER, M. v.: Schwazer Bergwerksgeschichte. – *Berg- u. hüttenm. Jb.*, **52** (1904), 408–478, zahlr. Tab., Taf. 3–4, Wien 1904.
- JÄCKLI, H.: Der rezente Abtrag der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation. – *Eclogae geol. Helv.*, **51**, 354–365, 2 Abb., 3 Tab., Basel 1958.
- : Zeitmaßstäbe der Erdgeschichte. – 149 S., 68 Abb., 4 Tab., 9 Zeittaf., Basel (Birkhäuser) 1985.
- JACOBSHAGEN, V.: Der Bau der südöstlichen Allgäuer Alpen. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **113**, 153–206, 11 Abb., 5 Beil., Stuttgart 1961.
- : Die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) zwischen Wettersteingebirge und Rhein. – *Jb. geol. B.-A.*, **108**, 1–114, 3 Abb., 2 Tab., 13 Taf., Wien 1965.
- : Zur Struktur der südlichen Allgäuer Alpen. Gebundene Tektonik oder Deckenbau? – *N. Jb. geol. Paläont. Abh.*, **148**, 185–214, 7 Abb., Stuttgart 1975.

- JACOBESHAGEN, V & KOCKEL, C.: Überprüfung des „Benna-Deckensattels“ in den Hohenschwangauer Alpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1960**, 99–110, 7 Abb., Stuttgart 1960.
- JACOBESHAGEN, V & OTTE, O.: Zur Stellung der Arosa-Zone im Allgäu und im Bregenzer Wald (Ostalpen). – *Geologica et Palaeontologica*, **2**, 97–107, 5 Abb., Marburg 1968.
- JACOBSON, I.: Über ein fossiles Holz aus dem Flysch der Wiener Umgebung. – *Österr. botan. Z.*, **66**, 213–222, 2 Tab., Taf. 3, Wien 1916.
- JACQUIN, J. v. (& PARTSCH, P.): Die Artesischen Brunnen in und um Wien. – 48 S., 1 Tab., 1 Taf., Wien (Gerold) 1831.
- JAEGER, H.: Vorbericht über graptolithenstratigraphische Untersuchungen in den Karnischen Alpen etc. – *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, **105** (1968), 155–159, Wien 1969.
- : Kritische Bemerkungen zu einigen Angaben über Graptolithenfunde in den Ostalpen. – *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, **106** (1969), 173–177, Wien 1970.
- : Die Graptolithenführung im Silur/Devon des Cellon-Profiles (Karnische Alpen). – *Carinthia*, **165** bzw. (II) **85**, 111–126, 7 Abb., Taf. 1–2, Klagenfurt 1975.
- : Graptolithen aus dem Silur der Nördlichen Grauwackenzone (Ostalpen). – *Mitt. österr. geol. Ges.*, **69** (1976), 89–107, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1978.
- JAEGER, H., HAVLIČEK, V & SCHÖNLAUB, H. P.: Biostratigraphie der Ordovizium/Silurgrenze in den Südalpen etc. – *Verh. geol. B.-A.*, **1975**, 271–289, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1975.
- JAEGER, H. & PÖLSLER, P.: Bericht über die geologische Aufnahme des Findenigkofels (Monte Lodin) in den Karnischen Alpen (Kärnten). – *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, **105** (1968), 149–155, 1 Abb., Wien 1969.
- JAEGER, H. & SCHÖNLAUB, H. P.: Ein Beitrag zum Verhältnis Conodonten-Parachronologie/Graptolithen-Orthochronologie im älteren Silur. – *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, **107** (1970), 85–90, 1 Abb., Wien 1971.
- : Das Ordoviz/Silur-Profil im Nölblinggraben (Karnische Alpen, Österreich). – *Verh. geol. B.-A.*, **1977**, 349–359, 2 Abb., Taf. 1, Wien 1977.
- : Silur und Devon nördlich der Gundersheimer Alm in den Karnischen Alpen (Österreich). – *Carinthia*, **170** bzw. (II) **90**, 403–444, 3 Abb., Taf. 1–5, Klagenfurt 1980.
- JAEGER, R.: Grundzüge einer stratigraphischen Gliederung der Flyschbildungen des Wienerwaldes. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **7**, 122–172, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 4–7, Wien 1914.
- JAFFAR, S. A.: Significance of Late Triassic calcareous Nannoplankton from Austria and Southern Germany. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **166**, 218–259, 12 Abb., Stuttgart 1983.
- JÄGER, E.: Die alpine Orogenese im Lichte der radiometrischen Altersbestimmung. – *Eclodge geol. Helv.*, **66**, 11–21, 1 Abb., Basel 1973.
- : The evolution of the Central and West European continent. – [In:] *La chaîne varisque d'Europe moyenne et occidentale*, Coll. int. CNRS. Rennes, 227–239, Rennes 1977.
- JÄGER, E., GRÜNENFELDER, M. et al.: Mineralalter granitischer Gesteine aus dem öster-

- reichischen Moldanubikum. – Tschermaks miner.-petrogr. Mitt., (3) **10**, 528–534, 2 Tab., Wien 1965.
- JÄGER, E. & METZ, K.: Das Alter der Pegmatite des Raumes Bretstein–Pusterwald (Wölzer Tauern, Steiermark). – Schweizer. miner.-petrogr. Mitt., **51**, 411–414, 1 Abb., Zürich 1971.
- JAGSCH, R.: Untertägige Deponie – ein Beitrag der Geologie zur schadlosen Beseitigung von nicht nutzbaren Abprodukten. – Z. angew. Geol., **27**, 17–25, 9 Abb., 1 Tab., Berlin 1981.
- JAKOB, G.: Belsazar Hacquet und die Erforschung der Ostalpen und Karpaten. – 127 S., 3 Kt., München (Ackermann) 1912.
- JAKSCH, K.: Die fazielle Ausbildung von Jura und Neokom am Nordostrand des Kaisergebirges. – Mitt. natw. Arbgem. Haus Natur Salzburg, **12**, 18–34, 1 Tab., 3 Taf., Salzburg 1961.
- : Zur Geologie der Landschaft um Schwendt am Nordostrand des Kaisergebirges (Tirol). – Verh. geol. B.-A., **1964**, 211–222, Wien 1964.
- JAKUS, L.: The role of climate in the quantitative and qualitative control of carstic corrosion. – Papers IGU Europ. Reg. Conf., Symp. Karst-Morphogenesis, 153–208, Szeged 1973.
- JANDA, I. & SCHROLL, E.: Geochemische Untersuchungen an Graphitgesteinen. – Rep. 21 Sess. Norden Int. Geol. Congr., pt. **1**, 40–53, 4 Abb., 4 Tab., Copenhagen 1960.
- JANDA, I., SCHROLL, E. & SEDLAZEK, M.: Zum Problem der geochemischen Unterscheidung von Para- und Orthoamphiboliten etc. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **10**, 552–572, 4 Abb., Wien 1965.
- JANOSCHEK, R.: Die Geschichte des Nordrandes der Landseer Bucht im Jungtertiär (Mittleres Burgenland). – Mitt. geol. Ges. Wien, **24** (1931), 38–133, 1 Abb., 1 Kt., Wien 1932.
- : Die bisherigen Ergebnisse der erdölgeologischen Untersuchungen im inneralpinen Wiener Becken. – Öl u. Kohle, **38**, 125–150, 15 Abb., Berlin 1942.
- : Das Inneralpine Wiener Becken. – [In:] F. X. SCHAFFER [Hrsg.]: Geologie von Österreich, 2. Aufl., 525–693, 8 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Wien (Deuticke) 1951.
- : Das inneralpine Wiener Becken als Beispiel eines kleinen Sedimentationsraumes mit reicher Ölführung. – Erdöl-Z., **71**, 75–82, 4 Abb., 3 Taf., Wien 1955.
- : Das Grazer Becken. – [In:] F. BACHMAYER [Red.]: Erdöl in Österreich, 86–92, 4 Abb., Wien (Natur u. Technik) 1957.
- : The Inner-alpine Vienna Basin. – [In:] Habitat of Oil (Americ. Assoc. Petrol. Geol.), 1134–1152, 10 Abb., New York 1958.
- : Oil exploration in the Molasse Basin of Western Austria. – Proceed. Fifth World Petrol. Congr., Sect. 1, pap. **47**, 849–864, 6 Abb., New York 1959.
- : Überblick über den Aufbau der Neogengebiete Österreichs. – Mitt. geol. Ges. Wien, **52** (1959), 149–158, Wien 1960.
- : Über den Stand der Aufschlußarbeiten in der Molassezone Oberösterreichs. – Erdöl-Z., **77**, 161–175, 12 Abb., Wien – Hamburg 1961.
- : Das Tertiär in Österreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **56** (1963), H. 2, 319–360, 1 Tab., Wien 1964.
- : Erdöl und Erdgas in Oberösterreich. – [In:] PODZEIT, W. & STEININGER, F. [Red.]:

- Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes, 91–107, 8 Abb., 2 Tab., Linz (Stadtmuseum) 1969.
- JANOSCHEK, R. & GÖTZINGER, K.: Exploration for Oil and Gas in Austria. – [In:] HEPPLER, P. [Hrsg.]: The exploration for petroleum in Europe and North Africa, 161–180, 11 Abb., 8 Tab., London (Inst. Petroleum) 1969.
- JANOSCHEK, R., KÜPPER, H. & ZIRKL, J.: Beiträge zur Geologie des Klippenbereiches bei Wien. – Mitt. geol. Ges. Wien, **47** (1954), 235–308, 1 Abb., Taf. 1–7, Wien 1956.
- JANOSCHEK, W.: Geologie der Flyschzone und der helvetischen Zone zwischen Attersee und Traunsee. – Jb. geol. B.-A., **107**, 161–214, 3 Abb., 1 Tab., Taf. 1–4, Wien 1964.
- : Oberkreide und Alttertiär im Bereich von Wörschach (Ennstal, Steiermark) etc. – Verh. geol. B.-A., **1968**, 138–155, 3 Abb., Wien 1968.
- : Zur geologisch-geotektonischen Karte des Stadtkerngebietes etc. – Der Aufbau, **5/6**, 184–185, 1 Kt., Wien 1970.
- : Erschließung geothermischer Energie. [In:] Forschungskonzept für Erschließung und Nutzung geothermischer Energie in Österreich. – Wien (Bu.-Mium. Wiss. Forsch.) 1976.
- : Produktionsstatistik und Reserven. – [In:] F. BRIX & O. SCHULTZ [Red.]: Erdöl und Erdgas in Österreich; Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **19**, 226–234, 4 Abb., Wien 1980.
- JANOSCHEK, W. & MATURA, A.: Outline of the Geology of Austria. – Abh. geol. B.-A., **34**, 7–98, 20 Abb., 14 Tab., 1 Farbkt., Wien 1980. – [Erschienen auch in:] J. DECOURT [Präs.]: Geology of the european countries, **1**, 1–88, 19 Abb., 14 Tab., 1 Kt., Paris (Dunod) 1980.
- JANOSCHEK, H.: Geothermische Messungen an Bohrungen und artesischen Brunnen in der Oststeiermark. – Ber. wasserwirtsch. Rahmenplang., **33**, 83–91, 3 Abb., 2 Tab., Graz 1975.
- JANOSCHEK, H., KÜPPER, J. et al.: Hydrogeologische Untersuchungen an Bohrungen und Brunnen in der Oststeiermark. – Ber. wasserwirtsch. Rahmenplang., **33**, 1–91, Graz 1975.
- JAROS, J. & MISAŘ, Z.: Deckenbau der Svatka-Kuppel und seine Bedeutung für das geodynamische Modell der Böhmisches Masse. – Sborník geol. věd, geol., **26** (1974), 69–82, 2 Abb., 1 Tab., Praha 1974.
- JASKÓ, S.: Stratigraphie, Tektonik und Lithologie der pliozänen Lignitlagerstätten von Ungarn. – Braunkohle, **1975** (10), 307–314, Düsseldorf 1975.
- JASKOLLA, F.: Geologisch-tektonische Untersuchungen an Satellitenbildlineamenten in den Nördlichen Kalkalpen. – Diss. Fachber. Geowiss. Univ. München, 118 S., 35 Abb., Anh. 1–4, München (Photodr.) 1978.
- JEANPLONG, J.: Geobotanische Untersuchungen in Mittel- und Südburgenland. – Wiss. Arb. Burgenld., **44**, 108–125, 9 Tab., Eisenstadt 1970.
- JELEM, H. (& MADER, K.): Die Wälder [Wiens] in forstlicher Sicht. – [In:] F. EHRENDORFER & H. NIKLFELD [Red.]: Naturgeschichte Wiens, Bd. III, 1–104, 28 Abb., 11 Kt., Wien – München (Jugend und Volk) 1972.
- JENISCH, V.: Die Molasse nahe dem Alpennordrand etc. N Oichtental bis zum westli-

- chen Kobernauberwald/Oberösterreich. – Exk.-führer österr. geol. Ges., 1–5, Taf. 1–3, Wien (hektrogr.) 1976.
- JENISCH, V. & TICHY, G.: Neue Funde von Mastodonten-Molaren aus den Schottern des südlichen Kobernauber Waldes (Oberösterreich). – Jb. oberöst. Mus.-Ver., **122/I**, 193–200, 6 Abb., 1 Tab., Linz 1977.
- JENKYNS, H. C.: Speculations on the Genesis of Crinoidal Limestones in the Tethyan Jurassic. – Geol. Rdsch., **60**, 471–488, 9 Abb., Stuttgart 1971 a.
- : The genesis of condensed sequences in the Tethyan Jurassic. – *Lethaia*, **4**, 327–352, 11 Abb., Oslo 1971 b.
- JENNY, H.: Die alpine Faltung. – 176 S., 25 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Berlin (Borntraeger) 1924.
- JERZ, H.: Zur Paläogeographie der Raibler Schichten in den westlichen Nordalpen. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **G**, 171–183, 9 Abb., Wien 1965.
- : Untersuchungen [etc.] der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen). – *Geologica bavar.*, **56**, 3–100, 32 Abb., 2 Tab., 1 Taf., 5 Beil., München 1966.
- JERZ, H. & ULRICH, R.: Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Blatt 8533/8633 Mittenwald mit Profiltaf. und Erläuterungen (152 S., 21 Abb., 2 Tab., 2 Beil.) München (Bayer. Geol. L.-A.) 1966.
- JHAVERI, R.: Unterdevonische Gastropoden aus den Karnischen Alpen. – *Palaeontographica*, (A) **133**, 146–176, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 19–23, Stuttgart 1969.
- JIRÍČEK, R.: Biostratigraphische Bedeutung der Ostracoden des Sarmats s. str. – [In:] A. PAPP et al. [Hrsg.]: Chronostratigraphie und Neostatotypen, **M 5**, Sarmatien, 434–457, 1 Tab., Taf. 1–4, Bratislava (VEDA) 1974.
- : Tektonische Entwicklung des Karpatenbogens etc. [slowak.]. – [In:] M. MAHEL [Hrsg.]: Tectonic Profiles through the West-Carpathians, 203–212, 3 Abb., Bratislava (Geol. ústav D. Štura) 1979.
- : Vývoj a stavba podloži Vídeňské pánve. – *Zemný Plyn a Nafta*, **26**, 361–383, Hodonin 1981.
- : Neue Auffassungen über den Rahmenbau des Böhmisches Massivs und des karpatischen Systems [slowak.]. – *Zemný Plyn a Nafta*, **27** (4), 20 S., 5 Abb., Hodonin 1982.
- : Korrelation der Nördlichen Kalkalpen und Westkarpaten im Untergrund des Wiener Beckens [slowak.]. – *Zemný Plyn a Nafta*, **29** (2), 177–203, 4 Abb., Hodonin 1984.
- JOB, C. & ZÖTL, J.: Zur Frage der Herkunft des Gasteiner Thermalwassers. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **21**, 51–115, 19 Abb., 11 Tab., Graz 1969.
- JOHN, M.: Die geotechnischen Messungen im Arlbergtunnel und deren Auswirkungen auf das Baugeschehen. – *Rock Mechanics*, Suppl. **5**, 157–177, 16 Abb., Wien – N.Y. 1976.
- JOHN, M. & WOGGIN, J.: Geotechnische Ausweitung des Richtstollens für den Vollausschub am Beispiel Pfändertunnel. – *Rock Mechanics*, Suppl. **8**, 173–194, 16 Abb., Wien 1979.
- JONG, K. DE: Paläogeographie des ostalpinen oberen Perms, Paläomagnetismus und Seitenverschiebungen. – *Geol. Rdsch.*, **56**, 103–115, 4 Abb., Stuttgart 1967.

- JONGMANS, W. J.: Paläobotanische Untersuchungen im österreichischen Karbon. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **86**, 97–104, 1 Tab., Wien 1938.
- JORDAN, H.: Festgesteinskartierung. – [In:] F. BENDER [Hrsg.]: Angewandte Geowissenschaften, Bd. **1**, 21–27, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart (Enke) 1981.
- JUNG, G.: Geologische und geochronologische Untersuchungen des Metamorphoseablaufes in Glein-, Stub- und Koralpe. – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 180 S., 66 Abb., 14 Tab., 5 Kt., Wien 1982.
- JUNG, P. [Red.]: Nouveau résultats biostratigraphiques dans le bassin molassique, depuis le Vorarlberg jusqu'en Haute-Savoie. – Docum. Lab. Géol. Lyon, H. S. **7**, 91 S., 28 Abb., 8 Tab., 3 Taf., 1 Kt., Lyon 1982.
- JÜNGER, E.: Die geologische Erforschungsgeschichte des Semmering-Wechselsystems. – Unveröff. Hausarb. Phil. Fak. Univ. Wien, 101 S., etl. Abb., 1 Tab., Wien (Geol. Inst.) 1951.
- JURGAN, H.: Sedimentologie des Lias der Berchtesgadener Kalkalpen. – Geol. Rdsch., **58**, 464–501, 15 Abb., Stuttgart 1969.
- JURSA, O. & RUCKENBAUER, W.: Wein aus Österreich. – 336 S., zahlr. Abb., 24 Farbtaf., Wien (Kremayr & Scheriau) 1971.
- JÜTTNER, K.: Zur Stratigraphie und Tektonik des Mesozoikums der Pollauer Berge. – Verh. natf. Ver. Brünn, **64** (1932), 15–31, 6 Abb., Brünn 1933.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte des unteren Thayalandes. – Mitt. Reichsst. Bodenforsch. Zweigst. Wien, **1**, 1–57, 19 Abb., 1 Kt. (Taf. 1), Wien 1940.
- JUVANCIC, H.: Innovation und Forschung auf dem Gebiet des Umweltschutzes. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **129**, 298–303, 10 Abb., Leoben 1984.
- KAHLER, F.: Geologische Beobachtungen am Basalt von Kollnitz im Lavanttal. – Cbl. Miner. etc., Abt. A, **1928**, 361–370, 4 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1928.
- : Karawankenstudien II. – Cbl. Miner. etc., Abt. B, **1929**, 230–250, Stuttgart 1929.
- : Die Therme von Reifnitz am Wörthersee. – Verh. geol. B.-A., **1930**, 93–98, 1 Tab., Wien 1930.
- : Zwischen Wörthersee und Karawanken. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **68**, 83–145, Taf. 12–13, 1 Kt., Graz 1931.
- : Karawanken-Studien III. – Cbl. Miner. etc., Abt. B, **1932**, 115–121, Stuttgart 1932.
- : Über die Verbreitung kohleführenden Jungtertiärs in Kärnten. – Verh. geol. B.-A., **1933**, 125–129, Wien 1933.
- : Der Nordrand der Karawanken zwischen Rosenbach und Ferlach. – Carinthia, **125** bzw. (II) **45**, 1–12, 1 Beil.-taf., Klagenfurt 1935.
- : Spuren vulkanischer Tätigkeit im Miözän des Lavanttales. – Carinthia, **128** bzw. (II) **48**, 27–30, Klagenfurt 1938 a.
- : Die Kohlenlagerstätten der Karawanken und ihres Vorlandes. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **86**, 201–205, 2 Abb., Wien 1938 b.
- : Verbreitung und Lebensdauer der Fusuliniden-Gattungen Pseudoschwagerina und Paraschwagerina etc. – Senckenbergiana, **21**, 169–215, 7 Abb., Frankfurt/M. 1939.
- : Bohnerze und Augensteinfelder in Kärnten. – Carinthia, **131** (II: **51**), 63–69, Klagenfurt 1941.
- : Der Bau der Karawanken und des Klagenfurter Beckens. – Carinthia II, Sdh. **16**, 78 S., 4 Beil.-Taf., Klagenfurt 1953.

- : Die Hochwipfelschichten der Karnischen Alpen. – Verh. geol. B.-A., **1955**, 253–260, Wien 1955 a.
- : Spuren auffallend junger Gebirgsbewegungen in den Karawanken. – Geol. Rdsch., **43**, 169–174, Stuttgart 1955 b.
- : Urwelt Kärntens. – Carinthia II, Sdh. **18**, 3–106, 44 Abb., 2 Tab., Klagenfurt 1955 c.
- : Die Tiefe der Felsoberfläche in den Senken des Klagenfurter Beckens. – Carinthia, **148** bzw. (II) **68**, 5–8, Klagenfurt 1958.
- : Sedimentation und Vulkanismus im Perm Kärntens und seiner Nachbarräume. – Geol. Rdsch., **48**, 141–147, Stuttgart 1959.
- : Fortschritte in der Stratigraphie des Jungpaläozoikums Südosteuropas. – Mitt. geol. Ges. Wien, **51** (1958), 67–88, 1 Abb., 7 Tab., Wien 1960.
- : Stratigraphische Vergleiche im Karbon und Perm mit Hilfe der Fusuliniden. – Mitt. geol. Ges. Wien, **54** (1961), 147–161, 1 Abb., 2 Tab., Wien 1962 a.
- : Geologische Karte der Umgebung von Klagenfurt, 1:50.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1962 b.
- : Die jungpaläozoischen Ablagerungen auf dem variszischen Sockel der Südalpen etc. – Giorn. Geol., Annali Mus. Geol. Bologna, Ser. 2^a, **31**, Fasc. 1, 245–254, 1 Abb., Bologna 1963 a.
- : Exkursion zum Karbon und Perm des Naßfeld-Gebietes. – Exkursionsführer 8. Europ. Mikropaläont. Kolloqu. Österr., 83–92, Abb. 16–17, Tab. 10, Wien (Geol. B.-A.) 1963 b.
- [Hrsg.]: Symposium über Paläontologie und Stratigraphie der Karnischen Alpen, Graz, März 1969. – Carinthia II, Sdh. **27**, 37 S., Klagenfurt 1969.
- : Die Überlagerung des variszischen Gebirgskörpers der Ost- und Südalpen durch jungpaläozoische Sedimente. – Z. dt. geol. Ges., **122** (1970), 137–143, Hannover 1971 a.
- : Das Jungtertiär nördlich von Warmbad Villach. – Carinthia, **161** bzw. (II) **81**, 5–8, Klagenfurt 1971 b.
- : Das Perm der Karnischen Alpen. – Verh. geol. B.-A., **1972**, 139–141, Wien 1972.
- : Fusuliniden aus T'ien-schan und Tibet. – Rep. sci. Exp. NW-Provinces China Sven Hedin, Publ. **52**, V/4, X+148 S., 2 Abb., zahlr. Tab., 2 Taf., Stockholm (Sven Hedin Found.) 1974.
- : Einige Gedanken zur Gliederung der Permzeit. – Carinthia, **164** bzw. (II) **84** (1974), 73–78, Klagenfurt 1975.
- : Die natürlichen Heilvorkommen Kärntens. – Raumordnung in Kärnten, **10**, 134 S., 5 Abb., zahlr. Tab., 1 Kt., Klagenfurt (Amt Kärntner Landesreg.) 1978.
- : Die Definition der Trogkofel-Stufe (Unter-Perm, Karnische Alpen). – Carinthia (II), **36** (1980), 255–258, 1 Tab., Klagenfurt 1980 a.
- : Zur Definition der Saalischen Phase im marinen Bereich der Südalpen. – Carinthia II, Sdh. **36**, 259–260, Klagenfurt 1980 b.
- : Fusuliniden aus Karbon und Perm der Karnischen Alpen und der Karawanken. – Carinthia II, Sdh. **41**, 107 S., 1 Abb., 4 Tab., 11 Taf., Klagenfurt 1983 a.
- : Beobachtungen und Probleme im Thermalgebiet von Warmbad-Villach. – Jb. Stadt-mus., **20**, 159–213, 12 Abb., 2 Tab., Villach 1983 b.

- KAHLER, F. & G.: Die Pseudoschwagerinen der Grenzlandbänke und des Oberen Schwagerinenkalkes. – *Palaeontographica*, A, **87**, 1–44, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 1–3, Stuttgart 1937.
- : Beobachtungen an Fusuliniden der Karnischen Alpen. – *Zbl. Miner. etc.*, Abt. B, **1938**, 101–115, 2 Abb., 1 Taf., Stuttgart 1938.
- : Die Gattung Pseudoschwagerina und ihre Vertreter im Unteren Schwagerinenkalk und im Trogkofelkalk. – *Palaeontographica*, **92**, Abt. A, 59–98, 2 Tab., Taf. 10–11, Stuttgart 1941.
- : Fusuliniden aus den Kalken der Trogkofel-Schichten der Karnischen Alpen. – *Carinthia* II, Sdh. **36**, 183–254, Taf. 1–9, Klagenfurt 1980.
- : Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden der Ostalpen: Oberkarbonische Fusuliniden der Karnischen Alpen. – *Palaeontographica*, A, **177**, 89–128, 2 Abb., 3 Taf., Stuttgart 1982.
- KAHLER, F. & METZ, K.: Die Hochwipfelschichten der Karnischen Alpen. – *Verh. geol. B.-A.*, **1955**, 253–260, Wien 1955.
- KAHLER, F. & PREY, S.: Geologische Karte des Naßfeld-Gartnerkofel-Gebietes in den Karnischen Alpen, 1: 25.000, Wien (Geol. B.-A.) 1959.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte des Naßfeld-Gartnerkofel-Gebietes in den Karnischen Alpen. – 116 S., 26 Abb., 3 Tab., 5 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1963.
- KAISER, J.: Baugeologische Beschreibung des Dalaaser Tunnels der Arlberg Schnellstraße S 16 in Vorarlberg. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **26**, 107–116, 2 Abb., Beil. 4–7, Wien 1980.
- : Die Geologie der Westrampe von Danöfen bis Dalaas/West mit dem Dalaaser Tunnel. – [In:] J. VILANEK [Red.]: *Der Arlbergstraßentunnel etc.*, 297–308, 9 Abb., 1 Kt., Innsbruck (Arlberg Straßentunnel AG) 1981.
- KAISER, R. [Hrsg.]: *Global 2000*. – 1438 S., zahlr. Tab. u. Abb., Frankfurt/M. (Zweitausendeins) 1980.
- KALLIES, H.: Geologie des Bregenzerwaldes beiderseits der Bregenzer Ache in der Umgebung von Schopernau. – *Geol. Jb.*, **78**, 257–298, 9 Abb., Taf. 9–12, Hannover 1961.
- KALOGIANNIDIS, K. & BRUNNACKER, K.: Der Albenreuther Schotter und seine Bedeutung für die Landschaftsgeschichte von Nordost-Bayern. – *Z. Geomorph.*, N. F. **27**, 65–91, 13 Abb., 3 Tab., Berlin etc. 1983.
- KAMPTNER, E.: Zwei Corallinaceen aus dem Sarmat des Alpen-Ostrandes und der Hainburger Berge. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **52** (1941), 5–19, Taf. 1–2, Wien 1942.
- : Coccolithen aus dem Torton des Inneralpinen Wiener Beckens. – *Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, Abt. I, **157**, 1–16, Taf. 1–2, Wien 1948.
- KANASEWICH, E. R., HAVSKOV, J. & EVANS, M. E.: Plate tectonics in the Phanerozoic. – *Can. J. Earth Sci.*, **15**, 919–955, 22 Abb., Ottawa 1978.
- KANDLER, M.: Archäologische Beobachtungen zur Baugeschichte des Legionslagers Carnuntum am Ausgang der Antike. – *Dkschr. österr. Akad. Wiss., phil.-hist. Kl.*, **145** (= *Veröff. Komm. Frühmittelalterforsch.*, **4**), 83–92, 16 Abb., Wien 1980.
- : Die Lagerstadt von Carnuntum. – *Mitt. Ges. Freunde Carnuntums*, **1983** (I), 19–30, 8 Abb., Wien 1983.

- KAPOUNEK, J.: Geologische Verhältnisse der Umgebung von Eisenstadt (Burgenland). – Jb. geol. B.-A., **88**, 49–102, 1 geol. Kt., Wien 1938.
- KAPOUNEK, J. & HORVATH, S.: Die Bohrung Schönkirchen Tief 32 etc. – Erdoel-Erdgas-Z., **84**, 396–407, 6 Abb., 5 Tab., Wien – Hamburg 1968.
- KAPOUNEK, J., KAUFMANN, A. et al.: Die Erdöllagerstätte Schönkirchen Tief im alpin-karpatischen Beckenuntergrund. – Erdoel-Z., **80**, 305–317, 12 Abb., 1 Tab., Wien – Hamburg 1964.
- KAPOUNEK, J., KÖLBL, L. & WEINBERGER, F.: Results of new exploration in the basement of the Vienna Basin. – Proc. sixth world petrol. congr., sect. 1, 205–220, 10 Abb., 5 Tab., Frankfurt/M. 1963.
- KAPOUNEK, J., KRÖLL, A. et al.: Die Verbreitung von Oligozän, Unter- und Mittelmiozän in Niederösterreich. – Erdoel-Z., **81**, 109–116, 1 Tab., 5 Taf., 4 Profile, Wien – Hamburg 1965.
- : Der mesozoische Sedimentanteil des Festlandsockels der Böhmisches Masse. – Jb. geol. B.-A., **110**, 73–91, 1 Tab., Taf. 1–4, Wien 1967.
- KAPOUNEK, J. & PAPP, A.: Der Vulkanismus in der Bohrung Orth 1 etc. – Verh. geol. B.-A., **1969**, 114–123, 6 Abb., Wien 1969.
- KAPOUNEK, J., PAPP, A. & TURNOVSKY, K.: Grundzüge der Gliederung von Oligozän und älterem Miozän in Niederösterreich nördlich der Donau. – Vh. geol. B.-A., **1960**, 217–226, 1 Tab., Wien 1960.
- KAPPEL, F.: Die Eklogite Meidling im Tal und Mitterbachgraben im niederösterreichischen Moldanubikum etc. – N. Jb. Miner. Abh., **107**, 266–298, 13 Abb., 11 Tab., Stuttgart 1967.
- KAPPEL, F. & SCHROLL, E.: Ablauf und Bildungstemperatur der Blei-Zink-Vererzung von Bleiberg-Kreuth/Kärnten. – Carinthia, **172**, bzw. (II) **92**, 49–62, 4 Abb., 3 Tab., Klagenfurt 1982.
- KARASEK, J.: Die faziellen und tektonischen Verhältnisse in den östlichen Karawanken im Raum von Zell Pfarre etc. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 126 S., 7 Abb., 86 Photos, 5 Taf., Wien 1971.
- KARASEK, S. & SCHRÖER, U.: Umweltschutz – ein Schwerpunkt in der österreichischen Eisenhüttenindustrie. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **6**, 177–181, 4 Abb., Leoben 1984.
- KARG, J. M.: Nachrichten von dem hallinthalischen Salzbergwerke in Tirol. – Moll's Ephemeriden, **4**, 199–244, 357–374, Taf. 18, Nürnberg 1806.
- KARL, F.: Ein Beispiel für Anwendung gefügeanalytischer Arbeitsmethoden in der Baugeologie. – Geol. u. Bauwesen, **21**, 68–86, 16 Abb., Wien 1954.
- KARL, F. & SCHMIDEGG, O.: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 151 Krimml, Wien (Geol. B.-A.) 1979.
- KARNIK, V. et al.: Macroseismic effects of the Friuli earthquake of may 6, 1976 in Austria. – Boll. geofis. teor. appl., **19/72**, 729–738, Trieste 1976.
- KARRENBERG, H.: Internationale Hydrogeologische Karte von Europa 1:1,500.000, Blatt C 5 Bern, Hannover (Bundesanst. Bodenforsch.) 1970.
- : Hydrogeologie der nichtverkarstungsfähigen Festgesteine. – XIII, 284 S., 83 Abb., 29 Tab., Wien – N.Y (Springer) 1981.
- KARRER, F.: Über das Auftreten der Foraminiferen in dem marinen Tegel des Wiener

- Beckens. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **44**, 427–458, 1 Tab., Taf. 1–2, Wien 1861.
- : Über das Auftreten der Foraminiferen in den brackischen Schichten des Wiener Beckens. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **48**, 72–101, 1 Tab., Wien 1863.
- : Über das Auftreten der Foraminiferen in den Mergeln der marinen Uferbildungen (Leythakalk) des Wiener Beckens. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **50** (1864), 692–721, 1 Tab., Taf. 1–2, Wien 1865.
- : Zur Foraminiferenfauna in Österreich. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **55**, 331–368, 1 Tab., Taf. 1–3, Wien 1867.
- : Geologie der Kaiser Franz Josefs Hochquellen-Wasserleitung. – Abh. geol. R.-A., **9**, 420 S., 96 Abb., zahlr. Tab., 20 Taf., Wien 1877.
- KASPEROWSKI, E.: Beiträge zur Darstellung der Umweltsituation in Österreich, Teil 5: Boden. – 96 S., 10 Abb., 6 Photos, 19 Tab., Wien (Österr. Bundesinst. Gesundheitswesen) 1981.
- KASPEROWSKI-SCHMID, E. et al.: Kulturlandschaft. Empfehlungen zur Umweltgestaltung und Umweltpflege, **1**, 2. Aufl., 81 S., 51 Abb., 1 Tab., Wien (Österr. Bundesinst. f. Gesundheitswesen) 1982.
- KATZENBACH, R. & BRETH, H.: Kritische Zonen beim Auffahren oberflächennaher Tunnel nach der NÖT. – Rock Mechanics, Suppl. **11**, 187–201, 12 Abb., Wien – N.Y 1981.
- KATZMANN, W.: Wasser. – Beitr. zur Darstellung d. Umweltsituation in Österreich, Tl. **4**, 154 S., 22 Abb., 18 Tab., Wien (Österr. Bundesinst. Gesundheitswesen) 1981.
- KATZMANN, W., KUX, S. & KASPEROWSKI, E.: Wasser. Empfehlungen zur Umweltgestaltung und Umweltpflege, **3**, 183 S., 102 Abb., Anh. mit Tab., Wien (Österr. Bundesinst. f. Gesundheitswesen) 1985.
- KAUFMANN, A.: Geothermie in Österreich. – ÖMV-Z., **1977** (1), 5–7, Wien 1977.
- KAUFMANN, A. & SCHÖNBERGER, K.: Lagerstättentechnik Öl und Gas. – Erdoel-Erdgas-Z., **96**, 174–177, Hamburg/Wien 1980.
- KAUTSKY, F.: Die Erdbeben des östlichen Teiles der Ostalpen, ihre Beziehung zur Tektonik und zu den Schwereanomalien. – Mitt. Erdbeben-Kommiss., N. F. **58**, math.-natw. Kl. Akad. Wiss. Wien, 1924, 1–48, 1 Tab., 2 Kt., Wien 1924.
- : Die biostratigraphische Bedeutung der Pectiniden des niederösterreichischen Miozäns. – Ann. nathist. Mus. Wien, **42**, 245–273, Taf. 7, Wien 1928.
- : Die Bivalven des niederösterreichischen Miozäns (Taxodonta und Veneridae). – Verh. geol. B.-A., **1932**, 131–137, Wien 1932.
- : Die Veneriden und Petricoliden des niederösterreichischen Miozäns. – Bohrtechniker-Zeitg., **54**, 157 ff. mit Unterbr. (28 S.), 3 Taf., Wien 1936.
- : Die Erycinen des niederösterreichischen Miozäns. – Ann. nathist. Mus. Wien, **50**, 584–671, 4 Taf., Wien 1939.
- KEFERSTEIN, CH.: Darstellung der allgemeinen geognostischen Verhältnisse von Teutschland. – Teutschland geognost.-geol. dargestellt, **1**, 1–252, 4 Beil.-Taf. (geol. Ktn.), Weimar 1821 a.
- : Reisebemerkungen über Tyrol und einige angränzende Gegenden. – Teutschland geognost.-geolog. betrachtet, **1**, 253–448, 2 Abb., 1 Profiltaf. (Taf. 5), Weimar 1821 b.

- : Beobachtungen und Ansichten über die geognostischen Verhältnisse der nördlichen Kalk-Alpenkette in Oesterreich und Baiern etc. – Teutschland geognost.-geol. dargestellt, **5**, H. 3, 425–570, 5 Abb., Weimar 1828.
- : Bemerkungen etc. über die Alpen in Steiermark, Krain und Illyrien. – Teutschland, geognost.-geol. dargestellt etc., **6** (2), 125–324, Weimar 1829.
- : Geschichte und Litteratur der Geognosie, ein Versuch. – XIV, 281 S., Halle (J. F. Lippert) 1840.
- KEILHACK, K.: Lehrbuch der praktischen Geologie. – 3. Aufl., 1. Bd., XIV, 522 S., 222 Abb., etl. Tab., 2 Taf., Stuttgart (Enke) 1916.
- KELLER, G.: Angewandte Hydrogeologie. – 412 S., 240 Abb., 38 Tab., Hamburg (A. Lindow) 1969.
- KENNEDY, W. J. & KOLLMANN, H.: Lower Albian Ammonites from the Tannheim Formation near Losenstein, Upper Austria. – Beitr. Paläont. Österr., **6**, 1–25, 2 Abb., Taf. 1–7, Wien 1979.
- KENNEDY, W. & SUMMESBERGER, H.: A revision of *Ammonites mitis* HAUER and *Ammonites glaneggensis* REDTENBACHER from the Gosau Beds (Upper Cretaceous) of Austria. – Beitr. Paläont. Österr., **6**, 71–87, 1 Abb., Taf. 1–4, Wien 1979.
- : Obercampane Ammoniten aus dem Ultrahelvetikum des Gschlifgrabens (O.Ö.). – Beitr. Paläont. Österr., **11**, 149–206, 3 Abb., 14 Taf., Wien 1985.
- KERN, A.: Bericht zur Kartierung des Mittagkogel-Gebietes. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **26**, 1–8, 1 Beil., Wien 1980.
- KERN, J. PH.: Lebensspuren und Paläomilieu der Sievinger Schichten (Oberkreide) des Wiener Waldes (Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **24**, 11–45, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1–6, Wien 1977.
- KHAFFAGY, M.: The genesis of the Spitzer Gneisses etc. – Jb. geol. B.-A., Sdb. **15**, 67–81, 16 Diagr., 1 Taf., Wien 1970.
- KIELHAUSER, G.: Eine Karbonflora vom Hüttgraben (Rattendorfer Alm) in den Karnischen Alpen. – Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **74**, 63–65, 1 Tab., Wien 1937.
- KIESL, W. & KLUGER, F.: Chemische Untersuchungen am Ybbsitz-Meteorit. – Ann. nathist. Mus. Wien, **87** A, 39–46, 1 Abb., Wien 1985.
- KIESL, W., WIESENER, H. & KLUGER, F.: Untersuchungen des Vorkommens der Seltenen Erden und von Thorium in Gesteinen des unterostalpinen Kristallins des Semmering-Wechselseifers. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **192**, 1–20, 2 Abb., 5 Tab., 1 Kt., Wien 1983.
- KIESLINGER, A.: Die Lavanttaler Störungszone. – Jb. geol. B.-A., **78**, 499–527, 5 Abb., Taf. 10, Wien 1928.
- : Karawankenstudien I. – Cbl. Miner. etc., Abt. B, **1929**, 201–229, 8 Abb., Stuttgart 1929.
- : Zerstörungen an Steinbauten. VIII, 346 S., 291 Abb., 13 Tab., Leipzig u. Wien (Deuticke) 1932.
- : Steinhandwerk in Eggenburg und Zogelsdorf. – Unsere Heimat, **1935**, H. 5/7, 36 S., 15 Abb., 1 Kt., Wien 1935.
- : Zur Geschichte des Wiener Sandsteins. – Mitt. dt. Steinbruch-Kartei Zweigst. Österr., **1**, 1–46, Taf. 1–6, Wien (Geol. B.-A.) 1938.

- : Die Steine von St. Stephan. – 486 S., 207 Abb., Wien (Herold) 1949.
 - : Gesteinskunde für Hochbau und Plastik. – 221 S., 70 Abb., 3 Tab., Wien (Österr. Gewerbeverl.) 1951.
 - : Fohnsdorfer Muschelkalk und Seckauer Sandstein, zwei vergessene steirische Bausteine. – Mittbl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, **1953** (2), 37–46, 13 Abb., Graz 1953 a.
 - : Die Steinbrüche entlang der Donau von Passau bis Hainburg. – Montanztg., **69**, 77–80, Wien 1953 b.
 - : Die nutzbaren Gesteine Oberösterreichs. – Oberösterreich, **4**, 40–44, 8 Abb., Linz 1954.
 - : Rezente Bewegung am Ostrand des Wiener Beckens. – Geol. Rdsch., **43**, 178–181, 1 Abb., Stuttgart 1955.
 - : Die nutzbaren Gesteine Kärntens. – Carinthia II, Sdh. **17**, 348 S., 72 Abb., etl. Tab., Klagenfurt 1956.
 - : Feuchtigkeitschäden an Bauwerken. – Zement u. Beton, **1957/9**, 7 S., 12 Abb., Wien 1957.
 - : Josef Stiny. Zur Geschichte der technischen Geologie. – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 389–430, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1958.
 - : Rahmenverwitterung. – Geol. u. Bauwesen, **24**, 171–186, 28 Abb., Wien 1959.
 - : Gesteinsspannungen und ihre technischen Auswirkungen. – Z. dt. geol. Ges., **112**, 164–170, 4 Abb., Hannover 1960.
 - : Geist im Stein. – Alte u. moderne Kunst, **7**, H. 58/59, 6 S., 8 Abb., Wien 1962 a.
 - : Wasserstollen im Gipsgebirge. – Österr. Ingenieur-Z., **107**, 338–350, 12 Abb., Wien 1962 b.
 - : Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. – 436 S., 127 Abb., 2 Beil.-Taf., Salzburg (Bergland-Buch) 1964 a.
 - : Exkursion II/8: Bausteine Wiens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57**, H. 1, 217–223, Taf. 1, Wien 1964 b.
 - : Das Institut für Geologie [der Techn. Hochschule Wien]. – [In:] H. SEQUENZ [Hrsg.]: 150 Jahre Technische Hochschule in Wien. 1. Bd., 244–252, 2 Abb., Wien (Techn. Hochschule) 1965.
 - : Die nutzbaren Gesteine Oberösterreichs. – [In:] W. PODZEIT & F. STEININGER [Hrsg.]: Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes, 109–117, Taf. 15–19, Linz (Stadtmuseum) 1969.
 - : Die Steine der Wiener Ringstraße. – 665 S., 358 Abb., Wiesbaden (F. Steiner) 1972.
- KIESSLING, F.: Das Steinreich des niederösterreichischen Waldviertels etc. – 186 S., Wien (Roland Verl.) 1930.
- KILIAN, W.: Waldstandorte und Böden sowie deren Schwermetallbelastung im Immissionsgebiet Arnoldstein. – [In:] G. HALBWACHS [Hrsg.]: Das immissionsökologische Projekt Arnoldstein, 325–351, 4 Abb., 2 Tab., Klagenfurt (Natw. Ver. Kärnten) 1982.
- KING, CHI-YU [Hrsg.]: Earthquake Hydrology and Chemistry. – Pure and appl. Geophys., **122** (2–4), 141–618, zahlr. Abb. u. Tab., Basel (Birkhäuser) 1985.
- KINZEL, H.: Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. – 534 S., 178 Abb., 96 Tab., Stuttgart (Ulmer) 1982.

- : Influence of Limestone, Silicates and Soil pH on Vegetation. – [In:] A. PIRSON et al. [Hrsg.]: *Encyclopedia of Plant Physiology*, N. S. vol. **12 C**, 201–244, 17 Abb., 2 Tab., Berlin etc. (Springer) 1983.
- KINZL, H.: Durchbruchstäler am Südrand der böhmischen Masse in Oberösterreich. – *Veröff. Inst. ostbayrische Heimatforsch.*, **1**, 25 S., Passau 1926.
- : Beiträge zur Geschichte der Gletscherschwankungen in den Ostalpen. – *Z. Gletscherkd.*, **17**, 66–121, 8 Abb., 3 Kt., Leipzig 1929.
- : Der Aschachdurchbruch in Oberösterreich. – *Verh. geol. B.-A.*, **1930**, 144–147, Wien 1930 a.
- : Flußgeschichtliche und geomorphologische Untersuchungen über die Feldaistsenke usf. – *Sitzber. Heidelberger Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, **1930**, Nr. 4, 48 S., 2 Taf., Heidelberg 1930 b.
- : Die Gletscher als Klimazeugen. – *Tagungsber. dt. Geographentag Würzburg 1957*, 222–231, 3 Photos, Wiesbaden (F. Steiner) 1957.
- : Tirol in der Gletscher- und Eiszeitforschung. – *Tiroler Wirtschaftstud.*, **26**, Festschr. f. Huter, 229–241, 6 Abb., 4 Taf., Innsbruck 1970.
- : Die Karstische – ein Mittel zur Messung des Kalkabtrages. – *Mitt. österr. geogr. Ges.*, **117**, 290–301, 4 Abb., Wien 1975.
- KIRCHMAYER, M.: Einige geologische Untersuchungen im Grünaauer Becken und in der Kasberggruppe in Oberösterreich. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien*, **4**, 3–28, 2 Abb., Wien 1956.
- : Zur Geologie des Grünaauer Beckens (O.-Ö.) und seiner Umrahmung. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien*, **8**, 44–59, Taf. 8–16, Wien 1957.
- : J. Fridvalszky etc. – *Verh. geol. B.-A.*, **1961**, 113–115, Wien 1961.
- KIRCHNER, E.: Pumpellyitführende Kissenlavabreccien in der Gips-Anhydrit-Lagerstätte von Wienern am Grundlsee, Steiermark. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **26**, 149–162, 7 Abb., 2 Tab., Wien 1979.
- : Vulkanite aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen und ihre Metamorphose. – *Mitt. österr. geol. Ges.*, **71/72** (1978/79), 385–396, 6 Abb., 2 Tab., Wien 1980.
- KIRCHNER, E., MEDITZ, W. & NEUNINGER, H.: Zur Mineralogie des Mühlviertels. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **73**, 37–48, 1 Abb., 4 Taf., Wien 1969.
- KIRNBAUER, F.: Landkarte Historischer Bergbau I und II in Österreich in der Zeit 1500–1600. – *Österr. Volkskunde-Atlas*, 3. Lief., Kt. 33, 34, Wien (Akad. Wiss.) 1968. Kommentar hierzu, 1–70, 2 Kt., 1 Taf., Wien 1971.
- : Nutzbare Tonvorkommen im österreichischen Alpenvorland etc. – *Montan-Rdsch.*, **19**, 95–100, 1 Abb., Wien 1971.
- : Brauchtum der Berg- und Hüttenleute Österreichs. – *Festschr. Österr. Berg- u. Hüttenwesen*, 49–59, 13 Abb., Wien (Montan-Verl.) 1972.
- : 50.000 Jahre Bergbau in Europa etc. – *Schr. Ver. Verbreit. natw. Kenntn. Wien*, **114/115**, 103–120, 2 Tab., Wien 1975.
- KITTL, E.: Salzkammergut. – *Exk.-führer 9. Intern. Geol. Kongr.*, **4**, 118 S., 14 Abb., 3 Tab., 1 geol. Kt., Wien 1903.
- KITTLER, G.: Der kristalline Untergrund der Molassezone im östlichen Niederösterreich. – *Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien*, 76 S., 30 Abb., Wien 1971.
- KLAPPACHER, W. & KNAPCZYK, H. [Red.]: *Salzburger Höhlenbuch*, Bd. 2: 348 S.,

- 91 Abb., 126 Pläne, 1977; Bd. 3: 487 S., 350 Abb., 140 Pläne, 2 Kt., 1979; Bd. 4: 556 S., 319 Bilder, 149 Pläne, 1 Beil., 1985; Salzburg (Landesver. Höhlenkd. Salzburg) 1977–1985.
- KLAPPACHER, W. & MAIS, K. [Red.]: Salzburger Höhlenbuch, Bd. 1; 335 S., 107 Abb., 2 Taf., Salzburg (Landesver. Höhlenkd.) 1975.
- KLAU, W. & MOSTLER, H.: Alpine Middle and Upper Triassic Pb-Zn Deposits. – Proceed. intern. Conf. Mississippi Valley Type Lead-Zinc Deposits, 113–128, 18 Abb., Rolla/Missouri (Univ.) 1983.
- KLAUS, W.: Bemerkungen zur Palynologie der Hausruck-Kohlen. – Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **89**, 69–77, 1 Tab., Wien 1952.
- : Mikrosporen-Stratigraphie der ostalpinen Salzberge. – Verh. geol. B.-A., **1953**, 161–175, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1953.
- : Braunkohlen-Palynologie einiger weststeirischer Lagerstätten. – Verh. geol. B.-A., **1954**, 170–179, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1954.
- : Über die Sporendiagnose des deutschen Zechsteinsalzes und des alpinen Salzgebirges. – Z. dt. geol. Ges., **105** (1953), 776–788, 3 Abb., Taf. 33–34, Hannover 1955.
- : Mikrosporenhorizonte in Süd- und Ostkärnten. – Verh. geol. B.-A., **1956**, 250–255, 1 Abb., Wien 1956.
- : Bericht 1957 aus dem Laboratorium für Palynologie. – Verh. geol. B.-A., **1958**, 298–299, Wien 1958.
- : Sporen der karnischen Stufe der ostalpinen Trias. – Jb. geol. B.-A., Sdb. **5**, 107–184, 14 Abb., Taf. 28–38, Wien 1960.
- : Sporen aus dem südalpinen Perm. Vergleichsstudie für die Gliederung nordalpiner Salzserien. – Jb. geol. B.-A., **106**, 229–361, 38 Abb., Taf. 1–20, Wien 1963.
- : Zur sporenstratigraphischen Einstufung von gipsführenden Schichten in Bohrungen. – Erdoel-Z., **80**, 119–132, Taf. 1–4, Wien – Hamburg 1964.
- : Zur Einstufung alpiner Salztone mittels Sporen. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **G**, 288–292, 1 Abb., Wien 1965.
- : Spätglazial-Probleme der östlichen Nordalpen Salzburg – Inneralpines Wiener Becken. – Ber. dt. bot. Ges., **85**, 83–92, 2 Abb., Stuttgart 1972.
- : Zur Aufbereitungstechnik und Stratigraphie von Trias-Sporen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21** (1972), 427–435, 2 Abb., Innsbruck 1973.
- : Neue Beiträge zur Datierung von Evaporiten des Ober-Perm. – Carinthia, **164** bzw. (II) **84**, 79–85, Klagenfurt 1974.
- : Das Mondsee-Interglazial, ein neuer Florenfundpunkt der Ostalpen. – Jb. oö. Musealver., **120**, 315–344, 5 Abb., 5 Taf., Linz 1975.
- : Der Fund einer fossilen Aleppo-Kiefer (*Pinus halepensis* MILL.) im Pannon des Wiener Beckens. – Beitr. Paläont. Österr., **2**, 59–69, 2 Abb., Taf. 1, Wien 1977 a.
- : Neue fossile Pinaceen-Reste aus dem österreichischen Jungtertiär. – Beitr. Paläont. Österr., **3**, 105–127, 2 Tab., Taf. 1–2, Wien 1977 b.
- : Forschungsschwerpunkte der Paläobotanik und Palynologie der Universität Wien. – Rev. Palaeobot. Palynol., **23**, 303–330, Taf. 1–5, Amsterdam 1977 c.
- : Zur entwicklungsgeschichtlichen Bedeutung triadischer, angiospermider Pollenapertur- und Strukturanlagen. – Beitr. Paläont. Österr., **6**, 135–177, 9 Abb., Taf. 1–4, Wien 1979.

- : Über eine bemerkenswerte fossile Pinus-Art aus dem Unter-Miozän von Niederösterreich. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **83**, 169–180, 1 Abb., Taf. 1–2, Wien 1980.
- : Zur Mikroflora des Unter-Sarmat am Alpen-Südostrand. – *Beitr. Paläont. Österr.*, **11**, 289–400, 15 Abb., 19 Taf., Wien 1984.
- KLEBELSBERG, R. v.: Die Haupt-Oberflächensysteme der Ostalpen. – *Verh. geol. R.-A.*, **1922**, 45–67, Wien 1922.
- : Das Antlitz der Alpen. – *Z. dt. geol. Ges.*, **77** (1925), 372–390, Stuttgart 1926.
- : Grundzüge der Geologie Tirols. – [In:] *Dt. Österr. Alpenver. Tirol*, 25–91, 2 Abb., 7 Tab., München (F. Bruckmann) 1933.
- : Geologie von Tirol. – *XII*, 872 S., 11 Beil., 1 Kt., Berlin (Borntraeger) 1935.
- : Tiroler Werksteine. – *Veröff. Mus. Ferdinandeum*, **20/25**, 247–264, Innsbruck 1947.
- : Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie. – 1. Bd.: Allgemeiner Teil, *XI*, 1–403 S., 55 Abb., Tab. 1–6, 1948; 2. Bd.: Historisch-regionaler Teil, *VII*, 404–1028 S., 38 Abb., Tab. 7–26, Wien (Springer) 1949.
- : Otto Ampferers geologisches Lebenswerk. – *Jb. geol. B.-A.*, **92** (1947), 93–116, 1 Abb., Wien 1949.
- : Prof. Dr. Bruno Sander und die Universität Innsbruck. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **4**, 1–6, Wien 1954.
- KLEBERGER, J., SÄGMÜLLER, J. J. & TICHY, C.: Neue Fossilfunde aus der mesozoischen Schieferhülle der Hohen Tauern zwischen Fuschertal und Wolfbachtal (Unterpinzgau/Salzburg). – *Geol. paläont. Mitt. Innsbruck*, **10** (9), 275–288, 3 Abb., 1 Tab., Taf. 1–2, Innsbruck 1981.
- KLEINSCHMIDT, G.: Ein neues Tertiärvorkommen am Fuße der Koralpe nördl. Eттendorf/Lavanttal. – *Karinthin*, **69**, 58–60, 1 Abb., Knappenberg 1973.
- : Die Verteilung von Chloritoid in den südlichen Muralpen (Gurktaler Alpen, Saualpe, Koralpe) und ihre geologische Bedeutung. – *Clausth. geol. Abh.*, **30**, 74–94, 9 Abb., Clausthal-Zellerfeld 1978.
- KLIMPT, H.: Morphogenese der Sonnblickgruppe. – *Geogr. Jber. Österr.*, **21/22** (1941/1942), 1–130, Wien 1943.
- : Erlauf, Ötscher und Salza. – *Geographische Studien. Festschr. J. Sölch.* – 59–76, Wien (Geogr. Ges. etc.) 1951.
- KLINGHARDT, F.: Das Krönner Riff (Gosauschichten) im Lattengebirge. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **35** (1942), 179–214, 5 Abb., Taf. 1–5, Wien 1944.
- KLINGNER, F.: Der Jura in den Tiefbohrungen von Winetsham in Oberösterreich. – *Cbl. Miner. etc.*, **1929**, B, 532–543, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1929.
- : Senkung, Sedimentation und Tektonik im Kohlenbecken von Tauchen im Burgenland. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **82**, 16–24, 8 Abb., Wien 1934.
- KLOB, H.: Über das Vorkommen eines porphyritischen Granites im Raume Sandl – Karlstift – Liebenau bei Freistadt im oberösterreichischen Mühlviertel (Granit vom Typ „Karlstift“). – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **14**, 311–323, 5 Abb., Wien 1970.
- : Der Freistädter Granodiorit im österreichischen Moldanubikum. – *Verh. geol. B.-A.*, **1971**, 98–142, 18 Abb., 13 Tab., Wien 1971.
- KLOIBER, H.: Das Becken von Gosau (O.Ö.) und sein Rahmen. – *Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien*, 154 S., Abbn., 11 Beil.-Taf., Wien 1966.

- KLÜPFEL, W.: Die Entstehung der Donau. – Z. dt. geol. Ges., **80** (1928), Monber. 282–287, Berlin 1929 a.
- : Zur Paläomorphologie des Donaugebietes. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., **1929**, 66–72, Stuttgart 1929 b.
- KNAPCZYK, H. & TICHY, G.: Geologische Karte der Salzburger und Berchtesgadener Kalkalpen 1: 50.000. – Arbeitskarte „Man and Biosphere“-6-Projekt. Salzburg (Lichtpause) 1981 a.
- : Tektonische Karte der Salzburger und Berchtesgadener Kalkalpen 1: 50.000. – Arbeitskarte „Man and Biosphere“-6-Projekt. Salzburg (Lichtpause) 1981 b.
- KNAPP, R.: Einführung in die Pflanzen-Soziologie. – 3. Aufl., 388 S., 252 Abb., 41 Tab., Stuttgart (Ulmer) 1971.
- KNETT, J.: Vorläufige Mittheilung über die Fortsetzung der „Wiener Thermenlinie“ (Winzendorf–Baden–Meidling) nach Nord. – Verh. geol. R.-A., **1901**, 245–248, Wien 1901.
- : Die Thermal- und Mineralquellen. – [In:] V CONRAD et al. [Hrsg.]: 23–80, 3 Taf., Wien (Österr. Staatsdruckerei) 1928.
- KNOBLOCH, E.: Samen und Früchte aus dem Pannon des Wiener Beckens. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1976**, 73–82, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1976.
- : Fossile Pflanzenreste aus der Kreide und dem Tertiär von Österreich. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 415–426, Wien 1977.
- : Pflanzenreste aus dem Tertiär von Horn. – Verh. geol. B.-A., **1981**, H. 2, 59–71, Taf. 1–4, Wien 1981.
- KOBEL, M.: Lithostratigraphische und sedimentologische Untersuchungen in der kalkalpinen Mitteltrias des Rätikon etc. – Mitt. geol. Inst. T.H. Zürich, N. F. **118**, 149 S., 17 Abb., 15 Taf., Zürich 1969.
- : Erläuterungen zur Tektonik des Rätikon etc. – Jb. Vorarlb. Landesmus.-ver., **1968/69**, 245–260, 2 Abb., 4 Taf., Bregenz 1972.
- KOBEL, M. & HANTKE, R.: Zur Hydrogeologie des Rheintales von Sargans bis zum Bodensee. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **61**, 49–56, 1 Abb., Stuttgart 1979.
- KOBER, L.: Über die Tektonik der südlichen Vorlagen des Schneebergs und der Rax. – Mitt. geol. Ges. Wien, **2**, 493–511, Taf. 19, Wien 1909.
- : Untersuchungen über den Aufbau der Voralpen am Rande des Wiener Beckens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **4**, 63–116, Taf. 2–5, Wien 1911 a.
- : Der Aufbau der östlichen Nordalpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-nath. Kl., Abt. I, **120**, 1115–1124, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1911 b.
- : Die Bewegungsphänomene der festen Erdrinde. – Mitt. natw. Ver. Univ. Wien, **9**, 67–68, Wien 1911 c.
- : Über Bau und Entstehung der Ostalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **5** (1912), 368–481, Taf. 8–14, Wien 1912 a.
- : Der Deckenbau der östlichen Nordalpen. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **88**, 345–396, 7 Abb., Kt. 1–2, Taf. 1, Wien 1912 b.
- : Das östliche Tauernfenster. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **98**, 201–242, 24 Abb., Taf. 1–3, 1 Tektonogramm, 1 geol. Kt., Wien 1922.
- : Bau und Entstehung der Alpen. – 1. Aufl., 283 S., 102 Abb., 8 Taf., Berlin (Borntraeger) 1923.

- : Gestaltungsgeschichte der Erde. – Samml. Borntraeger, **7**, VII, 192 S., 60 Abb., 1 Kt., Berlin (Borntraeger) 1925.
- : Geologie der Landschaft um Wien. – 150 S., 60 Abb., 2 Taf., 1 Kt., Wien (Springer) 1926.
- : Das Werden der Alpen. – IV, 86 S., 24 Abb., 3 Taf., Karlsruhe (G. Braun) 1927.
- : Der Hallstätter Salzberg. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **138**, 35–45, Wien 1929.
- : Das alpine Europa und sein Rahmen. – 310 S., 33 Abb., 3 Taf., Berlin (Borntraeger) 1931.
- : Das Weltbild der Erdgeschichte. – VIII, 160 S., 17 Abb., 1 Taf., Jena (Fischer) 1932.
- : Der geologische Aufbau Österreichs. – 204 S., 20 Abb., 1 Taf., Wien (Springer) 1938.
- : Wiener Landschaft. – Wiener geogr. Stud., **15**, 85 S., 8 Abb., 1 Taf., Wien 1947.
- : Der Hallstätter Salzberg und der Hallstätter Erbstollen. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **95**, 165–171, 3 Abb., Wien 1950.
- : Bau und Entstehung der Alpen. 2. Aufl. – 379 S., 100 Abb., 3 Taf., Wien (Deuticke) 1955.
- KOBIŁKA, J.: Die generelle Planung von Flußkraftwerken etc. – [In:] A. KOSKA & ÖST. DONAUKRAFTWERKE AG. [Hrsg.]: Donaustrom. 23–52, 28 Abb., Wien – Berlin (A. Koska) 1984.
- KOCH, A.: Über einige der ältesten und jüngsten artesischen Bohrungen im Tertiärbekken von Wien. – Antrittsrede Rectors-Inauguration 1907 Hochschule f. Bodencultur, 60 S., Wien (Schworella & Heik) 1907.
- KOCH, E. & VAHRENHOLT, F.: Die Lage der Nation. Umwelt-Atlas der Bundesrepublik etc. – 464 S., zahlr. Abb., Tab., Hamburg (Geo; Gruner u. Jahr) 1983.
- KOCH, K.: Die Vererzung der Krabachmasse östlich von Zürs am Arlberg. – Notizbl. hess. L.-A. Bodenforsch., **87**, 202–207, 2 Abb., Taf. 17, Wiesbaden 1958.
- : Zur Tektonik der Krabachmasse und ihrer Umgebung (Lechtaler Alpen). – Z. dt. geol. Ges., **116** (1964), 620–650, 27 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Hannover 1966.
- KOCH, K. & STENGEL-R., W.: Faziesuntersuchungen in Jura und Unterkreide der westlichen Lechtaler Alpen. – Verh. geol. B.-A., **1959**, 179–201, 4 Abb., 2 Taf., Wien 1959.
- KOCHANSKY-DEVIDE, V.: Permski mikrofosili zahodnik Karavank. – Geolog. Razpr. in Poročila, **13**, 175–256, 5 Tab., Taf. 1–26, Ljubljana 1970.
- KOCHANSKY-DEVIDE, V., BUSER, S. et al.: Podroben Profil Skozi Trogkofelske Plasti v Potoku Košnutnik v Karavankah. – Razpr. slov. Akad. Znan., Kl. 4, **16/4**, 19 S., 5 Taf., Ljubljana 1973.
- KOCHANSKY-DEVIDE, V. & RAMOVŠ, A.: Oberkarbonische Mikrofossilien und stratigraphische Entwicklung in den Westkarawanken. – Razpr. slov. Akad. Znan., Kl. 4, **9/7**, 299–333, 1 Abb., 1 Beil., Taf. 1–11, Ljubljana 1966.
- KOCKEL, C.: Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. – Mitt. geol. Ges. Wien, **15** (1922), 63–168, 4 Abb., Wien 1923.
- : Der Falkensteinzug im östlichen Allgäu – eine Deckenmulde. – Geol. Rdsch., **26**, 153–154, 2 Abb., Stuttgart 1935.

- : Beobachtungen im Hornbachfenster (Lechtaler Alpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **96**, 339–356, 2 Abb., 2 Beil., Stuttgart 1953.
- : Die Larsenn-Scholle bei Imst (Tirol). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1953**, 520–533, 2 Abb., Stuttgart 1954.
- : Der Umbau der nördlichen Kalkalpen und seine Schwierigkeiten. – Verh. geol. B.-A., **1956**, 205–212, Wien 1956.
- : Der Zusammenbruch des kalkalpinen Deckenbaues. – Z. dt. geol. Ges., **108** (1956), S. 264, Hannover 1957.
- KOCKEL, C. & RICHTER, M.: Deckengrenzen in den Vilser Alpen. – Jb. geol. B.-A., **81**, 331–351, 11 Abb., Taf. 8–9, Wien 1931.
- KOCKEL, C., RICHTER, M. & STEINMANN, H. G.: Geologie der Bayrischen Berge zwischen Lech und Loisach. – Wiss. Veröff. dt. österr. Alpenver., **10**, 231 S., 57 Abb., 17 Taf., Innsbruck 1931.
- KOCKEL, C., SCHMIDT-THOMÉ, P. & CUSTODIS, A.: Der Falkensteinzug im östlichen Allgäu. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. **76**, Abt. B, 161–191, 5 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1936.
- KODSI, M.: Die Fauna der Bank s des Auernig (Oberkarbon; Karnische Alpen, Österreich). 1. Teil. – Carinthia, **157** bzw. (II) **77**, 59–81, 3 Abb., 5 Tab., Taf. 1–3, Klagenfurt 1967.
- : Korallen aus dem Unterdevon der Karnischen Alpen. – Verh. geol. B.-A., **1971**, 576–607, 4 Abb., 2 Tab., 4 Taf., Wien 1971.
- KODSI, M. & SIEHL, A.: Numerische Klassifikation von Fenestella-Fragmenten aus der Bank s des Auernig (Oberkarbon; Karnische Alpen). – Verh. geol. B.-A., **1971**, 609–623, 5 Abb., 2 Tab., Wien 1971.
- KODYM, O.: Platform stage of the development of the Czech Massif. – [In:] V ZOUBEK [Hrsg.]: Tectonic Development of Czechoslovakia, 122–138, Praha (Česk. Akad. věd) 1960.
- : Neue Forschungsergebnisse im Moldanubikum Böhmens. – Nova Acta Leopoldina, N. F. **45**, Nr. 224, 11–22, 5 Abb., Halle/Saale 1976.
- KOEHN-ZANINETTI, L.: Les Foraminifères du Trias de la Région de l'Almtal (Haute-Autriche). – Jb. geol. B.-A., Sdb. **14**, 1–155, 44 Abb., 12 Taf., Wien 1969.
- KOHL, H.: Geomorphologie des mittleren Mühlviertels und des Donautales von Ottensheim bis Mauthausen. – Unveröff. Diss. Univ. Graz, 244 S., Abb., Graz 1952.
- : Das Kefermarkter Becken. – Oberösterr. Heimatbl., **11** (2), 97–115, 1 geol. Kt.-skizze, Linz 1957.
- : Eine unbekannte Verwitterungszone zwischen altpleistozänen Schottern bei Kremsmünster. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 383–385, 1 Abb., Wien 1962.
- : Das Donautal zwischen Passau und Hainburg. – Geogr. Rdsch., **18**, 186–196, 2 Abb., Braunschweig 1966.
- : Beiträge über Aufbau und Alter der Donautalsole bei Linz. – Natk. Jb. Stadt Linz, **1968**, 7–60, 15 Abb., 3 Tab., Linz 1968.
- : Oberflächenformen [von Oberösterreich] 1:500.000. – Atlas von Oberösterreich, Bl. 56, Linz (Inst. Landeskd. OÖ.) 1969 a.
- : Quartär und Hydrogeologie des Linzer Raumes. – [In:] PODZEIT, W. & STEININGER, F. [Red.]: Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes, 71–90, 3 Abb., Linz 1969 b.

- : Die Oberflächenformen Oberösterreichs. – Kommentar zu Blatt 56 des OÖ.-Atlas. Erläuterungsbd., 43–59, Linz (Inst. f. Landeskd.) 1971 a.
- : Das Quartärprofil von Kremsmünster in Oberösterreich. – Geogr. Jber. Österr., **33** (1969–1970), 82–88, 1 Abb., Wien 1971 b.
- : Zum Aufbau und Alter der oberösterreichischen Donauebene. – Jb. o.ö. Muscalver., **118** (1), 187–196, Linz 1973.
- : Die Entwicklung des quartären Flußnetzes im Bereich der Traun-Enns-Platte/Ober-Österreich. – Heidelberger geogr. Arb., **40** (Festschr. H. Graul), 31–44, 3 Kt., Heidelberg 1974.
- : Die spätriss- und würmzeitlichen Gletscherstände im Traunseebecken und dessen Seestände. – Jb. oberöst. Musealver., **121**, 251–286, 3 Abb., Taf. 21–26, Linz 1976.
- : Zur Jungpleistozän- und Holozänstratigraphie in den oberösterreichischen Donauebene. – [In:] H. NAGL [Hrsg.]: Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung, 269–290, 7 Abb., 1 Tab., Wien (F. Hirt) 1978.
- : Das Quartär in Oberösterreich etc. – Jb. oberösterr. Mus.-Ver., **126** (1), 229–251, 8 Abb., Linz 1981.
- : Das Quartär [in Oberösterreich]. – Jb. oberösterr. Mus.-Ver., **128** (1), 377–384, Linz 1983 a.
- : Beiträge zur Quartärstratigraphie aus dem oberösterreichischen Raum. – Innsbr. geogr. Stud., **8** (Festschr. F. Fliri), 13–33, 4 Abb., 1 Tab., Innsbruck 1983 b.
- : Das kristalline Grundgebirge und dessen jüngere Überdeckung [in Oberösterreich]. – Jb. oberösterr. Mus.-Ver., **128** (1), 343–351, Linz 1983 c.
- KOHL, H. & WEINBERGER, L.: Pleistocene Glaciation and its deposits at the Northern Margin of the Austrian Alps. – Studies Univ. Colorado, Ser. Earth Sci., **7**, 27–40, 1 Kt., Boulder 1968.
- KOHLBECK, F.: In-situ-Spannungsmessungen im Tertiärbecken von Fohnsdorf. – Berg-u. hüttenmänn. Mh., **124**, 367–375, 11 Abb., 5 Tab., Wien – N.Y 1979.
- KOHLBECK, F., RIEHL-HERWIRSCH, G. et al.: In situ Spannungsmessungen an der Periadriatischen Naht in der Ebriachklamm bei Eisenkappel (Kärnten, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **26**, 139–153, 8 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- KOHLBECK, F., ROCH, K.-H. & SCHEIDEGGER, A. E.: In Situ Stress Measurement in Austria. – Rock Mechanics, Suppl. **9**, 21–29, 4 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- KOHLBECK, F. & SCHEIDEGGER, A.: Gebirgszustand und neotektonische Spannungen im Gebiet des Bergbaues von Bleiberg, Kärnten. – Rock Mechanics, **14**, 1–25, 19 Abb., Wien – N.Y 1981.
- KÖHLER, A.: Mineralogisches aus dem niederösterreichischen Waldviertel. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **36**, 157–163, Wien 1924.
- : Eine Bemerkung über „Pfahlschiefer“ aus dem niederösterreichischen Waldviertel. – Verh. geol. R.-A., **1924**, 118–123, Wien 1925.
- : Zur Kenntnis der Ganggesteine im niederösterreichischen Waldviertel. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **39**, 125–203, 7 Abb., 1 Kt., Taf. 1, Wien 1928.
- : Die moldanubischen Gesteine des Waldviertels (Niederdonau) und seiner Randgebiete. I. – Fortschr. Miner. Kristallogr. Petrogr., **25**, 253–316, 1 Kt., Berlin 1941.
- : Erscheinungen an Feldspaten in ihrer Bedeutung für die Klärung der Gesteinsgenesis. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **1**, 51–67, 5 Abb., Wien 1948 a.

- Zur Entstehung der Granite der Südböhmischen Masse. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **1**, 175–184, Wien 1948 b.
- KÖHLER, A. & MARCHET, A.: Die moldanubischen Gesteine des Waldviertels (Niederdonau) und seiner Randgebiete. – Fortschr. Miner. etc., **25**, 253–366, 6 Abb., 1 Kt., Berlin 1941.
- KOHLER, E. & HÄUSSLER, H.: Zur Entstehung von Phosphorit- und Glaukonitvorkommen der Mittel- und Oberkreide im Helvetikum des Allgäu. – Geol. Jb., **A 46**, 69–91, 4 Abb., 6 Tab., Taf. 1, Hannover 1978.
- KÖHLER, M.: Baugeologische Untersuchungen im Raume Dalaas (Klostertal, Vorarlberg): 1. Teil: Regionalgeologische Ergebnisse. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **6**, H. 9, 1–26, 4 Tab., 3 Prof., 1 Kt., Innsbruck 1977.
- Brennerflachbahn Projekt 1978. Ergebnisse der geologischen Untersuchungen. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **8**, 1–99, 13 Abb., 3 Tab., Innsbruck 1978.
- Der Arlberg-Straßentunnel – Baulos West. – PORR-Nachr., **77/78**, 2–17, zahlr. Abb., Graz 1979.
- Perjontunnel (Landeck, Tirol): Baugeologische Verhältnisse, Prognose und tektonische Schlußfolgerungen. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **12**, H. 12, 249–267, 3 Abb., 1 Taf., Innsbruck 1983.
- KÖHLER, M. & RESCH, W.: Sedimentologische, geochemische und bodenmechanische Daten zum Bänderthon von Baumkirchen (Inntal, Tirol). – Veröff. Univ. Innsbruck, **86** (Festschr. W. Heißel), 181–215, 10 Abb., 7 Tab., 1 Taf., Innsbruck 1973.
- KOHN, V.: Geologische Beschreibung des Waschbergzuges. – Mitt. geol. Ges. Wien, **4**, 117–142, 2 Abb., Taf. 6, Wien 1911.
- KÖHNE, F.-P. & MILLER, H.: Geochemische Untersuchungen an Gesteinen der Bündner-Schiefer-Serie am Nordwestrand des Tauernfensters (Tuxer Tal, Tirol). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **159**, 151–171, 7 Abb., Stuttgart 1980.
- KÖLBL, L.: Zur Deutung der moldanubischen Glimmerschieferzone im niederösterreichischen Waldviertel. – Jb. geol. B.-A., **72**, 81–104, 6 Abb., Wien 1922.
- Die Stellung des Gföhler Gneises im Grundgebirge des niederösterreichischen Waldviertels. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **38**, 508–540, 8 Abb., Taf. 10, Wien 1925.
- Die geologischen Verhältnisse am Nord- und Nordwestrande des Dunkelsteiner Granulitmassives. – Verh. geol. B.-A., **1926**, 155–161, 3 Abb., Wien 1926.
- Vorkommen und Entstehung des Kaolins im niederösterreichischen Waldviertel. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **37** (1926), 173–200, 5 Abb., Wien 1927.
- Franz Eduard Sueß. – Mitt. geol. Ges. Wien, **36–38** (1943–1945), 267–284, Wien 1949.
- Art und Verteilung der Sedimentkörper im Torton des Erdölfeldes Matzen (Wiener Becken). – Eclogae geol. Helv., **51**, 999–1009, 5 Abb., Basel 1958 a.
- Die Tiefenwässer des Erdölfeldes Matzen. – Erdoel-Z., **74**, 406–415, 3 Abb., 3 Tab., Wien 1958 b.
- Geologische Studie über die Bildung der tortonen Zwischenhorizonte von Matzen etc. – Erdoel-Erdgas-Z., **82**, 45–65, 11 Abb., 3 Tab., Wien – Hamburg 1966.
- Das Lebenswerk von Franz Eduard Sueß. – Mitt. geol. Ges. Wien, **60** (1967), 5–12, Wien 1968.

- KOLLER, F.: Bohnerze und Augensteinfelder in Kärnten. – Carinthia, **131** bzw. (II) **51**, 63–69, Klagenfurt 1941.
- : Die Bildung eines Alkali amphibols in Metagabbros der Bernstein-Rechnitzer Schieferinsel, Penninikum. – Tschermaks miner.-petr. Mitt., (3) **25**, 107–116, 4 Abb., 2 Tab., Wien 1978.
- : Ein Beitrag zur Bildung von Spinell in basischen Intrusivgesteinen des nördlichen Waldviertels, Österreich. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **116**, 79–85, 2 Tab., Wien 1979.
- : Petrologie und Geochemie der Ophiolite des Penninikums am Alpenostrand. – Jb. geol. B.-A., **128**, 83–150, 27 Abb., 11 Tab., Wien 1985.
- KOLLER, F., GÖTZINGER, M. et al.: Beiträge zur Mineralogie und Geochemie der Pegmatite des St. Radegunder Kristallins und der Gleinalpe. – Arch. Lagerst.-forsch. geol. B.-A., **3**, 47–65, 13 Abb., 8 Tab., Wien 1983.
- KOLLER, F., GRUNDMANN, G. et al.: Geochemische Variabilität von Biotit- und Chloritschiefern aus Ultrabasiten der Habachformation (Tauernfenster). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **29**, 75–98, 7 Abb., 9 Tab., Wien 1983.
- KOLLER, F., NEUMAYER, R. & NIEDERMAYR, G.: „Alpine Klüfte“ im Kristallin der Böhmisches Masse. – Aufschluß, **29**, 373–378, 3 Abb., Heidelberg 1978.
- KOLLER, F. & NIEDERMAYR, G.: Die Mineralvorkommen der Diorite des nördlichen Waldviertels. – Ann. nathist. Mus. Wien, **82**, 193–208, Taf. 1–2, Wien 1979.
- : Die Petrologie der Diorite im Nördlichen Waldviertel, Niederösterreich. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **28**, 285–313, 11 Abb., 1 Tab., Wien 1981.
- KOLLER, F. & PAHR, A.: The Penninic ophiolites on the eastern end of the Alps. – Ofioliti, **5** (1), 65–72, 1 Abb., Bologna 1980.
- KOLLER, F. & RICHTER, W.: Rodingites in ultramafic rocks of the Eastern Alps. – Ofioliti, **5** (1), 73–78, 2 Abb., 1 Tab., Bologna 1980.
- : Die Metarodingite der Habachformation, Hohe Tauern (Österreich). – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **33**, 49–66, 6 Abb., Wien 1984.
- KOLLER, F. & WIESENER, H.: Gesteinsserien und Metamorphose der Rechnitzer Serie im Burgenland und des Unterostalpins der Oststeiermark. – Fortschr. Miner., **59**, Beih. 2, 167–178, 1 Abb., Stuttgart 1981.
- KOLLMANN, H.: Stratigraphie und Tektonik des Gosaubeckens von Gams (Steiermark, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **107**, 71–159, 5 Abb., Taf. 1–4, Wien 1964.
- : Zur Gliederung der Kreideablagerungen der Weyerer Bögen (O.-Ö.). – Verh. geol. B.-A., **1968**, 126–137, Taf. 1–2, Wien 1968 a.
- : Itruvien (Itieriidae, Gastropoda) aus dem Wiener Raum. – Mitt. geol. Ges. Wien, **60** (1967), 13–22, 1 Taf., Wien 1968 b.
- : Zur Systematik und Paläobiologie der Gastropodengattung *Tanaliopsis* COSSMANN. – Ann. nathist. Mus. Wien, **79**, 37–46, Taf. 1–3, Wien 1975.
- : Gastropoden aus der Sandkalkbank (Hochmooschichten, Obersanton) des Beckens von Gosau (OÖ.). – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 197–213, 2 Abb., Taf. 1–4, Wien 1980.
- : Gastropoden aus den Losensteiner Schichten der Umgebung von Losenstein (Oberösterreich). – Ann. nathist. Mus. Wien, 1. Teil: Euthyneura etc., **80**, 163–206, 1 Abb., 7 Taf., 1976. 2. Teil: Naticidae etc., **81**, 173–201, 5 Taf., 1978.

3. Teil: Cerithiacea etc., **82**, 11–51, 2 Abb., 6 Taf., 1979. 4. Teil: Archaeogastropoda etc., **84/A**, 13–56, 7 Taf., 1982. – Wien 1976–1982.
- [Hrsg.]: Schätze im Boden. Österreichs Boden im Wandel der Zeit. – 80 S., zahlr. Abb., Tabn., 1 Kt., Wien (Braumüller) 1982.
- : *Megalonoda* n. gen. (Melanopsidae, Gastropoda) aus der Oberkreide der Nördlichen Kalkalpen (Österreich). – Ann. nathist. Mus. Wien, **86 A**, 55–62, 2 Taf., Wien 1984.
- KOLLMANN, H., BACHMAYER, F. et al.: Beiträge zur Stratigraphie und Sedimentation der Oberkreide des Festlandssockels im nördlichen Niederösterreich. – Jb. geol. B.-A., **120** (1977), 401–447, 7 Abb., 1 Tab., Taf. 1–6, Wien 1978.
- KOLLMANN, H. & SUMMESBERGER, H.: Excursions to Coniacian-Maastrichtian in the Austrian Alps. – 4th meeting working group Coniacian-Maastrichtian stages, 105 S., zahlr. Abb., Wien (Photodr.) 1982.
- KOLLMANN, K.: Beiträge zur Geologie des Seeberggebietes. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 167 S., 16 Abb., 9 Taf., Wien 1938.
- : Cytherideinae und Schulerideinae n.subfam. (Ostracoda) aus dem Neogen des östlichen Oesterreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **51** (1958), 89–195, 5 Abb., 21 Taf., 5 Beil., Wien 1960 a.
- : Das Neogen der Steiermark. – Mitt. geol. Ges. Wien, **52** (1959), 159–167, 1 Abb., 2 Beil., Wien 1960 b.
- : Ostracoden aus der alpinen Trias Österreichs. I. Parabairdia n. g. und Ptychobairdia n. g. (Bairdiidae). – Jb. geol. B.-A., Sdb. **5**, 79–105, 3 Abb., Taf. 22–27, Wien 1960 c.
- : Ostracoden aus der alpinen Trias II. Weitere Bairdiidae. – Jb. geol. B.-A., **106**, 121–203, 8 Abb., 3 Tab., Taf. 1–11, Wien 1963.
- : Jungtertiär im Steirischen Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57** (1964), 479–632, 2 Abb., Taf. 1–6, Wien 1965.
- : Die Mächtigkeitsverteilung der Ablagerungen des Obereozäns und tiefen Rupels etc. – Erdoel-Erdgas-Z., **82**, 175–185, 6 Abb., 1 Taf., Wien – Hamburg 1966.
- : Die Öl- und Gasexploration der Molassezone Oberösterreichs und Salzburgs aus regional-geologischer Sicht. – Erdoel-Erdgas-Z., **93**, Sdb. 1977, 36–49, 19 Abb., Hamburg – Wien 1977.
- KOLLMANN, K. & MALZER, O.: Die Molassezone Oberösterreichs und Salzburgs. – [In:] F. BACHMAYER [Hrsg.]: Erdöl und Erdgas in Österr. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N.F. **19**, 179–201, Abb. 89–97, Tab. 11, Wien 1980.
- KOLLMANN, W.: Hydrogeologie der nördlichen Gesäuseberge. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Graz, XI + 300 S., 6 + 4 Beil., 10 Taf., Graz 1975.
- : Bemerkungen zum Retentionsvermögen hydrogeologisch definierbarer Gesteinskörper. – Festsch. J. G. Zötl, 85–101, 1 Abb., 6 Tab., Graz (Forschungszentr. Hydrogeol.) 1981.
- : Hydrogeologische Untersuchungen in den nördlichen Gesäusebergen. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang, **66**, XVI, 298 S., 100 Abb., Anh., Graz 1983.
- : Stand der hydrogeologischen Untersuchungen im südlichen Burgenland (Österreich). – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **5**, 55–71, 11 Abb., 3 Tab., Wien 1984.
- KÖNIG, A.: Die exotischen Gesteine vom Waschberge bei Stockerau. – Tscherma's miner. petrogr. Mitt., (2) **15**, 466–480, Wien 1896.

- KÖNIG, L. A.: Können die radioaktiven Emissionen kerntechnischer Anlagen eine Ursache für die neuartigen Waldschäden sein? – [In:] AGF. [Hrsg.]: Strahlung und Radionuklide in der Umwelt; Ber. Tagg. Arge. Großforsch.-Einrichtgn., Bonn 1984.
- KÖNIG, L. A., PENZHORN, R.-D. & SCHÜTTELKOPF, H.: Kerntechnik und Waldschäden. – KfK 3704, 28 S., 14 Tab., Karlsruhe (Kernforschungszentrum) 1984.
- KOPEZKY, G.: Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitz in Südweststeiermark. – Mitt. Mus. Bergbau etc. Landesmus. Joanneum, **18**, 112 S., 1 Tab., 1 Kt., 2 Taf., Graz 1957.
- : Die Bentonitlagerstätte von Gossendorf, Steiermark. – Mittbl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, **1961** (2), 46–53, 7 Abb., 1 Tab., Graz 1961.
- : Der Dambruch bei Köflach etc. – Archiv Lagerst.forsch. Ostalpen, **4**, 148–160, 6 Abb., Leoben 1966.
- : Die Gesichtspunkte für die Errichtung zeitgemäßer Abfalldeponien in der Steiermark aus hydrogeologischer Sicht. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **107**, 73–80, 1 Abb., Graz 1977.
- KOPPEL, V & SCHROLL, E.: Bleiisotopenzusammensetzung von Bleierzen aus dem Mesozoikum der Ostalpen. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 403–409, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1979.
- : Lead Isotopes of Palaeozoic, Strata-Bound to Stratiform Galena Bearing Sulfide Deposits of the Eastern Alps etc. – Schweiz. miner. petrogr. Mitt., **63**, 347–360, 2 Abb., 2 Tab., Zürich 1983 a.
- : Bleiisotope und Remobilisation von Erzlagerstätten. – Schr. erdw. Komm. österr. Akad. Wiss., **6**, 39–51, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1983 b.
- : Herkunft des Pb der triassischen Pb-Zn-Vererzungen in den Ost- und Südalpen. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 215–222, 7 Abb., 8 Tab., Wien 1985.
- KÖRNER, J.: Reichweite und Geschwindigkeit von Bergstürzen und Fließschneelawinen. – Rock Mechanics, **8**, 225–256, 15 Abb., Wien – N.Y 1976.
- KOSSMAT, F.: Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. – Mitt. geol. Ges. Wien, **6**, 61–165, 9 Abb., Taf. 3–5, Wien 1913.
- : Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1: 75.000, Blatt Wiener Neustadt. – Wien (Geol. R.-A.) 1916.
- : Gliederung des varistischen Gebirgsbaues. – Abh. Sächs. geol. L.-A., **1**, 40 S., 2 Abb., 2 Taf., Leipzig 1927.
- : Das Problem der Groß-Überschiebungen im variskischen Gebirge Deutschlands. – Cbl. Miner. etc., **1931**, Abt. B, 577–602, 4 Abb., Stuttgart 1931.
- KOSTELKA, L.: Eine genetische Gliederung der Blei-Zinkvererzungen südlich der Drau. – Carinthia, **155** bzw. (II) **75**, 29–39, 2 Abb., Klagenfurt 1965.
- : Die österreichischen Hoffungsgebiete auf Blei- und Zinkerze. – [In]: O. SCHULTZ [Hrsg.]: Blei und Zink in Österreich, 5–7, Abb. 1–2, Klagenfurt (BBU) 1978.
- KOSTELKA, L. & PETRASCHECK, W. E.: Genesis and classification of Triassic alpine lead-zinc deposition the Austrian region. – Econ. Geol. Monogr., **3**, 138–146, 1 Abb., USA 1967.
- KOTÁSEK, J. & KRS, M.: Palaeomagnetic Study of Tectonic Rotation in the Carpathian Mountains of Czechoslovakia. – Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., **1**, 39–49, 4 Abb., 1 Tab., Amsterdam 1965.

- KOVAR, J.: Pflanzenreste aus dem Pannon (Ober-Miozän) von Rohrbach bei Ziersdorf (Niederösterreich). – Beitr. Paläont. Österr., **6**, 107–117, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1, Wien 1979.
- : Eine Blätter-Flora des Egerien (Ober-Oligozän) aus marinen Sedimenten der Zentralen Paratethys im Linzer Raum (Österreich). – Beitr. Paläont. Österr., **9**, 1–209, 12 Abb., 8 Tab., Taf. 1–38, Wien 1982.
- KOWATSCH, A.: Das Scheibbs'er Erdbeben vom 17. Juli 1876. – Mitt. Erdbeben-Komm. Akad. Wiss. Wien, N. F. **40**, 1–54, 3 Kt., Wien 1911.
- KOZUR, H.: Die Bairdiacea der Trias. Teil I–III. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **1**, H. 3, 5, 6; **27**, 21, 28 Seiten; **3**, 2, 2 Taf., Innsbruck 1971.
- : Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie der Trias. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **3** (1), 1–30, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 1–3, Innsbruck 1973 a.
- : Beiträge zur Ostracodenfauna der Trias. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **3** (5), 1–41, Innsbruck 1973 b.
- : Einige Probleme der geologischen Entwicklung im südlichen Teil der Inneren Westkarpaten. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **9** (4), 155–170, Innsbruck 1979.
- : Revision der Conodontenzonierung der Mittel- und Obertrias des tethyalen Faunereichs. – Geol. paläont. Mitt. Innsbr., **10** (3/4), 79–172, 2 Abb., 8 Tab., Innsbruck 1980.
- KOZUR, H. & MOCK, R.: Zur Frage der variszischen Orogenese etc. im innerwestkarpatischen Raum. – Geol. Zbornik – Geol. Carpath., **30**, 93–97, 1 Abb., Bratislava 1979.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H.: Neue Conodonten aus der Trias. – Ber. natw.-med. Ver. Innsbruck, **58**, 429–464, Taf. 1–4, Innsbruck 1970 a.
- : Holothuriensklerite aus der Unter- und Mitteltrias des Germanischen Beckens und Alpenin Raumes, sowie deren stratigraphische Bedeutung. – Festbd. Geol. Inst. 300-J.-Feier Univ. Innsbruck, 361–398, Tab. 1–2, Taf. 1–5, Innsbruck 1970 b.
- : Die Conodonten der Trias und ihr stratigraphischer Wert. I. Die „Zahnreihen-Conodonten“ der Mittel- und Obertrias. – Abh. geol. B.-A., **28**, H. 1, 36 S., 1 Abb., Taf. 1–15, Wien 1972.
- : Die Bedeutung der Mikrofossilien für stratigraphische, paläontologische und paläogeographische Untersuchungen in der Trias. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21** (1972), 341–360, Innsbruck 1973 a.
- : Die Bedeutung der Conodonten für stratigraphische und paläogeographische Untersuchungen in der Trias. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21** (1972), 777–810, 3 Tab., Taf. 1–4, Innsbruck 1973 b.
- : Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, Teil I: Revision der Oberfamilie Coccodiscacea etc., **2** (8/9), 1–60, 4 Taf., 1972; Teil II: Oberfamilie Trematodiscacea etc., **8**, 123–182, 5 Taf., 1978; Teil III: Die Oberfamilien Actinommacea etc., **9** (1/2), 1–132, 21 Taf., 1979; Teil IV: Thalassospheeracea HAECKEL etc., Sdb. **1**, 139–207, 69 Taf., 1981. Innsbruck 1972–1981.
- KRAINER, K.: Sedimentologische Untersuchungen an permischen und untertriadischen Sedimenten des Stangalm-Mesozoikums (Kärnten/Österreich). – Jb. geol. B.-A., **127**, 159–179, 4 Abb., 3 Taf., Wien 1984.

- : Beitrag zur Mikrofazies, Geochemie und Paläogeographie der Raibler Schichten der östlichen Gailtaler Alpen und des Karwendel etc. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 129–142, 9 Abb., 5 Tab., Wien 1985.
- KRAINER, K. & STINGL, V.: Alluviale Schuttfächersedimente im Ostalpinen Perm am Beispiel der Präbichlschichten etc. – Mitt. österr. geol. Ges., **78** (1985), 231–249, 4 Abb., 2 Taf., Wien 1986.
- KRAJICEK, E.: Das oststeirische Vulkangebiet; wirtschaftlich genutzte postvulkanische Einwirkungen. – Fortschr. Miner., **42**, 170–172, Stuttgart 1965.
- : Die Lagerstättenkartei in Leoben. – Arch. Lagerst.forsch., Sdb. **2**, 161–166, 1 Tab., Leoben 1974.
- KRALIK, M.: Geochronologie der kretazischen Metamorphose in den Kalkalpen und der Grauwackenzone im Bereich von Bischofshofen. – Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15, **3**, 9–22, 4 Abb., 1 Tab., Leoben 1982.
- : Interpretation of K-Ar and Rb-Sr Data from the Base of the Northern Calcareous Alps (Salzburg, Austria). – Tschermaks miner. petr. Mitt., (3) **32**, 49–67, 10 Abb., Wien 1983 a.
- : Geochronologie schwach metamorpher Tonschiefer und Karbonatgesteine am S-Rand der Nördlichen Kalkalpen. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 7–16, 4 Abb., Leoben 1983 b.
- KRALIK, M. & SAGER, M.: Schwermetalle in Donau- und Donaukanalsedimenten in und östlich von Wien. Eine Vorstudie. – Oesterr. Wasserwirtschaft., **38**, 8–14, 2 Abb., 4 Tab., Wien – N.Y 1986.
- KRAMER, H. & KRÖLL, A.: Die Untersuchungsbohrung Vigaun U 1 bei Hallein in den Salzburger Kalkalpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **70** (1977), 1–10, 3 Abb., Wien 1979.
- KRANZ, J.: Stratiforme und diskordante Zink-Blei-Anomalien im erzhöffigen Oberen Wettersteinkalk (alpine Mitteltrias). – Mineralium Depos., **11**, 6–23, 6 Abb., 3 Tab., Berlin 1976 a.
- : Strontium – ein Fazies-Diagenese-Indikator im Oberen Wettersteinkalk (Mittel-Trias) der Ostalpen. – Geol. Rdsch., **65**, 593–615, 9 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1976 b.
- KRAPFENBAUER, A.: Eine autökologische Studie eines Serpentinstandortes im Dunkelsteiner Wald etc. – Cbl. ges. Forstwesen, **84**, 2–6, 207–230, 4 Abb., 16 Tab., Wien – München 1967.
- KRASSER, F.: Fossile Hölzer aus dem Wiener Flysch. – Verh. zool. botan. Ges., **45**, Sitzber., 421–425, Wien 1895.
- : Zur Kenntnis einiger fossiler Floren des unteren Lias etc. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl. I, **130**, 345–373, Wien 1921.
- KRASSER, L.: Einführung in die Geologie Vorarlbergs. – 78 S., 1 Kt., Bregenz (E. Ruß) 1949.
- : Die Grundwasservorkommen des Vorarlberger Bodensee-Rheintales. – Mitt. geol. Ges. Wien, **48** (1955), 105–112, 1 Abb., 3 Taf., Wien 1956.
- KRATZSCH, H.: Mining Subsidence Engineering. – XII, 543 S., 380 Abb., Berlin etc. (Springer) 1983.
- KRAULITZ, H.-G.: Flysch- und Kalkalpenstirn-Zone östlich der Traisen (Niederöster-

- reich). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 153 S., 42 Abb., 9 Beil., Wien 1976.
- KRAUS, E.: Neue Spezialforschungen im Allgäu (Molasse und Flysch). – Geol. Rdsch., **18**, 189–221, 263–298, 1 Abb., 3 Tab., Taf. 2, Berlin 1927.
- : Über Flysch und Molasse im Allgäu. – Geol. Rdsch., **20**, 146–158, Berlin 1929.
- : Über den Schweizer Flysch. – Eclogae geol. Helv., **25**, 39–129, 10 Abb., Basel 1932 a.
- : Der bayrisch-österreichische Flysch. – Abh. geol. Landesunters. bayer. Oberbergamt, **8**, 82 S., 16 Abb., 3 Taf., München 1932 b.
- : Der nordalpine Kreideflysch. Geologische Forschungen im Allgäu und in Vorarlberg. – Geol. paläont. Abh., N. F., **19**, H. 2, 136 S., 58 Abb., 7 Taf., Jena 1932 c.
- : Die Bewegung des Erdbebens am 8. Okt. 1930 im süddeutschen Bau. – Natw. Ver. Schwaben u. Neuburg, **50**, 93 S., 7 Abb., Augsburg 1932 d.
- : Ergebnisse der nordalpinen Flyschforschung. – Geol. Rdsch., **32**, 288–303, 7 Abb., Stuttgart 1941.
- : Neue Wege der nordalpinen Flyschforschung. Der nordalpine Kreideflysch. Teil II. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. **87**, B, 1–243, 44 Abb., Taf. 1–4, 8 Beil., Stuttgart 1942.
- : Über den Flysch und den Kalkalpenbau von Oberdonau. – Jb. Ver. Ldkd. Heimatpflege Oberdonau, **91**, 179–254, 8 Abb., 2 Tab., Linz 1944.
- : Die Entstehung der Inntaldecke. – N. Jb. Miner. etc., Abh., Abt. B, **90**, 31–95, 29 Abb., 1 Profiltaf., Taf. 3–7, Stuttgart 1949.
- : Die Baugeschichte der Alpen. – 1. Teil: 552 S., 138 Abb., 16 + 5 Taf.; 2. Teil: 489 S., 123 Abb., 11 Taf., Berlin (Akademie-Verl.) 1951.
- : Zum Verankerungs-Problem der kalkalpinen Decken im Bereich des Wettersteingebirges. – Z. dt. geol. Ges., **108** (1956), 141–155, 4 Abb., Hannover 1957.
- : Über den Alpenrand und die Molassealpen im Allgäu. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 501–506, 5 Abb., Hannover 1962.
- : Flyschprobleme im Allgäu. – Max-Richter-Festschrift, 23–28, 1 Taf., Clausthal-Zellerfeld 1965.
- KRAUS, L.: Erdöl- und Erdgaslagerstätten im ostbayerischen Molassebecken. – Erdöl-Erdgas-Z., **85**, 442–454, 14 Abb., Wien 1969.
- KRAUS, O. & SCHMIDT-THOMÉ, P.: Faziesverteilung in der alpinen Trias des Heiterwandgebietes etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1967**, 117–127, 3 Abb., Stuttgart 1967.
- KRAUSE, P.: Über *Asterocalamites scrobiculatus* (SCHLOTH.) ZEILLER im Kulm der Karnischen Hauptkette. – Jb. preuß. geol. L.-A., **49**, I, 634–640, 2 Abb., Taf. 40, Berlin 1928.
- KRAUTER, E.: Zur Frage der Reliefüberschiebung am Staner Joch (Östliches Karwendel, Tirol). – Mitt. geol. Ges. Wien, **60** (1967), 23–64, 10 Abb., 2 Taf., Wien 1968.
- : Zur Genese rauhwackiger Breccien der alpinen Trias etc. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **1**, H. 7, 1–12, 5 Abb., Innsbruck 1971.
- KREBS, N.: Die Ostalpen und das heutige Österreich. – 2 Bd., 330 u. 496 S., 116 Abb., 39 Taf., Stuttgart (Engelhorn) 1928.

- KREBS, W.: The tectonic evolution of Variscan Meso-Europa. – [In:] AGER, D. & BROOKS, M. [Hrsg.]: Europe from Crust to Core. 119–139, 6 Abb., 2 Tab., London etc. (Wiley) 1977.
- KREBS, W. & WACHENDORF, H.: Proterozoic-Paleozoic Geosynclinal and Orogenic Evolution of Central Europe. – Bull. geol. Soc. Amer., **84**, 2611–2630, 4 Abb., 3 Tab., Boulder 1973.
- KRECZY, L.: Seriengliederung, Metamorphose und Altersbestimmung in der Region der Thialspitze SW Landeck, Tirol. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 125 S., 80 Abb., 10 Beil., Wien 1981.
- KREBB, K.-H.: Vegetationskunde. – 331 S., 84 Abb., 22 Tab., Stuttgart (Ulmer) 1983.
- KREJCI-GRAF, K.: Zur Geochemie des Wiener Beckens III. – Erdoel-Erdgas-Z., **85**, 304–309, Wien – Hamburg 1969.
- KREJCI-GRAF, K., APPELT, W. & KREHER, A.: Zur Geochemie des Wiener Beckens. – Geol. Mitt., **7**, H. 1, 49–108, 3 Abb., 12 Tab., Aachen 1966.
- KRESSER, W.: Die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse in Österreich. – Schr. Ver. Verbreit. natwiss. Kenntn. Wien, **121**, 69–97, 5 Abb., Tab. 1–4, Wien 1982.
- KRESSER, W. [Hrsg.]: ÖWWV-Kurs 3. Thermische Beeinflussung des Grundwassers. – Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, **52**, 353 S., etl. Abb., Wien 1983.
- KRETSCHMER, I.: Geographie und Kartographie [in Oberösterreich]. – Jb. oberösterr. Mus.-Ver., **128** (1), 289–331, Linz 1983 a.
- : Bibliographie zur Landeskunde von Oberösterreich 1930–1980. Geographie. – Jb. O.Ö. Musealver.-Ges. Landeskd., **128**/I, 1. Erg.bd., 144 S., Linz 1983 b.
- KRETSCHMER, L.: Die Pflanzengesellschaften auf Serpentin im Gurhofgraben bei Melk. – Verh. zool.-bot. Ges. Wien, **80** (1930), 163–208, etl. Tab., 3 Taf., 1 Kt., Wien 1931.
- KREUSCH, J. & HIRSCH, H.: Sicherheitsprobleme der Endlagerung radioaktiver Abfälle im Salz. – Stud. Dok. Schriftenr. Max-Himmelheber-Stiftg., **9**, 189 S., etl. Abb. u. Tab., Hannover 1984.
- KREUTZER, N.: Mächtigkeitsuntersuchungen im Neogen des Ölfeldes Matzen, Nieder-Österreich. – Erdoel-Erdgas-Z., **87**, 38–49, 21 Abb., Wien 1971.
- : Lithofazielle Gliederung einiger Sand- und Schotter-Komplexe des Sarmatien und obersten Badenien im Raume von Matzen und Umgebung (Wiener Becken). – Erdoel-Erdgas-Z., **90**, 114–127, 17 Abb., Hamburg – Wien 1974.
- : Die Geologie der Nulliporen (Lithothamnien)-Horizonte der miozänen Badener Serie des Ölfeldes Matzen (Wiener Becken). – Erdoel-Erdgas-Z., **94**, 129–145, 13 Abb., Hamburg – Wien 1978.
- KRIMMER, H. & SAUER, G.: Die Neue Österreichische Tunnelbauweise im U-Bahnbau. Rückblick und Ausblick. – Felsbau, **3**, 129–135, 8 Abb., Salzburg 1985.
- KRISTAN, E.: Neues vom Puchberger Becken, Ödenhof-Fenster und Semmering-Mesozoikum. – Mitt. Ges. Bergbaustud. Wien, **4**, 43–46, Wien 1956.
- : Ophthalmidiidae und Tetrataxinae (Foraminifera) aus dem Rhät der Hohen Wand in Nieder-Österreich. – Jb. geol. B.-A., **100**, 269–298, 4 Abb., Taf. 22–27, Wien 1957.
- : Geologie der Hohen Wand und des Miesenbachtals (Niederösterreich). – Jb. geol. B.-A., **101**, 249–291, 3 Abb., Taf. 22–23, Wien 1958.

- KRISTAN-TOLLMANN, E.: Rotaliidea (Foraminifera) aus der Trias der Ostalpen. – Jb. geol. B.-A., Sdb. **5**, 47–78, 2 Abb., 15 Taf., Wien 1960.
- : Stratigraphisch wertvolle Foraminiferen aus Obertrias- und Liaskalken der voralpinen Fazies bei Wien. – Erdoel-Z., **78**, 228–233, Taf. 1–2, Wien 1962 a.
 - : Stratigraphisch wertvolle Mikrofossilien aus dem Oberjura und Neokom der nördlichen Kalkalpen. – Erdoel-Z., **78**, 637–649, 1 Abb., Taf. 1–3, Wien – Hamburg 1962 b.
 - : Holothurien-Sklerite aus der Trias der Ostalpen. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **172**, 351–380, 2 Abb., 10 Taf., Wien 1963 a.
 - : Entwicklungsreihen der Triasforaminiferen. – Paläont. Z., **37**, 147–154, Taf. 8–9, Stuttgart 1963 b.
 - : Zur Charakteristik triadischer Mikrofaunen. – Paläont. Z., **38**, 66–73, 3 Abb., Taf. 6–7, Stuttgart 1964 a.
 - : Die Foraminiferen aus den rhätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkammergut. – Jb. geol. B.-A., Sdb. **10**, 189 S., 6 Abb., 39 Taf., Wien 1964 b.
 - : Beiträge zur Mikrofauna des Rhät, I. und II. – Mitt. Ges. geol. Bergbaustud., **14** (1963), 125–147, Abb. 1–4, Wien 1964 c.
 - : Holothurien-Sklerite aus dem Torton des Burgenlandes, Österreich. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **173**, 75–100, Taf. 1–9, Wien 1964 d.
 - : Alcyonarien-Sklerite aus dem Torton des Burgenlandes, Österreich. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **175**, 129–141, Taf. 1–4, Wien 1966.
 - : Zur stratigraphischen Reichweite der Ptychobairdien und Anisobairdien (Ostracoda) in der alpinen Trias. – Geologica et Palaeontologica, **3**, 81–95, 4 Abb., 3 Taf., Marburg 1969.
 - : Einige neue Bairdien (Ostracoda) aus der alpinen Trias. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **135**, 268–310, 5 Abb., Taf. 33–37, Stuttgart 1970 a.
 - : Die Osteocrinusfazies, ein Leithorizont von Schwebcrinoiden im Oberladin-Unterkarn der Tethys. – Erdoel u. Kohle, **23**, 781–789, 13 Abb., 1 Taf., Hamburg 1970 b.
 - : Beiträge zur Mikrofauna des Rhät. III. Foraminiferen aus dem Rhät des Königbergzuges bei Göstling (NÖ.). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **19**, 1–14, 6 Abb., Wien 1970 c.
 - : Sandschalige Foraminiferen aus dem Silur der Nördlichen und Südlichen Grauwackenzone der Ostalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **137**, 249–283, 7 Abb., Stuttgart 1971 a.
 - : Revision altpaläozoischer Sorosphaeren (Foram.). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1971**, 171–180, 3 Tab., Stuttgart 1971 b.
 - : *Torobealdia* n. gen., eine charakteristische Ostracoden-Gattung der obersten alpinen Trias. – Erdoel-Erdgas-Z., **87**, 50–54, 1 Taf., Wien – Hamburg 1971 c.
 - : Weiter Beobachtungen an skulptierten Bairdiidae (Ostrac.) der alpinen Trias. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **139**, 57–81, 5 Abb., Stuttgart 1971 d.
 - : Die obertriadischen Arten der Ostracoden-Gattung *Kerocythere* etc. – Erdoel-Erdgas-Z., **88**, 43–49, 2 Abb., Wien – Hamburg 1972 a.

- : Eine neue triadische Foraminiferen-Gattung der Saccamminidae. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1972**, 527–537, 4 Abb., Stuttgart 1972 b.
 - : Neue sandschalige Foraminiferen aus der alpinen Obertrias. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1973**, 416–428, 5 Abb., Stuttgart 1973 a.
 - : Zur phylogenetischen und stratigraphischen Stellung der triadischen Healdiiden (Ostracoden) II. – Erdoel-Erdgas-Z., **89**, 150–155, 3 Abb., 2 Taf., Wien – Hamburg 1973 b.
 - : Einige neue mesozoische Holothurien-Sklerite. – Mitt. geol. Ges. Wien, **65** (1972), 123–136, 5 Taf., Wien 1973 c.
 - : Zur Gattungsunterscheidung und Rekonstruktion der triadischen Schwebcrinoiden. – Paläont. Z., **51**, 185–198, 8 Abb., Stuttgart 1977.
 - : Bairdiidae (Ostracoda) aus den obertriadischen Cassianer Schichten usw. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **4**, 77–104, 1 Abb., 9 Taf., Wien 1978.
 - : *Tulipacrinus tulipa* n. g. n. sp., eine Mikrocrinoide aus der alpinen Obertrias. – Ann. nat. hist. Mus. Wien, **83**, 215–229, 6 Abb., Taf. 1–2, Wien 1980.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & HAMEDANI, A.: Eine spezifische Mikrofaunen-Vergesellschaftung aus den Opponitzer Schichten etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **143**, 193–222, 13 Abb., Stuttgart 1973.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & SPENDLINGWIMMER, R.: Crinoiden im Anis (Mitteltrias) der Tatriden der Hainburger Berge (Niederösterreich). – Mitt. österr. geol. Ges., **68** (1975), 59–77, 6 Taf., Wien 1978.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A.: Die Mürzalpendecke – eine neue hochalpine Großeinheit der östlichen Kalkalpen. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **171**, 7–39, Taf. 1, Wien 1962.
- : Das mittelostalpine Rhät-Standardprofil aus dem Stangalm-Mesozoikum (Kärnten). – Mitt. geol. Ges. Wien, **56** (1963), 539–589, Taf. 1–8, Wien 1964.
 - : Crinoiden aus den zentralalpinen Anis etc. – Wiss. Arb. Burgenland, **36**, 33 S., 11 Taf., Eisenstadt 1967.
 - : Triassic Ostracods in the Salzkammergut and Salzburg area. – Int. Symp. Ecology Zoogeogr. recent and fossil Ostracoda, 6–28, 8 Abb., Taf. 1–2, Wien (Facultas-Verl./Limnol. Inst. Österr. Akad. Wiss.) 1976.
 - : Neue Neoflabellinen (Foraminifera) aus dem Senon der Gamser Gosau, Österreich. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **185** (1976), 307–321, 5 Abb., Wien 1978.
 - : Die Stellung der Tethys in der Trias und die Herkunft ihrer Faunen. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 129–135, 1 Abb., Wien 1981.
 - : Die Entwicklung der Tethystrias und Herkunft ihrer Fauna. – Geol. Rdsch., **71**, 987–1019, 2 Abb., Stuttgart 1982.
 - : Überregionale Züge der Tethys in Schichtfolge und Fauna am Beispiel der Trias zwischen Europa und Fernost, speziell China. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **5**, 177–230, 10 Abb., 2 Tab., 14 Taf., Wien 1983 a.
 - : Tethys-Faunenelemente in der Trias der USA. – Mitt. österr. geol. Ges., **76**, 213–272, 15 Abb., 1 Tab., 17 Taf., Wien 1983 b.
- KŘÍŽ, J.: New genera of Cardiolidae (Bivalvia) from the Silurian of the Carnic Alps. – Věstník ústř. úst. geol., **49**, 171–176, 6 Abb., 2 Taf., Prag 1974.

- KROLL, A.: Die Ergebnisse der Aufschlußarbeiten der ÖMV AG etc., IV Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen. – *Erdoel-Z.*, **80**, 221–227, 10 Abb., Wien 1964.
- : Die Molassezone Niederösterreichs. – [In:] F. BACHMAYER [Hrsg.]: *Erdöl und Erdgas in Österreich*. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F., **19**, 202–212, Abb. 98–99, Tab. 12, Wien 1980 a.
- : Die erdöl- und erdgashöffigen Gebiete Österreichs. – *Ibid.*, 212–226, 3 Abb., 3 Tab., Wien 1980 b.
- : Das Wiener Becken. – *Ibid.*, 147–179, 18 Abb., 1 Tab., Wien 1980 c.
- KROLL, A. & HELLER, R.: Die Tiefbohrung AFLING U 1 in der Kainacher Gosau. – *Verh. geol. B.-A.*, **1978**, 23–34, 3 Abb., Wien 1978.
- KRÖLL, A., SCHIMUNEK, K. & WESSELY, G.: Ergebnisse und Erfahrungen bei der Exploration in der Kalkalpenzone in Ostösterreich. – *Erdoel-Erdgas-Z.*, **97**, 134–148, 9 Abb., Hamburg – Wien 1981.
- KRÖLL, A. & WESSELY, G.: Neue Erkenntnisse über Molasse, Flysch und Kalkalpen auf Grund der Ergebnisse der Bohrung Urmannsau 1. – *Erdoel-Erdgas-Z.*, **83**, 342–353, 3 Abb., 1 Taf., Hamburg – Wien 1967.
- : Neue Ergebnisse bei Tiefenaufschluß im Wiener Becken. – *Erdoel-Erdgas-Z.*, **1973**, 400–413, 7 Abb., Hamburg – Wien 1973.
- KRÖLL, A. & WIESENER, H.: The Origin of Oil and Gas Deposits in the Vienna Basin (Austria). – *Rep. 24th int. geol. congr., sect. 5*, 153–160, 4 Abb., Montreal 1972.
- KRONFELLNER-KRAUS, G.: Die Wildbacherosion im allgemeinen und der Talzusub im besonderen. – 100 Jahre Forstl. Bundesversuchsanst., 309–342, 23 Abb., Wien (Forstl. Bundesversuchsanst.) 1974.
- KRUMM, H.: Anchimetamorphose im Anis und Ladin (Trias) der Nördlichen Kalkalpen zwischen Arlberg und Kaisergebirge etc. – *Geol. Rdsch.*, **73**, 223–257, 13 Abb., Stuttgart 1984.
- KRÜSE, K.: Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen Tirols. VII. – *Jb. geol. B.-A.*, **76**, 81–96, 2 Tab., Wien 1926.
- KRYSTYN, L.: Zur Conodonten-Stratigraphie in den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes (Österreich). – *Verh. geol. B.-A.*, **1970**, 497–502, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1970.
- : Stratigraphie, Fauna und Fazies der Klaus-Schichten (Aalenium-Oxford) in den östlichen Nordalpen. – *Verh. geol. B.-A.*, **1971**, 486–509, 1 Abb., Taf. 1–3, Wien 1971.
- : Die Oberbajocium- und Bathonium-Ammoniten der Klaus-Schichten des Steinbruches Neumühle bei Wien. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **76**, 195–310, 29 Abb., Taf. 1–24, Wien 1972.
- : Zur Ammoniten- und Conodonten-Stratigraphie der Hallstätter Obertrias (Salzkammergut, Österreich). – *Verh. geol. B.-A.*, **1973**, 113–153, 7 Abb., Taf. 1–5, Wien 1973.
- : Probleme der biostratigraphischen Gliederung der Alpin-Mediterranen Obertrias. – *Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss.*, **2**, 137–144, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1974 a.
- : Die Tirolites-Fauna (Ammonoidea) der untertriassischen Werfener Schichten Euro-

- pas und ihre stratigraphische Bedeutung. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **183**, 29–50, 5 Abb., Taf. 1, Wien 1974 b.
- : Zur Grenzziehung Karn-Nor mit Ammoniten und Conodonten. – Anz. österr. Akad. Wiss., **111** (1974), 47–53, 1 Abb., Wien 1975.
- : Eine neue Zonengliederung im alpin-mediterranen Unterkarn. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **4**, 37–75, 15 Abb., Taf. 1–5, Wien 1978.
- : Triassic Conodont Localities of the Salzkammergut Region. – Abh. geol. B.-A., **35**, 61–98, 16 Abb., Taf. 11–14, Wien 1980.
- : Obertriassische Ammonoiten aus dem Zentralnepalesischen Himalaya (Gebiet von Jomson). – Abh. geol. B.-A., **36**, 63 S., 17 Abb., 18 Taf., Wien 1982.
- : [Tabelle über die] Gliederung der Trias: Abb. 1 [In:] H. ZAPPE: Das Forschungsprojekt „Triassic of the Tethys Realm“ etc. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **5**, 7–16, 2 Abb., Wien 1983 a.
- : Das Epidaurus-Profil (Griechenland) – ein Beitrag zur Conodonten-Standardzonierung des tethyalen Ladin und Unterkarn. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **5**, 231–258, 4 Abb., Taf. 1–8, Wien 1983 b.
- KRYSTYN, L., SCHAFFER, G. & SCHLAGER, W.: Stratigraphie und Sedimentationsbild obertriadischer Hallstätterkalke des Salzkammergutes. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **105** (1968), 329–332, Wien 1969.
- : Über die Fossil-Lagerstätten in den triadischen Hallstätter Kalken der Ostalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **137**, 284–304, 9 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1971 a.
- : Der Stratotypus des Nor. – Ann. Inst. geol. publ. hung., **54**, fasc. 2, 607–629, 7 Abb., Budapest 1971 b.
- KRYSTYN, L. & SCHLAGER, W.: Der Stratotypus des Tuval. – Ann. Inst. geol. publ. hung., **54**, fasc. 2, 591–605, 5 Abb., Budapest 1971.
- KRYSTYN, L. & SCHÖLLNBERGER, W.: Die Hallstätter Trias des Salzkammergutes. – Exk.-Führer Tagung Paläont. Ges. 1972, 61–106, 7 Abb., 1 Tab., Graz (Paläont. Ges.) 1972.
- KRZONKALLA, P.: Wie finde ich Literatur zu den Geowissenschaften. – Veröff. Inst. Bibliothekausb. Freie Univ. Berlin, **24**, 223 S., 9 Abb., 5 Tab., Berlin (Berlin-Verl.) 1979.
- KSIAZKIEWICZ, M.: Geology of the Northern Carpathians. – Geol. Rdsch., **45** (1956/57), 369–411, 12 Abb., Stuttgart 1957.
- : Observations on the ichnofauna of the Polish Carpathians. [In:] T. CRIMES & J. HARPER [Hrsg.]: Trace Fossils. – Geol. J., Spec. No. **3**, 283–322, 8 Abb., 1 Tab., Taf. 1–4, Liverpool (Seel House) 1970.
- KUBANEK, F.: Sedimentologie des alpinen Muschelkalks (Mitteltrias) am Kalkalpensüdrand zwischen Kufstein (Tirol) und Saalfelden (Salzburg). – Diss. Fak. allg. Ingenieurwiss. TU. Berlin, 202 S., 40 Abb., 6 Beil.-Taf., Berlin (Photodruck) 1969.
- KUBART, B.: *Podocarpoxylon Schwendae*, ein fossiles Holz vom Attersee (Oberösterreich). – Österr. botan. Z., **61**, 161–177, 12 Abb., 1 Tab., Taf. 3, Wien 1911.
- : Beiträge zur Tertiärflora der Steiermark etc. – Arb. phytopaläont. Labor., **1**, 62 S., 2 Abb., 2 Taf., Graz 1924.
- KÜCHMEISTER, W.: Die jungtertiäre Umräumung des Sausaler Paläozoikums in der Südweststeiermark etc. – Anz. österr. Akad. Wiss., **102** (1965), 234–240, Wien 1965.

- KUCKELKORN, K.: Tektonische Untersuchung der Unterinntal-Zone zwischen Terfens und Wörgl in Tirol. – Diss. natw. Fak. Univ. München, 118 S., 21 Abb., 6 Taf., München (Photodruck) 1964.
- : Anlage und Bau der orogenen Scheitelung im Bereich des östlichen Unterinntales (Tirol). – Geol. Jb., **86**, 423–432, 3 Abb., 1 Tab., Hannover 1968.
- KUENEN, P. H. & MIGLIORINI, C. I.: Turbidity currents as a cause of graded bedding. – J. Geol., **58**, 91–127, 7 Abb., Taf. 1–5, Chicago 1950.
- KÜHN, O.: Das Danien der äußeren Klippenzone bei Wien. – Geol.-paläont. Abh., N. F. **17**, H. 5, 84 S., 18 Abb., 2 Taf., Jena 1930.
- : Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **156**, 181–200, Wien 1947.
- : Hans Peter Cornelius, ein Leben für die Alpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **42–43**, 251–262, 1 Abb., Wien 1952.
- : Das Paläontologische Institut der Universität Wien. – Universum – Natur und Technik, **9**, 442–444, Wien 1954.
- : Die Bryozoen der Retzer Sande. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **164**, 231–248, Taf. 1–2, Wien 1955.
- : Melchior Neumayr, der größte Paläontologe seiner Zeit. – S. 75–77 [In:] Österr. Naturforscher, Ärzte und Techniker, Wien (Verl. Natur u. Technik), Wien 1957.
- : Zur Geschichte der geologischen Gesellschaft in Wien. – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 11–22, Wien 1958.
- : Die Bruderndorfer Schichten nördlich Wien. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **97**, 49–52, 1 Abb., Wien 1960 a.
- : Neue Untersuchungen über die Dänische Stufe in Österreich. – Rep. intern. geol. Congr. 21 sess., **5**, 162–169, Copenhagen 1960 b.
- : Autriche. – Lexique Stratigraphique International, vol. **1**, fasc. 8, 646 S., 2 Taf., Paris (CNRS) 1962.
- : Korallensteinkerne im österreichischen Miozän. – Ann. nathist. Mus. Wien, **66**, 101–112, Taf. 1–2, Wien 1963 a.
- : Korallen aus dem Miozän des Lavant-Tales. – Senckenbergiana Lethaea, **44**, 85–107, 4 Abb., Taf. 17, Frankfurt/M. 1963 b.
- : Korallen und Bryozoen aus der bayerischen Molasse. – Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc., **5**, 29–68, 6 Abb., Taf. 3–4, München 1965 a.
- : Korallen aus dem Helvetien von Österreich. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **174**, 279–313, Taf. 1–2, Wien 1965 b.
- : Eozänkorallen aus Österreich. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **175**, 317–355, 23 Abb., Taf. 1–4, Wien 1966.
- : Die Micrabaciidae des österreichischen Tertiärs. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **104**, 319–336, Wien 1967.
- : Das Lebenswerk von Eduard Sueß. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75**, 7–16, 1 Abb., Wien 1981.
- KÜHN, O. & TRAUB, F.: Die Korallen des Palcozäns von Österreich. – Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc., **7**, 3–21, Taf. 1–2, München 1967.
- KÜHN, O. & ZINKE, G.: Die helvetische Kreide von Mattsee. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. **81**, Abt. B, 327–346, 2 Tab., Taf. 11, Stuttgart 1939.

- KÜHN, W.: Chlorkohlenwasserstoffe im Grundwasser – Probleme und Maßnahmen. – Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, **51**, V1–V28, 17 Abb., 13 Tab., Wien 1983.
- KÜHNEL, J.: Zur tektonischen Stellung des Gölls im Berchtesgadener Land. – Geol. Rdsch., **16**, 378–383, 1 Abb., Berlin 1925.
- : Geologie des Berchtesgadener Salzberges. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. B, **61**, 447–559, 6 Abb., Taf. 17–22 (22 = geol. Kt.), Stuttgart 1929.
- KÜHNELT, W.: Über ein Massenvorkommen von Bohrmuscheln im Leithakalk von Müllendorf im Burgenland. – Palaeobiologica, **4**, 239–250, 2 Abb., Taf. 22–24, Wien 1931.
- KUKLA, J. et al.: The Present Interglacial: How and When will it End. – Quatern. Res., **2** (3), 261–445, zahlr. Abb. u. Tab., New York – London 1972.
- KÜMEL, F.: Die Vulkane des mittleren Burgenlandes. – Verh. geol. B.-A., **1935**, 185–189, Wien 1935.
- : Vulkanismus und Tektonik der Landseer Bucht im Burgenland. – Jb. geol. B.-A., **86**, 203–235, 3 Abb., Wien 1936.
- : Das Hafnerhandwerk von Stoob etc. – Verh. geol. B.-A., **1939**, 209–217, 1 Abb., Wien 1939.
- : Über Untersuchungen entlang der burgenländischen Nord-Süd-Straße. – Verh. geol. B.-A., **1952**, 57–59, Wien 1952.
- : Der Süßwasseropal der Csatherberge im Burgenlande. – Jb. geol. B.-A., **100**, 1–66, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 1–6, Wien 1957.
- KUMPERA, O.: Das Paläozoikum des mährisch-schlesischen Gebietes der Böhmisches Masse. – Nachr. dt. geol. Ges., **1970**, H. 2, 61–65, Hannover 1970.
- KUNZ, B.: Die Fauna der Neuhauser Schichten von Waidhofen/Ybbs, N.Ö. (Dogger-Klippenzone). – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **173**, 231–276, 4 Abb., Taf. 1–2, Wien 1964.
- : Temperaturmessungen in Erdölbohrungen der Molassezone Oberösterreichs. – Mitt. österr. geol. Ges., **68** (1975), 51–58, 7 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wien 1978.
- KÜPPER, H.: Jungpaläozoische Sedimentation und Orogenese im Bereich der Karnischen Alpen. – N. Jb. Miner., Beil.bd. **57**, Abt. B, 43–86, 4 Abb., Stuttgart 1927.
- : Zur Kenntnis des Alpenabbruches am Westrand des Wiener Beckens. – Jb. geol. B.-A., **94** (1949–51), 41–92, 4 Tab., Taf. 3–8 a, Wien 1950 a.
- : Eiszeitspuren im Gebiet von Wien. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natwiss. Kl., Abt. I, **159**, 199–206, 1 Tab., Wien (Springer) 1950 b.
- : Geologie und Grundwasservorkommen im südlichen Wiener Becken. – Jb. geol. B.-A., **97**, 161–210, 6 Abb., 6 Tab., Taf. 13–17, Wien 1954.
- : Geologie und Grundwasserbilanz im Wiener Becken. – Z. dt. geol. Ges., **106** (1954), 75–81, 2 Abb., Hannover 1955 a.
- : Exkursion im Wiener Becken südlich der Donau etc. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **D**, 127–136, 3 Abb., Taf. 10, Wien 1955 b.
- : Ausblick auf das Pleistozän des Raumes von Wien. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **D**, 136–152, 1 Abb., Taf. 9–11, Wien 1955 c.
- [Hrsg.]: Geologische Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt Mattersburg-Deutschkreutz. – Wien (Geol. B.-A.) 1957 a.

- [Red.]: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg–Deutschkreutz. – 67 S., 3 Abb., 12 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1957 b.
- : Zur Geschichte der Wiener Pforte. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **100**, 161–181, 3 Abb., 3 Tab., 1 Kt., Wien 1958.
- : Österreichs Beiträge zur Entwicklung der Mikropaläontologie. – Erdoel-Z., **75**, 114–121, 3 Abb., 1 Tab., Wien – Hamburg 1959.
- : Geologie der Heilquelle Deutsch Altenburg (NÖ.). – Jb. geol. B.-A., **104**, 351–358, 3 Tab., Taf. 25–26, Wien 1961.
- : Wiener Sandstein und Flysch. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 246–249, 1 Tab., Wien 1962 a.
- : Beobachtungen in der Hauptklippenzone bei Stollberg, N.-Ö. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 263–268, 1 Abb., Wien 1962 b.
- : Geologie der Heilquelle Sauerbrunn, Burgenland. – Jb. geol. B.-A., **105**, 39–47, 1 Abb., 5 Tab., Taf. 3–4, Wien 1962 c.
- : Pleistozän im südlichen Wiener Becken. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 8–20, 3 Abb., Wien 1962 d.
- : Geologie von Wien. – 212 S., 20 Tab., 16 Phototaf., 8 Foss.taf., 20 Falttaf., Berlin (Borntraeger) bzw. Wien (Hollinek) 1965.
- : Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen in Österreich, 1:500.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1966.
- : Wien. – Verh. Geol. B.-A., Bundesländerserie, Heft Wien, 206 S., 20 Tab., 23 Abb., 8 Taf., 20 Falttaf., Wien (Geol. B.-A.) 1968.
- : Über Thermen, Karst-, Formations- und Grundwässer im südlichen Wiener Becken. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 105–120, 5 Abb., 2 Tab., Wien 1977 a.
- : Über die Tektonik des südwestlichen Leithagebirges und die Stellung der Therme Leithaprodersdorf. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 293–298, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1977 b.
- : Die Thermalquellen von Bad Vöslau etc. – Zur Erinnerung an Ami Boué, 1794–1881. – 24 S., 6 Abb., Bad Vöslau (Stadtgemeinde) 1981.
- KÜPPER, H. et al.: 1 Übersichtsdarstellung des Gebietes von Göpfritz, N.Ö., zugleich Erläuterungen zur geologisch-geotechnischen Grundlagenkarte 1:10.000, 37 S., 20 Phototaf., 5 Fig., 6 Tab., 27 Beil., Wien (Geol. B.-A.) 1967.
- : Göpfritz, Österreich. Aufstellungsort eines 300 GeV-Synchrotrons. Wien (Geolog. B.-A.) 1969.
- KÜPPER, H. & BOBIES, C.: Das Tertiär am Ostrand des Anninger. – Jb. geol. B.-A., **77**, 1–27, Taf. 1, Wien 1927.
- KÜPPER, H., PAPP, A. & THENIUS, E.: Über die stratigraphische Stellung des Rohrbacher Konglomerates. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **161**, 441–453, Wien 1952.
- KÜPPER, H. & PRODINGER, W.: Über chemische Grundwassertypen im Lavanttal und ihre Beziehung zur Geologie. – Carinthia, **145** bzw. (II) **65**, 5–9, 1 Abb., 1 Tab., Klagenfurt 1955.
- KÜPPER, H., PRODINGER, W. & WEINHANDL, R.: Geologie und Hydrogeologie einiger Quellen am Ostabfall des Leithagebirges. – Verh. geol. B.-A., **1955**, 133–141, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1955.

- : Geologie der Heilquelle Deutsch Altenburg (NÖ.). – Jb. geol. B.-A., **104**, 351–358, 3 Tab., 2 Taf., Wien 1961.
- KÜPPER, H. & WIESBÖCK, I.: Erläuterungen und Index zur Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen in Österreich 1:500.000. – 101 S., 1 Kt., Wien (Geol. B.-A.) 1966.
- KÜPPER, I.: Mikropaläontologische Gliederung der Oberkreide des Beckenuntergrundes in den oberösterreichischen Molassebohrungen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **56** (1963), H. 2, 591–651, 3 Tab., 4 Taf., 1 Kt., Wien 1964.
- : Vorkommen von Miogypsina (Miogypsinoides) complanata SCHLUMBERGER im Chatt etc. – Erdoel-Erdgas-Z., **82**, 295–297, 3 Abb., Wien – Hamburg 1966.
- KÜPPER, I. & STEININGER, F.: Faziostratotypen der Puchkirchener Schichtengruppe. – [In:] E. BRESTENSKÁ [Hrsg.]: Chronostratigraphie und Neostratotypen, **5** (Egerien), 205–220, 4 Abb., Bratislava (VEDA) 1975.
- KÜPPER, K.: Ophiuroidea aus dem Torton des Wiener Beckens. – Paläont. Z., **28**, 159–166, Taf. 14–15, Stuttgart 1954.
- KUPSCH, F., ROLSER, J. & SCHÖNENBERG, R.: Das Altpaläozoikum der Ostkarawanken. – Z. dt. geol. Ges., **122** (1970), 89–96, 3 Abb., Hannover 1971.
- KURAT, G.: Der Weinsberger Granit im südlichen österreichischen Moldanubikum. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **9**, 202–227, 6 Abb., 10 Tab., Wien 1965.
- KURAT, G., KRACHER, A. & SCHARBERT, H.: Petrologie des oberen Erdmantels unterhalb von Kapfenstein, Steiermark. – Fortschr. Miner., **54**, Beih. 1, 53–54, 1 Abb., Stuttgart 1976.
- KURAT, G. & KURZWEIL, H.: Der Meteorit von Lanzenkirchen. – Ann. nathist. Mus. Wien, **68**, 9–24, 10 Taf., Wien 1965.
- KURAT, G., PALME, H. & SPETTEL, B.: Geochemistry of the Mantle under Kapfenstein, Styria (Xenoliths from basalt). – Fortschr. Miner., **55** (1), 142–143, Stuttgart 1977.
- KURAT, G. & SCHARBERT, H.: Compositional zoning in garnets from Granulite facies rocks of the Moldanubian zone etc. – Earth planetary sci. letters, **16**, 379–387, 1 Abb., 3 Tab., Amsterdam 1972.
- KURZ, W.: Die Landformung der Kalkalpen an der oberen Mürz. – Geogr. Jber. Österr., **29** (1961–1962), 1–39, 6 Abb., 4 Taf., Wien 1963.
- KÜRZL, H.: Naturraumgeochemie. Rohstoffindikatoren – Umweltkontrolle am Beispiel der Schladminger Tauern. – 25 S., 9 Abb., Leoben (Sekt. Rohstoff-forsch., Forsch.ges. Joanneum) 1984.
- KURZWEIL, H.: Granulometrische und mineralogische Untersuchungen an pelitischen Lockersedimenten [etc.] aus dem Burgenland. – Wiss. Arb. Burgenland, **44**, 58–93, 16 Abb., 2 Tab., Eisenstadt 1970.
- : Sedimentpetrologische Untersuchungen an den jungtertiären Tonmergelserien der Molassezone Oberösterreichs. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **20**, 169–215, 11 Abb., Wien 1973.
- KUSS, J.: Faziesentwicklung in proximalen Intraplattform-Becken: Sedimentation, Paläökologie und Geochemie der Kössener Schichten etc. – Facies, **9**, 61–171, 41 Abb., 8 Tab., Taf. 9–24, Erlangen 1983.
- KUX, S., KASPEROWSKI-SCHMID, E. & KATZMANN, W.: Naturschutz. – 125 S., 62 hervorragende Abb., 3 Tab., 1 Anh., Wien (Bu.-mium Gesundh. etc.) 1981.

- KYRLE, G.: Urgeschichte des Kronlandes Salzburg. – Österr. Kunsttopographie, **17**, zahlr. S., 291 Abb., 14 Übersichten, 1 Kt., Wien (Schroll) 1918.
- : Grundriß der theoretischen Speläologie. – XVIII, 353 S., 187 Abb., 10 Taf., Wien (Speläol. Inst. Bundeshöhlenkomm.) 1923.
- LAATSCH, W.: Das Berechnen von Lawinengeschwindigkeiten. I–II. – Forstw. Cbl., **96**, 281–289, 338–348, 6 Abb., Hamburg – Berlin 1977.
- LAATSCH, W & GROTTENTHALER, W.: Typen der Massenverlagerung in den Alpen und ihre Klassifikation. – Forstwirtsch. Cbl., **91**, 309–339, Berlin 1972.
- LABURDA, M.: Die ersten Jahrzehnte der geologischen Reichsanstalt. – Unveröff. Diss. Univ. Wien, 95 S., Wien 1951.
- LACHMAYER, K.: Mineralwässer und Geothermie. – [In:] F. BACHMAYER [Hrsg.]: Erdöl und Erdgas in Österreich. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **19**, 251–255, Abb. 111–112, Wien 1980.
- LACKENSCHWEIGER, H.: Die Braunkohlenmulde von Leoben. – Z. Berg-, Hüttenw. u. Salinenw., **85**, 209–213, 3 Abb., Berlin 1937.
- LAHN, E.: Der Bau der niederösterreichisch-steirischen Kalkhochalpen (Schneebergalpen). – N. Jb. Miner. etc. Abh., Abt. B, Beil.-Bd. **71**, 241–266, 1 Abb., Stuttgart 1934.
- LAMMERER, B.: Struktur des Alpenrandes zwischen Inn und Bodensee im Satellitenbild. – Geol. Rdsch., **65**, 525–535, 6 Abb., Stuttgart 1976.
- LAMMERER, B., SCHMIDT, K. & STADLER, R.: Zur Stratigraphie und Genese der Penninischen Gesteine des südwestlichen Tauernfensters. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1981**, 678–696, 8 Abb., Stuttgart 1981.
- LÄMMERMAYR, L.: Vergleichende Studien über die Pflanzendecke oststeirischer Basalte und Basalttuffe. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **139**, 567–599, Wien 1930.
- : Notizen zur Flora über Gips, Dolomit, Phyllit und Magnesit in Steiermark. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **72**, 27–38, Graz 1935.
- LAN, H. AN DER: Ernährung – Umweltchemikalien – Gesundheit. – [In:] K. BUCHWALD & W. ENGELHARDT [Hrsg.]: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt, **2**, 358–372, München (BLV) 1978.
- LANDOLT, E.: Beziehungen zwischen Vegetation und Umwelt in den Alpen. – [In:] F. WOLKINGER [Hrsg.]: Natur und Mensch im Alpenraum. – 27–44, 11 Abb., Graz (Boltzmann-Inst.) 1977.
- LANGE, O., NOBEL, P. et al. [Hrsg.]: Physiological Plant Ecology III. – [In:] A. PIRSON et al. [Hrsg.]: Encyclopedia of Plant Physiology, N.S., **12 C**, XI + 799 S., 104 Abb., zahlr. Tab., Berlin etc. (Springer) 1983.
- LANGE, P.: Die Vorarlberger Flyschzone am Südrand des helvetischen Halbfensters zwischen Hoher Ifen und Widderstein im Kleinen Walsertal. – Geologie, **5**, 172–218, 9 Abb., 2 Taf., Berlin 1956.
- LANGER, F.: Geologische Beschreibung des Bisamberges. – Jb. geol. B.-A., **88** (1938), 351–393, 3 Abb., 7 Tab., 4 Taf., 1 geol. Kt., Wien 1939.
- LANGER, W.: Foraminiferen aus dem Alt-Paläozoikum der Karnischen Alpen. – Carinthia, **159** bzw. (II) **79**, 34–60, 1 Abb., Taf. 1–3, Klagenfurt 1969.

- LANSER, O.: Die Anfänge des österreichischen Talsperrenbaues. – Die Talsperren Österreichs, **12**, 7–25, 9 Abb., Wien 1962.
- : Felsstürze und Hangbewegungen in der Sicht des Bauingenieurs. – Felsmechanik u. Ingenieurgeol., **5**, 89–113, 14 Abb., 2 Tab., Wien 1967.
- LÄSSER & FEIZLMAYR: Wasserreserven Tirol. Grundwasservorkommen im Unterinntal. Ber. Bumium Land-Forstwi., 6. 1984, 117 S., zahlr. Abb., Anh.-Bd., 4 Kt. 1: 20.000, 5 Beil., Wien 1984.
- LAUBSCHER, H.: Bewegung und Wärme in der alpinen Orogenese. – Schweiz. miner. petrogr. Mitt., **50**, 565–596, 11 Abb., 1 Taf., Zürich 1970.
- LAUER, G.: Der Kalkalpenrand im Raume von Ybbsitz. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **19**, 103–130, 2 Abb., Taf. 3–4, Wien 1970.
- LAUFFER, H.: Die Talsperren und Flußstauwerke Österreichs und der Wasserkraftausbau. – Österr. Wasserwirtsch., **29**, 178–198, 19 Abb., 6 Tab., Wien – N.Y. 1977.
- LAUFFER, H., NEUHAUSER, E. & SCHÖBER, W.: Der Auftrieb als Ursache von Hangbewegungen bei der Füllung des Gepatschspeichers. – Österr. Ingenieur-Z., **14** (= Z. österr. Ing.- u. Architekten-Ver., **116**), 101–113, 11 Abb., 2 Tab., Wien – N.Y. 1971.
- LEBLING, CH., HABER, G. et al.: Geologische Verhältnisse des Gebirges um den Königs-See. – Abh. geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, **20**, 1–46, 7 Abb., 1 Profiltaf., 1 geol. Kt., München 1935.
- LECHNER, A.: Zur Geomorphologie des östlichen Toten Gebirges (Prielgruppe). – Geogr. Jber. Österr., **32** (1967/68), 80–108, 4 Abb., Taf. 9–12, Wien 1969.
- LECHNER, K.: Über lagerstättenkundliche Aufnahmen. – Verh. geol. B.-A., **1952**, 59–63, Wien 1952.
- LECHNER, K., HOLZER, H., RUTNER, A. & GRILL, R.: Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich, 1: 1.000.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1964.
- LECHNER, K. & PLÖCHINGER, B.: Die Manganerzlagerstätten Österreichs. – Symp. Manganese 20 Congr. Geol. Int. Mexico, **5**, 299–313, 2 Abb., Mexico 1956.
- LECHNER, K., RUTNER, A. & GRILL, R.: Karte der Lagerstätten von Erzen etc. in Niederösterreich etc. 1: 500.000, Atlas von Niederösterreich, Lief. 6, Bl. 11, Wien (Österr. Akad. Wiss.), 1958.
- LEDITZKY, H.: Die stratigraphische Gliederung des Gebietes zwischen Zollnerhöhe und Zollnersee in den Karnischen Alpen (Österreich). – Carinthia, **163** bzw. (II) **83**, 169–177, 2 Abb., 1 Tab., Klagenfurt 1973.
- LEDITZKY, H. & ZOJER, H.: Untersuchung der geothermischen Verhältnisse im Verwaltungsbezirk Radkersburg. – Steir. Beitr. Rohstoff- u. Energieforsch., **4**, 37–38, Graz 1984.
- LEDoux, H.: Interferierende Kleinfaltensysteme und ihre Bedeutung für den Bau des Tuxer-Joch-Gebietes (Tauernfenster, Tirol). – Geol. Rdsch., **73**, 91–112, 16 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1984 a.
- : Paläogeographie und tektonische Entwicklung im Penninikum des Tauern-Nordwestrandes im oberen Tuxer Tal. – Jb. geol. B.-A., **126**, 359–368, 8 Abb., Wien 1984 b.
- LEICHT, H.: Tertiäre und quartäre Ablagerungen am nördlichen Karawankensaum zwischen Loibl- und Feistritztal. – Anz. österr. Akad. Wiss., mat.-natw. Kl., **102**, 166–177, 1 Kt., Wien 1965.

- LIMSER, W & PURTSCHELLER, F.: Beiträge zur Metamorphose von Metavulkaniten im Pennin des Engadiner Fensters. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 129–137, 2 Abb., 3 Tab., Wien 1980.
- LEIN, R.: Stratigraphie und Fazies der Obertrias der Mürztaler Kalkalpen. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 144 S., 25 Abb., 13 Beil., Wien 1972.
- : Führer zur geologischen Exkursion „Kalkalpen-Ostrand – Hohe Wand“ – 3 S., 1 Abb., 1 Tab., Wien (Xerokopie Geol. Inst.) 1975.
- : Neue Ergebnisse über die Stellung und Stratigraphie der Hallstätter Zone südlich der Dachsteindecke. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **184**, 197–235, 6 Abb., Wien (1975) 1976.
- : Bericht 1975 über Kartenblatt 57, Neulengbach (Östliche Kalkvoralpen). – Verh. geol. B.-A., **1976**, A 84–A 86, Wien 1977 a.
- : Bericht 1975 über geologische Aufnahmen im vor- und hochalpinen Anteil des Blattes 75, Puchberg am Schneeberg. – Verh. geol. B.-A., **1976**, A 106–A 107, Wien 1977 b.
- : Einige Hinweise zur Geologie der verkarstungsfähigen Gesteine in Österreich. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **17**, 9–16, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1979.
- : Deckschollen von Hallstätter Buntkalken in Salzbergfazies in den Mürztaler Alpen südlich von Mariazell (Steiermark). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **27**, 207–234, 4 Abb., 1 Taf., Beil. 12, Wien 1981.
- : Paläogeographie und tektonische Deformation des Aflenzner Troges etc. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **3** (1981), 203–221, 5 Abb., Leoben 1982 a.
- : Herrn Dr. Benno Plöchingen zum 65. Geburtstag. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**, 2–15, 1 Abb., Wien 1982 b.
- : Vorbericht über die Stratigraphie und Tektonik der Hüpflinger Deckschollengruppe (östliche Kalkhochalpen, Stmk.). – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 237–247, 4 Abb., Leoben 1983 a.
- : Tätigkeitsbericht über stratigraphische und tektonische Arbeiten im Gebiet zwischen Grimming und Admont. – Unveröff. Ber. Hochschulschwerpkt. S 15, 3 S., Wien (Geol. Inst.) 1983 b.
- : Geologie der Hohen Wand. – [In:] E. WURM [Verf.]: Hohe Wand und Umgebung, 10–28, 17 Abb., 1 Tab., Payerbach/NÖ. (PS-Verl., F. Prüger) 1984.
- : Das Mesozoikum der Nördlichen Kalkalpen als Beispiel eines gerichteten Sedimentationsverlaufes infolge fortschreitender Krustenausdünnung. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 117–128, 4 Abb., Wien 1985.
- LEIN, R. & SIBELÍK, M.: A Brachiopod fauna from the Spielkogel (Mürztaler Alpen, Styria): New data concerning the stratigraphic emplacement of *Tetractinella* (?) *dyactis* (BITTNER). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **25**, 205–221, 6 Abb., Taf. 31, Wien (1978) 1979.
- LEIN, R. & ZAPFE, H.: Ein karnischer ‚Dachsteinkalk‘ mit Pachyodonten in den Mürztaler Alpen, Steiermark. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **108**, 133–139, 2 Abb., Wien 1971.
- LEINER, R.: Grundwassererschließung im Zuge der Wasserversorgung der Bundeshauptstadt Wien. – Wiener Mitt. Wasser – Abwasser – Gewässer, **41**, M 1–23, Wien 1981.

- LEISCHNER, W.: Stratigraphie und Tektonik des Wolfgangseegebietes in den Salzburger Kalkalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **53** (1960), 177–208, 2 Abb., 2 Taf., Wien 1961.
- LEITGEB, H.: Franz Unger †. – Almanach Akad. Wiss. Wien, **20**, 201–229, Wien 1870.
- LEITHNER, W.: Zur Geologie des Westlichen Mitterberges (NÖ.) nordöstlich Frein (Stmk.). – Unveröff. Vorarb. Inst. Geol. Univ. Wien, III + 44 S., 14 Abb., 2 Beil., 5 Taf., Wien 1983.
- LEITHNER, W. & KRYSŤYN, L.: Paläogeographie, Stratigraphie und Conodonten-Biofazies des Westlichen Mitterberges (Trias, NÖ.). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **30/31**, 177–206, 4 Abb., 2 Tab., 2 Taf., Wien 1984.
- LEITNER, W.: Die Oberflächenformen der Steiermark, 1: 300.000. – Atlas der Steiermark, Bl. 8, Graz (Steiermärk. Landesreg.) 1964.
- : Kartenblatt 8: Die Oberflächenformen der Steiermark. – Erläut. Atlas Steiermark, 52–55, Graz (Stmk. Landesreg.) 1973.
- LEMCKE, K.: Epirogenetische Tendenzen im Untergrund und in der Füllung des Molassebeckens nördlich der Alpen. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing., **37/91**, 25–34, 10 Abb., Basel 1970.
- : Zur nachpermischen Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. – Geologica bavar., **69**, 5–48, 11 Abb., 2 Beil., München 1973.
- : Vertikalbewegungen des vormesozoischen Sockels im nördlichen Alpenvorland vom Perm bis zur Gegenwart. – Eclogae geol. Helv., **67**, 121–133, 6 Abb., Basel 1974.
- : Erdölgeologisch wichtige Vorgänge in der Geschichte des süddeutschen Alpenvorlandes. – Erdoel-Erdgas-Z., **93**, Sdb., 50–56, 10 Abb., Hamburg – Wien 1977.
- : Das heutige geologische Bild des deutschen Alpenvorlandes nach drei Jahrzehnten Öl- und Gasexploration. – Eclogae geol. Helv., **74**, 1–18, 12 Abb., Basel 1981.
- : Der Werdegang der nördlichen Vorlandmolasse als Spiegel alpinen Geschehens. – Kurzfass. Vortr. 73. Jahrestagg. geol. Ver. Berchtesgaden, 31–33, Berchtesgaden 1983.
- : Geologische Vorgänge in den Alpen ab Obereozän im Spiegel vor allem der deutschen Molasse. – Geol. Rdsch., **73**, 371–297, 14 Abb., Stuttgart 1984.
- : Flußfracht von Ur-Main und Ur-Naab in der Schweiz und im deutschen Molassebecken. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. Ing., **51**, 13–21, 1 Abb., Basel 1985.
- LEŠKO, B., BERÁNEK, B. & VARGA, I.: Cisaillements horizontaux profonds sous les Carpates occidentales à la lumière des connaissances géophysiques. – Rev. géol. dyn. géogr. phys., **22**, 255–266, 5 Abb., Paris 1980.
- LEŠKO, B. & VARGA, I.: Alpine elements in the West Carpathian structure and their significance. – Mineralia slov., **12** (1980), 2, 97–130, 2 Abb., Bratislava 1980.
- LEUCHS, K.: Die geologische Zusammensetzung und Geschichte des Kaisergebirges. Z. Ferdinandeum, (3) **51**, 53–137, 10 Taf., 1 geol. Kt., Innsbruck 1907.
- : Über Einflüsse der Triasriffe auf die Liassedimentation in den nördlichen Kalkalpen. – Senckenbergiana, **7**, 247–249, Frankfurt/M. 1925.
- : Kaisergebirgsdecke und Unterinntaler Tertiär. – Verh. geol. B.-A., **1925**, 75–91, Wien 1926.

- : Geologie von Bayern. 2. Teil: Bayrische Alpen. – Handb. Geol. Bodenschätze Dtschlds., 2. Abt., 3. Bd., 374 S., 67 Abb., 20 Taf., Berlin (Borntr.) 1927.
- : Die Beziehungen zwischen Gosau und Flyschfazies. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **156**, 167–180, Wien 1947.
- : Orogenese im Kalkalpengebiet in Trias-, Jura- und Unterkreidezeit. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **157**, 39–53, Wien 1948.
- LEYS, E.: Die Grenzen der „Machbarkeit“ in Gebirgslandschaften. – Interpraevent 1980, **2**, 265–275, 6 Abb., Linz (Forsch.ges. Hochwasserbekämpf. Klagenft.) 1980.
- LICHTENBERGER, E.: Der Rückzug des Würmgletschers im mittleren Klagenfurter Becken und Krappfeld. – Mitt. österr. geogr. Ges., **101**, 37–62, 1 Abb., 1 Tab., 1 Kt., Wien 1959.
- LICHTEGGER, H.: Erdzeitenmessungen in der Steiermark. – Ber. Tiefbau Ostalpen, **8**, 111–124, 3 Anhg., Wien (Zentralanst. Meteor. etc.) 1980.
- LICHTECKER, N.: Der Kalkalpensüdrand zwischen Saalach und Großache. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 185 S., 1 Tab., Wien 1923.
- : Das Bewegungsbild der Ostalpen. – Die Naturwiss., **13**, 739–743, 1 Abb., Berlin 1924.
- : Die Rax. – Geogr. Jber. Österr., **13**, 150–170, 3 Abb., Taf. 2–3, Wien 1926.
- : Beiträge zur morphologischen Entwicklungsgeschichte der Ostalpen. I. Teil: Die nordöstlichen Alpen. – Geogr. Jber. Österr., **19**, 1–82, Tf. 1–8, Wien 1938.
- LIEBSCHER, K.: Die Kohlen- und Erzvorkommen im Bezirk Oberwarth (Burgenland). – Montan. Rdsch., **13**, 373–375, 1 Abb., Wien 1921.
- : Der Braunkohlenbergbau von Tauchen (Südburgenland). – Montan. Rdsch., **17**, 223–226, 2 Abb., Wien 1925.
- LIEGLER, K.: Zur Geologie des zentralalpiner Mesozoikums im Bereich nördlich von Bad Kleinkirchheim/Kärnten. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 183 S., 44 Abb., 8 Taf., Wien 1973.
- LIEPOLT, R. & KOZIEL, O.: Abwasserwirtschaft in Österreich. Die Abwasserwirtschaft in Kärnten. – Schriftenr. österr. Wasserwirt.-verb., **25**, VI + 40 S., 10 Abb., Wien 1952.
- LILL v. LILIBACH, A.: Ein Durchschnitt aus den Alpen mit Hindeutung auf die Karpathen. – Leonhards Jb. Miner., Geognosie etc., **1**, 153–220, Taf. 3, Heidelberg 1830.
- LIMBROCK, H.: Der Granulit von Marbach-Granz a. d. Donau. – Jb. geol. B.-A., **73**, 139–182, 16 Abb., Wien 1923.
- : Geologisch-petrographische Beobachtungen im südöstlichen Teil der böhmischen Masse zwischen Marbach und Sarmingstein a. d. Donau. – Jb. geol. B.-A., **75**, 129–180, 8 Abb., Wien 1925.
- LINDENBERG, H.: Die Bolivinen (Foram.) der Häringer Schichten. – Boll. Soc. palaeont. ital., **4** (1965), 64–160, 32 Abb., 5 Kt., 4 Beil., Modena 1966.
- LINDNER, TH., LIST, F. K. & PAGEL, J.: Die Tektonik der zentralen Verwall-Gruppe um den Patteriol – Tirol. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 321–336, 9 Abb., 1 Tab., Wien 1977.
- LINSTROW, O. v.: Bodenanzeigende Pflanzen. 2. Aufl. – Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **114**, 246 S., 2 Abb., 1 Taf., Berlin 1929.

- LIPOLD, M.: Die krystallinischen Schiefer- und Massengesteine in Nieder- und Oberösterreich, nördlich der Donau. – Jb. geol. R.-A., **3** (3), 35–54, 17 Abb., 1 Tab., Wien 1852.
- : Die tertiären Ablagerungen im Lavantthale Kärnthens. – Jb. geol. R.-A., **5**, 889–891, Wien 1854.
- LITSCHER, H.: Beispiel eines Talzuschubes im Bereich der Großen Fleiß bei Heiligenblut in Kärnten (Österreich). – Mitt. österr. geol. Ges., **70** (1977), 11–16, 2 Abb., Wien 1979.
- LITSCHER, H. & RIEDMÜLLER, G.: Zur Bruchtektonik in den östlichen Hohen Tauern. – Carinthia II, **170/90**, 143–148, 2 Abb., Klagenfurt 1980.
- LITSCHER, H. & STROBL, B.: Auswirkungen des Erdbebens vom 6. Mai 1976. – Carinthia, **167** (II/87), 127–131, 1 Abb., Klagenfurt 1977.
- LITSCHER, H. & WEISS, E. H.: Baugeologische Untersuchungsergebnisse vom Untergrund der Sperre Hochwurten (Weißsee), Sonnblick. – Carinthia, **167** bzw. (II) **87**, 79–93, 6 Abb., 3 Tab., Klagenfurt 1977.
- LOACKER, H.: Berg- und Grundwasserverhältnisse im Illgebiet. – Verh. geol. B.-A., 441–449, 3 Abb. (2 Beil.), Wien 1971.
- : Geologische Beschreibung des Walgaustollens (Vorarlberg, Österreich). – Mitt. österr. geol. Ges., **78** (1985), 211–230, 10 Abb., Wien 1986.
- LOBITZER, H.: Fazielle Untersuchungen an norischen Karbonatplattform-Beckengesteinen (Dachsteinkalk-Aflenzer Kalk etc.). – Mitt. geol. Ges. Wien, **66–67**, (1973/74), 75–91, 1 Abb., Taf. 1–4, Wien 1974.
- : Kurze Mitteilung über Sphinctozoa aus den Auernigsschichten (Oberkarbon) der Karnischen Alpen. – Verh. geol. B.-A., **1975**, 249–251, Wien 1975.
- : Mikrofaziale Untersuchungen an Karbonatgesteinen des Paleozäns der Waschbergzone (Michelstetten, NÖ.). – Verh. geol. B.-A., **1978**, 147–155, Taf. 1–3, Wien 1978.
- : Facies Distribution in the Upper Norian/“Rhaetian” of Salzkammergut, Northern Calcareous Alps. – Abh. geol. B.-A., **34**, 288–294, 2 Abb., Wien 1980 a.
- : The Steinplatte Carbonate Platform/Basin-Complex etc. – Abh. geol. B.-A., **34**, 294–299, 2 Abb., Wien 1980 b.
- : Der Anteil Österreichs an der geologischen Erforschung Afrikas. – Mitt. österr. Ges. Geschichte d. Naturw., 1. Teil: **1** (3–4), 29–42, 1981; 2. Teil: **2** (2–3), 23–42, Wien 1982.
- LOBITZER, H. & SURENIAN, R.: Geologische Untersuchungen an ausgewählten Vorkommen von Dolomit im Bundesland Salzburg. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **5**, 73–97, 11 Abb., 2 Tab., 6 Taf., Wien 1984.
- LÖCSEI, J.: Die geröllführende mittlere Kreide der östlichen Kalkvoralpen. – Jb. geol. B.-A., **117**, 17–54, 8 Abb., 1 Tab., Beil. 3–5, Wien 1974.
- LOCZY, L.: Gedächtnisrede auf Eduard Sueß. – Földt. Közl., **45**, 139–158, Budapest 1915.
- LOESCHKE, J.: Nature and origin of Palaeozoic volcanic rocks of the Seeberg area (Karawanken/Austria). – Geol. Rdsch., **63**, 581–596, 10 Abb., 6 Tab., Stuttgart 1974.
- LOESCHKE, J. & ROLSER, J.: Der altpaläozoische Vulkanismus in den Karawanken (Österreich). – Z. dt. geol. Ges., **122** (1970), 145–156, 4 Abb., 2 Tab., Hannover 1971.

- LÖFFLER, HEINZ [Hrsg.]: Der Neusiedlersee. – Monogr. biolog., **37**, X, 543 S., zahlr. Abb., Tab., Kt., Taf., The Hague (W Junk) 1979.
- LÖFFLER, HELMUT: Umweltschutz und Luftreinhaltung. – Der Aufbau, **34**, 314–320, 14 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- LÖGTERS, H.: Oberkreide und Tektonik in den Kalkalpen der unteren Enns (Weyerer Bögen – Buch-Denkmal). – Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **16**, 85–116, 5 Abb., 1 Taf. (Kt.), Hamburg 1937 a.
- : Zur Geologie der Weyerer Bögen etc. – Jb. oberöstr. Musealver., **87**, 369–437, 15 Abb., 1 Kt., Linz 1937 b.
- LOHBERGER, W.: Grundwasserkarte von Oberösterreich 1:100.000. – Wien (Bu.-Mium. Land-Forstw.) 1985.
- LORENZ, F.: Versuch einer geognostischen Darstellung der Umgebung von Krems. – Diss. inaug. medica geognost. Univ. Vindob., 32 S., Wien 1831.
- LORENZ, R.: Der österreichische Heilquellenkataster. – 48 S., Wien (Hollinek) 1953.
- LÖSCHER, M. MÜNZIG, K. & TILLMANN, W.: Zur Paläogeographie der nördlichen Iller-Lechplatte etc. – Eiszeitalter u. Gegenw., **28**, 68–82, 9 Abb., Öhringen 1978.
- LOTZE, F.: Über „autochthone Klippen“ mit Beispielen aus den westlichen Pyrenäen. – Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl., Fachgr. IV, N. F. **1**, 1–10, 10 Abb., Berlin 1934.
- LOUIS, H.: Allgemeine Geomorphologie, 4. Aufl., XXXI, 815 S., 146 Abb., 174 Bilder, 2 Kt., Berlin – N.Y (de Gruyter) 1979.
- LOWRIE, W.: A paleomagnetic overview of the Alpine system. – Mém. BRGM., **115**, 316–330, 3 Abb., 1 Tab., Orléans 1980.
- LUKSCHTEIT, B. & MORTEANI, G.: The Fluid Phase in Eclogites, Glaucofane-bearing Rocks and Amphibolites from the Central Tauern Window as Deduced from Fluid Inclusion Studies. – Tscherm. miner. petrogr. Mitt., (3) **27**, 99–111, 2 Abb., Wien 1980.
- LUEGER, J.: Die Landschnecken in Pannon und Pont des Wiener Beckens. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 296 S., 16 Taf., Wien 1978 a.
- : Der Fölligshotter etc. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **24**, 1–10, 3 Abb., 2 Tab., Wien (1977) 1978 b.
- : Rezente Flußmollusken im Pannon (O. Miozän) des Wiener Beckens (Österreich). – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **188**, 87–95, Taf. 1–2, Wien 1979 a.
- : Klimaentwicklung im Pannon und Pont des Wiener Beckens aufgrund von Landschneckenfaunen. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **115** (1978), 137–149, 2 Abb., Wien 1979 b.
- : Überregionale Korrelationsmöglichkeiten mit Hilfe pannonischer und pontischer Landschnecken. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **116**, 139–144, 1 Abb., Wien 1979 c.
- : Fossile Landschneckeneier aus dem Obermiozän von Velm (Niederösterreich). – Archiv Molluskenkd., **109** (1978), 231–235, 4 Abb., Frankfurt/M. 1979 d.
- : Die Molluskenfauna aus dem Pannon (Obermiozän) des Fölligberges (Eisenstädter Bucht) im Burgenland (Österreich). – Mitt. österr. geol. Ges., **73** (1980), 95–134, 7 Abb., Taf. 1–4, Wien 1980.

- : Eine diploxyle Kiefer aus dem Pannon D (Miozän) von Leobersdorf im Wiener Becken etc. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **191**, 133–137, 1 Abb., Wien 1982.
- LUPU, M.: Mikrofazielle Untersuchung eines Quintnerkalk-Profiles der Mittagsfluh in Vorarlberg. – Verh. geol. B.-A., **1972**, 281–287, 2 Abb., Taf. 1, Wien 1972.
- LÜTTIG, G.: Probleme der Lagerstättensicherung für oberflächennahe mineralische Rohstoffe. – Bergbau, Rohstoffe, Energie, **17**, 48 S., 3 Abb., 5 Tab., Essen 1979.
- MACHATSCHKEK, F.: Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. – Ostalpine Formenstud., Abt. 1, H. **4**, 304 S., 25 Abb., 4 Taf., Berlin (Borntraeger) 1922.
- : Zur morphologischen Entwicklung der Alpen Niederösterreichs. – Jb. Landeskd. Niederösterreich., N. F. **22**, 127–133, 2 Phototaf., Wien 1929.
- MACHATSCHKI, F.: Das Magnesitvorkommen vom Kaswassergraben bei Großreifling. – Cbl. Miner. etc., **1922**, 11–18, 1 Abb., Stuttgart 1922.
- MACKENBACH, R.: Jungtertiäre Entwässerungsrichtungen zwischen Passau und Hausruck (O.Österreich). – Sonderveröff. geol. Inst. Univ. Köln, **55**, 175 S., 45 Abb., Köln 1984.
- MACKOWSKI, L., SAFOSCHNIK, R. & HACKEL, A.: Die österreichische Gaswirtschaft und ihre Stellung im europäischen Gasverbund. – Erdoel-Erdgas-Z., **96**, 178–186, 18 Abb., 2 Tab., Hamburg/Wien 1980.
- MAHEL, M.: Charakteristische Züge der West-Karpaten-Geosynklinale und die Beziehung einiger ihrer Einheiten zu solchen der Ostalpen. – Jb. geol. B.-A., **106**, 429–447, 1 Tab., Wien 1963.
- : Some Common Features and Particularities of Carpathians and Alps. – Report 23. Sess. internat. geol. Congr., **3**, 77–86, 1 Abb., 1 Tab., Prag 1968.
- [Hrsg.]: Tectonic Map of the Carpathian-Balkan Mountain System and adjacent areas, 1:1,000,000. – 1. Aufl., 9 Blätter, Bratislava (Geol. ústav D.Štúra/UNESCO, Paris) 1973.
- : The Inner West Carpathians. – [In:] M. MAHEL [Hrsg.]: Tectonics of the Carpathian-Balkan Regions. – 91–133, 21 Abb., Bratislava (Geol. Inst. D.Štúra) 1974.
- : Choč and Strážov nappes, new division and structure. – Geol. Zborník – Geol. carpath., **30** (1), 19–43, 9 Abb., Bratislava 1979.
- : Beziehung Westkarpaten – Ostalpen, Position des Übergangs-Abschnittes – Deviner Karpaten. – Geol. Zborník, Geol. Carpathica, **34**, 131–149, 3 Abb., Bratislava 1983.
- MAIDL, B.: Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Bd. **1**, 424 S., 450 Abb., Essen (Glückauf) 1984.
- MAIRHOFER, J.: Bestimmung der Strömungsrichtung des Grundwassers in einem einzigen Bohrloch mit Hilfe radioaktiver Elemente. – Atompraxis, **9**, 1–3, Karlsruhe 1963.
- MAIS, K. & RABEDER, G.: Eine pliozäne Höhlenfüllung im Pfaffenberg bei Bad Deutsch-Altenburg (Niederösterreich). – Die Höhle, **28**, 1–7, Wien 1977 a.
- : Eine weitere pliozäne Höhlenfauna aus dem Steinbruch Hollitzer bei Bad Deutsch-Altenburg (Niederösterreich). – Die Höhle, **28**, 84–86, 1 Abb., Wien 1977 b.

- MAKOVEC, F.: Schliergründungen von Donaukraftwerken. – Mitt. Inst. Grundbau u. Bodenmech. Techn. Univ. Wien, **14**, 55–62, 5 Abb., Wien 1976 a.
- : Geologie und Geotechnik der Donaukraftwerke etc. – Führer VI. Europ. Konf. Boden-mech. Grundbau, Tour 1; 88 S., 104 Abb., 1 Tab., Wien (Öst. DoKW) 1976 b.
- MAKRIS, J.: Aufbau der Kruste in den Ostalpen aus Schweremessungen und die Ergebnisse der Refraktionsseismik. – Hamburger geophys. Einzelschr., **15**, 65 S., 23 Abb., 6 Karten, Hamburg 1971.
- MALECHA, A.: The basins of southern Bohemia. – [In:] V ZOUBEK [Hrsg.]: Regional geology of Czechoslovakia, **1**, The Bohemian Massif, 581–600, 7 Abb., Prag (Akad. Wiss.) 1966.
- MALECKI, G. & WEBER, L.: Nutzbare Rohstoffe für Bauzwecke. – [In:] STERK, G. [Red.]: Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe in Österreich und ihre Bedeutung. – Grundlagen der Rohstoffversorgung, **2**, 47–53, Wien (Bundes-mium. f. Handel etc.) 1979.
- MALINA, J.: Probleme der Pfeilergründungen bei der Europabrücke. – Österr. Ing. Z., **12** = Z. österr. Ing. Archt.Ver., **114**, 269–273, 2 Abb., Wien 1969.
- MALJUGA, D.: [Böden und Pflanzen und ihre Bedeutung beim Aufsuchen der Erzlagerstätten (russ.)]. – Priroda, **6**, 13–17, Moskwa 1947.
- MALKOVSKY, M.: Saxonische Tektonik der Böhmisches Masse. – Geol. Rdsch., **65**, 127–143, 7 Abb., Stuttgart 1976.
- MALZER, O.: Geologische Charakteristik der wichtigsten Erdöl- und Erdgasträger der oberösterreichischen Molasse. Teil II. – Erdoel-Erdgas-Z., **97**, 20–28, 11 Abb., Hamburg – Wien 1981.
- MANARA, C. & VAI, G.: La sezione e i conodonti del costone sud del M. Rauchkofel. – Giorn. Geol., (2) **36** (1968), 441–514, 4 Abb., Taf. 59–63, Bologna 1970.
- MANDL, G.: Zur Geologie der Ischl-Aussee Hallstätter Zone W² des Raschberges etc. – Unveröff. Vorarb. Inst. Geol. Univ. Wien, 65 S., 37 Abb., 8 Taf., Wien 1980.
- : Jurassische Gleittektonik im Bereich der Hallstätter Zone zwischen Bad Ischl und Bad Aussee (Salzkammergut, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**, 55–76, 6 Abb., Taf. 1–2, Beil. 2, Wien 1982 a.
- : Vergleichende Untersuchung der Hallstätter Faziesräume des mittleren Salzkammergutes. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, VI + 243 S., 108 Abb., 12 Tab., 16 Taf., Wien 1982 b.
- : Zur Trias des Hallstätter Faziesraumes – ein Modell am Beispiel Salzkammergut etc. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **30/31**, 133–166, 5 Abb., 5 Taf., 8 Beil., Wien 1984 a.
- : Zur Tektonik der westlichen Dachsteindecke und ihres Hallstätter Rahmens (Nördliche Kalkalpen, Österreich). – Mitt. österr. geol. Ges., **77**, 1–31, 7 Abb., 1 Taf., Wien 1984 b.
- MANZONI, M.: Faune a Conodonti del Siluriano e Devoniano delle Alpi Carniche. – Giorn. Geol., (2^a) **33** (1965), fasc. 1, 179–203, 3 Tab., Taf. 17, Bologna 1965.
- : Conodonti neodevonici ed eocarboniferi al Monte Zermula (Alpi Carniche). – Giorn. Geol., (2^a) **33** (1965), H. 2, 461–492, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 59–60, Bologna 1966.

- : Il Devoniano superiore e il Carbonifero inferiore nelle serie pelagiche di Val Uqua (Tarvisio). – *Giorn. Geol.*, (2^a) **34** (1966), 639–682, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 60–62, Bologna 1968.
- MARCHET, A.: Der Gabbro-Amphibolitzug von Rehberg im niederösterreichischen Waldviertel. – *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I*, **128**, 215–291, 5 Abb., zahlr. Tab., 2 Taf., Wien 1919.
- : Zur Kenntnis der Amphibolite des niederösterreichischen Waldviertels. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, 1.: (2) **36**, 170–211, 3 Abb., 2 Tab., Wien 1924. 2.: (2) **36**, 224–320, 1 Abb., 14 Tab., Wien 1924.
- : Die chemische Zusammensetzung des Diallagamphibolits vom mittleren Kampthal. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (2) **39**, 35–44, 1 Abb., Wien 1928.
- : Zur Petrographie der vorsarmatischen Ergußgesteine bei Gleichenberg in Oststeiermark. – *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I*, **140**, 461–540, 16 Abb., zahlr. Tab., Taf. 1, Wien 1931.
- : Über vulkanische Tuffe in den Braunkohlen vom Seegraben bei Leoben. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (2) **45**, 81–83, Leipzig 1934.
- : Die moldanubischen Gesteine des Waldviertels etc., II. – *Fortschr. Miner. etc.*, **25**, 317–366, 6 Abb., Berlin 1941.
- MARIANI, A. & PAPP, A.: Zur Kenntnis der Molluskenfauna von St. Veit a. d. Triesting (Niederösterreich). – *Verh. geol. B.-A.*, **1966**, 141–147, Taf. 1, Wien 1966.
- MARIOTTI, A.: Étude stratigraphique et structurale d'une nouvelle série permo-carbonifère dans les Alpes Carniques: l'unité de Straniger Alm (Autriche). – *Bull. Soc. géol. France*, (7) **14**, (1972), 25–33, 4 Abb., Paris 1973.
- MARKS, P.: A revision of the smaller Foraminifera from the Miocene of the Vienne Basin. – *Contr. Cushman Found. Foraminif. Res.*, **2**, pt. 2, 33–73, Taf. 5–8, New York 1951.
- MARKTL, W. [Red.]: *Handbuch der natürlichen Heilmittel Österreichs*. – 224 S., zahlr. Abb., Farbb., Tab., Wien (Bohmann-Verl.) 1985.
- MAROSCHEK, E.: Beiträge zur Kenntnis des Granits von Mauthausen in Oberösterreich. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (2) **43**, 375–405, 5 Abb., 12 Diagr., Wien 1933.
- MARSCH, F.: Geologische und geotechnische Bearbeitung der nördlichen Kreuzeckgruppe etc. – *Unveröff. Diss. formal. u. natw. Fak. Univ. Wien*, 167 S., 67 Taf., 41 Beil., Wien 1985.
- MARSCHALCO, R., MIŠÍK, M. & KAMENICKÝ, L.: Petrographie der Flysch-Konglomerate und Rekonstruktion ihrer Ursprungszonen (Paläogen der Klippenzone und der angrenzenden tektonischen Einheiten der Ostslowakei). – *Zapadne Karpaty, ser. geol.*, **1976**, 7–124, 13 Abb., 5 Tab., Taf. 1–41, Bratislava 1976.
- MARTAK, L. & PLACHY, H.: Geotechnics at the Vienna Underground Construction. – *Der Aufbau*, **33** (Festschr.): H. KREBS [Red.]: *The Vienna Underground Construction*, 33–39, 9 Abb., 2 Prof.taf., Wien 1978.
- MARTIN, F.: Sur quelques Acritarches llandoveryiens de Cellon (Alpes Carniques Centrales, Autriche). – *Verh. geol. B.-A.*, **1978**, 35–42, Taf. 1–2, Wien 1978.
- MARTIN, H. & EDER, F. W.: Intracontinental Fold Belts. – *XIV*, 945 S., 300 Abb., 24 Taf., Berlin etc. (Springer) 1983.

- MARTINI, E.: Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. – Proc. II. Planctonic Conf. Roma 1970, **2**, 739–785, 6 Tab., Taf. 1–4, Roma 1971.
- MÁRTON, E. & P.: Tectonic implications of a new palaeomagnetic result from the Jurassic of the Transdanubian Central Mountains. – Tectonophysics, **45** (2–3), T 1–6, 2 Abb., 1 Tab., Amsterdam 1978.
- : A refined apparent polar wander curve for the Transdanubian Central Mountains etc. – Tectonophysics, **98**, 43–57, 7 Abb., 3 Tab., Amsterdam 1983.
- MAŠKA, M.: The main features of the structure and the development of the Czech („Bohemian“) Massif. – [In:] V ZOUBEK [Hrsg.]: Tectonic Development of Czechoslovakia, 11–24, 1 Abb., Praha (Česk. Akad. vied) 1960.
- MAŠKA, M. & ZOUBEK, V.: Variscian structural territorial units of the Czech Massif and their development. – [In:] V ZOUBEK [Hrsg.]: Tectonic Development of Czechoslovakia, 25–102, 7 Abb., Praha (Česk. Akad. vied) 1960.
- MATSCHE, N.: Schwerpunkte der Gewässerreinigung im Donaubereich. – 23. Arbeitstag. intern. Arbgem. Donauforsch., 56–72, 7 Abb., 8 Tab., Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1983.
- MATTE, PH., MALUSKI, H. & ECHTLER, H.: Cisaillement ductiles varisques vers l'Est-Sud-Est dans les nappes du Waldviertel etc. – C. rend. Acad. Sci. Paris, (2) **301**, 721–726, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Paris 1985.
- MATTHESS, G. [Hrsg.]: Lehrbuch der Hydrogeologie. – Bd. **1**: G. MATTHESS & K. UBELL: Allg. Hydrogeologie – Grundwasserhaushalt. XIII, 438 S., 214 Abb., 75 Tab., 1983. – Bd. **2**: G. MATTHESS: Die Beschaffenheit des Grundwassers. – XII, 324 S., 89 Abb., 86 Tab., 1973. – Bd. **8**: H. MOSER & W. RAUERT: Isotopenmethoden in der Hydrologie. – XX, 400 S., 227 Abb., 32 Tab., Berlin – Stuttgart (Borntraeger) 1980.
- MATURA, A.: Hypothesen zum Bau und zur geologischen Geschichte des kristallinen Grundgebirges von Südwestmähren und dem niederösterreichischen Waldviertel. – Jb. geol. B.-A., **119**, 63–74, 1 tekt. Kt. (Beil. 6), Wien 1976.
- [Red.]: Führer Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1977. Waldviertel. 110 S., 10 Abb., 3 Tab., 2 Kt., Wien (Geol. B.-A.) 1977.
- : Geologische Karte der Republik Österreich 1: 50.000, Blatt 37 Mautern. – Wien (Geol. B.-A.) 1983.
- : Das Kristallin am Südostrand der Böhmisches Masse zwischen Ybbs/Donau und St. Pölten. – Jb. geol. B.-A., **127**, 13–27, 2 Abb., 1 geol. Kt., Wien 1984.
- MATURA, A. & SUMMESBERGER, H.: Geology of the Eastern Alps. – Abh. geol. B.-A., **34**, 103–170, 52 Abb., 10 Tab., Wien 1980.
- MATZ, K.: Genetische Übersicht über die österreichischen Flußspatvorkommen. – Der Karinthin, **21**, 199–217, 2 Abb., Knappenberg 1953.
- MAUCHER, A.: Zur „alpinen Metallogenese“ in den bayerischen Kalkalpen zwischen Loisach und Salzach. – Tschermarks miner. petrogr. Mitt., (3) **4**, 454–463, Wien 1954.
- : Die Deutung des primären Stoffbestandes der kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten als syngenetisch-sedimentäre Bildung. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **102**, 226–229, Wien 1957.
- MAUCHER, A. & SCHNEIDER, H.-J. [Red.]: Entstehung von Blei-Zinkerzlagerstätten in

- Karbonatgesteinen. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **102**, 225–256, 12 Abb., Wien 1957.
- MAURACHER, J.: Die Überschiebung der Mürzalpendecke im Schwabeltal östlich der Gesäuseberge. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **23**, 153–162, 1 Taf., Wien 1976.
- : Alpidische und voralpidische Metamorphose und Strukturprägung am Westende des Schneebergerzuges (Ötztaler Alpen). – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 155 S., 83 Abb., 18 Tab., 2 Beil., Wien 1980.
- MAURER, H.: Zur Geologie des Helvetikums und der Flyschzone zwischen dem Steyr- und Kremstal. – Mitt. geol. Ges. Wien, **64** (1971), 137–172, Taf. 1–4, Wien 1972.
- MAURER, W.: Flora und Vegetation des Serpentinegebietes bei Kirchdorf in Steiermark. – Mitt. Abt. Zool. Bot. Landesmus. „Joanneum“, **25**, 13–76, 10 Abb., 12 Tab., 1 Kt., Graz 1966.
- MAURIN, V.: Hydrogeologische Untersuchungen im Grazer Bergland etc. – Habil.schr. Techn. Univ. Graz, 240 S., 17 Kt., 5 Beil., Graz 1960.
- : Hydrogeologie und Verkarstung [des Grazer Berglandes.] – Mitt. Mus. Bergbau Geol. Techn., **23**, 173–195, Graz 1961.
- MAURIN, V. & ZÖTL, J.: Karsthydrologische Untersuchungen im Toten Gebirge etc. – Österr. Wasserwirt., **16**, 112–123, Wien 1964.
- : Vergleichende Markierungsversuche im Mittelsteirischen Karst 1966. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **18/19**, 331–407, Graz 1967.
- : Hauptverkarstungsgebiete der Steiermark, 1:120.000. – Atlas der Steiermark, Blatt 11, Graz (Stmk. Landesreg.) 1969.
- : Hydrogeologie und Verkarstung der Steiermark. Kartenblatt 11. – Erl. Atlas Steiermark, 55–77, Graz 1973.
- MAURIN, V., ZÖTL, J. et al.: Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. – Steir. Beitr. Hydrogeol., N. F., **1959** (1/2), 184 S., 25 Abb., 8 Taf., Graz 1959.
- MAURITSCH, H.: Paläomagnetische Messungen an west- und oststeirischen Vulkaniten. – Archiv Lagerst.-forsch., **13**, 35–57, 14 Abb., 3 Taf., 1 Kt., Leoben (1972) 1974.
- MAURITSCH, H. & BECKE, M.: Paläomagnetik, Teilbericht für das Jahr 1980. – Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15, **2**, 45–57, 3 Tab., Graz 1981.
- : Paläomagnetik, Teilbericht für das Jahr 1981. – Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15, **3**, 23–31, 5 Abb., Leoben 1982.
- MAURITSCH, H. & FRISCH, W.: Palaeomagnetic Data From the Central Part of the Northern Calcareous Alps, Austria. – J. Geophys., **44**, 623–637, 9 Abb., 1 Tab., Berlin etc. 1978.
- : Paleomagnetic results from the Eastern Alps etc. – Mitt. österr. geol. Ges., **73**, 5–13, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- MAURITSCH, H., HEINZ, H. & RATHORE, J.: Bericht 1977 über die im Rahmen des Schwerpunktprojektes N 25 durchgeführten Arbeiten. – Geol. Tiefbau Ostalpen, **7**, 33–36, 4 Abb., Wien (Zentralanst. Meteor.) 1979.
- MAURITSCH, H., SCHMID, CH. et al.: Refraktionsseismische Untersuchungen im Passailer Tertiärbecken. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **38**, 225–233, 11 Beil., Graz 1977.

- MAUTHE, F.: Probleme und Risiken bei der geplanten Einlagerung radioaktiver Abfälle in einem nordwestdeutschen Salzstock. – Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover, **18**, 60 S., 5 Abb., Hannover 1979.
- MAYER, H.: Wälder des Ostalpenraumes. – XVI, 344 S., 63 Abb., 11 Tab., Stuttgart (G. Fischer) 1974.
- : Gefährdung der Wälder Europas durch Baum- und Waldsterben. – Wiss. Nachr., **68**, 5–11, 4 Abb., Wien (Bundesmin. Unterricht etc.) 1985.
- MAYER, R.: Morphologie des mittleren Burgenlandes. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **102**, 1–44, Taf. 1–4, Wien 1929.
- MAYR, F.: Untersuchungen über Ausmaß und Folgen der Klima- und Gletscherschwankungen seit dem Beginn der postglazialen Würmzeit. – Z. Geomorph., N. F. **8**, 257–285, 14 Abb., 6 Taf., Berlin 1964.
- : Über den Beginn der Würmeiszeit im Inntal bei Innsbruck. – Z. Geomorph., **12**, 256–295, 6 Abb., 1 Beil., Berlin etc. 1968.
- MAYR, F. & HEUBERGER, H.: Type of Late Glacial and Post-glacial Deposits in Tyrol, East-Alpe. – Univ. Colorado Stud., Ser. Earth Sci., **7**, 143–165, Colorado 1968.
- MAYRHOFER, H.: Beiträge zur Kenntnis des alpinen Salzgebirges. – Z. dt. geol. Ges., **105** (1953), 752–775, 4 Abb., Taf. 31–32, Hannover 1955.
- MEDWENTSCHE, W.: Die Geologie der Hallstätterzone von Ischl – Aussee. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **1** (2), 1–27, 1 Kt., 2 Tektonogr., Wien 1949 a.
- : Der geologische Aufbau des Salzkammergutes im Raume Ischl – Hallstatt – Aussee. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **94**, 42–46, 2 Abb., Wien 1949 b.
- : Geologie und Tektonik der alpinen Salzlagerstätten. – Mitt. natw. Arb.gem. Haus Natur Salzburg, **1955**, 1–15, 1 Abb., Salzburg 1955.
- : Die Geologie der Salzlagerstätten Bad Ischl und Alt-Aussee (Salzkammergut). – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 133–200, Taf. 1–4, Wien 1958 a.
- : Zur Geologie der Hallstätter Zone, II (Mürztaler Kalkalpen). – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 356–359, Wien 1958 b.
- : Zur Geologie des Halleiner Salzberges. – Mitt. geol. Ges. Wien, **51** (1958), 197–218, 1 Abb., 2 Tab., 2 Taf., Wien 1960.
- : Die Bedeutung der Grubenaufschlüsse des Halleiner Salzberges für die Geologie des Ostrandes der Berchtesgadener Schubmasse. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 463–494, 3 Abb., 2 Tab., Hannover 1962.
- : Probleme der alpinen Salzlagerstätten. – Z. dt. geol. Ges., **115** (1963), 863–866, Hannover 1966.
- : Salz und Gips im Steirischen Salzkammergut. – [In:] F. WAIDACHER [Hrsg.]: Der Bergmann. Der Hüttenmann [Katalog], 125–133, Abb. 22, Taf. 1–2, Graz (Amt Steiermärk. Landesreg.) 1968.
- : Leopold Kober. – Mitt. geol. Ges. Wien, **63** (1970), 207–216, 1 Abb., Wien 1972.
- MEINZER, O.: Plants as indicators of ground water. – Water-Supply Pap. U.S. geol. Surv., **577**, 95 S., 15 Abb., 8 Tab., 12 Taf., Washington 1927.
- MEISTER, G., SCHÜTZE, CH. & SPERBER, G.: Die Lage des Waldes [in der Bundesrepublik]. – 352 S., zahlr. Abb. u. Tab., Hamburg (GEO; Verl. Gruner & Jahr) 1984.
- MEISTER, R.: Geschichte der Akademie der Wissenschaften in Wien 1847–1947. – Denkschr. Gesamtakad. österr. Akad. Wiss., **1**, 411 S., 58 Taf., Wien 1947.

- MEIXNER, A.: Professor Dr. Karl Alfons Penecke zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages. – *Carinthia*, **148** bzw. (II) **68**, 63–90, 1 Abb., Klagenfurt 1958.
- MEIXNER, H. [Red.]: Gesteine, Erz- und Minerallagerstätten Kärntens. – *Carinthia*, **143** bzw. (II) **63**, H. 1, 3–184, 16 Beil., Klagenfurt 1953 a.
- : Der Basalt von Kollnitz im Lavanttal. – *Carinthia*, (II) **63**, 96–97, Klagenfurt 1953 b.
- MENZEL, P., WEILER, W. & KREJCI-GRAF, K.: Pflanzen und Tiere aus dem Tertiär von Leoben. – *Senckenbergiana*, **12**, 51–64, 7 Abb., Frankfurt/M. 1930.
- MESCHERIKOV, J.: Map of recent vertical crustal movements of Eastern Europe, 1:10,000,000. – Moskwa (Int. Union Geodesy Geophysics) 1972.
- MESSNER, K.: Geologie, Tektonik und Metamorphose der Tauernschieferhülle zwischen Mühlwalder- und Weißenbachtal (Ahrntal – Südtirol). – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 188 S., 71 Abb., 27 Diagr., 3 Tab., 7 Beil., Wien 1981 a.
- : Bericht 1980 über Arbeiten in der Schieferhülle des Tauernfensters im Bereich Mühlwaldertal – Weißenbachtal (Ahrntal, Südtirol). – Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15, **2**, 153–156, Leoben 1981 b.
- MEtz, K.: „Choristiten“ aus den Karnischen Alpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **144**, 151–156, Taf. 1–2, Wien 1935.
- : Eine Fauna aus den untersten Schichten des Obercarbons der Karnischen Alpen (Waideggerfauna). – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. **75**, Abt. B, 163–189, Taf. 5–7, Stuttgart 1936.
- : Gedanken zu baugeschichtlichen Fragen der steirisch-kärntnerischen Zentralalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 201–250, 1 Taf., Wien 1958.
- : Das ostalpine Kristallin im Bauplan der östlichen Zentralalpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **174**, 229–278, 3 Abb., Wien 1965.
- : New synthetic aspects of the tectonics of the Eastern section of the Austrian Central Alps. – *Tectonophysics*, **3**, 2, 129–146, 5 Abb., Amsterdam 1966.
- : Geologische Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt 131 Oberzeiring-Kalwang. Wien (Geol. B.-A.) 1967.
- : Geologische Karte der Steiermark, 1:300.000, Graz (Akad. Druck- u. Verlagsanst.) 1968.
- : Grundzüge des geologischen Baues der Steiermark. [In:] Die Steiermark, Land, Leute, Leistung; 2. Aufl.; 25–73, 4 Tab., 34 Abb., Graz (Styria) 1971.
- : Beiträge zur tektonischen Baugeschichte und Position des Fohnsdorf-Knittelfelder Tertiärbeckens. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **33**, 4–33, 12 Abb., Graz 1973.
- : Bruchsysteme und Westbewegungen in den östlichen Zentralalpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **69** (1976), 27–47, 2 Abb., Wien 1978.
- : Vorbericht über die Talklagerstätten des Liesingtales. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **42**, 87–94, 2 Abb., Graz 1981.
- MEtz, K., SCHMID, CH. & WEBER, F.: Magnetische Messung im Fohnsdorf-Knittelfelder Tertiärbecken und seiner Umrahmung. – Mitt. österr. geol. Ges., **69** (1976), 49–75, 8 Abb., Taf. 1, Wien 1978.
- MEtz, K., SCHMID, CH. et al.: Geophysikalische Untersuchungen im Gebiet Seetaler Alpen – Niedere Tauern – Eisenerzer Alpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 213–259, 16 Abb., Wien 1980.

- MEYER, H. v.: Schreiben an Prof. Bronn. – N. Jb. Miner. etc., **1847**, S. 190, Stuttgart 1847.
- MEYER, J.: Geologie des mittleren Liesertales mit Gmeineck und Tschiernock (Kärnten). – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 138 S., 50 Abb., 16 Tab., 6 Beil., Wien 1978.
- MILITZER, H. & WEBER, F.: [Hrsg.]: Angewandte Geophysik, Bd. **1**: 353 S., 226 Abb., 35 Tab., 1 Taf., 1984. Bd. **2**: 371 S., 208 Abb., 44 Tab., Wien–N.Y. (Springer) und Berlin (Akademie-Verl.) 1985.
- MILLER, CH.: Chemismus und phasenpetrologische Untersuchungen der Gesteine aus der Eklogitzone des Tauernfensters, Österreich. – Tscherma'sk. miner. petrogr. Mitt., (3) **24**, 221–277, 15 Abb., Wien 1977 a.
- : Mineral Paragenesis Recording the P. T. History of Alpine Eclogites in the Tauern Window, Austria. – N. Jb. Miner. Abh., **130**, 69–77, 4 Abb., Stuttgart 1977 b.
- MILLER, CH. & FRANK, W.: Das Alter der Metamorphose von Metabasiten und Eklogiten in Kor- und Saualpe. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 229–236, 2 Tab., Leoben 1983.
- MILLER, CH., SATIR, M. & FRANK, W.: High-pressure Metamorphism in the Tauern window. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 89–97, 2 Abb., 2 Tab., Wien 1980.
- MILLER, HEINZ: A Lithospheric Seismic Profile along the Axis of the Alps, 1975. I: First Results. – Palaeogeophysics, **114**, 1109–1130, 10 Abb., 1 Tab., Basel 1976.
- MILLER, HEINZ, GEBRANDE, H. & SCHMEDES, E.: Ein verbessertes Strukturmodell für die Ostalpen etc. – Geol. Rdsch., **66**, 289–308, 10 Abb., Stuttgart 1977.
- MILLER, HUBERT: Der Bau des westlichen Wettersteingebirges. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 409–425, 6 Abb., Hannover 1962.
- : Die tektonischen Beziehungen zwischen Wetterstein- und Mieminger Gebirge (Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **118**, 291–320, 7 Abb., Taf. 32–34, Stuttgart 1963 a.
- : Gliederung und Altersstellung der jurassischen und unterkretazischen Gesteine am Südrand des Wetterstein-Gebirges etc. – Mitt. bayer. Staatsamml. Paläont. etc., **3**, 51–72, 1 Tab., 2 Abb., München 1963 b.
- : Die Mitteltrias der Mieminger Berge mit Vergleichen zum westlichen Wettersteingebirge. – Verh. geol. B.-A., **1965**, 187–212, 7 Abb., 1 Tab., Wien 1965.
- : Die Fazies des Partnachkalkes und seiner Äquivalente an der Basis des Wettersteinkalkes (Mitteltrias der Nördlichen Kalkalpen). – Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc., **11**, 267–277, 2 Abb., München 1971.
- : The Northern Margin of the Tauern Window North of the Tuxbach River, Tirol. – [In:] H. CLOSS et al. [Hrsg.]: Alps, Apennines, Hellenides. 135–140, 2 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.
- MILLER, HUBERT; LEDOUX, H. et al.: Der Nordwestrand des Tauernfensters – stratigraphische Zusammenhänge und tektonische Grenzen. – Z. dt. geol. Ges., **135**, 627–644, 1 Tab., 2 Taf., Hannover 1984.
- MILLER, HUBERT & VELS, B.: Das Penninikum zwischen Hoserbach und Penkengipfel nordöstlich von Vorderlanersbach (Tirol). – Münster. Forsch. Geol. Paläont., **43**, 121–142, 3 Abb., 2 Tab., Münster 1977.

- MILLES, R. & PAPP, A.: Über das Vorkommen sarmatischer Schichten im Außer-alpinen Wiener Becken. – Verh. geol. B.-A., **1957**, 130–136, Wien 1957.
- MILOTA, CH.: Geologische Untersuchung im Zuge einer Kraftwerksplanung etc. (Stubaital). – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 155 S., 117 Abb., 4 Tab., 11 Beil., Wien 1985.
- MINATO, M. & KATO, M.: On the Coral Genus *Carinthiaphyllum* HERITSCH etc. – J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. 4 (Geol. Miner.), **13**, 313–320, Sapporo 1967.
- MIRÓ, R.: Heavy Mineral content of Burdigalian and Helvetian Sediments of the Molasse Basin, Lower Austria. – Jb. geol. B.-A., Sdb. **17**, 193–213, 2 Abb., 3 Tab., Taf. 1–4, Wien 1971.
- MIYASHIRO, A.: Metamorphism and Metamorphic Belts. 2. Aufl. – 492 S., zahlr. Abb. u. Tab., London (Allen & Unwin) 1975.
- MODELL, H.: Najaden aus dem limnischen Tertiär Kärntens. – Carinthia, **147** bzw. (II) **67**, 95–100, 7 Abb., Klagenfurt 1957.
- MOJSISOVICS, E. v.: Faunengebiete und Faciesgebilde der Trias-Periode in den Ost-Alpen. – Jb. geol. R.-A., **24**, 81–134, 5 Abb., 5 Tab., Wien 1874.
- : Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. – Abh. geol. R.-A., **10**, 322 S., 1 Abb., zahl. Tab., 94 Taf., Wien 1882.
- : Studium der nordalpinen Flyschzone im salzburgischen Vorlande. – Verh. geol. R.-A., **1890**, 30–31, Wien 1890.
- : Die Hallstätter Entwicklung der Trias. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., Abt. I, **101**, 769–780, 1 Tab., Wien 1892.
- : Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. – Abh. geol. R.-A., **6**, 2. Hälfte (2. Bd.), 835 S., etl. Abb., Taf. 71–200, Wien 1893.
- : Über das Auftreten von Nummulitenschichten bei Radstadt im Pongau. – Verh. geol. R.-A., **1897**, 215–216, Wien 1897.
- : Geologische Aufnahmen etc. – Verh. geol. R.-A., **1898**, 14–15, Wien 1898.
- : Das Gebirge um Hallstatt. 1. Theil. – Abh. geol. R.-A., **6**, 1. Hälfte, H. 1, 1–82, 1 Abb., Tabn., Taf. 1–32, Wien 1873; H. 2, 83–174, Tbn., Taf. 33–70, Wien 1875, 3. Lief. (Suppl.), 175–356, 8 Abb., 2 Tab., Suppl. Taf. 1–23, Wien 1902.
- : Übersicht über die geologischen Verhältnisse des Salzkammergutes. – [In:] C. DIENER [Hrsg.]: Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. 383–391, Fig. 2, Wien – Leipzig (Tempusky und Freytag) 1903.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte etc. Ischl und Hallstatt. 60 S., Wien (Geol. R.-A.) 1905.
- MOJSISOVICS, E. v. & BITTNER, A.: Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1: 75.000, Blatt Ischl und Hallstatt. – Wien (Geol. R.-A.) 1905.
- MOJSISOVICS, E. v., WAAGEN, W. & DIENER, C.: Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Trias-Systems. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., Abt. I, **104**, 1271–1302, 1 Tab., Wien 1895.
- MOLDAN, K.: Die österreichische Gipsindustrie. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **127**, 391–393, Wien 1982.
- MORARIU, D.: Le macroséisme du 4 mars 1977. Observations dans la ville de Bucarest. – Dari seama sedint., **64** (1976–1977), 73–87, Taf. 1–11, Bucuresti 1978.
- MORAU, W.: Isotopengeologische Untersuchungen an Gesteinen der Koralpe und Saualpe, SE-Österreich. – Unveröff. Diss. Univ. Bern, 115 S., Illustr., Bern 1979.

- : Die permische Differentiation und die alpidische Metamorphose des Granitgneises von Wolfsberg, Korralpe, SE-Ostalpen, mit Rb-Sr- und K-Ar-Isotopenbestimmungen. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **27**, 169–185, 5 Abb., 2 Tab., Wien 1980.
- : Rb-Sr- und K-Ar-Isotopen-Alter an Pegmatiten aus Kor- und Saualpe, Österreich. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **28**, 113–129, 3 Abb., Wien 1981.
- : Rb-Sr- und K-Ar-Evidenz für eine intensive alpidische Beeinflussung der Paragesteine in Kor- und Saualpe, SE-Ostalpen, Österreich. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **29**, 255–282, 3 Abb., 7 Tab., Wien 1982.
- MORAU, W. & JÄGER, E.: Rb-Sr-whole rock ages for the Bites Gneiss, Moravicum, Austria. – *Terra cognita*, **2**, 60–61, Straßburg 1982.
- MORAWETZ, S.: Zur Frage der Eiserosion. – *Mitt. geogr. Ges. Wien*, **91**, 14–20, Wien 1949.
- : Die postglaziale Wärmezeit und die Vergletscherung der zentralen Ostalpen. – *Z. Gletscherkd. Glazialgeol.*, **1**, 63–70, Innsbruck 1950.
- : Fragen der Talnetz- und Kammentwicklung, insbesondere in den Ostalpen etc. – *Petermanns geogr. Mitt., Erg.h.* **262**, Festschr. F. Machatschek, 91–101, Gotha 1957.
- : Zur Frage der asymmetrischen Täler im Grabenland zwischen Raab und Mur. – *Mitt. natwiss. Ver. Steiermark*, **97**, 32–38, Graz 1967.
- : Anzapfungen im Steirischen Randgebirge und seiner Umgebung. – *Mitt. natwiss. Ver. Steiermark*, **106**, 77–94, 4 Abb., Graz 1976.
- : Zur Frage der Talentwicklungen. – *Mitt. österr. geograph. Ges.*, **121**, 196–206, 5 Abb., Wien 1979.
- MORBAY, S. J.: The palynostratigraphy of the Rhaetian stage, Upper Triassic in the Kendelbachgraben, Austria. – *Palaeontographica*, B **152**, 1–75, 37 Abb., 3 Tab., 19 Taf., Stuttgart 1975.
- MORBAY, S. J. & NEVES, R.: A scheme of palynologically defined concurrent-range and subzones for the Triassic Rhaetian Stage. – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **17**, 161–173, 1 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Amsterdam 1974.
- MORLOT, A. v.: Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte [1 : 576.000] der nordöstlichen Alpen. – 213 S., 1 Profiltaf., Wien (Braumüller) 1847.
- : Die Formationsreihe in den Alpen, insbesondere die Stellung des Wiener Sandsteins. – *Haidingers Ber. Mitt. Freunde Natw. Wien*, **3** (1847), 335–337, Wien 1848.
- : Briefliche Mittheilungen an W. Haidinger. – *Jb. geol. R.-A.*, **1**, 347–349, Wien 1850.
- MORTON, F.: Viertausendfünfhundert Jahre Hallstatt im Bilde. – 224 S., 142 Abb., Hallstatt (Musealverein) 1959.
- MOSTAFAVI, M.: Neogen am Nordrand des Oberpullendorfer Beckens. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 175 S., 33 Abb., 14 Beil.-Taf., 6 Fossiltaf., Wien 1973.
- : Die Neogenentwicklung am Nordrand des Oberpullendorfer Beckens (Burgenland). – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **25**, 111–143, 9 Tab., Taf. 21–22, Wien 1978.
- MOSTLER, H.: Einige Bemerkungen zur Salzach-Längstalstörung etc. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien*, **14** (1963), 185–196, Taf. 9, Wien 1964.

- Holothurien-Sklerite aus oberanischen Hallstätterkalken. – Veröff. Univ. Innsbr., **2**, 44 S., 5 Abb., 6 Taf., Innsbruck 1968 a.
- Holothurien-Sklerite und Conodonten aus dem Schreyeralmkalk (Anisium) der Nördlichen Kalkalpen (Oberösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1968**, 54–64, Taf. 1–2, Wien 1968 b.
- Conodonten aus den Werfener Schichten (Skythium) der Nördlichen Kalkalpen (Salzburg). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **105**, 62–64, Wien 1968 c.
- Neue Holothuriensklerite aus norischen Hallstätter Kalken. – Ber. natw. med. Ver. Innsbruck, **56**, 427–461, 2 Abb., Taf. 1–3, Innsbruck 1968 d.
- Entwicklungsreihen triassischer Holothurien-Sklerite. – Veröff. Univ. Innsbruck, **18**, Alpenkd. Stud., **7**, 53 S., 11 Abb., 5 Taf., Innsbruck 1969.
- Über einige Holothurien-Sklerite aus der süd- und nordalpinen Trias. – Festbd. Geol. Inst. 300-J. Feier Univ. Innsbruck, 339–360, Taf. 1–3, Innsbruck 1970.
- Holothuriensklerite aus anischen, karnischen und norischen Hallstätterkalken. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **1**, H. 1, 1–30, 2 Abb., Taf. 1–5, Innsbruck 1971 a.
- Häufigkeit und Bedeutung von Schwammspiculae in triassischen Mikrofaunen. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **1**, H. 11, 1–19, 1 Abb., Taf. 1–3, Innsbruck 1971 b.
- Zur Gliederung der Permoskyth-Schichtfolge im Raume zwischen Wörgl und Hochfilzen (Tirol). – Verh. geol. B.-A., **1972**, 155–162, 1 Abb., Wien 1972 a.
- Neue Holothurien-Sklerite aus der Trias der Nördlichen Kalkalpen. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **2**, H. 7, 1–32, 8 Abb., 1 Tab., Taf. 1–2, Innsbruck 1972 b.
- Postvariszische Sedimente im Montafon (Vorarlberg). – Verh. geol. B.-A., **1972**, 171–174, 2 Abb., Wien 1972 c.
- Die stratigraphische Bedeutung von Crinoiden-, Echiniden- und Ophiuren-Skelettelementen in triassischen Karbonatgesteinen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21** (1972), 711–727, 3 Abb., 3 Taf., Innsbruck 1973 a.
- Holothuriensklerite der alpinen Trias und ihre stratigraphische Bedeutung. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21** (1972), 729–744, 6 Abb., Innsbruck 1973 b.
- Poriferenspiculae der alpinen Trias. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **6** (5), 1–42, 132 Fig., 12 Abb., 1 Tab., Innsbruck 1976.
- Ein Beitrag zur Mikrofauna der Pötschenkalke an der Typlokalität unter besonderer Berücksichtigung der Poriferenspiculae. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **7** (3), 1–28, 4 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3, Innsbruck 1978.
- Erzlagerstätten in der postvariszischen Transgressionsserie im Arlberggebiet. – Arch. f. Lagerstforsch. geol. B.-A., **2**, 131–136, 5 Abb., Taf. 1, Wien 1982 a.
- Untersuchung von Erzlagerstätten im Innsbrucker Quarzphyllit und auf der Alpeiner Scharte. – Arch. Lagerstforsch. geol. B.-A., **1**, 77–83, 2 Abb., Taf. 1, Wien 1982 b.
- Magmatisch kontrollierte Vererzungen im Ordovizium der Grauwackenzone (Salzburg – Tirol). – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **12** (16), 341–359, Innsbruck 1983.
- An jungpaläozoischen Karst gebundene Vererzungen mit einem Beitrag zur Genese der Siderite des Steirischen Erzberges. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **13** (4), 97–111, 3 Abb., Innsbruck 1984 a.
- Erfassung basischer Massengesteine im Raum Mittersill – Zell am See, Salzburg. – Arch. Lagerstforsch. geol. B.-A., **5**, 105–115, 7 Abb., 1 Tab., Wien 1984 b.

- MOSTLER, H. & PAHR, A.: Triasfossilien im „Cáker Konglomerat“ von Goberling. – Verh. geol. B.-A., **1981**, H. 2, 83–91, 4 Abb., Taf. 1, Wien 1981.
- MOSTLER, H. & ROSSNER, R.: Stratigraphisch-fazielle und tektonische Betrachtungen zu Aufschlüssen in skyth-anisischen Grenzschiechten im Bereich der Annaberger Senke (Salzburg, Österreich). – Geol.-paläont. Mitt. Innsbruck, **6**, H. 2, 1–44, 13 Abb., Taf. 1–6, Innsbruck 1977.
- MOSTLER, H. & SCHEURING, B. W.: Mikroflora aus dem Langobard und Cordevol der Nördlichen Kalkalpen etc. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **4** (4), 1–35, 3 Abb., Taf. 1–2, Innsbruck 1974.
- MOSTLER, H., SCHEURING, B. & URLICHS, M.: Zur Mega-, Mikrofauna und Mikroflora der Kössener Schichten (alpine Obertrias) vom Weißloferbach in Tirol etc. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **4**, 141–174, 3 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Wien 1978.
- MOTTL, M.: *Hipparion*-Funde der Steiermark. – Mitt. Mus. Bergbau etc. Landesmus. Joanneum, **13**, 43–71, 3 Taf. (1–2 b), Graz 1954.
- : Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark. – Mitt. Mus. Bergbau etc. Landesmus. Joanneum, **15**, 51–76, 6 Abb., 4 Tab., Graz 1955 a.
- : Neuer Beitrag zur Säugetierfauna von Penken bei Keutschach in Kärnten. – Carinthia, **145** bzw. (II) **65**, 60–91, 6 Abb., 1 Tab., Klagenfurt 1955 b.
- : Bericht über die neuen Menschenaffenfunde aus Österreich von St. Stefan im Lavanttal, Kärnten. – Carinthia, (II) **67**, 39–84, 12 Abb., 5 Tab., Klagenfurt 1957.
- : Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark. – Mitt. Mus. Bergbau etc. Landesmus. Joanneum, **22**, 71 S., 9 Tab., 9 Taf., Graz 1961.
- : Dorcatherium aus dem unteren Sarmat von St. Stefan im Lavanttal. – Carinthia, **154** bzw. (II) **74**, 22–24, Klagenfurt 1964.
- : Eine neue unterpliozäne Säugetierfauna aus der Steiermark. – Mitt. Mus. Bergbau etc. Landesmus. Joanneum, **28**, 33–62, 4 Abb., 1 Tab., Graz 1966.
- : Die Säugetierfunde von St. Oswald bei Gratwein, westlich von Graz in der Steiermark. – Festschr. Mus. Joanneum, 299–320, 2 Tab., Taf. 1–4, Graz 1969.
- : Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südost-Österreichs. – Mitt. Mus. Bergbau etc. Landesmus. Joanneum, **31**, 77–168, 10 Abb., Graz 1970.
- MUCKENHUBER, L.: Miozän-Korallen des Wiener Beckens. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **173**, 301–308, Taf. 1, Wien 1964.
- MUELLER, ST.: Deep structure and recent dynamics in the Alps. – [In:] K. Hstü [Hrsg.]: Mountain Building Processes, 181–199, 24 Abb., London etc. (Academic Press) 1982.
- MUHARREM, S. & MORTEANI, G.: Kaledonische, herzynische und alpidische Ereignisse im Mittelostalpin nördlich der westlichen Hohen Tauern, abgeleitet aus petrographischen und geochronologischen Untersuchungen. – Geol. Rdsch., **68**, 1–40, 15 Abb., 6 Tab., Stuttgart 1979.
- MUHEIM, F.: Die subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg. – Eclogae geol. Helv., **27**, 181–296, 1 Abb., Taf. 6–7, Basel 1934.
- MÜLLER, A. M.: Die neokome Aptychenkalkfazies der Schneebergmulde im Bereich der Weyerer Bögen etc. – Unveröff. Vorarb. Inst. Geol. Univ. Wien, 86 S., 43 Abb., 9 Tab., 1 Taf., 1 geol. Kt., Wien 1984.

- MÜLLER, C.: Nannoplankton aus dem Mittel-Miozän von Walbersdorf (Burgenland). – *Senckenbergiana Lethaea*, **55**, 389–405, Taf. 1–4, Frankfurt/M. 1974.
- MÜLLER, G.: Fault-Plane Solution of the Earthquake in Northern Italy, 6 May 1976 etc. – *J. Geophys.*, **42**, 343–349, 3 Abb., 1 Tab., Würzburg 1977.
- MÜLLER, GERH.: Göpfritz Area, Austria: Synoptic map of geology and geotechnics, 1: 10.000. 2 Bl. mit Erl., Wien (Geol. B.-A.) 1967.
- MÜLLER, GERMAN: Unseren Flüssen geht's wieder besser. – *Bild der Wissenschaft*, **1985**, 75–97, 15 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Stuttgart 1985.
- MÜLLER, H.: Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der holstein-zeitlichen Kieselgur etc. – *Geol. Jb.*, **A 21**, 107–140, 10 Abb., 2 Tab., Hannover 1974.
- MÜLLER, H. W.: Bodenkundliche Untersuchungen der landwirtschaftlichen Versuchsfelder im Rauchschatensgebiet Arnoldstein (Kärnten). – [In:] G. HALBWACHS [Hrsg.]: Das immissionsökologische Projekt Arnoldstein, 67–91, 3 Tab., 8 Diagr., Klagenfurt (Natw. Ver. Kärnten) 1982.
- MÜLLER, H. W., SCHERMANN, O. et al.: Über ein „Kaolin“-Vorkommen bei Karlstetten, N.-Ö. – *Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A.*, **3**, 67–72, 10 Abb., 1 Tab., Wien 1983.
- MÜLLER, J. & SCHNEIDER, J.: Die Industrieschlammablagerungen in der Bucht von Ebensee etc. – *Ber. limnol. Unters. Traunsee – Traun*, **12 a**, 100 S., 34 Abb., 3 Tab., Linz (Amt oö. Landesreg.) 1984.
- MÜLLER, K.: Das „Randcenoman“ der Nördlichen Kalkalpen etc. – *Geol. Rdsch.*, **62**, 54–96, 6 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1973.
- MÜLLER, K. J.: Zur Kenntnis der Conodonten-Faunen des europäischen Devons, 1. Die Gattung *Palmatolepis*. – *Abh. senckenberg. naturf. Ges.*, **494**, 1–70, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 1–11, Frankfurt 1956.
- : Nachweis der *Pericyclus*-Stufe (Unterkarbon) in den Karnischen Alpen. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1959**, 90–94, Stuttgart 1959.
- MÜLLER, M.: Die Fortsetzung oligozäner und miozäner Kohlevorkommen aus der Faltenmolasse in die oberbayerische Vorlandmolasse. – *Geologica bavar.*, **73**, 113–121, 4 Abb., München 1975.
- MÜLLER, ST.: Man-Made Earthquakes, etc. – *Geol. Rdsch.*, **59**, 792–805, 7 Abb., Stuttgart 1970.
- MÜLLER, W. F.: Transmissionselektronenmikroskopische Untersuchungen am Chondriten Ybbsitz. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **87 A**, 33–37, 5 Taf., Wien 1985.
- MÜLLER-JUNGBLUTH, W.: Sedimentologische Untersuchungen des Hauptdolomites der östlichen Lechtaler Alpen, Tirol. – *Festbd. geol. Inst. 300-J.-Feier Univ. Innsbruck*, 255–308, Abb. 26–31, Taf. 3–8, Innsbruck 1970.
- MÜLLER-SALZBURG, L.: Josef Stini †. – *Geologie und Bauwesen*, **23**, 165–167, 1 Abb., Wien 1958.
- : Das Kräftespiel im Untergrund von Talsperren. – *Geol. u. Bauwes.*, **26**, 142–151, 6 Abb., Wien 1961.
- : Die Standfestigkeit von Felsböschungen als spezifisch geomechanische Aufgabe. – *Felsmech. u. Ing.-Geol.*, **1**, 50–71, 17 Abb., Wien 1963.
- : New Considerations on the Vaiont-Slide. – *Felsmechanik u. Ingenieurgeol.*, **6**, 1–91, 25 Abb., 1 Tab., Wien 1968.

- [Hrsg.]: Berechnung, Erkundung und Entwurf von Tunneln und Felsbauwerken. – Rock Mechanics, Suppl. **8**, 367 S., zahlr. Abb., Wien – New York (Springer) 1979.
- : Aktuelle Fragen auf dem Grenzgebiet zwischen Ingenieurgeologie und Felsmechanik. – Rock Mechanics, Suppl. **10**, 1–8, Wien – N.Y. 1980 a.
- : Sinn und Berechtigung von Modellversuchen in der Geomechanik-Forschung. – Rock Mechanics, **13**, 39–52, Wien – N.Y. 1980 b.
- : Bruno Sander †. – Rock Mechanics, **13**, 1–3, Wien 1980 c.
- : Geomechanik – Felsbaumechanik – Felsbau. – Rock Mechanics, Suppl. **12**, 1–18, 2 Abb., Wien – N.Y. 1982.
- : Tunnelbau mit und ohne Ingenieurgeologie. – Felsbau, **2**, 5–8, Salzburg 1984.
- MÜLLER-SALZBURG, L., FECKER, E. & TICHY, G.: Geotechnische Sanierungsarbeiten auf der Festung Hohensalzburg. – Mitt. Ges. Salzbg. Ldk., **119**, 411–420, 8 Abb., Salzburg 1979.
- MÜLLER-WOLFSKEIL, P. & ZACHER, W.: Neue Ergebnisse zur Tektonik der Allgäuer und Vilser Alpen. – Geol. Rdsch., **73**, 321–335, 9 Abb., Stuttgart 1984.
- MURCHISON, R. J.: Das Alter und die Lagerungsverhältnisse des Wiener Sandsteins. – [Haidingers] Ber. Mitt. Freunde Natw. Wien, **3** (1847), 306–307, Wien 1848.
- MUŠKA, P. & VOZÁR, J.: Palaeomagnetism of Upper Paleozoic rocks from the Choč nappe etc. – Mineralia slovac, **10**, 193–200, 1 Abb., 1 Tab., Bratislava 1978.
- MUTSCHLECHNER, G.: Univ.-Prof. Dr. Josef Blasas † – Der Schlern, **17**, 207, Innsbruck 1936.
- : Die Massengesteine der Nordtiroler und Vorarlberger Kalkalpen. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **4**, 386–395, 1 Abb., Wien 1954.
- MUTTI, E. & RICCI LUCCHI, F.: Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies. – Mem. soc. geol. Ital., **11**, 161–199, 30 Abb., 1 Tab., Pisa 1972.
- : Turbidite facies and facies associations. – Guide field trip 9. intern. Congr. Sedi-mentol., **A 11**, 21–36, 3 Abb., Nice 1975.
- MYLIUS, H.: Jura, Kreide und Tertiär zwischen Hochblanken und Hohen Ifen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **4**, 483–618, 12 Abb., 1 Tab., Taf. 14–18, Wien 1911.
- NACHTNEBEL, H. & FÜRST, J.: Grundwassermodell Unteres Murtal. – Steir. Beitr. Rohstoff- u. Energieforschg., **4**, 93–96, Graz 1984.
- NAGEL, K.-H.: Der Bau der Thiersee- und Karwendelmulde (Tirol) interpretiert mit Hilfe statistischer Verfahren. – Geotekt. Forsch., **48**, 1–136, 85 Abb., 9 Tab., Taf. 1–4, 2 Beil., 5 Anlagen, Stuttgart 1975.
- NAGEL, K.-H., SCHÜTZ, K.-I. et al.: Die geodynamische Entwicklung der Thiersee- und der Karwendelmulde (Nördliche Kalkalpen). – Geol. Rdsch., **65**, 536–557, 12 Abb., Stuttgart 1976.
- NAGL, H.: Geomorphologie der Region um den Katschberg und der benachbarten Gebirgsgruppen. – Geogr. Jber. Österr., **31**, 133–168, 3 Abb., Taf. 12–15, Wien 1967.
- : Glaziale Formen und Ablagerungen im Gebiet der oberen Ybbs. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., m.-n. Kl., Abt. I, **176**, 91–123, 4 Abb., 2 Tab., 4 Taf., Wien 1968.
- : Die Dolomitkarst-Landschaft am Friesling in Niederösterreich. – Mitt. österr. geogr. Ges., **111**, 13–20, 2 Abb., Taf. 4–5, Wien 1969.

- : Karstmorphologische und -hydrologische Beobachtungen in den Göstlinger Alpen. – Die Höhle, **21** (1), 9–32, 6 Abb., 4 Photos, 3 Tab., 1 Kt., Wien 1970.
- : Zur eiszeitlichen Vergletscherung der Seckauer Tauern (Südseite). – Mitt. österr. geogr. Ges., **113**, 25–33, 2 Abb., Wien 1971.
- : Zur Rekonstruktion der pleistozänen Vereisung im alpinen Ybbstal. – Mitt. geol. Ges. Wien, **63** (1970), 185–202, 7 Abb., Taf. 1–3, Wien 1972 a.
- : Zur pleistozänen Vergletscherung Österreichs. – Österr. in Geschichte u. Literatur, **16**, 163–176, 6 Abb., Wien 1972 b.
- : Spät- und postglaziale Gletscherstände im Gebiet des Radstädter Tauernpasses und ihre Bedeutung für die Hydrogeologie dieses Raumes. – Mitt. geol. Ges. Wien, **66–67** (1973/74), 93–104, 2 Abb., Wien 1974.
- : Die Raum-Zeit Verteilung der Blockgletscher in den Niederen Tauern etc. – Mitt. natwiss. Ver. Steiermark, **106**, 95–118, 11 Abb., Graz 1976.
- [Hrsg.]: Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung [Festschr. J. Fink]. – 688 S., 180 Abb., 66 Tab. u. Kt., Wien (F. Hirt) 1978.
- : Klima- und Wasserbilanztypen Österreichs. – Geogr. Jber. Österreich, **40** (1981), 50–72, 3 Abb., Wien 1983.
- NAGL, H. & VERGINIS, S.: Talentwicklung und Grundwasserhaushalt im oberen Kampgebiet, Waldviertel, NÖ. – Geogr. Jber. Österr., **37** (1977–1978), 34–53, 5 Abb., 16 Tab., Wien 1979.
- NAGRA et al.: Konzept für die nukleare Entsorgung in der Schweiz. – 346 S., zahlr. Abb. u. Tab., ohne Ersch.ort (Verband Schweiz. Elektrizitätswerke) 1978.
- NEBERT, K.: Die pliozäne Schichtfolge in der Pöllauer Bucht (Oststeiermark). – Jb. geol. B.-A., **95**, 103–118, 4 Abb., 1 Tab., Taf. 8, Wien 1952.
- : Die Lignitvorkommen Südostburgenlands. – Jb. geol. B.-A., **122**, 143–180, 10 Abb., 6 Tab., 3 Taf. (= Beil. 5), Wien 1979.
- : Zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten (Südweststeiermark). – Jb. geol. B.-A., **126**, 259–285, 15 Abb., 6 Tab., Wien 1983.
- : Kohlengeologische Erkundung des Neogens entlang des Ostrandes der Zentralalpen. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 23–79, 46 Abb., 14 Tab., Wien 1985.
- NEINAVAIE, M. H., GHASSEMI, B. & FUCHS, H. W.: Die Erzvorkommen Osttirols. – Veröff. Mus. Ferdinandeum, **63** (1983), 69–113, 12 Abb., Innsbruck 1983.
- NEINAVAIE, M. H. & PFEFFER, W.: Scheelitvererzung in der Innsbrucker Quarzphyllitzone im Mühlbachtal/Oberpinzgau. – Anz. österr. Akad. Wiss., **118**, 185–186, Wien 1981.
- NEKHOROSHEV, W.: Neue Funde von silurischen Bryozoen. – Transact. centr. geol. Prosp. Inst., **61**, 1–40, 2 Tab., Moskau 1936.
- NĚMEC, D.: Das Quarzgefüge in der Thayakuppel. – Verh. geol. B.-A., **1970**, 452–468, 23 Abb., Wien 1970.
- : Ganggesteine aus der Umgebung von Raabs (Niederösterreichisches Waldviertel). – Verh. geol. B.-A., **1972**, 247–262, 8 Abb., 4 Tab., Wien 1972.
- NĚMEC, F. & KOCÁK, A.: Der vorneogene Untergrund des slowakischen Teiles des Wiener Beckens [slowak.]. – Mineralia slov., **8**, 481–555, 10 Abb., 7 Tab., 1 Kt., Bratislava 1976.

- NEUBAUER, F.: Die Gliederung des Altpaläozoikums südlich und westlich von Murau (Steiermark/Kärnten). – Jb. geol. B.-A., **122**, 455–511, 12 Abb., 8 Tab., 6 Photo-raf., Wien 1979 a.
- : Zum Alter von Dolomiten auf der Stolzalpe bei Murau und am Adelsberg bei Neu-markt (Stmk.). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natwiss. Kl., **116**, 116–119, Wien 1979 b.
- : Die Geologie des Murauer Raumes – Forschungsstand und Probleme. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **41**, 67–79, 2 Abb., 1 Kt., Graz 1980 a.
- : Exkursion Murauer Paläozoikum. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **41**, 115–128, 11 Abb., 2 Tab., Graz 1980 b.
- : Zur tektonischen Stellung des Ackerkristallins (Nordrand der Gurktaler Decke). – Mitt. österr. geol. Ges., **73**, 39–53, 3 Abb., Wien 1980 c.
- : A palinspastic section of the Paleozoic of Murau (Geotraverse B, Eastern Alps). – Newsletter IGCP, **2** (1980), 121–123, 1 Abb., Padova 1980 d.
- : Untersuchungen zur Geologie, Tektonik und Metamorphose des „Angerkristallins“ und des E-Randes des Grazer Paläozoikums. – Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15, **2**, 114–121, 2 Abb., Graz 1981.
- : Untersuchungen zur Tektonik, Metamorphose und Stellung des Grazer Paläozoi-kum-Ostrandes. – Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15, **3**, 93–101, 2 Abb., Leoben 1982.
- : Eine präoberordovicische Transgression in der Grauwackenzone (Ostalpen) etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1985**, 46–64, 6 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1985.
- NEUBAUER, F. & PISTOTNIK, J.: Das Altpaläozoikum und Unterkarbon des Gurktaler Deckensystems (Ostalpen) und ihre paläogeographischen Beziehungen. – Geol. Rdsch., **73**, 149–174, 9 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1984.
- NEUBAUER, F. & STATTEGGER, K.: Untersuchungen zur tektonischen und metamorphen Geschichte des Radegunder Kristallins. – Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15, **2**, 122–128, 1 Tab., Graz 1981.
- NEUBAUER, W.: Geologie der nordöstlichen Kalkalpen um Lilienfeld. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **1** (1), 3–44, Taf. 1–4, Wien 1949 a.
- : Die steinkohlenführenden Lunzer Schichten von Schrambach – Lilienfeld und ihre bergmännische Bedeutung. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **94**, 319–333, 15 Abb., Wien 1949 b.
- NEUGEBAUER, J.: Alt-paläozoische Schichtfolge, Deckenbau und Metamorphose – Ablauf im südwestlichen Saualpen-Kristallin (Ostalpen). – Geotekt. Forsch., **35**, 23–93, 18 Abb., Taf. 1–3, Stuttgart 1970.
- NEUMAYER, H.: Versuch einer geobotanischen Gliederung der Flyschzone des Wienerwal-des auf Grund der Beschaffenheit des Gesteines. – Verh. zool. bot. Ges. Wien, **81**, 1–4, Wien 1931.
- NIEDERL, H.: Die thermische Belastung der Mur durch die kalorischen Kraftwerke der STEWEAG. – Ber. wasserwirtsch. Rahmenplang., **25**, 38–67, 14 Abb., Graz 1973.
- NIEDERL, R.: Zur Geologie des Raumes Oberwölz und des Pleschaiz N-Abfalles (Mur-auer Paläozoikum). – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **41**, 81–83, 1 Abb., Graz 1980.

- NIEDERMAYR, G.: Beiträge zur Sedimentpetrographie des Wienerwald-Flysches. – Verh. geol. B.-A., **1966**, 106–141, 8 Abb., 3 Taf., 4 Tab., Wien 1966 a.
- : Die akzessorischen Gemengteile von Gföhler Gneis, Granitgneis und Granulit im niederösterreichischen Waldviertel. – Ann. nathist. Mus. Wien, **70**, 19–27, 4 Abb., 1 Taf., Wien 1966 b.
- : Der Pegmatit der Königsalm, Niederösterreich. – Ann. nathist. Mus. Wien, **73**, 49–54, Taf. 1–3, Wien 1969.
- : Einige neue Mineralfunde aus dem niederösterreichischen Anteil der Böhmisches Masse. – Mitt. österr. miner. Ges., **123**, 37–40, Wien 1973.
- : Ostalpine Kluftmineralisation und ihre Beziehungen zur alpidischen Metamorphose. – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 399–416, 4 Abb., Wien 1980.
- NIEDERMAYR, G., MULLIS, J. et al.: Zur Anchimetamorphose permo-skythischer Sedimentgesteine im westlichen Drauzug, Kärnten – Osttirol (Österreich). – Geol. Rdsch., **73**, 207–221, 4 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1984.
- NIEDERMAYR, G. & SCHERIAU-NIEDERMAYR, E.: Eine Tetrapodenfährte aus dem Unter-Rotliegend von Kötschach in den westlichen Gailtaler Alpen, Kärnten – Österreich. – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 259–264, 1 Abb., Taf. 1, Wien 1980.
- : Zur Nomenklatur, Seriengliederung und Lithofazies der permo-skythischen Basisschichten des westlichen Drauzuges. – Verh. geol. B.-A., **1982** (2), 33–51, 2 Abb., Wien 1982.
- NIEDERMAYR, G., SCHERIAU-NIEDERMAYR, E., & SEEMANN, R.: Magnesit in der Untertrias des westlichen Drauzuges, Kärnten – Osttirol. – Carinthia II, **170/90**, 91–102, 1 Abb., 3 Tab., Taf. 1–2, Klagenfurt 1980.
- NIEDERMAYR, G., SCHERIAU-NIEDERMAYR, E. et al.: Magnesit im Perm und Skyth der Ostalpen und seine petrogenetische Bedeutung. – Verh. geol. B.-A., **1981**, 109–131, 1 Abb., 3 Tab., Taf. 1–2, Wien 1981.
- NIEDERMAYR, G. & SCHROLL, E.: The Tungsten Distribution in Rocks of the Western Hohe Tauern. – [In:] H.-J. SCHNEIDER [Hrsg.]: Min. Depos. of the Alps, 240–247, 3 Abb., 2 Tab., Berlin (Springer) 1983.
- NIEDERMEIER, G.: Aufbau, Entwicklung und Stand der Geowissenschaftlichen Literaturdokumentation. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **166**, 160–174, 4 Abb., Stuttgart 1983.
- NIEVOLL, J.: Gefügekundliche Untersuchungen an der Trofaiachlinie (Steiermark). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **119** (1982), S. 63, Wien 1983.
- : Der Südrand der Grauwackenzone zwischen Stübing und Neuberg (Obersteiermark). – Mitt. österr. geol. Ges., **77**, 63–71, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1984.
- : Die bruchhafte Tektonik entlang der Trofaiachlinie (Östliche Zentralalpen, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **127**, 643–671, 15 Abb., 13 Taf., Wien 1985.
- NIGGLI, E.: Probleme der alpinen Gesteinsmetamorphose. – Schweiz. miner. petrogr. Mitt., **30**, 500–538, Zürich 1950.
- : Alpine Metamorphose und Gebirgsbildung. – Fortschr. Miner., **47**, 16–26, 1 Abb., 3 Taf., Stuttgart 1970.
- : Metamorphism and Tectonics of the Alps. – Mem. Soc. geol. ital., **13** (1974), Suppl. 2, 285–289, Pisa 1977.
- NIKLFELD, H.: Pflanzensoziologische Beobachtungen im Rauchsbadensgebiet eines

- Aluminiumwerkes. – Cbl. ges. Forstwesen, **84**, 318–329, 1 Abb., 2 Tab., Wien – München 1967.
- : Charakteristische Pflanzenareale. – [In:] H. BOBEK [Red.]: Österreich-Atlas, Kt. IV/1, Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1972.
- : Areale charakteristischer Gefäßpflanzen der Steiermark (I, II). – [Hrsg.]: Erläuterungen zum Atlas der Steiermark. 134–158, Graz (Akad. Druck- u. Verlanst.) 1973 a.
- : Über Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Österreich und einigen Nachbargebieten. – Verh. zool.-bot. Ges. Wien, **113**, 53–69, 1 Kt., Wien 1973 b.
- NILSSON, T.: The Pleistocene. Geology and life in the Quaternary Ice Age. – 671 S., 292 Abb., 23 Tab., Stuttgart (Enke) 1983.
- NN.: Hochschulprofessor Dr. Ing. Josef Stini 70 Jahre alt. – Sdh. natw. Ver. Steiermark, **1950**, 1–12, 1 Abb., Graz (Selbstverl.) 1950.
- NOLL, R.: Die Vita Sancti Severini des Eugippius im Lichte der neueren Forschung. – Anz. österr. Akad. Wiss., phil.-hist. Kl., **112**, 61–75, Wien 1975.
- : Einführung, Übersetzung und Erläuterung zu: EUGIPIUS: Das Leben des Heiligen Severin. – VIII, 150 S., 1 Kt., Berlin/DDR (Akademie-Verl.) 1963; Lizenzausgabe Passau (Passavia, Univ.-Verl.) 1981.
- NORMARK, W R.: Growth patterns of deep-sea Fans. – Bull. amer. Assoc. Petrol. Geol., **54**, 2170–2195, 25 Abb., 2 Tab., Tulsa 1970.
- NÖSSING, L., EBNER, F. et al.: Zur Geologie des Eichkogels bei Rein nordwestlich von Graz. – Mitt. natwiss. Ver. Stmk., **107**, 81–88, 2 Abb., 2 Tab., Graz 1977.
- NÖSSING, L., SCHRAMM, J.-M. & STINGLHAMMER, H.: Ingenieurtechnische, geologische und mineralogische Probleme beim Bau einiger Tunnel der Tauernautobahn im Bereich von Werfen (Salzburg, Österreich). – Rock Mechanics, **11**, 151–176, 16 Abb., Wien – New York 1979.
- NOTH, R.: Foraminiferen aus Unter- und Oberkreide des österreichischen Anteils an Flysch, Helvetikum und Vorlandvorkommen. – Jb. geol. B.-A., Sdb. **3**, 91 S., 2 Tab., 9 Taf., Wien 1951.
- NOTH, R. & WOLETZ, G.: Zur Altersfrage der Kaumberger Schichten. – Verh. geol. B.-A., **1954**, 143–151, 4 Tab., Wien 1954.
- NOVAK, H.: Generelle Erkundung der Wasservorräte im Bundesland Burgenland. – Unveröff. Ber. Bundesmin. Land- u. Forstw., Wien 1976.
- NOWACK, E.: Studien am Südrand der böhmischen Masse. – Verh. geol. St.-A., **1921**, 37–47, 2 Abb., Wien 1921.
- NOWAK, A. F.: Die Räthsel unserer Quellen. – XII, 390 S., 1 Taf., Leipzig (O. Wigand) 1852.
- NOWAK, H.: Beiträge zur Geomorphologie des nordwestlichen Weinviertels und seiner Randgebiete. – Geogr. Jber. Österreich, **32** (1967–1968), 109–129, 2 Abb., 1 Kt., Wien 1969.
- NOWAK, J.: Über den Bau der Kalkalpen in Salzburg und im Salzkammergut. – Bull. Acad. Sci. Cracovie, (A) **1911**, 57–112, 11 Abb., Taf. 1–3, Cracovie 1911.
- NOWY, W.: Die Geologie des Gleinalm-Autobahntunnels. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 187 S., 92 Abb., 10 Taf., 6 Beil.-Bd. mit Stollenprofilen u. -bändern, Wien 1976.

- : Die Geologie des Gleinalm-Autobahntunnels (1. Teil – Tektonik). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **24**, 59–123, 46 Abb., Taf. 12a–b, Wien (1977) 1978.
- : Sperre Zillergründl – Beeinflussung des Sperrenaushubes durch tiefgehende Hangauflockerung. – Felsbau, **2** (4), 200–207, 12 Abb., Essen 1984.
- NOWY, W. & LEIN, R.: Zur Geologie des Bosruck-Autobahntunnels (Pyhrnautobahn, Österreich). – Mitt. Ges. Bergbaustud. Österr., **30/31**, 45–94, 5 Abb., 8 Taf., 1 Beil., Wien 1984.
- NUNES, P. & STEIGER, H.: A U-Pb Zircon and Rb-Sr and U-Pb Whole-Rock Study of a Polymetamorphic Terrane in the Central Alps, Switzerland. – Contr. Miner. Petrol., **47**, 255–280, 7 Abb., 7 Tab., Berlin etc. 1974.
- NUSSBAUMER, W. & RANK, D.: Die Anwendung von kernphysikalischen Methoden bei hydrogeologischen Bohrlochmessungen. – Ber. Symp. Geotechn. Inst. BVFA, **1979**, 299–318, 16 Abb., Wien 1979.

- OBERDORFER, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 4. Aufl., 997 S., 58 Abb., Stuttgart (Ulmer) 1979.
- OBERHAUSER, R.: Geologische Untersuchungen im Flysch und Helvetikum der Hohen Kugel (Vorarlberg) etc. – Verh. geol. B.-A., **1953**, 176–183, Wien 1953.
- : Zur Geologie des Gebietes zwischen Kanisfluh und Hohem Ifen (Bregenzerwald). – Jb. Vorarlberger Landesmuseumsver., **1956**, 124–126, 1 Tab., Bregenz 1956.
- : Ein Vorkommen von *Trocholina* und *Paratrocholina* in der ostalpinen Trias. – Jb. geol. B.-A., **100**, 257–267, 1 Abb., Taf. 20–21, Wien 1957.
- : Neue Beiträge zur Geologie und Mikropaläontologie von Helvetikum und Flysch im Gebiet der Hohen Kugel (Vorarlberg). – Verh. geol. B.-A., **1958**, 121–140, 1 Abb., 1 Taf., Wien 1958.
- : Foraminiferen und Mikrofossilien „incertae sedis“ der ladinischen und karnischen Stufe etc. – Jb. geol. B.-A., Sdb. **5**, 5–46, 5 Abb., Taf. 1–6, Wien 1960.
- : Die Kreide im Ostalpenraum in mikropaläontologischer Sicht. – Jb. geol. B.-A., **106**, 1–88, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1963.
- : Zur Frage des vollständigen Zuschubes des Tauernfensters während der Kreidezeit. – Verh. geol. B.-A., **1964**, 47–52, 3 Abb., Wien 1964.
- : Zur Geologie der West-Ostalpen-Grenzzone in Vorarlberg und im Prätigau etc. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **G**, 184–190, 3 Abb., Wien 1965 a.
- : Zur Kenntnis der Foraminiferengattungen Permodiscus, Trocholina und Triasina in der alpinen Trias etc. – Verh. geol. B.-A., **1964**, 196–210, 1 Abb., Taf. 1–4, Wien 1965 b.
- : Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. – Jb. geol. B.-A., **111**, 115–145, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1968.
- : Zur Hydrogeologie des Vorarlberger Rheintales zwischen Feldkirch und Hohenems-Klien etc. – Verh. geol. B.-A., **1970**, 346–352, 1 Abb., Wien 1970 a.
- : Die Überkipplings-Erscheinungen des Kalkalpen-Südrandes im Rätikon und im Arlberg-Gebiet. – Verh. geol. B.-A., **1970**, 477–485, Taf. 1, Wien 1970 b.
- : Stratigraphisch-Paläontologische Hinweise zum Ablauf tektonischer Ereignisse in den Ostalpen während der Kreidezeit. – Geol. Rdsch., **62**, 96–106, 3 Abb., Stuttgart 1973.

- : Die postvariszische Entwicklung des Ostalpenraumes etc. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 43–53, 2 Abb., Wien 1978.
- : Helvetikum, Südliche Flyschzone und Quartär am Rheintalrand und im westlichen Walgau (Exkursion F etc.). – Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **61**, 57–70, 5 Abb., Stuttgart 1979.
- [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs. – XIX, 701 S., 164 Abb., 2 Kt., Wien – New York (Springer) 1980 a.
- : Das Altpidikum. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 35–48, 3 Abb., Wien – N.Y. (Springer) 1980 b.
- : Molasse-Untergrund, Helvetikum, Flysche und Klippenzonen in Vorarlberg. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 177–188, 5 Abb., Wien – N.Y. (Springer) 1980 c.
- : Geologische Karte der Republik Österreich 1:25.000, 110 St. Gallen Süd und 111 Dornbirn Süd. – Wien (Geol. B.-A.) 1982.
- : Mikrofossilfunde im Nordwestteil des Unterengadiner Fensters sowie im Verspalflysch des Rätikon. – Jb. geol. B.-A., **126**, 1–93, 5 Abb., 6 Taf., Wien 1983.
- OBERHAUSER, R. & FAUPL, P.: Stratigraphische Beobachtungen zum intragosauischen Faziesumschwung in den Weyerer Bögen. – Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15, **3**, 149–156, 1 Abb., Leoben 1982.
- OBERHAUSER, R., RESCH, W. & HANTKE, R.: Helvetikum, Nördliche Flyschzone und Molasse von Hohenems bis Dornbirn (Exkursion B etc.). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **61**, 11–18, 4 Abb., Stuttgart 1979.
- OBRITZHAUSER-TOIFL, H.: Pollenanalytische (palynologische) Untersuchungen an der untermiozänen Braunkohle von Langau bei Geras, N.Ö. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **163**, 325–374, 33 Abb., 1 Diagr., Wien 1954.
- OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY: Proceed. The Migration of Long-Lived Radionuclides in the Geosphere. – 337 S., zahlr. Abb., Paris (OECD) 1979.
- : Near-Field Phenomena in Geologic Repositories for Radioactive Waste. – 408 S., zahlr. Abb. u. Tab., Paris (OECD) 1981.
- : Geological Disposal of Radioactive Waste. Geochemical Processes. – 144 S., 26 Abb., 23 Tab., Paris (OECD) 1982.
- : Geological Disposal of Radioactive Waste. – 116 S., 15 Abb., 7 Tab., Paris (OECD) 1984.
- OESTREICH, K.: Ein alpines Längsthal zur Tertiärzeit. – Jb. geol. R.-A., **49** (1899), 165–212, 3 Abb., Taf. 6, Wien 1900.
- OHLEN, H. R.: The Steinplatte Reef Complex of the Alpine Triassic (Rhaetian) of Austria. – Unveröff. Diss. Univ. Princeton, 122 S., 7 Abb., 20 Taf., Princeton 1959.
- ÖLLINGER, H., GLANZER, O. & BAUER, H. [Red.]: Hochwasser und Raumplanung. – Schriftenr. Raumforsch. Raumplanung, **11**, 152 S., 10 Abb., zahlr. Tab., 15 Taf., Klagenfurt (Amt Kärntner Landesreg.) 1971.
- ORASCH, R.: Die österreichische Erdölindustrie im Jahre 1982. – Erdoel-Erdgas-Z., **99**, 234–240, 3 Tab., Wien – Hamburg 1983.
- ORAVECZ, J.: Geologische Untersuchung des Căker Konglomerates. – Földtani Közleked., **109**, 14–45, 11 Abb., Taf. 1–10, Budapest 1979.
- ORBIGNY, A. D.: Die fossilen Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien. – 312 S., 1 Tab., 21 Taf., Paris (Gide) 1846.

- OSBERGER, R.: Der Flysch-Kalkalpenrand zwischen der Salzach und dem Fuschlseesee. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **161**, 785–801, 1 Kt., Wien 1952.
- OSTADAL, R.: Zur Intrusionsfolge im westlichen Waldviertel. – Verh. geol. B.-A., **1931**, 127–137, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1931.
- ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ: Literatur zur Raumforschung und Raumplanung in Österreich. – ÖROK-Schriftenr., **34**, 316 S., Beil., Wien (Geschäftsstelle ÖROK) 1982.
- : Atlas zur räumlichen Entwicklung Österreichs. Im Erscheinen. Wien (Geschäftsstelle ÖROK) 1983 ff.
- : Vierter Raumordnungsbericht. – ÖROK-Schriftenr., **40**, 253 S., zahlr. Abb. u. Tab., 2 Anh., Wien (Geschäftsstelle ÖROK) 1984.
- ÖSTERREICHISCHER WASSERWIRTSCHAFTSVERBAND: Die Wasserwirtschaft Österreichs, **58** (1982), 364 S., Wien 1983.
- ÖSTERREICHISCHES MONTAN-HANDBUCH: Serie bis **59** (1985) berücksichtigt. Wien (Montan-Verlag).
- OTT, E.: Segmentierte Kalkschwämme (Sphinctozoa) aus der alpinen Mitteltrias und ihre Bedeutung als Riffbildner im Wettersteinkalk. – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., N. F., **131**, 96 S., 9 Abb., 5 Tab., 10 Taf., München 1967.
- : Die Kalkalgen-Chronologie der alpinen Mitteltrias in Angleichung an die Ammoniten-Chronologie. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **141**, 81–115, 2 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1972.
- : Mitteltriadische Riffe der Nördlichen Kalkalpen etc. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21**, 251–276, 7 Abb., 2 Taf., Innsbruck (1972) 1973 a.
- : Zur Kalkalgen-Stratigraphie der Alpenen Trias. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21**, 455–464, 1 Taf., Innsbruck (1972) 1973 b.
- : Algae (Dasycladaceae). – Catalogus fossilium austriacae, **17 b**, 64 S., 4 Tab., Wien (Springer) 1974.
- OTTE, O.: Schichtfolgen, Fazies und Gebirgsbau des Mesozoikums der Vorarlberger Kalkalpen südlich des Großen Walsertales (Österreich). – Diss. Geowiss. Freie Univ. Berlin, 195 S., 49 Abb., 14 Taf., Berlin (Freie Univ.) 1972.
- OVERBECK, F.: Botanisch-geologische Moorkunde. – 719 S., 263 Abb., zahlr. Tab., Neumünster (Wachholtz) 1975.
- OWEN, H. G.: Atlas of continental displacement, 200 million years to present. A test of conventional and expanding earth model. – Cambridge Earth Sci. Ser., 200 S., Ktn., Cambridge 1983.
- OSBURN, E.: An Outline of the Geology of the Central Eastern Alps. – Proceed. geol. Assoc., **79** (1), 1–46, 8 Abb., Colchester 1968 a.
- : The Eastern Alps – a geological excursion guide. – Proceed. geol. Assoc., **79/1**, 47–124, 30 Abb., Taf. A–C, Colchester 1968 b.
- OSBURN, E. & ENGLAND, PH.: Heat flow and the metamorphic evolution of the Eastern Alps. – Eclogae geol. Helv., **73**, 379–398, 7 Abb., 1 Tab., Basel 1980.
- OSBURN, E., LAMBERT, R. et al.: Kalium-Argon-Altersbestimmungen am Südostrand des Tauernfensters (Ostalpen). – Verh. geol. R.-A., **1966**, 17–33, 5 Abb., 1 Tab., Wien 1966.

- OXBURGH, E. & TURCOTTE, D.: Thermal Gradients and Regional Metamorphism in Overthrust Terrains with Special Reference to the Eastern Alps. – Schweiz. miner. petrogr. Mitt., **54**, 641–662, 8 Abb., Zürich 1974.
- PAAR, W. & MEIXNER, H.: Neues zu Mineralparagenesen des Hüttenberger Erzberges und damit verwandter Mineralisationen, I. – Carinthia, **170** bzw. (II) **90**, 65–75, 6 Abb., Klagenfurt 1980.
- PACHER, F. & RIEPL, K.: Über die chemische Zusammensetzung von Gneisen und Glimmerschiefern der Koralpe, Steiermark. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **108**, 45–54, 3 Abb., 7 Tab., Graz 1978.
- PACHER, F. & SAUER, G.: Große Querschnitte in nicht standfestem Gebirge. – Rock Mechanics, Suppl. **8**, 195–208, 14 Abb., Wien 1979.
- PACLOVÁ, B.: Některé rostlinné mikrofosilie ze sladkovodních uloženin svrchní křídly (senon) v jihočeských pánvích. – Sborn. ústř. ústav. geol., **26** (1959), ser. paleont., 47–102, 24 Taf., Praha 1961.
- : Význam mikropaleobotaniky – paleopalynologic pro výzkum krystalinika [Die Bedeutung der Mikropaläobotanik und Paläopalynologie für die Kristallinuntersuchung]. – Zemný plyn a nafta [Erdöl und Erdgas], **26** (4), 555–560, Taf. 1–16 (S. 759–791), Hodonín 1981.
- PAGAC, P. & MARSCHALCO, R.: Palaeomagnetic study of the Upper Cretaceous of the West Slovakian Segment of the Pieniny Klippen Belt and of the Central Block. – [In:] VANĚK, J. [Hrsg.]: Geodynamic investigations in Czechoslovakia, Final Report, 223–229, 2 Abb., 1 Tab., Bratislava 1979.
- PAHR, A.: Ein neuer Beitrag zur Geologie des Nordostsporns der Zentralalpen. – Verh. geol. B.-A., **1977**, H. 2, 23–33, 2 Abb., Wien 1977.
- : Erläuterungen zu Blatt 137 Oberwart. – 47 S., 8 Abb., 1 Tab., 3 Taf., mit Kt.; Wien (Geol. B.-A.) 1984.
- PAK, E.: Schwefelisotopenuntersuchungen am Institut für Radiumforschung und Kernphysik. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.; I. Teil: **111**, 166–174, 1974; II. Teil: **115**, 6–22, 1978; III. Teil: **118**, 187–198, 1982. Wien 1974–1982.
- PAK, E. & SCHAUBERGER, O.: Die geologische Datierung der ostalpinen Salzlagerstätten mittels Schwefelisotopenuntersuchungen. – Verh. geol. B.-A., **1981**, 185–192, 7 Tab., Wien 1981.
- PAK, E., SCHROLL, E. & WEBER, L.: Zur Schwefelisotopenzusammensetzung der Pb-Zn-Vererzung des Grazer Paläozoikums (Ostalpen). – Mineral. Deposita, **15**, 315–325, 4 Abb., 1 Tab., Berlin 1980.
- PALIVCOVÁ, M. & ŠTOVÍČKOVÁ, N.: Volcanism and plutonism in the Bohemian Massif from the aspect of its segmented structure. – Krystalinikum, **6**, 169–199, 7 Abb., Prag 1968.
- PALLA, P.: *Lanicula gortanii*, n. sp. di Alga Codiacea del devoniano inferiore della Carnia (Alpi Orientali). – Natura, **57**, H. 2, 89–102, 1 Abb., 2 Taf., Milano 1966.
- : New Lower Devonian Codiacean Algae from Carnic Alps. – Natura, **58**, H. 2, 94–112, 1 Abb., 3 Taf., Milano 1967.
- PAPADOPOULOS, CH.: Ein Beitrag zur Geologie der Umgebung von Görz (E Aflenz, Steiermark) etc. – Unveröff. Inst.-Arb. Geol. Inst. Univ. Wien, 39 S., 37 Abb., 3 Prof., 1 Photo, 1 Kt., Wien 1977.

- PAPP, A.: Untersuchungen an der sarmatischen Fauna von Wiesen. – Jb. geol. B.-A., **89**, 315–355, 3 Abb., 4 Tab., Taf. 9–10, Wien 1939.
- : Über Lebensspuren aus dem Jungtertiär des Wiener Beckens. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, **158**, 667–670, Wien 1949 a.
 - : Fauna und Gliederung der Congerischichten des Pannon im Wiener Becken. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **85** (1948), 123–134, 1 Tab., Wien 1949 b.
 - : Fauna und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **86** (1949), 256–266, Wien 1950 a.
 - : Das Sarmat von Hollabrunn. – Verh. geol. B.-A., **1948**, 110–112, Wien 1950 b.
 - : Das Pannon des Wiener Beckens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **39–41** (1946–1948), 99–193, 7 Abb., 4 Tab., Wien 1951 a.
 - : Charophytenreste aus dem Jungtertiär Österreichs. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **160**, 279–293, 1 Abb., Taf. 1–4, Wien 1951 b.
 - : Über die Altersstellung der Tertiärschichten von Liescha bei Prävali und Lobnig. – Carinthia, **141** bzw. (II) **61**, 62–64, 1 Abb., Klagenfurt 1951 c.
 - : Die Molluskenfauna des Pannon im Wiener Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **44** (1951), 85–222, 1 Abb., 7 Tab., Taf. 1–25, Wien 1953.
 - : Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Beckens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **45** (1952), 1–112, 2 Tab., Taf. 1–20, Wien 1954.
 - : Bemerkungen über Vorkommen und Variabilität der Bivalvengattung *Oncophora*. – Verh. geol. B.-A., **1955**, 120–133, Taf. 1–2, Wien 1955 a.
 - : Nubecularien aus den sarmatischen Schichten von Wiesen (Bgl.). – Burgenländ. Heimatbl., **17** (2), 49–55, 1 Taf., Eisenstadt 1955 b.
 - : Orbitoiden aus dem Oberkreideflysch des Wienerwaldes. – Verh. geol. B.-A., **1956**, 133–143, 1 Abb., 2 Tab., Wien 1956 a.
 - : Fazies und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **47** (1954), 35–98, 3 Tab., Wien 1956 b.
 - : Landschnecken aus dem limnischen Tertiär Kärntens. – Carinthia, (II) **67**, 85–94, 3 Abb., Klagenfurt 1957.
 - : Vorkommen und Verbreitung des Obereozäns in Österreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 251–270, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1958 a.
 - : Probleme und Grenzziehung zwischen der helvetischen und tortonischen Stufe im Wiener Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **49** (1956), 235–256, 7 Abb., 1 Tab., Wien 1958 b.
 - : Morphologisch-genetische Studien an Mollusken des Sarmats von Wiesen (Burgenland). – Wiss. Arb. Burgenland, **22**, 39 S., 11 Abb., 3 Tab., Eisenstadt 1958 c.
 - : Das Vorkommen von *Miogypsina* in Mitteleuropa etc. – Mitt. geol. Ges. Wien, **51** (1958), 219–228, 4 Abb., Wien 1960.
 - : Die Fauna der Michelstettener Schichten in der Waschberg-Zone (NÖ.). – Mitt. geol. Ges. Wien, **53** (1960), 209–248, 10 Abb., 2 Tab., Wien 1961.
 - : Die Nummulitenfaunen vom Michelberg (Waschbergzone) und aus dem Greifensteiner Sandstein (Flyschzone). – Verh. geol. B.-A., **1962**, 281–290, 3 Abb., Wien 1962 a.
 - : Das Vorkommen von Lebensspuren in einzelnen Schichtgliedern im Flysch des Wienerwaldes. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 290–294, 1 Abb., Wien 1962 b.

- : Über das Vorkommen sarmatischer Schichten bei Langenlois am Kamp (NÖ.). – Verh. geol. B.-A., **1962**, 361–363, 1 Abb., Wien 1962 c.
- : Die biostratigraphische Gliederung des Neogens im Wiener Becken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **56**, H. 1, 225–317, 2 Tab., Taf. 1–14, Wien 1963.
- : Zur Nomenklatur des Neogens in Österreich. – Verh. geol. B.-A., **1968**, 9–27, 1 Tab., Wien 1968.
- : Die Entwicklung des Sarmats in Österreich. – [In:] Chronostratigraphie und Neostratotypen, **M 5**, [Hrsg. A. PAPP et al.], 75–77, 1 Tab., Bratislava (VEDA) 1974 a.
- : Die Molluskenfauna der Sarmatischen Schichtengruppe. – Ibid., **M 5**, 318–433, Abb. 58–68, Tab. 2, Taf. 1–19, Bratislava (VEDA) 1974 b.
- : Die Entwicklung der Uvigerinen in der Puchkirchener Schichtengruppe. – [In:] E. BRESTENSKÁ [Hrsg.]: Chronostratigraphie und Neostratotypen, **5**, 279–287, 3 Abb., 1 Taf., Bratislava (VEDA) 1975 a.
- : Die Großforaminiferen des Egerien. – Ibid., 289–307, Taf. 1–5, Bratislava 1975 b.
- : Grundlagen der biostratigraphischen Gliederung im Neogen der zentralen Paratethys. – Proceed. 6th cong. reg. Comm. Mediterr. Neogene Strat., 111–112, 1 Tab., Bratislava 1975 c.
- PAPP, A. & CÍCHA, I.: Die Entwicklung der Innviertler Schichtengruppe etc. – [In:] J. SENEŠ [Red.]: Chronostratigraphie und Neostratotypen, **3**, 54–78, 3 Abb., Bratislava (Slov. akad. vied) 1973.
- PAPP, A., CÍCHA, I., SENEŠ, J. & STEININGER, F.: M₄, Badenien. Chronostratigraphie und Neostratotypen, **6**, 594 S., zahlr. Abb., Tab., Taf., Bratislava (VEDA) 1978.
- PAPP, A., CÍCHA, I. et al.: Foraminifera [Badenien]. – Ibid., 263–325, 3 Abb., 1 Tab., 15 Taf., Bratislava 1978.
- PAPP, A., KROBOT, W. & HLADECEK, K.: Zur Gliederung des Neogens im Zentralen Wiener Becken. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **22** (1973), 191–199, 4 Abb., Wien 1974.
- PAPP, A., KROLL, A. & FUCHS, R.: Das Egerien in der Waschbergzone, Niederösterreich. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 63–71, 1 Abb., Taf. 1–2, Wien 1978.
- PAPP, A. & KÜPPER, K.: The genus *Heterostegina* in the upper Tertiary of Europe. – Contr. Cushman Found. Foraminif. Res., **5**, pt. 3, 108–127, 5 Text-Taf., 2 Tab., Taf. 20–23, New York 1954.
- PAPP, A., MARINESCU, F. & SENEŠ, J.: M₅ Sarmatien. Die sarmatische Schichtengruppe und ihr Stratotypus. – Chronostrat. u. Neostratotypen [Hrsg. E. BRESTENSKÁ], **4**, 709 S., 226 Abb., Tab., Taf., Bratislava (VEDA) 1974.
- PAPP, S., RÖGL, F. & SENEŠ, J.: M₂ Ottnangien. – Chronostrat. u. Neostratotypen [Hrsg. E. BRESTENSKÁ], **3**, 844 S., 446 Abb., Tabn., Bratislava (VEDA) 1973.
- PAPP, A., RÖGL, F. & STEININGER, F.: Führer zur Paratethys-Exkursion 1970 in die Neogen-Gebiete Österreichs. – 57 S., 2 Tab., 1 Kt., Wien (Paläont. Inst. Univ.) 1970.
- PAPP, A. & RUTTNER, A.: Bohrungen im Pannon südwestlich von Rechnitz etc. – Verh. geol. B.-A., **1952**, 191–200, 3 Abb., Wien 1952.
- PAPP, A. & SCHMID, M.: Zur Entwicklung der Uvigerinen im Badenien des Wiener Beckens. – Verh. geol. B.-A., **1971**, H. 1, 47–58, 3 Abb., 3 Tab., Wien 1971.

- PAPP, A., SENEŠ, J. et al.: Die Eggenburger Schichtengruppe M 1 (a) b-d. – [In:] J. SENEŠ [Hrsg.]: Chronostratigraphie und Neostratotypen, **2**, 49–94, 4 Abb., Bratislava (Slov. Akad. vied) 1971.
- PAPP, A. & STEININGER, F.: Die stratigraphischen Grundlagen des Miozäns der zentralen Paratethys etc. – Verh. geol. B.-A., **1973**, 59–65, 2 Tab., Wien 1973.
- : Die Äquivalente des Tortonian und Messinian in der Zentralen Paratethys. – Verh. geol. B.-A., **1979**, 161–170, 2 Tab., Wien 1979.
- PAPP, A. & THENIUS, E.: Vösendorf – ein Lebensbild aus dem Pannon des Wiener Beckens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **46** (1953), Sdb., 1–109, 4 Tab., Taf. 1–15, Wien 1954.
- PAPP, A. & TURNOVSKY, K.: Die Entwicklung der Uvigerinen im Vindobon (Helvet und Torton) des Wiener Beckens. – Jb. geol. B.-A., **96**, 117–142, 3 Tab., Taf. 5, Wien 1953.
- : Die Ergebnisse der Aufschlußarbeiten der ÖMV AG etc., II. – Erdoel-Z., **80**, 93–99, 1 Abb., Wien 1964.
- PAPP, A. & WEISS, E.: Ein Tortongeröll am Nordrand der Petzen. – Carinthia, **146** bzw. (II) **66**, 31–33, 1 Abb., Klagenfurt 1956.
- PARTL, R.: Zahlenmäßige Analysen von Stauraumverlandungen. – Die Talsperren Österreichs, **22**, 87–107, 11 Abb., 6 Tab., Wien 1975.
- PARTSCH, P.: Geognostische Karte des Beckens von Wien etc. 1:400.000, Wien (Kaulfuß & Prandel) 1843 a.
- : Geognostische Einzeichnungen auf den Spezialkarten des k.k. Generalquartiermeisterstabes in dem Masstabe von 1:44.000. – Wien (Manusk.) 1843 b.
- : Erläuternde Bemerkungen zur geognostischen Karte des Beckens von Wien etc. – 24 S., Wien (Kaulfuß & Prandel) 1844.
- PARTSCH, W.: Ein gravimetrisches Modell der Erdkruste im Gebiet der Ostalpen. – Z. Geophys., **37**, 957–973, 8 Abb., Würzburg 1971.
- PASCHER, G.: Gleitschollen am Nordfuß der Karawanken südlich des Faaker Sees (Kärnten). – Unveröff. Vorarb. Inst. Geol. Univ. Wien, 77 S., 15 Abb., 43 Fotos, 4 Prof., 1 Kt., Wien 1984.
- PASCHINGER, H.: Klimamorphologische Studien im Quartär des alpinen Inntals. – Z. Geomorph., NF, **1**, 237–270, Berlin 1957 a.
- : Leitformen der spätglazialen Vergletscherung in den Ostalpen. – Petermanns geogr. Mitt., Erg.h. **262**, 137–144, Gotha 1957 b.
- : Klimabedingte Oberflächenformen am Rande der Grazer Bucht. – Geogr. Z., **53**, 162–170, 1 Abb., Wiesbaden 1965.
- : Steiermark – Steirisches Randgebirge – Grazer Bergland – Steirisches Riedelland. – Samml. geogr. Führer, **10**, 251 S., 5 Tab., 7 Kt., Borntreger (Berlin – Stuttgart) 1974.
- PASCHINGER, V.: Geländeformen [Kärntens], 1:500.000. – [In:] V. PASCHINGER [Hrsg.]: Kärntner Heimatatlas, Bl. 3, Klagenfurt (Geschichtsver. Kt.) 1956.
- PASINI, M.: Alcuni Fusulinida del Monte Auernig (Alpi Carniche) e loro significato stratigrafico. – Riv. ital. Paleont. Stratigr., **69**, 337–383, 3 Fig., Taf. 21–26, Milano 1963.
- PASSARGE, S.: Morphologie der Klimazonen oder Morphologie der Landschaftsgürtel? – Petermanns Mitt., **72**, 173–175, Gotha 1926.

- PATZELT, G.: Die spätglazialen Stadien und postglazialen Schwankungen von Ostalpengletschern. – Ber. dt. bot. Ges., **85**, 47–57, 1 Tab., Stuttgart 1972.
- : Die neuzeitlichen Gletscherschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **9**, 5–57, 31 Abb., 2 Tab., Innsbruck 1973 a.
- : Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). – Z. Geomorph., NF. Suppl.Bd. **16**, 25–72, 7 Abb., 3 Tab., 6 Photos, 6 Pollendiagr., Berlin – Stuttgart 1973 b.
- : Unterinntal – Zillertal – Pinzgau – Kitzbühel. Spät- und postglaziale Landschaftsentwicklung. – Innsbr. geogr. Stud., **2**, 309–329, 4 Abb., 1 Tab., Innsbruck 1975.
- PATZELT, G. & BORTENSCHLAGER, S.: Spät- und nacheiszeitliche Gletscher- und Vegetationsentwicklung im inneren Ötztal. – [In:] G. PATZELT [Hrsg.]: Führer zur Tirol-Exkursion anl. d. 19. DEUQUA-Tagg., 13–25, Innsbruck 1978.
- PAUL, C.: Erster Aufnahmebericht aus der alpinen Sandsteinzone. – Verh. geol. R.-A., **1896**, 311–313, Wien 1896.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte der Österr.-ungar. Monarchie, 1:75.000, Blatt Znaim. – Wien (Geol. R.-A.) 1898.
- : Der Wienerwald. – Jb. geol. R.-A., **48** (1898), 53–178, 27 Abb., Taf. 2–6, Wien 1899.
- PAVONI, N.: Erdbeben im Gebiet der Schweiz. – Eclogae geol. Helv., **70**, 351–370, 6 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Basel 1977.
- PAVUZA, R.: Karsthydrogeologische Untersuchungen in den Kalkvoralpen S Waidhofen/Ybbs (N.Ö.). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **29**, 133–160, 13 Abb., 1 Tab., Wien 1983.
- PAVUZA, R. & TRANDL, H.: Über Dolomitkarst in Österreich. – Die Höhle, **34** (1), 15–25, 7 Abb., Wien 1983.
- : Zur Hydrochemie und Bakteriologie alpiner Karstwässer. – Die Höhle, **36** (4), 123–142, 5 Abb., 5 Tab., Wien 1985.
- PECSI, M.: Geomorphologische Karte [der Donauländer] 1:2,000.000. – [In:] J. BREU [Hrsg.]: Atlas der Donauländer, Blatt 132 mit Erläut., Wien (Österr. Ost- u. Südosteuropa-Inst./Deuticke) 1978.
- PEER, H.: Montangeologische Untersuchungen im Gebiet der Gurktaler Alpen. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **125**, 590–593, 7 Abb., Wien 1980.
- PEER, H. & ZIMMER, W.: Geologie der Nordrahmenzone der Hohen Tauern (Gasteiner Ache bis Saukarkopf – Großarlal). – Jb. geol. B.-A., **123**, 411–466, 23 Abb., 7 Tab., Taf., Beil. 7, Wien 1980.
- PELZ, J. & DEIX, F.: Über den U-Bahn-Bau in Wien. – Felsbau, **3**, 198–211, 20 Abb., Salzburg 1985.
- PENCK, A.: Das Durchbruchtal der Wachau etc. – Führer 9. Intern. Geol. Kongr. Wien, **37**, 20 S., 5 Abb., Wien (Hollinek) 1903.
- : Die Höttinger Breccie etc. – Abh. preuß. Akad. Wiss., **1920**, phys.-math. Kl., 2, 1–136, 2 Abb., 1 Tab., 12 Taf., Berlin 1921.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E.: Die Alpen im Eiszeitalter. – 3 Bd., 1199 S., 156 Abb., 30 Taf., 19 Kt., Leipzig (Tauchnitz) 1909.
- PENCK, A. & RICHTER, E.: Glazialexkursionen in die Ostalpen. – Exk.-Führer 9. intern. Geol. Kongr. Wien 1903, **46**, 97 S., 18 Abb., 2 Kt., Wien (Hollinek) 1903.

- PENCK, W.: Die morphologische Analyse. – Geogr. Abh., 2. Reihe, **2** (2), XX, 283 S., 21 Abb., 1 Bild, 12 Taf., Stuttgart 1924.
- PENECKE, K.: Bemerkungen über das Miocän von Lavamünd. – Jb. nathist. Landes-Mus. Kärnten, **18**, 1–8, 1 Tab., Klagenfurt 1886.
- PEREKALINA, T. V.: Der Magmatismus des variszischen Europa. – Z. dt. geol. Ges., **129**, 543–555, 2 Abb., Hannover 1978.
- PESCHEL, R.: Beiträge zur Frage der Vergenz und der tektonischen Verhältnisse in dem südlichen Tannheimergebirge. – Unveröff. Vorarb. Geol. Inst. Univ. Wien, 34 S., 12 Abb., 11 Photos, 14 Beil., 3 Kt., Wien 1977.
- : Geologische Entwicklungsgeschichte des Schneebergerzuges etc. – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 98 S., 65 Abb., 2 Beil., Wien 1979.
- : Erläuterungen zur „Geologischen Karte von Linz und Umgebung“ – Natkd. Jb. Stadt Linz, **28**, 181–236, 6 Abb., 1 Faltkt., Linz 1982.
- PESTAL, G.: Beitrag zur Kenntnis der Geologie in den mittleren Hohen Tauern im Bereich des Amer- und des Felbertales (Pinzgau/Salzburg). – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 117 S., 49 Abb., 20 Tab., 3 Beil., Wien 1983.
- PETAK, W. & ATKISSON, A.: Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy, Anticipating the Unexpected. – XVI, 489 S., 89 Abb., Berlin (Springer) 1982.
- PETERS, K.: Die geologischen Verhältnisse der Nordseite der Radstädter Tauern. – Jb. geol. R.-A., **5**, 808–818, 2 Abb., Taf. 2, Wien 1854.
- : Bericht über die geologische Aufnahme in Kärnten 1854. – Jb. geol. R.-A., **6**, 508–580, 1 Tab., Taf. 2, Wien 1855.
- : Zur Kenntniss der Wirbelthiere aus den Miocänschichten von Eibiswald in Steiermark. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., I. Die Schildkrötenreste: **29**, 111–124, 1 Abb., Taf. 1–3, 1868; II. Amphicyon, Viverra, Hyotherium: **29**, 189–214, Taf. 1–3, 1868; III. Rhinoceros, Anchitherium: **30**, 29–49, Taf. 1–3, Wien 1869.
- PETRAKAKIS, K.: Zur Geologie des Stubachtalultramafitit-Komplexes. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **24**, 47–57, 2 Abb., 3 Tab., 1 geol. Kt., Taf. 7–10, Wien (1977) 1978 a.
- : Der Stubachtal-Ultramafitit-Komplex (Salzburg, Österreich). – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **25**, 1–32, 5 Abb., 9 Tab., Wien 1978 b.
- PETRASCHECK, W.: Über Inoceramen aus der Gosau und dem Flysch der Nordalpen. – Jb. geol. R.-A., **56**, 155–168, 3 Abb., Taf. 6, Wien 1906.
- : Braunkohlenlager der österreichischen Alpen. – Berg- u. hüttenmänn. Jb., **72**, 5–48, Abb., 62–101, Wien 1924.
- : Kohlengologie der Österreichischen Teilstaaten. – 2 Teile, 484 S., 295 Abb., zahlr. Tab., 20 Taf., Katowice (Kattowitzer Verl.) 1926/29.
- : Die Kohlenlager Österreichs. – Z. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, **85**, 179–186, 10 Abb., Berlin 1937.
- : Vulkanische Tuffe im Jungtertiär am Alpenostrande. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **149**, 145–154, Taf. 1–2, Wien 1940.
- : Die Sudetenländer. – Handbuch der Regionalen Geologie, Bd. **1**, Abt. 5, 295 S., 68 Abb., 5 Taf., Heidelberg (Univ.-verl.) 1944.
- : Das Institut für Geologie, Paläontologie und Lagerstättenlehre. – [In:] Die Montanistische Hochschule Leoben 1849–1949, 54–57, 1 Abb., Wien (Springer) 1949.

- : Vulkanische Tuffe im Jungtertiär der Ostalpen. – Verh. geol. B.-A., **1955**, 231–239, Wien 1955.
- PETRASCHECK, W. E.: Einiges über die Geröllführung im inneralpinen Miozän. – Verh. geol. B.-A., **1929**, 89–96, 1 Abb., Wien 1929.
- : Der tektonische Bau des Hallein-Dürnberger Salzberges. – Jb. geol. B.-A., **90** (1945), 3–19, 6 Abb., 3 Taf., Wien 1947.
- : Die geologische Stellung der Salzlagerstätte von Hallein. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **94**, 60–62, 4 Abb., Wien 1949.
- : Die Gesichtspunkte für eine hydrothermale Entstehung der kalkalpinen Blei-Zinklagerstätten. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **102**, 229–233, Wien 1957.
- : Die geologische Stellung der Uranerzlagerstätten in Österreich. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **122**, 301–302, 1 Abb., Wien 1977.
- : Zur Altersbestimmung einiger ostalpiner Erzlagerstätten. – Mitt. österr. geol. Ges., **68** (1975), 79–87, 2 Abb., Wien 1978.
- : Die Uranerzprospektion in Österreich. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **124**, 612–613, Wien 1979.
- PETRASCHECK, W. E.-Festschrift: Mitt. österr. geol. Ges., **78** (1985), H. 1, mit 18 Artikeln, 204 S., zahlr. Abb. u. Tabn., Wien 1986.
- PETRASCHECK, W. E., ERKAN, E. et al.: Die Gipslagerstätten der Steiermark. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **38**, 89–99, 3 Abb., 1 Beil., Graz 1977.
- PETTER, G. & HAUER, F. v.: Verzeichnis der an die k. k. geologische Reichsanstalt gelangten Einsendungen etc. – Jb. geol. R.-A., **4**, S. 637, Wien 1853.
- PETTERS, V.: Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen der Eurogasco im Schlier Oberösterreichs. – Petroleum, **32**, No. 5, 3 S., Berlin – Wien 1936.
- PETTIJOHN, F. & POTTER, P.: Atlas and glossary of primary sedimentary structures. – 370 S., 117 Taf., Berlin etc. (Springer) 1964.
- PETZNY, H.: Über die Stabilität von Felshängen. – Felsmechanik u. Ingenieurgeol., Suppl. **3**, 37–57, 15 Abb., Wien – N.Y. 1967.
- PFEFFER, G.: Zur Kenntnis tertiärer Landschnecken. – Geol.-paläont. Abh., N. F. **17**, H. 3, 153–230, Taf. 15–17, Jena 1929.
- PFEFFER, W. & SCHÜSSLER, F.: Geologische Kartierung und Prospektion auf Uran und Scheelit in den nördlichen Schladminger Tauern. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **38**, 101–104, 1 Abb., Graz 1977.
- PFLAUMANN, U.: Zur Ökologie des bayerischen Flysches auf Grund der Mikrofossilführung. – Geol. Rdsch., **56**, 200–227, 5 Abb., 2 Taf., 1 Tab., Stuttgart 1967.
- PIA, J.: Geologische Studien im Höllengebirge und seinen nördlichen Vorlagen. – Jb. geol. R.-A., **62** (1912), 557–612, 14 Abb., Taf. 24–25, Wien 1913.
- : Die Siphoneae verticillatae vom Karbon bis zur Kreide. – Abh. zool.-botan. Ges. Wien, **11**, H. 2, 1–263, 27 Abb., 2 Tab., Taf. 1–8, Wien 1920.
- : Geologische Skizze der Südwestecke des Steinernen Meeres bei Saalfelden. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **132**, 35–79, 1 Abb., 1 Taf., 1 geol. Kt., Wien 1924.
- : Grundbegriffe der Stratigraphie. – 252 S., 3 Abb., Leipzig – Wien (Deuticke) 1930.
- : Zur geologischen Geschichte des Donautales. – [In:] V. PIETSCHMANN [Hrsg.]: Wissenschaftlicher Donauführer, 9–49, 2 Abb., Wien (Waldheim-Eberle) 1939.

- : Geologische Untersuchungen in der Salmgruppe (Oberdonau). – Ann. nathist. Mus. Wien, **53/1** (1942), 5–155, 9 Abb., Taf. 1–7, Wien 1943.
- PIA, J. & BAUML, E.: Von den Walen des Wiener Miozäns. – Mitt. geol. Ges. Wien, **29** (1936), 357–428, 56 Abb., 5 Tab., Wien 1937.
- PIA, J. & SICKENBERG, O.: Katalog der in den österreichischen Sammlungen befindlichen Säugetierreste des Jungtertiärs Österreichs und der Randgebiete. – Denkschr. nathist. Mus. Wien, geol.-paläont. Reihe, **4**, XVI, 544 S., Leipzig – Wien (Deuticke) 1934.
- PICHLER, H.: Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Roßfeld und Markt Schellenberg im Berchtesgadener Land. – Beih. geol. Jb., **48**, 129–204, 5 Abb., 3 Tab., 6 Taf., Hannover 1963.
- PIERAU, H.: Ergebnisse der Untersuchungen an Versuchsdeponien und bestehenden Ablagerungsplätzen. – Stuttgarter Ber. Siedlungswasserwirt., **41**, 27–51, 12 Abb., Oldenbourg 1968.
- : Feste Abfallstoffe. – Öff. Gesundh.-Wesen, **34**, Sdh. 2, 73–76, Stuttgart (Thieme) 1972.
- PIFFL, L.: Zur Gliederung des Tullner Feldes. – Ann. nathist. Mus. Wien, **75**, 293–310, 9 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wien 1971.
- PIG, J.: Tiroler Bevorratungskonzept. – 151 S., 36 Tab., Innsbruck (Amt Tiroler Landesreg.) 1982.
- PILGER, A.: Die tektonische Erforschung der Alpen zwischen 1787 und 1915. – Clausthaler geol. Abh., **32**, 81 S., 60 Abb., Clausthal-Z. 1978.
- PILGER, A. & WEISSENBACH, N.: Die tektonische Entwicklung des Hochkristallins in der Saualpe. – Clausthaler geol. Abh., Sdb. **1**, 115–130, 14 Abb., Taf. 1, Clausthal 1975.
- PILLER, W.: Fazies und Lithostratigraphie des gebankten Dachsteinkalkes (Obertrias) am Nordrand des Toten Gebirges (S Grünau/Almtal, Oberösterreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **23**, 113–152, 15 Abb., Taf. 4, Wien 1976.
- : Involutinacea (Foraminifera) der Trias und des Lias. – Beitr. Paläont. Österreich, **5**, 1–118, 16 Abb., Taf. 1–23, Wien 1978.
- : The Steinplatte reef complex, part of an Upper Triassic Carbonate platform near Salzburg, Austria. – [In:] TOOMEY, D. F. [Hrsg.]: European Fossil Reef Models. – 261–290, 23 Abb., Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral., **30**, Tulsa/Oklahoma 1981.
- PILLER, W. & LOBITZER, H.: Die obertriassische Karbonatplattform zwischen Steinplatte (Tirol) und Hochkönig (Salzburg). – Verh. geol. B.-A., **1979**, 171–180, 3 Abb., Wien 1979.
- PINZ, F.: Geologische Neuaufnahme der Westkarawanken zwischen Feistritz- und Wournitzagraben. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 270 S., 37 Abb., 12 + 34 Taf., 2 Beil., Wien 1983.
- PIPPAN, TH.: Oberflächenformen [Salzburgs], 1: 500.000. Salzburg-Atlas, Bl. 7, Text S. 19 f. [In:] E. LENDL [Hrsg.]: Salzburg-Atlas, Salzburg (O. Müller) 1955.
- : Beiträge zur Frage der jungen Hangformung und Hangabtragung in den Salzburger Alpen. – Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, II. math.-physik. Kl., **1963** (11), 163–183, 8 Abb., 3 Tab., Göttingen 1963.

- : Hangstudien im Fuschertal etc. – Z. Geomorph., Suppl.bd. **5**, 136–166, 19 Photos, 1 Kt., 1 Beil., Berlin 1964.
- : Diskussionsbemerkungen zur Morphologie der mittleren Tauerntäler. – Mitt. österr. geogr. Ges., **107** (3), 218–221, Wien 1965.
- : Ergebnisse glazial-morphologischer Untersuchungen in den Salzburger Zentralalpen. – Tratz-Festschr., 1–6, Salzburg 1970.
- : Der Einfluß von katastrophalen Wetterereignissen auf den Saison-Fremdenverkehr etc. – Mannheimer geogr. Arb., **1**, 401–415, 2 Abb., Mannheim 1977.
- PIRKL, H.: Geologie des Trias-Streifens und des Schwazer Dolomits südlich des Inn zwischen Schwaz und Wörgl (Tirol). – Jb. geol. B.-A., **104**, 1–150, 9 Abb., Taf. 1–7, Wien 1961.
- : Projektberichte Rohstoffforschungsprogramm 1978–1983. – Zahlr. S., 2 Beil. [mit umfangr. Literaturverz.], Wien (Geol. B.-A.) 1983.
- : Regionale Feststellung des Rohstoffpotentials, Bereich Blatt Wörgl (ÖK 120) und Blatt Neukirchen am Großvenediger (ÖK 121). – 153 S., 76 Abb., 19 Beil., Wien (Geol. B.-A., unpubl., einschubar) 1984.
- : Gesamtauswertung und Interpretation der Ergebnisse der Rohstoff-Forschungsberichte 1978–1985. Im Druck, Wien (Geol. B.-A.) 1986.
- PISA, G.: Stratigraphie und Mikrofazies des Anis und Ladin der westlichen Karnischen Alpen (Italien). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21**, 193–224, 2 Abb., 1 Beil., 2 Taf., Innsbruck (1972) 1973.
- : Stratigraphische Tabellen der südalpinen Trias. – Schriftenreihe erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **2**, 159–160, 1 Tab., Wien 1974.
- PISO, E.: Zusammensetzung und Genese der Basalte des Pauliberger und von Stoob – Oberpullendorf (Burgenland). – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **14**, 103–139, 10 Abb., 5 Tab., Wien 1970.
- PISTOTNIK, J.: Die westlichen Gurktaler Alpen (Nockgebiet). – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs. – 358–363, 1 Abb., Wien – N.Y (Springer) 1980.
- PISTOTNIK, U.: Zur Mikrofazies und Paläogeographie der Zlambachschichten im Raume Bad Goisern – Bad Aussee etc. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21**, 279–288, Taf. 1–3, Innsbruck (1972) 1973.
- : Fazies und Tektonik der Hallstätter Zone von Bad Ischl – Bad Aussee (Salzkammergut, Österreich). – Mitt. geol. Ges. Wien, **66–67** (1973/74), 143–158, 2 Abb., Taf. 1–3, Wien 1975.
- PLACHY, H.: Die Ostracodenfauna aus dem Sarmat des Wiener Beckens. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 74 S., 1 Tab., 8 Taf., 1 Anhang, Wien 1965.
- : Geologische Verhältnisse bei der U 1 in Wien. – Der Aufbau, **31** (3), S. U 12–U 16, 5 Abb., Wien 1976.
- : Neue Erkenntnisse zur Tektonik im Wiener Raum. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 231–243, 5 Abb., Taf. 1, Wien 1981.
- PLATZER, G.: Auswirkungen der extremen Hochwässer 1965 und 1966 auf den Grundwasserkörper im Becken von Lienz (Osttirol). – Steir. Beitr. Hydrogeol., **20**, 81–98, 6 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Graz 1968.
- PLATZL, M.: Die Grundwasserverhältnisse im Mittleren Ennstal. – Festschr. 100 Jahre Ennsregulierung, 22–29, Wien (Natur u. Technik) 1960.

- PLESKOT, G.: Die Umweltsituation in Österreich. – [In:] M. FISCHER [Red.]: Naturgeschichte Österreichs, 523–560, 12 Abb., 5 Tab., Wien (Forum) 1976.
- PLESSER, A.: Die Ausbeutung der mineralischen Naturprodukte des Waldviertels im Laufe der Zeiten. – Bl. Ver. Landeskd. N.Ö., **30**, 399–419, Wien 1896.
- PLICKA, M.: Zoophycos and similar fossils [In:] T. CRIMES & J. HARPER [Hrsg.]: Trace Fossils. – Geol. J., Spec. No. **3**, 361–370, 4 Abb., Taf. 1–2, Liverpool (Seel House) 1970.
- PLÖCHINGER, B.: Ein Beitrag zur Geologie des Salzkammergutes im Bereich von Strobl am Wolfgangsee bis zum Hang der Zwieselalm. – Jb. geol. B.-A., **93** (1948), 1–35, 7 Abb., 1 geol. Kt., Wien 1949.
- : Der Bau der südlichen Osterhorngruppe und die Tithon-Neokomtransgression. – Jb. geol. B.-A., **96**, 357–372, 3 Abb., Taf. 15, Wien 1953.
- : Zur Geologie des Kalkalpenabschnittes vom Torrener Joch zum Ostfuß des Untersberges; etc. – Jb. geol. B.-A., **98**, 93–144, 5 Abb., Taf. 5–7, Wien 1955.
- : Der Haupttrandbruch des Wiener Beckens im Raume Perchtoldsdorf – Kalksburg. – Verh. geol. B.-A., **1958**, 61–71, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1958 a.
- : Das Molasseprofil längs der Bregenzer Ach und des Wirtatobels. – Jb. geol. B.-A., **101**, 293–322, 4 Abb., Taf. 24, Wien 1958 b.
- : Über ein neues Klippen-Flyschfenster in den Salzбургischen Kalkalpen. – Verh. geol. B.-A., **1961**, 64–68, 1 Abb., Wien 1961 a.
- : Die Gosaulmulde von Grünbach und der Neuen Welt (Niederösterreich). – Jb. geol. B.-A., **104**, 359–441, 19 Abb., Taf. 27, Wien 1961 b.
- : Zur tektonischen Gliederung des Kalkalpenabschnittes zwischen der Hohen Wand und der Rax (N.-Ö.). – Mitt. geol. Ges. Wien, **55** (1962), 55–60, Taf. 1–2, Wien 1963.
- : Geologische Karte des Hohe Wandgebietes (Niederösterreich), 1 : 25.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1964 a.
- : Klippen-Flyschfenster von Strobl und St. Gilgen am Wolfgangsee. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57**, H. 1, 256–264, Abb. 6–8, Wien 1964 b.
- : Die Kreide-Paläozänablagerungen in der Gießhübler Mulde zwischen Perchtoldsdorf und Sittendorf. – Mitt. geol. Ges. Wien, **56** (1963), 469–501, 6 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Wien 1964 c.
- : Die tektonischen Fenster von St. Gilgen und Strobl am Wolfgangsee (Salzburg, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **107**, 11–69, 9 Abb., Taf. 1–2, Wien 1964 d.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte des Hohe-Wand-Gebietes (Niederösterreich). – 142 S., 20 Abb., 4 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1967.
- : Die Hallstätter Deckscholle östlich von Kuchl/Salzburg etc. – Verh. geol. B.-A., **1968**, 80–86, 2 Abb., Taf. 1, Wien 1968.
- : Erläuterungen zur Geologisch-Geotechnischen Karte 1 : 10.000 des Schwechattal – Lindkogel-Gebietes W Baden (Niederösterreich). – 58 S., 8 Abb., 2 Tab., 2 Taf., 1 Kt. 1 : 10.000, Wien (Geol. B.-A.) 1970.
- : Geologische Karte des Wolfgangseegebietes, 1 : 25.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1972.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte des Wolfgangseegebietes (Salzburg, Oberösterreich) 1 : 25.000. – 92 S., 16 Abb., 2 Tab., 2 Taf., Wien 1973.
- : Gravitativ transportiertes permisches Haselgebirge in den Oberalmer Schichten (Ti-

- thonium, Salzburg). – Verh. geol. B.-A., **1974**, 71–88, 5 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Wien 1974 a.
- 1974 b: s. u. PLÖCHINGER B. & PREY, S. 1974.
- Das Wolfgangseegebiet – geologisch betrachtet. – [In:] L. ZILLER: Vom Fischerdorf zum Fremdenverkehrsort, Geschichte St. Gilgens etc., 301–318, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1–7, 1 geol. Kt., St. Gilgen 1975.
- Die Oberalmer Schichten und die Platznahme der Hallstätter Masse in der Zone Hallein – Berchtesgaden. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **151**, 304–324, 7 Abb., Stuttgart 1976.
- Die Untersuchungsbohrung Gutratsberg BI südlich St. Leonhard im Salzkachtal (Salzburg). – Verh. geol. B.-A., **1977**, 3–11, 2 Abb., Wien 1977.
- Argumente für die intramalmische Eingleitung von Hallstätter Schollen bei Golling (Salzburg). – Verh. geol. B.-A., **1979**, 181–194, 3 Abb., Taf. 1, Wien 1979 a.
- Die Ergebnisse der geologischen Neuaufnahme des Anninger-Gebietes (Niederösterreich). – Jb. geol. B.-A., **122**, 429–453, 8 Abb., Beil. 11, Wien 1979 b.
- Die Nördlichen Kalkalpen. [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs, 217–264, Abb. 47–58, Wien (Springer) 1980 a.
- Zur Geologie der Kalkalpen im Raum von Hirtenberg (Niederösterreich). – [In:] F. HANAUSKA: Heimatbuch der Marktgemeinde Hirtenberg. 17–35, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1–4, Hirtenberg (Gemeinde) 1980 b.
- [Red.]: Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt, Blatt 76, Wiener Neustadt; Lindabrunn. – 120 S., 14 Abb., 3 Tab., Wien (Geol. B.-A.) 1981.
- Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 95 Sankt Wolfgang im Salzkammergut. – Wien (Geol. B.-A.) 1982 a.
- Erläuterungen zu Blatt 95 Sankt Wolfgang im Salzkammergut. – 74 S., 17 Abb., 2 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1982 b.
- Salzburger Kalkalpen. – Samml. geol. Führer, **73**, X, 144 S., 34 Abb., 3 Taf., 2 Tab., 2 Kt., Berlin – Stuttgart (Borntraeger) 1983.
- Zum Nachweis jurassisch-kretazischer Eingleitungen von Hallstätter Gesteinsmassen beiderseits des Salzach-Quertales (Salzburg). – Geol. Rdsch., **73**, 293–306, 3 Abb., Stuttgart 1984.
- PLÖCHINGER, B. & PREY, S.: Profile durch die Windischgarstener Störungszone im Raume Windischgarsten – St. Gallen. – Jb. geol. B.-A., **111**, 175–211, 4 Abb., 2 Tab., 3 Taf., Wien 1968.
- Der Wienerwald. – Sammlung geol. Führer, **59**, XI, 141 S., 23 Abb., 3 Tab., 2 geol. Kt., Berlin (Borntraeger) 1974.
- PLODOWSKI, G.: Revision der Brachiopoden-Fauna des Ober-Siluriums der Karnischen Alpen. – Senckenbergiana Lethea, 1: **52**, 285–313, 10 Abb., Taf. 1–3, 1971; 2: **54**, 65–103, 21 Abb., Taf. 1–5, Frankfurt/M. 1973.
- POBER, E.: Zur lithofaziellen und stratigraphischen Gliederung der Wörschacher Gosau. – Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15, **3**, 157–161, Leoben 1982.
- Fazielle Aspekte der Schichtfolge der Wörschacher Gosau. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 129–134, Leoben 1983.
- PODBRANY, I.: Die Gosauschichten der Ostalpen. (Beitr. zur Geschichte d. geol. Erforsch. Österr., **3**). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 296 S., zahlr. Abb., Tbn., 1 Kt., Wien 1951.

- POHL, R.: Die Kohlenbergbaue der Österr.-Alpinen Montangesellschaft. – Die Österr.-Alpine Montanges. 1881–1931, II. Teil, 5–70, Wien 1931.
- POHL, W.: Zur Geologie und Paläogeographie der Kohlenmulden des Hausruck (Oberösterreich). – Diss. phil. Fak. Univ. Wien, **17**, 69 S., 6 Abb., 7 Beil.-Taf., Wien (Verlag Notring) 1968.
- : Die Kohle des Köflach-Voitsberger Revieres. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **115**, 270–277, 9 Abb., 3 Tab., Wien 1970.
- : Zur Geologie des Braunkohlenbeckens von Köflach-Voitsberg (Steiermark). – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **121**, 420–427, 5 Abb., Wien 1976.
- : Metallogenic evolution of the East Alpine Paleozoic basement. – Geol. Rdsch., **73**, 131–147, 4 Abb., Stuttgart 1984.
- POLESNY, H.: Beitrag zur Geologie des Fohnsdorf-Knittelfelder und Seckauer Beckens. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 233 S., zahlr. Abb., 15 Beil., Wien 1970.
- : Verteilung der Öl- und Gasvorkommen in der oberösterreichischen Molasse. – Erdöl-Erdgas-Z., **99**, 90–102, 16 Abb., Wien 1983.
- POLL, K.: Die Diskussion des Deckenbaues in den Nördlichen Kalkalpen. I, II. – Zbl. Geol. Paläont., I, **1967**, 889–916, 1079–1116, Stuttgart 1967.
- : Zur Geologie der Weyerer Bögen (Nördliche Kalkalpen). – Erlanger geol. Abh., **88**, 1–72, 43 Abb., 1 Tab., 5 Taf., Erlangen 1972.
- PÖLSLER, P.: Geologie des Plöckentunnels der Ölleitung Triest–Ingolstadt etc. – Carinthia, **157** bzw. (II) **77**, 37–58, 4 Abb., 1 Tab., 2 Beil., Klagenfurt 1967.
- : Stratigraphie und Tektonik im Nordabfall des Findenigkofels (Silur bis Karbon; Karnische Alpen, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **112**, 355–398, 6 Abb., 4 Taf., 7 Tab., Wien 1969 a.
- : Conodonten aus dem Devon der Karnischen Alpen (Findenigkofel, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **112**, 399–440, 5 Abb., 1 Tab., 6 Taf., Wien 1969 b.
- POLTNIG, W.: Eridostraca aus dem Grazer Paläozoikum (Stmk., Österreich). – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **113**, 25–38, 1 Abb., 4 Taf., Graz 1983.
- PONGRÁCZ, L.: Zur Geologie der Umgebung von Drosendorf (Moldanubikum, N.-Ö.). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 174 S., 61 Abb., 8 Taf., Wien 1975.
- POPP, F.: Geologische Untersuchungen in der Schieferhülle des Tauernfensters im Gerlostal (Tirol). – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 159 S., 74 Abb., 4 Beil., Wien 1982.
- : Stratigraphische und tektonische Untersuchungen in der Schieferhülle der Hohen Tauern im Gerlostal (Tirol). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **30/31**, 235–268, 9 Abb., 1 Beil., Wien 1984.
- POPP, K.: Morphologische Studien im Donautal zwischen Enns- und Melkmündung. – Geogr. Jber. Österr., **18**, 1–24, 3 Tab., 2 Taf., Wien 1935.
- PÖSCHL, M., SUETTE, G. & UNTERSWEIG, TH.: Erläuterungen zu den geogenen Naturraumpotentialkarten des Bezirkes Leibnitz. – 1. Bd.: 170 S., 30 Abb., 29 Tab., 15 Kt.-Beil., 1982; 2. Bd.: Lagerstättenkartei, 1982; 3. Bd.: Quell- u. Bodenkartierung, 77 S., etl. Abb. u. Tab., 1983. Graz (Inst. f. Umweltgeol.) 1982–1983.
- POŠEPNÝ, F. [Hrsg.]: Archiv für praktische Geologie. – **1**, 637 S., etl. Abb., Tabn., 10 Taf., Wien (Hölder) 1880.
- POTTER, P. & PETTIJOHN, F.: Paleocurrents and Basin Analysis. – 296 S., 130 Abb., 30 Taf., Berlin etc. (Springer) 1963.

- PRECLIK, K.: Zur Analyse des Moravischen Faltenwurfes im Thayatale. – Verh. geol. B.-A., **1924**, 180–192, 1 Abb., Wien 1925.
- : Die moravische Phyllitzone im Thayatale. – Sborn. státn. geol. Ústavu, **6**, 221–281, 5 Abb., 1 Kt., Praha 1926 a.
- : Das Nordende der Thayakuppel. – Sborn. státn. geol. Ústavu, **6**, 373–399, 1 Tab., 1 Kt., Praha 1926 b.
- : Zur Tektonik und Metamorphose der moravischen Aufwölbungen am Ostrande der Böhmisches Masse. – Geol. Rdsch., **18**, 81–103, 2 Abb., Berlin 1927.
- : Die moldanubischen kristallinen Schiefer im Nordteile des Kartenblattes Znaim. – Věstn. státn. geol. Ústavu, **7** (1), 1–22, 1 Abb., Praha 1931.
- : Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der moravischen Erstarrungsgesteine. – Miner. petrogr. Mitt., **45**, 269–332, 6 Abb., zahlr. Tab., Leipzig 1934.
- PREISSMANN, E.: Die Flora der Serpentinberge Steiermarks. – Österr. botan. Z., **35**, 261–263, Wien 1885.
- PRESCHE, H.: Georgius Agricola. Kommentarband zum Faksimiledruck „Vom Bergwerk XII Bücher“ – 162 S., zahlr. Abb. u. Tab., Weinheim (VCH Verl.) 1985.
- PREUSCHEN, E.: Karte der Bodenschätze Salzburgs 1 : 500.000. – Salzburg-Atlas, Bl. 36, Salzburg (O. Müller) 1955.
- : Urzeitlicher Kupferbergbau in den österreichischen Alpen. – Leobener Grüne Hefte, **104**, 17 S., 3 Abb., Wien (Montan-Verl.) 1967.
- PREUSCHEN, E. & PITONI, R.: Untersuchungen im Bergbauggebiet Kelchalpe bei Kitzbühel, Tirol. – Mitt. prähist. Komm. österr. Akad. Wiss.; 1. Ber. 159 S. etc. 1939; 2. Ber. 63 S. etc., 1947, 3. Ber. in Archaeol. austriaca, **15**, 95 S. etc., Wien 1954.
- PREVOST, C.: Essai sur la constitution physique et géognostique du bassin de Vienne en Autriche. – Journal de physique, **1820**, 34 S., 2 Abb., Paris 1820.
- PREY, S.: Geologie der Flyschzone im Gebiete des Pernecker Kogels westlich Kirchdorf a. d. Krems (Oberösterreich). – Jb. geol. B.-A., **94/1**, 93–165, 1 Tab., Taf. 9–10, Wien 1950.
- : Alpenexkursion. II. Helvetikum und Flysch. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **A**, 38–48, Taf. 7–9, Wien 1951.
- : Aufnahmen in der Flyschzone etc. – Verh. geol. B.-A., **1952**, 41–45, Wien 1952 a.
- : Helvetikum in der oberösterreichischen Flyschzone. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **C**, 98–102, Wien 1952 b.
- : Der oberseneone Muntigler Flysch als Äquivalent der Mürrsandstein-führenden Oberkreide. – Verh. geol. B.-A., **1952**, 92–101, Wien 1952 c.
- : Flysch, Klippenzone und Kalkalpenrand im Almtal bei Scharnstein und Grünau (OÖ.). – Jb. geol. B.-A., **96**, 301–343, 1 Abb., Taf. 13, Wien 1953 a.
- : Streiflichter zum Problem der „Scherlinge“ in der Flyschzone. – Verh. geol. B.-A., **1953**, 138–145, 1 Abb., Wien 1953 b.
- : Der Gschlifegraben in der Flyschzone bei Gmunden. – Mitt. geol. Ges. Wien, **44**, (1951), 263–265, Wien 1953 c.
- : Ergebnisse der bisherigen Forschungen über das Molassefenster von Rogatsboden (NÖ.). – Jb. geol. B.-A., **100**, 299–356, 2 Abb., Taf. 28, Wien 1957.
- : Tertiär im Nordteil der Alpen und im Alpenvorland Österreichs. – Z. dt. geol. Ges., **109** (1957), 624–637, 7 Abb., Hannover 1958.

- : Gedanken über Flysch und Klippenzonen in Österreich anlässlich einer Exkursion in die polnischen Karpaten. – Verh. geol. B.-A., **1960**, 197–214, 1 Abb., Wien 1960.
- : Flysch und Helvetikum in Salzburg und Oberösterreich. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 282–292, 3 Abb., 2 Tab., Hannover 1962 a.
- : Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwald-Flysches. – Vh. geol. B.-A., **1962**, 258–262, Wien 1962 b.
- : Flyschzone des Wienerwaldes. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57**, H. 1, 181–186, Abb. 1, Tab. 1, Wien 1964 a.
- : Flyschfenster von Windischgarsten. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57**, H. 1, 246–255, 5 Abb., 1 Taf., Wien 1964 b.
- : Helvetikum-Fenster des Heuberges in der Flyschzone bei Salzburg. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57**, H. 1, 264–267, Wien 1964 c.
- : Vergleichende Betrachtungen über Westkarpaten und Ostalpen etc. – Verh. geol. B.-A., **1965**, 69–107, Taf. 1, Wien 1965 a.
- : Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwaldflysches (Fortsetzung). – Verh. geol. B.-A., **1965**, 107–118, Wien 1965 b.
- : Bericht über die Ergebnisse einer Vergleichsexkursion in den Flysch von Vorarlberg. – Verh. geol. B.-A., **1965**, A 38–39, Wien 1965 c.
- : Probleme im Flysch der Ostalpen. – Jb. geol. B.-A., **111**, 147–174, 3 Abb., 3 Tab., Taf. 1, Wien 1968 a.
- : Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwaldflysches (2. Fortsetzung). – Verh. geol. B.-A., **1968**, 155–171, Wien 1968 b.
- : The Flysch Zone near Vienna. – Guide Excurs. **33 C** intern. geol. Congr. 23 Sess. Prague, 30–47, 3 Abb., 1 Tab., Wien (Geol. B.-A.) 1968 c.
- : Geologische Karte der Umgebung der Stadt Salzburg, 1:50.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1969.
- : Zur Entstehung des Flysches der Ostalpen. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **107** (1970), 190–200, Wien 1971 a.
- : Über tektonische Bewegungen in der Flyschzone der Ostalpen. – [In:] SIKOSEK, B. et al. [Hrsg.]: 1. simpozijum o orogenim fazama u prostoru Alpske Evrope, 47–55, Beograd (Geol. drustava) 1971 b.
- : Mehrmalige Schweregleitungen etc. im Bereich der Hauptklippenzone des Wienerwaldes. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **108** (1971), 188–192, Wien 1972.
- : Der südöstliche Teil der Flyschzone in Wien, ausgehend von der Bohrung Flötzersteig 1. – Verh. geol. B.-A., **1973**, 67–94, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1973.
- : Die Flyschzone des Wiener Waldes. [In:] B. PLOCHINGER & S. PREY: Der Wienerwald. – Samml. geol. Führer, **59**, 1–57, 4 Abb., 2 Tab., Berlin etc. (Borntträger) 1974 a.
- : External zones. – [In:] M. MAHEL [Hrsg.]: Tectonics of the Carpathian Balkan Regions. 75–85, Fig. 9–17, 2 Tab., Bratislava (Geol. Inst. D. Štúr) 1974 b.
- : Erläuterungen zum geologischen Lehrpfad (Steinschau) in Windischgarsten. – 72 S., illustr., Windischgarsten (Kurfonds) 1974 c.
- : Neue Forschungsergebnisse über Bau und Stellung der Klippenzone des Lainzer

- Tiergartens in Wien (Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1975**, 1–25, 6 Abb., Wien 1975 a.
- : Neue Forschungsergebnisse über Bau und Stellung der Klippenzone des Lainzer Tiergartens in Wien (Österreich). – [In:] M. MAHEL [Hrsg.]: Tectonic problems of the Alpine System, 57–68, 1 Abb., Bratislava (Veda) 1975 b.
 - : Bemerkungen zur Paläogeographie des Eozäns im Helvetikum – Ultrahelvetikum in Ostbayern, Salzburg und Oberösterreich. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **184**, 1–7, Wien 1975 c.
 - : Der Serpentin von Kilb in der Flysch-Mittelkreide am Nordrand der Flyschzone (Niederösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1977**, 271–277, Wien 1977 a.
 - : Flyscherscheinungen in den „flyschartigen Serien“ des östlichen Tauernnordrandes. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 313–320, 3 Abb., Wien 1977 b.
 - : Gelegenheitsbeobachtungen im Brennermesozoikum in der Umgebung von Trins (Gschnitztal, Tirol). – Verh. geol. B.-A., **1977**, 337–347, 1 Abb., Wien 1977 c.
 - : Rekonstruktionsversuch der alpidischen Entwicklung der Ostalpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **69** (1976), 1–25, 6 Abb., Wien 1978.
 - : Der Bau der Hauptklippenzone und der Kahlenberger Decke im Raume Purkersdorf-Wienerwaldsee (Wienerwald). – Verh. geol. B.-A., **1979**, 205–228, 2 Abb., Wien 1979.
 - : Erläuternde Beschreibung des Nordteiles der Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg, 1:50.000 – etc. – Verh. geol. B.-A., **1980**, 281–325, 2 Abb., Wien 1980.
 - : Die Deckschollen der Kahlenberger Decke von Hochrotherd und Wolfgraben im Wienerwald. – Verh. geol. B.-A., **1982**, 243–250, 1 Abb., Wien 1983 a.
 - : Das Ultrahelvetikum-Fenster des Gschlifgrabens südsüdöstlich von Gmunden (Oberösterreich). – Jb. geol. B.-A., **126**, 95–127, 4 Abb., 1 Taf., Wien 1983 b.
 - : Das Helvetikum von Ohlsdorf-Oberweis an der Traun nördlich Gmunden (OÖ.). – Jb. geol. B.-A., **126**, 497–511, 4 Abb., Wien 1984.
- PREY, S. & BRIX, F.: Exkursion vom 19. 4. 1969: Südliche Flyschzone im Wienerwald. – Mitt. geol. Ges. Wien, **62** (1969), 237–239, 2 Abb., Wien 1970.
- PREY, S. & KAHLER, F.: Beiträge zu einem Karawankenprofil. – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 271–292, 3 Abb., 1 Kt., Wien 1958.
- PREY, S., RUTTNER, A. & WOLETZ, G.: Das Flyschfenster von Windischgarsten innerhalb der Kalkalpen Oberösterreichs. – Verh. geol. B.-A., **1959**, 201–216, 1 Abb., Taf. 3, Wien 1959.
- PRIEWALDER, H.: Die Coccolithophoridenflora des Locus typicus von Pseudotextularia elegans (RZEHAK) etc. – Jb. geol. B.-A., **116**, 3–34, 8 Abb., 28 Taf., Wien 1973.
- PRINZINGER, H.: Über die Schiefergebirge im südlichen Theile des Kronlandes Salzburg. – Jb. geol. R.-A., **1**, 602–606, Wien 1850.
- PRODEHL, C.: Auswertung von Refraktionsbeobachtungen im bayerischen Alpenvorland. – Z. Geophysik, **30**, 161–181, 7 Abb., Würzburg 1964.
- : Struktur der tieferen Erdkruste in Südbayern und längs eines Querprofiles durch die Ostalpen usf. – Boll. geofis. teor. appl., **7**, No. 25, 34–88, 37 Abb., 3 Tab., Trieste 1965.
- PROHASKA, W.: Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Westrand des

- südlichen Wiener Beckens. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 161 S., 21 Abb., 5 Tab., 1 Anh., 23 Beil., Wien 1983.
- PRZEWLOCKI, K.: Hydrologic Interpretation of the Environmental Isotope Data in the Eastern Styrian Basin. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **27**, 85–133, 14 Abb., 15 Tab., Graz 1975.
- PUCK, F.: Die Anfänge der Geologie in Österreich. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 154 S., 3 Abb., 2 Kt., 4 Taf., 4 Prof.-taf., Wien 1950.
- PURTSCHELLER, F. & RAMMLMAIR, D.: Alpine Metamorphism of Diabase Dikes in the Ötztal-Stubai Metamorphic Complex. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **29**, 205–221, 9 Abb., Wien 1982.
- QUENSTEDT, W.: Geologische Exkursion in das Achantalgebiet (Tirol). – Geologica bavar., **6**, 55–64, 2 Abb., 1 Tab., München 1951.
- QUENTIN, K., WEIL, L. & UDLUFT, P.: Grundwasserverunreinigungen durch organische Umweltchemikalien. – Z. dt. geol. Ges., **124**, 417–424, 4 Abb., 4 Tab., Hannover 1973.
- QUERVAIN, F. DE: Technische Gesteinskunde, 2. Aufl. – 261 S., 124 Abb., 56 Tab., Basel (Birkhäuser) 1967.
- QUIRING, H.: Zur Theorie der Horizontalverschiebung. – Z. prakt. Geol., **21**, 70–73, Berlin 1913.
- RABEDER, G.: Die Wirbeltierfauna aus dem Alt-Pliozän (O.-Pannon) vom Eichkogel bei Mödling (NÖ.). I. Allgemeines; II. Insectivora. – Ann. nathist. Mus. Wien, **74**, 589–595, Wien 1970.
- : Die Insectivoren und Chiropteren (Mammalia) aus dem Altpleistozän von Hundshelm (Niederösterreich). – Ann. nathist. Mus. Wien, **76**, 375–474, 8 Abb., Taf. 1–14, Wien 1972.
- : Ein neuer Mustelide (Carnivora) aus dem Alt-Pleistozän von Deutsch-Altenburg 2. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1973**, 674–689, 7 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1973.
- : Die Wirbeltierreste (excl. Pisces) aus dem Egerien von Österreich. – [In:] E. BRESTENSKÁ [Hrsg.]: Chronostratigraphie und Neostatotypen, **5**, 437–455, 1 Taf., Bratislava (VEDA) 1975.
- : Die Carnivoren (Mammalia) aus dem Altpleistozän von Deutsch-Altenburg 2. – Beitr. Paläont. Österr., **1**, 5–119, 35 Abb., 28 Tab., Taf. 1–13, Wien 1976.
- : Wirbeltierreste aus einer mittelpleistozänen Spaltenfüllung im Leithakalk von St. Margarethen im Burgenland. – Beitr. Paläont. Österr., **3**, 79–103, 14 Abb., 2 Taf., Wien 1977.
- : Die Säugetiere des Badenien. – [In:] A. PAPP et al. [Red.]: Chronostratigraphie und Neostatotypen, **6**, 467–480, 2 Abb., Bratislava (Slow. Akad. Wiss.) 1978 a.
- : Ein neuer Holocentride (Beryciformes, Teleostei) aus dem Tertiär der Molassezone von Niederösterreich. – Mitt. österr. geol. Ges., **69** (1976), 197–208, 3 Abb., Taf. 1, Wien 1978 b.
- : Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Pliozän und dem ältesten Pleistozän von Niederösterreich. – Beitr. Paläont. Österr., **8**, 1–343, 194 Abb., Taf. 1–15, Wien 1981.

- RABEDER, G. & DAXNER-HÖCK, G.: Die Wirbeltierfauna aus dem Alt-Pliozän (O.-Pannon) vom Eichkogel bei Mödling (NÖ.). I.-III. – Ann. nathist. Mus. Wien, **74**, 589–605, Wien 1970.
- RACHOY, J.: Darstellung des kohlenführenden Tertiärbeckens von Leoben. – Verh. geol. R.-A., **1863**, 136–137, Wien 1863.
- RAD, U. v.: Die Flyschzone des östlichen Allgäus zwischen Iller und Lech. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **44**, 31–42, 3 Abb., Taf. 2–3, Stuttgart 1962.
- : Comparison of sedimentation in the Bavarian Flysch (Cretaceous) and recent San Diego Trough (California). – J. Sedim. Petrology, **38**, 1120–1154, 23 Abb., Tulsa/Oklahoma 1968.
- : Zur Sedimentologie und Fazies des Allgäuer Flysches. – Geologica bavar., **66**, 92–147, 14 Abb., 8 Taf., 1 Tab., 3 Beil., München 1972.
- RADLER, S.: Speicher und Umwelt. – Wiener Mitt. Wasser – Abwasser – Gewässer, **33**, S. K1–K11, Wien 1980.
- RAES, F. & JANSSENS, A.: Study of the combined effect of ultra violet and ionizing radiation on gas to particle conversion. – J. Aerosol Sci., **14**, 302–304, 2 Abb., Oxford etc. 1983.
- RAES, F., JANSSENS, A. & EGGERMONT, G.: A synergism between ultraviolet and Gamma radiation in producing aerosol particles from SO₂–H₂SO₄ laden atmospheres. – Atmospheric Environment, **19**, 1069–1073, Abb. 1–4 b, 1 Tab., Oxford-Elmsford 1985.
- RAITH, M., HÖRMANN, P. & ABRAHAM, K.: Petrology and Metamorphic Evolution of the Penninic Ophiolites in the Western Tauern Window (Austria). – Schweiz. miner. petrogr. Mitt., **57**, 187–232, 17 Abb., 7 Tab., Zürich 1977.
- RAJNER, V. & RANK, D.: Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee etc. – Ber. biol. Forsch.-Inst. Burgenld., **42**, 91–107, 8 Abb., Wien 1981.
- RAMBOUSEK, H.: Die „ÖMV Aktiengesellschaft“ etc. – Diss. Wirtschaftsuniv. Wien, **23**, V, 225 S., Anhang 1–8, 2 Beil.-Taf., Wien (Verb. wiss. Ges. Österr.) 1977.
- RAMOVŠ, A.: The development of Upper Paleozoic strata in the Vitanje Hills (Slovenia, NW Yugoslavia). – Geol. Razpr. in Poroč., **6**, 170–234, 1 Abb., Taf. 1–11, Ljubljana 1960.
- : Biostratigraphie der Trogkofel-Stufe in Jugoslawien. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1963**, 382–388, 1 Abb., Stuttgart 1963.
- : Revision des „Productus elegans“ (Brachiopoda) im ostalpinen Jungpaläozoikum. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **125**, 118–124, 1 Abb., Taf. 11, Stuttgart 1966.
- : Biostratigraphie der klassischen Entwicklung der Trogkofelstufe in den Karawanken und Nachbargebieten. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **131**, 72–77, 1 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1968.
- : Geologische Forschungen (1959–1968) im Paläozoikum der Karawanken. – Carinthia II, **27**. Sdh., 29–37, Klagenfurt 1969.
- : Stratigraphische und tektonische Probleme der Trias in Slowenien. – Geol. Razpr. in Poroč., **13**, 159–173, 1 Abb., Ljubljana 1970.
- : Karbonat-Sedimente im Unterkarbon-Flysch in den Südkarawanken (NW-Jugoslawien). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **138**, 150–156, 3 Abb., Stuttgart 1971 a.
- : Einige neue Feststellungen aus dem Altpaläozoikum und Unterkarbon der Südkarawanken. – Z. dt. geol. Ges., **122** (1970), 157–160, Hannover 1971 b.

- Die Entwicklung der [sic!] alpinen Jura in Slowenien, NW-Jugoslawien. – Ann. Inst. geol. publ. hung., **54** (2), 161–164, Budapest 1971 c.
- Mittelpermische Klastite und deren marine Altersäquivalente in Slowenien, NW Jugoslawien. – Verh. geol. B.-A., **1972**, 35–45, 1 Abb., Taf. 1–4, Wien 1972 a.
- Mikrofauna der alpinen und voralpinen Trias Sloweniens. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21**, 413–426, Taf. 1–3, Innsbruck 1972 b.
- Die stratigraphische Stellung der Schichten in der Umgebung von Korensko sedlo (Wurzen-Paß), Westkarawanken. – Verh. geol. B.-A., **1976**, 183–189, 2 Abb., Taf. 1, Wien 1976.
- RAMOVŠ, A. & KRISTAN-TOLLMANN, E.: Die Lias-Schichten von Stol (Karawanken). – Geol. Vjesn. Inst. Geol. Zagreb, **20** (1966), 57–61, 1 Abb., Taf. 1–2, Zagreb 1967.
- RAMOVŠ, A. & SCHOUPPE, A. v.: Karbon und Perm im Vitanje-Gebirge – Ostkarawanken – NW-Jugoslawien. Teil I.–II. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1961**, 346–374, 4 Abb., Stuttgart 1961.
- RANK, D.: „Kochbrunnen“-Quellen im Neusiedler See? – Arsenal aktuell, **3** (1), S. 3, 2 Abb., Wien 1985.
- RANK, D. et al.: Zur Altersdatierung der Grundwässer am Ostufer des Neusiedlersees. – Ber. biol. Forsch.-inst. Burgenld., **43**, 197–204, 2 Abb., 3 Tab., Wien 1982.
- Study of the interrelationships between groundwater and the lake water at Neusiedlersee, Austria. – IAEA, SM **270/37**, 67–81, 13 Abb., Wien 1984.
- RANK, D., SPENDINGWIMMER, R. et al.: Isotopenhydrologische Untersuchungen am Beispiel der Erlaufquellen. – Beitr. Geol. Schweiz – Hydrogeol., **28**, 225–236, 6 Abb., Bern 1982.
- RASCH, J. [Hrsg.]: Von Erdbiden. Etliche Tractät alte und neue hocheleuchter und bewärter Scribenten. – 47 S., München (A. Berg) 1582.
- RATHORE, J. & BECKE, M.: Magnetic Fabrics in Rocks from the Möll-Drau Valley (Carinthia, Austria). – Geol. Rdsch., **72**, 1081–1104, 12 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1983.
- RATHORE, J. & HEINZ, H.: Analyse der Bewegungen an der Umbiegung der „Periadriatischen Naht“ (Insubrische Linie/Pusterer Linie) in der Umgebung von Mauls (Südtirol). – Geol. Rdsch., **68**, 707–720, 4 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1979.
- The Application of Magnetic Susceptibility Anisotropy Analyses to the Study of Tectonic Events on the Periadriatic Line. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 275–290, 10 Abb., Wien 1980.
- RATSCHBACHER, L.: Strukturgeologische Daten aus dem Deckgebirge etc. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 121–127, Graz 1983.
- Beitrag zur Neugliederung der Veitscher Decke (Grauwackenzone) in ihrem Westabschnitt (Obersteiermark, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **127**, 423–453, 14 Abb., 2 Tab., 1 Taf., 14 Prof., Wien 1984 a.
- Kinematische Analyse der Deckenbewegungen und assoziierten Deformation im Deckgebirge der östlichen Ostalpen (Obersteiermark – Österreich). – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **5** (1983), 67–200, 36 Abb., 6 Tab., 14 Taf., Leoben 1984 b.
- RATSCHBACHER, L. & KLIMA, K.: Übersicht über Geologie und Mineralgehalt in einem Querprofil vom Altkristallin zur Kalkalpenbasis (Triebener Tauernpaß – Flitzenschlucht, Paltental, Steiermark, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **128**, 151–173, 14 Abb., 3 Tab., 1 Taf., 3 Prof., Wien 1985.

- RATSCHBACHER, L. & NIEVOLL, J.: Die Aussagekraft von Schwermineraldaten aus der Veitscher Decke (Steiermark, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **127**, 455–469, 7 Abb., 4 Tab., 1 Taf., Wien 1984.
- RAU, A. & TONGIORI, M.: Some problems regarding the paleozoic paleogeography in mediterranean western Europe. – J. Geol., **89**, 663–673, 4 Abb., Chicago 1981.
- REDLICH, K.: Eine Wirbeltierfauna aus dem Tertiär von Leoben. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., Abt. I, **107**, 444–460, 4 Tab., Taf. 1–2, Wien 1898.
- : Neue Beiträge zur Kenntnis der tertiären und diluvialen Wirbeltierfauna von Leoben. – Verh. geol. R.-A., **1906**, 167–174, 2 Tab., Wien 1906.
- : Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerzlagerstätten. – Beitr. Geschi. österr. Eisenwesens, Abt. I, H. 1, 165 S., 78 Abb., 7 Kt., Wien – Berlin – Düsseldorf (Springer u. Stahlisen-Verl.) 1931.
- REICH, H.: In Süddeutschland seismisch ermittelte tiefe Grenzflächen und ihre geologische Bedeutung. – Geol. Rdsch., **46**, 1–17, 11 Abb., Stuttgart 1957.
- : Zur Frage der geologischen Deutung seismischer Grenzflächen in den Alpen. – Geol. Rdsch., **50**, 465–473, 4 Abb., Taf. 12–13, Stuttgart 1960.
- REICHARDT, W.: Eine Flora aus den höchsten „Auernigsschichten“ des Schulterkofels (Karnische Alpen). – Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **70**, 130–131, Wien 1933.
- : Die ostalpinen Naßfeldschichten – eine Brücke zwischen Mitteleuropa und Rußland. – C. R. 2. Congr. Strat. Carbonifère, Heerlen 1935, **2**, 919–1055, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 100–105, Maastricht 1937.
- REICHEL, G. & KOLLERT, R.: Waldschäden durch Radioaktivität? Synergismen beim Waldsterben. – Alternative Konzepte, **52**, 228 S., 46 Abb., 26 Tab., 12 Taf., Karlsruhe (C. F. Müller) 1985.
- REIDL, G.: Paläobiologische Untersuchungen im Leithakalkaufschluß am „Äußeren Berg“ bei Müllendorf im Burgenland. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 77 S., Wien 1937.
- : Über eine neue Spatangidenart *Plagiobrissus abeli* n. sp. aus dem Torton von Müllendorf. – Ber. Reichsst. Bodenforsch. Zweigst. Wien, **1941**, 24–29, 2 Abb., Wien 1941.
- REIFMÜLLER, A.: Graphitbergbau im Waldviertel. – Waldviertler Heimat, **1953**, Nr. 7–8, Krems 1953.
- REIMANN, C. & STUMPFL, E.: Stibnite and massive sulphide mineralization in the Kreuzeck Mountains, Upper Carinthia. – Exc. Guide 8th int. geochem. explor. symp., Exc. C 5, 19–27, 5 Abb., Hannover 1980.
- REINHOLD, F.: Bericht über die geologisch-petrographische Aufnahme im Gebiete des Manhartsberges. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **29**, 361–371, Wien 1910.
- REIS, O.: Erläuterungen zu der Geologischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. – Geognost. Jh., **8** (1895), 1–155, 7 Abb., 1 Kt., Cassel 1896.
- REIS, O. & PFAFF, W.: Geologische Karte des Wettersteingebirges, 1:25.000. [Beilage in:] O. REIS: Erläut. z. geol. Kt. des Wettersteingebirges. – Geognost. Jh., **23** (1910), 61–114, 15 Abb., 3 Kt., 1 Beil., München 1911.
- REISS, R.: Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des niederösterreichischen Waldviertels. – Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **90**, 98–103, 2 Tab., Wien 1953.

- REISSINGER, M.: Zur Geochemie der Greiner Schiefer Serie im Bereich des Oberen Schlegeisgrundes (Zillertaler Alpen/Tirol). – Diss. geowiss. Fak. Univ. München, 60 S., 20 Abb., 14 Tab., München (Photodruck) 1976.
- REITHOFER, O.: Zur Geologie des Krestakopfes (Montafon). – Verh. geol. B.-A., **1965**, 42–58, Taf. 1–2, Wien 1965.
- REITHOFER, O. & SCHMIDEGG, O.: Exkursion III/1: Rätikon. – Mitt. geol. Ges. Wien, **57** (1964), H. 1, 225–242, 2 Taf., Wien 1964.
- REITINGER, J. et al.: Mensch und Wasserwirtschaft im südlichen Wiener Becken. – Österr. Wasserwirtschaft, **25** (H. 1/2), 15–22, 2 Abb., Wien 1973.
- REMY, W.: Das höhere Stefan in den Karnischen Alpen und das Alter der Transgression der Auernig-Schichten. – Argumenta palaeobot., **3**, 65–69, Münster 1969.
- RENATUS, L.: Geologische Spezialuntersuchungen am Südostende der Lechtaler Alpen etc. – Unveröff. Dipl.-Arb. geol. Inst. TH München, 83 S., Abbn., 27 Taf., 3 Beil., München 1968.
- RESCH, W.: Vorbericht über geologische Aufnahmen in der subalpinen Molasse zwischen Rheintal und Bregenzer Ach (Vorarlberg). – Verh. geol. B.-A., **1963**, 128–130, Wien 1963.
- : Mikropaläontologische Untersuchungen im Bändertone von Baumkirchen (Inntal, Tirol). – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **8**, 215–230, 30 Abb., Innsbruck 1972.
- : Bericht 1975 über geologische Aufnahmen im Grenzbereich Molasse – Helvetikum bei Dornbirn etc. – Verh. geol. B.-A., **1976**, A 122–126, Wien 1976 a.
- : Bericht über den Stand der Untersuchungen von zwei Ophiolithvorkommen im östlichen Bregenzerwald (Blatt 112, Bezau). – Verh. geol. B.-A., **1976**, A 128–A 131, Wien 1976 b.
- : Zur Fazies-Abhängigkeit alpiner Trias-Foraminiferen. – Jb. geol. B.-A., **122**, 181–249, 3 Abb., 2 Tab., 5 Taf., Wien 1979.
- RESCH, W., HANTKE, R. & LOACKER, H.: Molasse und Quartär im Vorderen Bregenzerwald mit Besuch der Kraftwerksbauten (Exkursion C). – Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **61**, 19–36, 6 Abb., Stuttgart 1979.
- RESCHER, O.: Geomechanische Modelluntersuchungen für die Gründung von Talsperren. – Rock Mechanics, **14**, 117–166, 25 Abb., Wien – N.Y 1981.
- REUBER, I.: Stratigraphie und Tektonik im Gebiet zwischen Ardešicagraben und Großem Dürrgraben, Karawanken – Österreich. – Unveröff. Dipl.-Arb. Inst. Geol. Paläont. TU Berlin, 108 S., zahlr. Taf., Berlin 1981.
- REUM, H.: Zur tektonischen Stellung des Falkensteinzuges am Nordrand der östlichen Allgäuer Alpen. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 507–534, 10 Abb., Hannover 1962.
- REUSS, A. E.: Die fossilen Polyparien des Wiener Tertiärbeckens. – Haidingers natw. Abh., **2**, 1–109, Taf. 1–11, Wien 1848.
- : Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **1**, 365–390, 6 Taf., Wien 1850 a.
- : Die fossilen Entomostraceen des österreichischen Tertiärbeckens. – Haidingers natw. Abh., **3**, 41–92, Taf. 8–11, Wien 1850 b.
- : Die fossilen Korallen des österreichisch-ungarischen Miocäns. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **31**, 197–270, 1 Tab., 21 Taf., Wien 1871.

- RICHTER, D.: Über die Retterschwang-Decke bei Hindelang im Allgäu. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1954**, 385–392, 2 Abb., Stuttgart 1955.
- : Neue Untersuchungen in der Randzone von Flysch und Ostalpin im Gebiete des Großen Walsertales (Vorarlberg). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **103**, 341–374, 9 Abb., 2 Beil., Stuttgart 1956 a.
- : Beobachtungen im Fenster von Nüziders (Vorarlberg). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1956**, 506–510, 2 Abb., Stuttgart 1956 b.
- : Beiträge zur Geologie der Arosa-Zone zwischen Mittelbünden und dem Allgäu. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **105**, 285–372, 7 Abb., 1 Tab., 2 Beil., Stuttgart 1957 a.
- : Gesteine und Vorkommen der Arosa-Zone zwischen Arosa und Hindelang im Allgäu. – Geol. Rdsch., **46**, 413–420, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1957 b.
- : Zum geologischen Bau der Berge östlich des oberen Osterachtales (Allgäu). – Z. dt. geol. Ges., **109** (1957), 519–549, 11 Abb., Hannover 1958.
- : Geologischer Bau und tektonische Stellung des Hintersteiner Fensters in den Allgäuer Alpen. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 150–160, 6 Abb., Hannover 1961.
- : Geologie der Allgäuer Alpen südlich von Hindelang. – Beih. Geol. Jb., **48**, 45–128, 25 Abb., 3 Tab., Taf. 6–7, Hannover 1963.
- : Grundriß der Geologie der Alpen. – 213 S., 101 Abb., 6 Tab., 2 Taf., Berlin – New York (Gruyter) 1974.
- RICHTER, M.: Der Flysch in der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu. – Jb. geol. B.-A., **72**, 49–80, 3 Abb., Wien 1922.
- : Die Stellung der nördlichen Flyschzone des Bregenzer Waldes. – Verh. geol. B.-A., **1923**, 141–147, Wien 1923.
- : Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen zwischen Iller und Lech. – Samml. geol. Führer, **24**, 224 S., 30 Abb., 7 Taf., Berlin (Borntraeger) 1924.
- : Beiträge zur Geologie der helvetischen Zone zwischen Iller und Rhein. – Mitt. geol. Ges. Wien, **17** (1924), 12–46, 1 Abb., Wien 1925.
- : Die Cenomantransgression im Ammergebirge. – Cbl. Miner. etc., B, **1926**, 57–64, 3 Abb., Stuttgart 1926.
- : Die nordalpine Flyschzone zwischen Salzburg und Wien. – Cbl. Miner. etc., **1929**, B, 369–379, 1 Abb., Stuttgart 1929.
- : Die Struktur der nördlichen Kalkalpen zwischen Rhein und Inn. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd., **63**, Abt. B, 1–62, 7 Abb., Taf. 1–3, Stuttgart 1930 a.
- : Der ostalpine Deckenbogen. – Jb. geol. B.-A., **80**, 497–540, 7 Abb., 1 Taf., Wien 1930 b.
- : Die deutschen Alpen und ihre Entstehung. – Deutscher Boden, **5**, 179 S., 56 Abb., Berlin (Borntraeger) 1937.
- : Die Molassefenster in der Flyschzone von Niederösterreich. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **92**, 31–46, 2 Abb., 2 Beil., Stuttgart 1950 a.
- : Die Entwicklung der Anschauungen über den Bau der deutschen Alpen. – Z. dt. geol. Ges., **100** (1948), 338–347, 1 Abb., Hannover 1950 b.
- : Über den Bau der Vorarlberger Alpen zwischen oberem Lech, Flexenpaß und Ill. – Geotekt. Sympos. H. Stille, 190–204, 9 Abb., Taf. 12, Stuttgart 1956.
- : Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Fortsetzung nach Westen und Osten. – Z. dt. geol. Ges., **108** (1956), 156–174, 2 Abb., Hannover 1957.

- Über den Bau der nördlichen Kalkalpen im Rhätikon. – Z. dt. geol. Ges., **110** (1958), 307–325, 6 Abb., Taf. 13, Hannover 1958.
- Ergebnisse neuer Untersuchungen im Helvetikum des Vorarlberg und Allgäu. – Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Bergbau etc., **1960** (E. Kraus-Festschr.), H. 1, 77–94, Berlin 1960.
- Problèmes posés par le Flysch des Alpes orientales. – Livre mém. P. Fallot, **2**, 453–463, 1 Abb., 1 Tab., Paris 1963.
- Allgäuer Alpen. – Samml. geol. Führer, **45**, 189 S., 54 Abb., 1 Kt., Berlin (Borntraeger) 1966.
- Vorarlberger Alpen. – Samml. geol. Führer, **49**, 169 S., 58 Abb., 1 geol. Kt., Berlin (Borntraeger) 1969.
- Beginn und Ende der Flysch-Sedimentation. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1970**, 225–234, Stuttgart 1970 a.
- Die Arosler Decke (Arosa-Zone) in Vorarlberg und im Allgäu und ihre Fortsetzung am bayrischen Alpenrand. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1970**, 605–631, 4 Abb., Stuttgart 1970 b.
- Über die Spilite in der Oberkreide der Feuerstätter Decke im Allgäu und in Vorarlberg. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1972**, 371–384, 4 Abb., Stuttgart 1972.
- RICHTER, M. & MÜLLER-DEILE, G.: Zur Geologie der östlichen Flyschzone zwischen Bergen (Obb.) und der Enns (Oberdonau). – Z. dt. geol. Ges., **92** (1940), 416–430, Taf. 16, Berlin 1940.
- RICHTER, M. & SCHÖNENBERG, R.: Über den Bau der Lechtaler Alpen. – Z. dt. geol. Ges., **105** (1953), 57–79, 21 Abb., Hannover 1955.
- RICHTER, W. (1): Petrologische Untersuchungen am Mauthausener Granit im österreichischen Moldanubikum. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **10**, 265–296, 8 Abb., 12 Tab., Wien 1965.
- Ergebnisse der mineralogisch-petrographischen Neuuntersuchungen an Graniten des österreichischen Moldanubikums. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **13**, 306–308, Wien 1969.
- RICHTER, W. & WIESENER, H.: Zusammensetzung und geologische Position der Serpentinvorkommen von Kilb und Gstadt (Niederösterreich). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **112** (1975), 1–8, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1976.
- RICHTER, W. (2) & LILICH, W.: Abriß der Hydrogeologie. – VIII, 281 S., 96 Abb., 18 Tab., Stuttgart (Schweizerbart) 1975.
- RICHTHOFEN, F. v.: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. 1. Abth. – Jb. geol. R.-A., **10**, 72–137, 12 Prof., Taf. 2–3, Wien 1859.
- Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. 2. Abth. – Jb. geol. R.-A., **12** (1861–1862), 87–206, Abb. 16–39, Taf. 3, Wien 1862.
- RIECHE, J.: Die Hallstätter Kalke der Berchtesgadener Alpen. – Diss. TU. Berlin, 172 S., 49 Abb., 1 Tab., Berlin (Photodruck) 1971.
- RIEDEL, J.: Der geologische Bau des Gebietes zwischen Ostrong und der Granitgrenze im niederösterreichischen Waldviertel. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **40**, 235–293, 1 Kt., Leipzig 1930.
- Neue Mineral- und Gesteinsfunde im Ostronggebiet (N.-Ö.). – Verh. geol. B.-A., **1952**, 159–163, Wien 1952.

- RIEDEL, L.: Zur Stratigraphie der Oberkreide in Vorarlberg. – Z. dt. geol. Ges., **92**, 69–107, 1 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1940.
- RIEDERER, J.: Die Kalifeldspäte der moldanubischen Granite. – N. Jb. Miner. Abh., **102**, 291–339, 10 Abb., 2 Tab., Taf. 19–23, 1 Kt., Stuttgart 1965.
- RIEDL, H.: Beiträge zur Morphologie des Gebietes der Leiser Berge etc. – Mitt. österr. geogr. Ges., **102**, 65–76, 1 Kt., 1 Taf., Wien 1960.
- : Beiträge zur Morphogenese der Randgebiete des Neusiedlersees etc. – Mitt. natw. Ver. Stmk., **93** (Sdb.), 73–88, 1 Abb., Taf. 6, Graz 1963.
- : Erläuterungen zur morphologischen Karte der eiszeitlichen Flächensysteme im Flußgebiet der Wulka etc. – Wiss. Arb. Burgenland, **31**, 175–195, 8 Abb., 1 Tab., 4 Kt., Eisenstadt 1964.
- : Neue Beiträge zum Problem: Raxlandschaft – Augensteinlandschaft. – Mitt. österr. geogr. Ges., **108**, 98–109, Wien 1966.
- : Fortschritte der geomorphologischen Erforschung österreichischer Landschaften in der letzten Dekade. – Österr. in Geschi. u. Liter., **17**, 186–196, Wien 1973 a.
- : Zum Problem eines oberkreidezeitlichen Karstes in den Fischauer Bergen (NÖ.). – Arb. geogr. Inst. Univ. Salzburg, **3** (Festschr. H. Tollner), 205–228, 1 Abb., Salzburg (Geogr. Inst.) 1973 b.
- : Die Problematik der Altflächen am Ostsporn der Alpen. – Würzburger geogr. Arb., **45**, 131–156, 1 Abb., Würzburg 1977.
- RIEDMÜLLER, G.: Zur Anwendung von Bodenkunde und Tonmineralogie in der baugesologischen Praxis. – Mitt. österr. bodenkdl. Ges., **16**, 3–21, 4 Abb., Wien 1972.
- RIEDMÜLLER, G. & SCHWAIGHOFER, B.: Zur Tonmineralverteilung nachbruchgefährdeter Gesteinsbereiche im Untertagebau. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 387–392, Wien 1977.
- RIEDMÜLLER, G. & WEISS, E. H.: Junge tektonische Bewegungserscheinungen im Liegenden der Silvrettedecke. – Verh. geol. B.-A., **1979**, 229–235, 3 Abb., Wien 1979.
- RINGHOFER, W.: Sedimentologische und stratigraphische Untersuchungen etc. in den alttertiären Anteilen der Laaber Teildecke etc. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 106 S., 60 Abb., 2 Tab., 9 Profiltaf., Wien 1976.
- RINNER, K.: Bericht über die Erdzeitenstation im Grazer Schloßberg. – Mitt. geodät. Inst. TU Graz, **9**, 1–42, Graz 1971.
- : A geodetic contribution to the IGP. – Results Austr. Invest. Int. Geodyn. Proj., 81–88, 2 Abb., 4 Tab., Wien (Bu.-Mium. Wiss. Forsch.) 1981.
- RISCH, H.: Stratigraphie der höheren Unterkreide der bayerischen Kalkalpen mit Hilfe von Mikrofossilien. – Palaeontographica, **138**, Abt. A, 1–80, 8 Abb., 4 Tab., Taf. 1–8, Stuttgart 1971.
- : Höhere Unterkreide. – [In:] O. GANSS: Erläut. zu Blatt Nr. 8239 Aschau i. Chiemgau, Geol. Karte v. Bayern, 1: 25.000, 68–74, 2 Abb., München (Bayer. geol. L.-A.) 1980.
- RISTEDT, H.: Zur Revision der Orthoceratidae. – Abh. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **1968**, 213–287, 4 Abb., 5 Taf., Mainz 1968.
- RITSEMA, A.: The Earthquake Mechanisms of the Balkan Region. – UNESCO Survey of the Seismicity of the Balkan Region. UNDP Proj. REM/70/172, De Bilt 1974.
- ROCH, K.: Untersuchungen zur in situ-Bestimmung der Gebirgsspannungen in Alpinregionen Österreichs. – Unveröff. Diss. Techn. Univ. Wien, 136 S., 74 Abb., Wien 1976.

- ROCKENSCHAUB, M., THEINER, U. & FRANK, W.: Die Struktur von Phyllit- und Phyllitglimmergneiszone bei Landeck. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 223–227, 1 Abb., Leoben 1983.
- ROEDER, D.: Die Alpen aus plattentektonischer Sicht. – Z. dt. geol. Ges., **127**, 87–103, 11 Abb., Hannover 1976.
- ROETZEL, R.: Die Faziesentwicklung des Oligozäns in der Molassezone zwischen Krems und Wieselburg (Niederösterreich). – Jb. geol. B.-A., **126**, 129–179, 57 Abb., 9 Tab., Wien 1983.
- RÖGL, F.: Die miozäne Foraminiferenfauna von Laa an der Thaya etc. – Mitt. geol. Ges. Wien, **61** (1968), 63–123, 1 Abb., Taf. 1–9, Wien 1969 a.
- : Die Foraminiferenfauna aus den Phosphoritsanden von Plesching bei Linz (Oberösterreich) – Ottngangien (Untermiozän). – Naturkd. Jb. Stadt Linz, **1969**, 213–234, 1 Tab., Taf. 1–4, Linz 1969 b.
- : The evolution of the *Globorotalia truncatulinoides* etc. – Initial Rep. Deep Sea Drilling Proj., **27**, 743–767, 5 Abb., Taf. 1–5, Washington 1974.
- : Die planktonischen Foraminiferen der zentralen Paratethys. – Proceed. 6th Congr. reg. Comm. Mediterr. Neogene Strat., 113–120, 1 Tab., Bratislava 1975.
- RÖGL, F. & HANSEN, H.: Foraminifera described by Fichtel & Moll in 1798. A revision of „Testacea Microscopia“ – N. Dkschr. nathist. Mus. Wien, **3**, 1–143, Taf. 1–30, Anh., Wien 1984.
- RÖGL, F. & MÜLLER, C.: Das Mittelmiozän und die Baden-Sarmat Grenze in Walbersdorf (Burgenland). – Ann. nathist. Mus. Wien, **80**, 221–232, 1 Abb., 2 Tab., Wien 1976.
- RÖGL, F., SCHULTZ, O. & HÖLZL, O.: Holostratotypen und Faziostratotypen der Innviertler Schichtengruppe. – [In:] J. SENEŠ [Red.]: Chronostratigraphie und Neostratotypen, **3**, 140–196, 5 Abb., 1 Tab., Bratislava (Slov. akad. vied) 1973.
- RÖGL, F. & STEININGER, F.: Miogypsina (*Miogypsinoidea*) *formosensis* YABE & HANZAWA, 1928 (Foraminiferida) aus den Linzer Sanden (Egerien-Oberoligozän) von Plesching bei Linz, Oberösterreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **62** (1969), 46–54, 2 Taf. (1–2), Wien 1970.
- : Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. – Ann. nathist. Mus. Wien, **85/A**, 135–163, 2 Abb., 14 Taf., Wien 1983.
- ROHRHOFER, F.: Morphographische Karte [von Österreich] 1:1.000.000. – Atlas der Republik Österreich, Bl. II/7, Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1975.
- ROLLE, F.: Die Braunkohlen-Gebilde bei Rottenmann etc. – Jb. geol. R.-A., **7**, 39–66, 6 Abb., Wien 1856.
- ROLSER, J.: Über biostratigraphisch belegtes Silur und altpaläozoischen Vulkanismus in Trögern (Karawanken). – Der Karinthin, **59**, 53–56, Knappenberg 1968.
- ROLSER, J. & TESSENHORN, F.: Alpidische Tektonik im Variszikum der Karawanken und ihre Beziehung zum Periadriatischen Lineament. – Geol. Jb., **A 25**, 23–53, 4 Abb., Taf. 1–3, Hannover 1974.
- ROMÉ, H.: Die großen Weine Österreichs. – 440 S., zahlr. Abb., 40 Farbt., 9 Kt., Essen (Magnus) ≈ 1980.
- RONNER, F.: Die Nutzung geothermaler Energie. – Verh. geol. B.-A., **1974**, 145–199, 19 Abb., Taf. 1–2, Wien 1974.

- : Geothermische Energie. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs. – 574–579, Abb. 157–158, Wien – New York (Springer) 1980.
- RONNER, F. & SCHMIED, J.: Raubbau an artesischem Wasser in der Oststeiermark. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **20**, 63–80, 1 Abb., 1 Tab., Graz 1968.
- ROSENBERG, G.: Zur Deckengliederung in den östlichen Weyerer Bögen. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **164**, 525–543, Taf. 1, Wien 1955.
- : Vom Süden der Weyerer Bögen, Nördliche Kalkalpen. – Verh. geol. B.-A., **1957**, 213–234, 1 Abb., Wien 1957.
- : 50 Jahre nach Mojsisovics. – Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957), 293–314, Wien 1958.
- : Geleitworte zu den Tabellen der Nord- und Südalpinen Trias der Ostalpen. – Jb. geol. B.-A., **102**, 477–479, Tf. 16–18, Wien 1959.
- : Grundsätzliches zur Frage des Deckenbaues in den Weyerer Bögen. – Verh. geol. B.-A., **1960**, 95–103, 1 Abb., Wien 1960.
- : Die Bucht der Langenberge zwischen Kaltenleutgeben und Sulz. – Jb. geol. B.-A., **104**, 443–464, 1 Abb., Taf. 28, Wien 1961 a.
- : Übersicht über den Kalkalpen-Nordostsporn um Kalksburg (Wien und Niederösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1961**, 171–176, Taf. 6, Wien 1961 b.
- : Der kalkalpine Wienerwald um Kaltenleutgeben (NÖ. und Wien). – Jb. geol. B.-A., **108**, 115–153, Taf. 1–2, Wien 1965.
- : Geleitworte zu den Tabellen des Nord- und Südalpinen Jura der Ostalpen. – Jb. geol. B.-A., **109**, 173–175, Taf. 1–3, Wien 1966.
- : Der westliche Höllensteinzug am Mödlingbach (N.Ö.). – Jb. geol. B.-A., **110**, 109–134, 1 Taf., Wien 1967.
- : Die Kalkalpenfront Mödlingtal–Dornbach (N.Ö.). – Jb. geol. B.-A., **113**, 161–188, Taf. 1–2, Wien 1970.
- ROSSLER, W.: Pliozäne Koniferenhölzer der Umgebung von Gleichenberg in Steiermark. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **74**, 64–97, 1 Tab., Taf. 3–4, Graz 1937.
- ROSSNER, R.: Die Geologie des nordwestlichen St. Martiners Schuppenlandes am Südostrand des Tennengebirges (Oberostalpin). – Erlanger geol. Abh., **89**, 57 S., 25 Abb., 1 Tab., 5 Taf., Erlangen 1972.
- : N-Vergenz oder S-Vergenz im Schuppenbau der Werfen-St. Martiners Zone (Nordkalkalpen, Österreich)? – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1977**, 419–432, 3 Abb., Stuttgart 1977.
- : Gebirgsbau und alpidische Tektonik am Nordostrand des Tauernfensterrahmens (Nördliche Radstädter Tauern, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **122**, 251–387, 87 Abb., Taf. 1–12, Wien 1979.
- ROSSNER, R. & SCHWAN, W.: Zur Natur der südvergente Deformationsstrukturen im NW-Teil des Tauernfensters (Tirol/Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**, 35–54, 11 Abb., Beil. 1, Wien 1982.
- ROTH, R.: Veränderungen im Stoff- und Mineralbestand während mehrphasiger Mylonitisierung der Kellerjoch-Gneise (Tirol). – Geol. Rdsch., **73**, 69–89, 14 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1984 a.
- : Variszische und alpidische Deformationsgeschichte im Grenzbereich zwischen Unter-, Mittel- und Oberostalpinen Decken SE von Schwaz (Tirol). – Mitt. österr. geol. Ges., **77**, 73–91, 13 Abb., Wien 1984 b.

- ROTH, Z.: Die strukturellen Beziehungen in der Grenzzone zwischen den Alpen und Karpaten. – Geol. Práce, **42**, 29–49, 1 Abb., Bratislava 1967.
- ROTH-FUCHS, G.: Erklärende Beschreibung der Formen des Leithagebirges. – Geogr. Jber. Österr., **13**, 29–106, 11 Abb., 1 Taf., Wien 1926.
- ROTHPLETZ, A.: Geologisch-palaeontologische Monographie der Vilser Alpen etc. – Palaeontogr., **33**, 1–180, 3 Abb., Taf. 1–17, Stuttgart 1886.
- : Das Karwendelgebirge. – Z. dt. österr. Alpenver., **1888**, 401–470, 29 Abb., 9 Taf., 1 Kt., München 1888.
- : Ein geologischer Querschnitt durch die Ost-Alpen etc. – 268 S., 115 Abb., 2 Taf., Stuttgart (Schweizerbart) 1894.
- : Der Rhätikon und die große rhätische Überschiebung. – Z. dt. geol. Ges., **51**, Vh. 86–94, 1 Abb., Berlin 1899.
- : Geologische Alpenforschungen. I. – V + 176 S., 69 Abb., 4 Beil., 1 Taf., München (Lindauer) 1900.
- : Geologischer Führer durch die Alpen. I. Das Gebiet der zwei großen rhätischen Überschiebungen etc. – Samml. geol. Führer, **10**, 256 S., 81 Abb., Berlin (Borntraeger) 1902.
- : Geologische Alpenforschungen. II. – 261 S., 99 Abb., 1 Kt., München (Lindauer) 1905.
- ROTTER, E.: Bericht über die Exkursion auf die Raxalpe am 29. Juni 1907. – Geogr. Jber. Österr., **7**, 122–125, Wien 1909.
- RÜBEL, E.: Geobotanische Untersuchungsmethoden. – XII, 290 S., 69 Abb., 1 Taf., Berlin (Borntraeger) 1922.
- RUCKENBAUER, W & TRAXLER, H.: Sorte, Boden, Düngung im Weinbau. – 74 S., 5 Taf., 12 Bodenprofile, Wien (NÖ Landeslandwirtschaftskammer) o. J. (≈ 1970).
- : Weinbau heute. – 400 S., zahlr. Abb., Tabn., 16 Taf., Graz–Stuttgart (L. Stocker) 1975.
- RUDOLPH, J.: Tieferes Tertiär im oberen Fimbartal, Unterengadiner Fenster. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1982**, 181–183, 1 Abb., Stuttgart 1982.
- RUGGIERI, G.: Nuove genere di Ostracoda del Carbonifero superiore delle Alpi Carniche. – Riv. ital. Paleont., **72**, 1–6, 2 Abb., Taf. 1, Milano 1966.
- RUHLAND, W.: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Bd. IV: Die mineralische Ernährung der Pflanze. – XX, 1210 S., 217 Abb., zahlr. Tab., Berlin etc. (Springer) 1958.
- RUMPF-WEISS, F.: Beiträge zur Geschichte der geologischen Erforschung Österreichs: I. Die außeralpine Molassezone zwischen Salzach und Donau. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 181 S., 15 Abb., 1 geol. Kt., Wien 1948.
- RUTTEN, M.: Eastern Alps. – [In:] The Geology of Western Europe, 306–328, Abb. 184–196, Amsterdam (Elsevier) 1969.
- RUTTNER, A.: Querfaltungen im Gebiet des oberen Ybbs- und Erlaufales (N.-Ö. Kalkalpen). – Jb. geol. B.-A., **93** (1948), 99–128, Taf. 1, Wien 1949.
- : Das Flyschfenster von Brettal am Nordrand der niederösterreichischen Kalkalpen. – Verh. geol. B.-A., **1960**, 227–236, Taf. 8, Wien 1960.
- : Das Fenster von Urmannsau und seine tektonische Stellung. – Verh. geol. B.-A., **1963**, 6–16, 1 Abb., Taf. 1–3, Wien 1963.

- : Die Bauxit-Vorkommen der Oberkreide in den Ostalpen und deren paläogeographische Bedeutung. – *Ann. Inst. geol. publ. hung.*, **54** (3), 131–134, Budapest 1970.
- : Geologie des kalkalpinen Anteils unter besonderer Berücksichtigung des Gebietes SW Göstling. – *Arbeitstagg. geol. B.-A.*, Blatt 71 Ybbsitz, 43–60, 5 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1979.
- RUTTNER, A. et al.: Bruno Sander zum Gedenken. – *Verh. geol. B.-A.*, **1980**, 7–23, Wien 1980.
- RUTTNER, A. & WOLETZ, G.: Die Gosau von Weißwasser bei Unterlaussa. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **48** (1955), 221–256, 5 Abb., 2 Taf., Wien 1957.
- RYBACH, L.: Erdöl/Erdgaspotential und Lagermöglichkeiten für radioaktive Abfälle in der Schweiz aus geothermaler Sicht. – *Vortr. Österr. Geol. Ges.*, Wien, **14**, 3, 1985.

- SADATI, S.-M.: Die Hohe Wand: Ein obertriadisches Lagunen-Riff am Ostende der Nördlichen Kalkalpen (Niederösterreich). – *Facies*, **5**, 191–264, 15 Abb., 10 Tab., Taf. 54–66, Erlangen 1981.
- SAGESSER, R. & MAYER-ROSA, D.: Erdbebengefährdung in der Schweiz. – *Schweizer Bauztg.*, 1978 (7), 3–19, 19 Abb., 5 Tab., 5 Kt., Zürich 1978.
- SAKAGUCHI, Y.: Morphogenesis of the Japanese Islands and the Eastern Alps. – *Jap. J. Geol. Geogr.*, **42**, 1–18, 12 Abb., Tokyo 1972 a.
- : Some Geomorphological Problems of Terraces in Vienna Basin and Western Part of Small Hungarian Plain. – *Bull. Deptm. Geogr. Univ. Tokyo*, **4**, 1–11, 4 Abb., Taf. 1–2, Tokyo 1972 b.
- : Über die geomorphologische Entwicklung der Ostalpen. – *Z. Geomorph., N. F., Suppl. Bd.* **18**, 144–155, 5 Abb., Berlin – Stuttgart 1973.
- : Über die Parallelisierung und Altersbestimmung der Donauterrassen. – *Z. Geomorph., N. F.* **18**, 407–425, 3 Abb., 1 Tab., Berlin 1974.
- SALZER, H.: Vorläufige Mitteilung über die Cf.bohrungen im Gebiet der Wr. Neustädter-Ödenburger Pforte. – *Unveröff. geol. Rapport*, **159**, Wien (RAG) 1941.
- SAMONIG, R.: Verhalten von Tieren vor Erdbeben. – 2. Aufl., 183 S., Klagenfurt (Samonig) 1984.
- SANDER, B.: Bemerkungen über tektonische Gesteinsfazies und Tektonik des Grundgebirges. – *Verh. geol. R.-A.*, **1914**, 220–240, Wien 1914.
- : Zur Geologie der Zentralalpen. – *Jb. geol. St.-A.*, **71**, 173–224, 6 Abb., 1 Kt., Wien 1921.
- : Zum Gesteinscharakter der Hornsteinbreccie des Sonnwendjochgebirges. – *Ber. Reichst. Bodenforsch. Wien*, **1941**, 81–89, Wien 1941.
- : Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. – 1. Teil: 215 S., 66 Abb., 1948; 2. Teil: 409 S., 153 Abb., 166 Diagr., 8 Taf., Wien (Springer) 1950.
- : Gefügekunde und Baugeologie. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **48** (1955), 257–269, 3 Abb., Wien 1956.
- SARJEANT, W.: Geologists and the history of Geology: An International Bibliography from the Origins to 1978. – 5 Bd., 4526 S., New York (Arno Press) 1980.
- SARNTHEIN, M.: Beiträge zur Tektonik der Berge zwischen Memminger und Württemberger Hütte (Lechtaler Alpen). – *Jb. geol. B.-A.*, **105**, 141–172, Taf. 9–12, Wien 1962.

- : Sedimentologische Profilvereihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. – Verh. geol. B.-A., **1965**, 119–162, 1 Taf., Wien 1965.
- : Sedimentologische Profilvereihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. 1. Fortsetzung. – Ber. natw. med. Ver. Innsbruck, **54**, 33–59, 5 Abb., Innsbruck 1966.
- : Versuch einer Rekonstruktion der mitteltriadischen Paläogeographie um Innsbruck, Österreich. – Geol. Rdsch., **56**, 116–127, 4 Abb., Taf. 1, Stuttgart 1967.
- SASSI, F., KALVACHEVA, R. & ZANFERRARI, A.: New data on the age of deposition of the South-Alpine phyllitic basement in the Eastern Alps. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1984**, 741–751, 3 Abb., Stuttgart 1984.
- SASSI, F., MORO, A. DEL et al.: Chronological data and problems concerning the South Alpine Basement in the Eastern Alps. – Newsletter, IGCP Nr. 5, **6**, 111–115, 1 Abb., Padova 1984.
- SASSI, F. & SCOLARI, A.: The b_0 values of the potassic white micas as a barometric indicator in the low-grade metamorphism of pelitic schist. – Contr. Miner. Petrol., **45**, 143–152, 1 Abb., 1 Tab., Berlin 1974.
- SASSI, F., ZANFERRARI, A. & ZIRPOLI, G.: Some considerations on the south-Alpine basement of the Eastern Alps. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1974**, 609–624, 5 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1974.
- SARTIR, M., FRIEDRICHSEN, H. & MORTEANI, G.: $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ and D/H Study of the Minerals from the Steinkogelschiefer and the Schwazer Augengneis (Salzburg/Tirol, Austria). – Schweiz. miner. petrogr. Mitt., **60**, 99–109, 4 Abb., 1 Tab., Zürich 1980.
- SARTIR, M. & MORTEANI, G.: Kaledonische, herzynische und alpidische Ereignisse im Mittelostalpin nördlich der westlichen Hohen Tauern etc. – Geol. Rdsch., **68**, 1–40, 15 Abb., 6 Tab., Stuttgart 1979.
- : Petrological Study and Radiometric Age Determination of the Migmatites in the Penninic Rocks of the Zillertaler Alpen (Tyrol/Austria). – Tschermarks mineral. petrogr. Mitt., (3) **30**, 59–75, 8 Abb., 4 Tab., Wien – N. Y 1982.
- SAUER, R.: Zur Stratigraphie und Sedimentologie der Gießhübler Schichten im Bereich der Gießhübler Gosäumulde (Nördliche Kalkalpen). – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 181 S., 78 Abb., 21 Taf., 4 Kt., Wien 1980.
- SAUERZOPF, F.: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des südburgenländischen Pannons. – Burgenländ. Heimatbl., **14** (1), 1–16, 2 Tab., Taf. 1–2, Eisenstadt 1952.
- : Fossile Säugetierreste aus dem Burgenland. – Burgenländ. Heimatbl., **15**, 145–154, 1 Abb., 3 Taf., Eisenstadt 1953.
- : Das Werden des Neusiedler Sees. – Burgenländ. Heimatbl., **18**, 1–6, Eisenstadt 1956.
- : Die Wasserstandsschwankungen des [Neusiedler] Sees. – Wiss. Arb. Burgenland, **23**, 92–101, 5 Abb., Eisenstadt 1959 a.
- : Zur Entwicklungsgeschichte des Neusiedlerseegebietes. – Wiss. Arb. Burgenland, **23**, 107–111, 1 Tab., Eisenstadt 1959 b.
- : Zur Frage der Wasserstandsschwankungen des Neusiedlersees. – Wiss. Arb. Burgenland, **29**, 117–123, 3 Abb., Eisenstadt 1962.
- SAUERZOPF, F. & TAUBER, A. [Hrsg.]: Landschaft Neusiedlersee. – Wiss. Arb. Burgenland, **23**, 208 S., zahlr. Abb. u. Tab., 13 Beil.-Taf., Eisenstadt 1959.

- SAUSSURE, H.-B. DE: Voyages dans les Alpes. 1. Bd., 540 S., Taf., Neuchâtel (Fauche-Borel) 1779.
- SCHAAD, H.: Beiträge zur Valangien-Hauterivien-Stratigraphie in Vorarlberg. – Geol. Rdsch., **17**, 81–108, 5 Abb., Berlin 1926 a.
- : Zur Geologie der jurassischen Kanisfluh-Mittagfluhgruppe im Bregenzerwald. – Vjschr. natf. Ges. Zürich, **71**, 49–84, 6 Abb., Taf. 1, Zürich 1926 b.
- SCHADLBAUER, F.: Geomorphologische Untersuchungen im Virgental. – Geogr. Jber. Österr., **32** (1967–1968), 47–79, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 5–7, Wien 1969.
- SCHADLER, J.: Aufnahmsbericht über Blatt Linz-Eferding (4652). – Verh. geol. B.-A., **1937**, 70–73, Wien 1937.
- : Ein Meteor saust in einer Spiralbahn zur Erde. – Natur u. Volk, **68**, 1–8, 7 Abb., Frankfurt/M. 1938.
- : Das Phosphoritvorkommen Plesching bei Linz a. d. Donau. – Verh. geol. B.-A., **1945**, 70–77, 1 Tab., 1 Kt., Wien 1947.
- : Die Ergebnisse der geologischen Neukartierung im Gebiete des Ischler und Ausseer Salzberges. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **94**, 56–60, 2 Abb., Wien 1949.
- : Das Salzkammergut. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **A**, 49–64, Taf. 9–10, Wien 1951.
- : Geologische Karte der Republik Österreich, 1:75.000, Blatt 4652, Linz und Eferding. – Wien (Geol. B.-A.) 1952.
- : Geologische Karte von Linz und Umgebung, 1:50.000. – Linzer Atlas (Kurverwalt. Stadt Linz) 1969.
- SCHADLER, J. & ROSENHAGEN, J.: Der Meteorsteinfall von Prambachkirchen (Oberösterreich). – Jb. öö. Musealver. Linz, **86**, 99–164, 26 Abb., 11 Tab., Linz 1935.
- SCHAEFER, I.: Die donauzeitlichen Ablagerungen an Lech und Wertach. – Geologica bavar., **19**, 13–64, 15 Abb., München 1953.
- SCHAER, J.-P. & JEANRICHARD, F.: Mouvements verticaux anciens et actuels dans les Alpes suisses. – Eclogae geol. Helv., **67**, 101–119, 9 Abb., 2 Tab., Basel 1974.
- SCHAEETTI, H.: Geologie des Fürstentums Liechtenstein. 1. Teil. Geologie des östlichen Gebietes. – 204 S., 15 Abb., 3 Taf., Vaduz (Hist. Ver. Fürstent. Liechtenstein) 1951.
- SCHÄFER, E. [Leiter]: Beiträge zur Darstellung der Umweltsituation in Österreich, 6 Teile: **1.** W. STRUWE: Luft, **2.** M. DROBIL & E. SCHÄFER: Lärm, **3.** F. FISCHER & E. SCHÄFER: Abfall, **4.** W. KATZMANN: Wasser, **5.** E. KASPEROWSKI: Boden, **6.** E. RÜZICKA: Vegetation, **7.** F. MARMOREK: Index hiezu. Wien (Österr. Bundesinst. Gesundheitswesen) 1981.
- SCHÄFER, P.: Fazielle Entwicklung und paläökologische Zonierung zweier obertriadischer Riffstrukturen in den Nördlichen Kalkalpen („Oberrhät“-Riff-Kalke, Salzburg). – Facies, **1**, 3–245, 46 Abb., 18 Tab., Taf. 1–21, Erlangen 1979.
- SCHÄFER, P. & SENOWBARI-DARYAN, B.: Neue Korallen (Scleractinia) aus Oberrhät-Riffkalken südlich von Salzburg (nördliche Kalkalpen, Österreich). – Senckenbergiana Lethaea, **59**, 117–135, 5 Abb., Taf. 1–3, Frankfurt am Main 1978 a.
- : Die Häufigkeitsverteilung der Foraminiferen in drei oberrhätischen Riffkomplexen der Nördlichen Kalkalpen etc. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 73–96, 2 Abb., Taf. 1–4, Wien 1978 b.
- : Globochaeten-Zoosporen aus obertriadischen Riffkalken südlich von Salzburg

- (Nördliche Kalkalpen). – Verh. geol. B.-A., **1980**, 97–103, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wien 1980.
- : Facies development and Paleocologic Zonation of four Upper Triassic patch-reefs, Northern Calcareous Alps near Salzburg, Austria. – [In:] TOOMEY, D. F. [Hrsg.]: European Fossil Reef Models. – 241–259, 10 Abb., 2 Tab., Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral., **30**, Tulsa/Oklahoma 1981.
- SCHAFFER, F. X.: Die alten Flußterrassen im Gemeindegebiet der Stadt Wien. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **45**, 325–331, 2 Abb., Wien 1902.
- : Geologie von Wien. 1. Teil: 33 S., Kt., Wien 1904; 2. Teil: 242 S., 25 Abb., 17 Taf., 1 Kt., Wien 1906; 3. Teil: 128 S., Wien (R. Lechner) 1906.
- : Geologischer Führer für Exkursionen im Inneralpinen Becken der nächsten Umgebung von Wien. – Samml. geol. Führer, **12**, VIII + 127 S., 11 Abb., Berlin (Borntraeger) 1907.
- : Geologischer Führer für Exkursionen im inneralpinen Wienerbecken, II. Teil. – Samml. geol. Führer, **13**, VIII + 157 S., 13 Taf., Berlin (Borntraeger) 1908.
- : Das Delta des norischen Flusses. – Mitt. geol. Ges. Wien, **2**, 235–238, Wien 1909.
- : Zur Kenntnis der Miozänbildungen von Eggenburg (Niederösterreich). I. Die Bivalvenfauna von Eggenburg. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **119**, 249–273, 1 Tab., Wien 1910 b. II. Die Gastropodenfauna von Eggenburg. – Ibid. **121**, 325–338, 1 Tab., Wien 1912 b. III.–VI. [Stratigraphie]. Ibid. **122**, 41–63, Wien 1913 a.
- : Das Miozän von Eggenburg. 1. Die Bivalven etc. – Abh. geol. R.-A., **22**, H. 1, 126 S., 12 Abb., 47 Taf., Wien 1910 a. 2. Die Gastropoden etc. – Ibid., **22**, H. 2, 193 S., 4 Abb., 12 Taf., Wien 1912 a. 3. Die Korallen etc. – Ibid., **22**, H. 3, 62 S., 17 Abb., 2 Taf., Wien 1925. 4. Stratigraphie. – Ibid. **22**, H. 4, 124 S., 21 Abb., 10 Taf., 1 geol. Kt., Wien 1914.
- : Geologischer Führer für Exkursionen im Wiener Becken. III. Teil. – Samml. geol. Führer, **18**, 167 S., 3 Abb., 1 Kt., 10 Taf., Berlin (Borntraeger) 1913 b.
- : Geologische Geschichte und Bau der Umgebung Wiens. – X + 112 S., 158 Abb., 1 Kt., Leipzig und Wien (Deuticke) 1927 a.
- : Der Begriff der „miozänen Mediterranstufen“ ist zu streichen. – Verh. geol. B.-A., **1927**, 86–88, Wien 1927 b.
- : Das prämiocäne Donautal in Österreich. – Cbl. Miner. etc., Abt. B, **1927**, 265–268, Stuttgart 1927 c.
- : Zur Frage des Norischen Stromes. – Ber. Reichsanst. Bodenforsch. Zweigst. Wien, **1942**, 52–56, 2 Abb., Wien 1942.
- : Geologie von Österreich. 2. Aufl., 810 S., 97 Abb., 1 Kt., Wien (Deuticke) 1951.
- SCHAFFER, F. X. & GRILL, R.: Die Molassezone. – [In:] F. X. SCHAFFER [Hrsg.]: Geologie von Österreich, 2. Aufl., 694–761, 7 Abb., Wien (Deuticke) 1951.
- SCHAFFER, G.: Die Hallstätter Triasentwicklung um den Plassen (O.Ö.). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 198 S., 93 Abb., 22 Beil.-Taf., Wien 1971.
- : Einführung zur Geologischen Karte der Republik Österreich, Blatt 96, Bad Ischl. – [In:] T. GATTINGER et al.: Arbeitstag. Geol. B.-A. 1976, 6–26, Abb. 4–24, 3 Tab., Wien (Geol. B.-A.) 1976.

- : Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 96, Bad Ischl, Wien (Geol. B.-A.) 1982.
- SCHÄFFER, G. 1983: s. u. A. DAURER & G. SCHÄFFER, 1983.
- SCHÄFFER, H.: Die Scutelliden des Miozäns von Österreich und Ungarn. – Paläont. Z., **36**, 135–170, 11 Abb., Taf. 15–19, Stuttgart 1962.
- SCHÄFFER, U. & TARKIAN, M.: Die Genese der stratiformen Sulfidlagerstätte Kalwang (Steiermark) etc. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **33**, 169–186, 12 Abb., 1 Tab., Wien – N.Y 1984.
- SCHAFHÄUTL, C.: Karte der bayerischen Voralpen. Taf. 9 [in:] Beiträge zur Kenntnis der Bayerischen Voralpen. – N. Jb. Miner. etc., **1846**, 641–695, 5 Abb., Taf. 8–9, Stuttgart 1846.
- SCHALEKOVA, A.: Zur näheren Kenntnis der Corallinaceen im Leithakalk des Sandberges bei Devínska Nová Ves (Theben-Neudorf) in der Südwestslowakei. – Acta geol. geogr. Univ. Comeniana, Geol., **18**, 93–102, Taf. 19–22, Bratislava 1969.
- SCHAPPELWEIN, K.: Geomorphologische Untersuchungen in den nordöstl. steirischen Kalkalpen. – Geogr. Jber. Österr., **31** (1965–1966), 95–132, 6 Abb., Taf. 8–11, Wien 1967.
- SCHARBERT, H.: Der Gabbro von Elsenreith im niederösterreichischen Waldviertel. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **5**, 37–47, 1 Abb., 4 Tab., Wien 1954.
- : Über Ganggesteine aus dem oberösterr. Mühlviertel (westlich der Rodelstörung). – N. Jb. Miner. Abh., **90**, 135–202, 10 Abb., 12 Tab., Stuttgart 1957.
- : Die Granulite der südlichen Böhmisches Masse. – Geol. Rdsch., **52**, 112–123, 3 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1962.
- : Exkursion A I. Moldanubikum südlich der Donau. – Mitt. österr. miner. Ges., Sdh. **5**, 12–20, 3 Tab., Wien 1963 a.
- : Zur Nomenklatur der Gesteine in Granulitfazies. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **8**, 592–598, 1 Tab., Wien 1963 b.
- : Die Granulite des südlichen niederösterreichischen Moldanubikums I–III. – N. Jb. Miner. Abh., **100**, 59–86, 6 Abb., 2 Tab., 2 Kt.; **101**, 27–66, 13 Abb., 9 Tab., 2 Taf.; **101**, 210–231, Stuttgart 1963–1964.
- : Zum Granulitproblem im Niederösterreichischen Moldanubikum. – Freiburger Forsch.-h., **C 190**, 63–70, 1 Tab., Freiberg 1965.
- : The Bohemian Massif in Austria. The Moldanubian Zone. – Führer intern. geol. Congr. 23 Prague, **32 C**, 5–12, 1 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1968.
- : Granulitfazies im Moldanubikum der Böhmisches Masse Niederösterreichs. – Freiburger Forsch.-H., **C 268**, 81–89, Freiberg 1971.
- : Pyrope-rich garnets from Moldanubian garnet pyroxenites, Bohemian Massif of Lower Austria, Austria. – N. Jb. Miner. Mh., **1973**, 89–93, 1 Abb., Tab. 1, Stuttgart 1973.
- : Der gegenwärtige Stand der petrologischen Forschung im niederösterreichischen Waldviertel. – Schr. Ver. Verbreit. natw. Kenntn. Wien, **121**, 139–160, 1 Abb., Wien 1982.
- SCHARBERT, H. & KURAT, G.: Distribution of Some Elements Between Coexisting Ferromagnesian Minerals in Moldanubian Granulite Facies Rocks, Lower Austria. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **21**, 110–134, 7 Abb., Wien 1974.

- SCHARBERT, S.: Mineralbestand und Genesis des Eisgarner Granits im niederösterreichischen Waldviertel. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **11**, 388–412, 11 Abb., 7 Tab., Wien 1966.
- : Neue Ergebnisse radiometrischer Altersbestimmungen an Gesteinen des Waldviertels. – *Führer Arbeitstagg. Geol. B.-A.* 1977, Waldviertel, 11–15, 2 Abb., 1 Tab., Wien (Photodruck Geol. B.-A.) 1977.
- SCHARBERT, S. & BATIK, P.: The Age of the Thaya (Dyje) Pluton. – *Verh. geol. B.-A.*, **1980**, 325–331, 4 Abb., 2 Tab., Wien 1980.
- SCHARBERT, S. & SCHÖNLAUB, H.: Das Prävariszikum und Variszikum. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: *Der geologische Aufbau Österreichs*, 4–20, 8 Abb., 1 Tab., Wien (Springer) 1980.
- SCHARFE, G.: Steirische Graphitvorkommen. – *Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum*, **42**, 117–122, Graz 1981.
- SCHAUB, S. & ZAPPE, H.: Die Fauna der miozänen Spaltenfüllung von Neudorf an der March (ČSR). *Simplicidentata*. – *Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I*, **162**, 181–215, 5 Abb., Taf. 1–3, Wien 1953.
- SCHAUBERGER, O.: Die stratigraphische Aufgliederung des alpinen Salzgebirges. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **94**, 46–56, 3 Abb., Wien 1949.
- : Zur Genese des alpinen Haselgebirges. – *Z. dt. geol. Ges.*, **105** (1953), 736–751, 2 Abb., Taf. 28–30, Hannover 1955.
- : Ein Rekonstruktionsversuch der prähistorischen Grubenbaue im Hallstätter Salzberg. – *Prähist. Forsch.*, **5**, 15 S., 2 Kt., Wien 1960.
- : Die geologische Kartierung der alpinen Salzlagerstätten etc. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **112**, 184–190, 3 Abb., Wien 1967.
- : Die vorgeschichtlichen Grubenbaue im Salzberg Dürrnberg/Hallein. – *Prähist. Forsch.*, **6**, 22 S., 2 Tab., 3 Kt., Wien 1968.
- : Die alpinen Salzlagerstätten. – *Verh. geol. B.-A.*, **1978**, 455–459, Wien 1979 a.
- : Die Mineral- und Thermalquellen im Bereich des ostalpinen Salinars zwischen Salzach und Enns. – *Schriftenr. oberösterr. Musealver.*, **9**, 120 S., zahlr. Tab., 1 Kt., Linz 1979 b.
- SCHAUBERGER, O. & TRIMMEL, H.: Das österreichische Höhlenverzeichnis. Die Höhle, **3** (3/4), 33–36, Wien 1952.
- SCHEBALIN, N. W.: O predelnoi magnitudе i predelnoi ballnosti semletrjasenija. – *Fizika semli*, **1971** (6), 12–20, 5 Abb., 1 Tab., Moskwa 1971.
- SCHEDL, A.: Geologische, geochemische und lagerstättenkundliche Untersuchungen im ostalpinen Altkristallin der Schladminger Tauern. – *Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien*, 209 S., 121 Abb., 7 Diagr., 10 Tab., 3 Beil., Wien 1982.
- : Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf. – *Arch. f. Lagerst.forsch. geol. B.-A.*, **6**, 85–89, 2 Abb., Wien 1985.
- SCHOFFER, V.: Geophysikalische Angaben zur Tektonik des Grenzgebietes der Ostalpen. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **55** (1962), 61–84, 14 Abb., 1 Tab., Wien 1963.
- SCHNEIBENGRAF, H. [Hrsg.]: *Der Mürzverband*. – *Ber. wasserwirtsch. Rahmenplang*, **8**, 137 S., 9 Taf., 10 Tab., Graz (Amt Steiermk. Landesreg.) 1966.

- SCHEIDEGGER, A.: Großtektonische Bedeutung von Erdbebenherdmechanismen. – Z. Geophys., **31**, 300–312, 7 Abb., 2 Tab., Würzburg 1965.
- : Untersuchungen des Beanspruchungsplanes im Einflußgebiet der Diendorfer Störung. – Jb. geol. B.-A., **119**, 83–95, 22 Abb., Wien 1976.
- : Beziehungen zwischen Orientationsstruktur der Talanlagen und der Klüftstellungen in Österreich. – Mitt. österr. geograph. Ges., **121**, 187–195, 8 Abb., Wien 1979.
- : Research at the Institute of Geophysics of the TU Vienna etc. – Results Austr. Invest. Intern. Geodyn. Proj., 59–66, 4 Abb., Wien (Bu.-Mium. Wiss. Forsch.) 1981 a.
- : The Diendorf Fault. – Results Austrian Invest. Intern. Geodyn. Proj. 1972–1979, S. 64, Abb. 4, Wien (Bu.-mium. Wiss. Forsch.) 1981 b.
- SCHEIDEGGER, A., FIGDOR, A. & ARIC, K.: Tektonische, gravimetrische und seismische Untersuchungen in einem Senkungsgebiet der Böhmisches Masse (NÖ.). – Arch. Meteor. Geophys. Biokl., A **29**, 167–178, 5 Abb., Wien – N.Y. 1980.
- SHELLWIEN, E.: Die Fauna des karnischen Fusulinenkalkes. – Palaeontographica, I: **39**, 1–56, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 1–8, 1892; II: Foraminiferen, **44**, 237–282, 7 Abb., 8 Taf., Stuttgart 1898.
- : Die Fauna der Trogkofelschichten in den karnischen Alpen und den Karawanken. I. Brachiopoden. – Abh. geol. R.-A., **16**, H. 1, 122 S., 15 Abb., 15 Taf., Wien 1900.
- SCHEMINZKY, F. & WEIS, W.: Amtliches österreichisches Bäderbuch. Ergänzbare Ringbuch, zahlr. S., Abb., Tab., 4 Farbt., Wien (W. Frick) 1959.
- SCHENK, V.: Die Faziesentwicklung der Reichenhaller Schichten und die Tektonik im Süden des Achensees, Tirol. – Geol. Rdsch., **56**, 464–473, 2 Abb., Stuttgart 1967.
- : Zur Regressionsfazies (Biofazies und Ökologie) der Mittleren Gosau (O.Kreide) von Brandenberg, Tirol. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1972**, 236–256, 3 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1972.
- SCHERIAU-NIEDERMAYR, E.: Das periadriatische Lineament – Gedanken zur Seitenverschiebung. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **122**, H. 2 a, 70–72, 1 Abb., Wien 1977.
- SCHERMANN, O.: Über Horizontalseitenverschiebungen am Ostrand der Böhmisches Masse. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **16** (1965), 89–103, 8 Abb., Wien 1966.
- : Geologie und Petrographie des Gebietes zwischen Melk und Wieselburg. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 243 S., 8 Abb., 17 Diagr., 1 Taf., 1 Kt., Wien 1967.
- : Bericht über die Neukartierung des Perms bei Zöbing. – Verh. geol. B.-A., **1971**, A 67–A 68, Wien 1971.
- : Die Rohstoffsituation des Waldviertels. – Führer Arbeitstagg. Geol. B.-A. 1977, Waldviertel. 31–34, 105–106, Wien (Photodruck Geol. B.-A.) 1977.
- : Erztypen und ihre Genese im Uranvorkommen von Forstau (Vorläufiger Bericht). – Verh. geol. B.-A., **1979**, 373–376, Wien 1980 a.
- : Über die Genese einer Uranmineralisation in der Gosau der Unterlaussa. – Verh. geol. B.-A., **1979**, 371–372, Wien 1980 b.
- SCHEUMANN, K.: Über die Genese des Sächsischen Granulitgebirges. – N. Jb. Miner. Abh., **96**, 162–171, Stuttgart 1961.

- SCHIDLOWSKI, M.: Die geologischen Verhältnisse am Klesenza-Fenster in den Vorarlberger Alpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1960**, 458–469, 3 Abb., Stuttgart 1960.
- : Zur Revision des ostalpinen Deckenbaus im Allgäu – Vorarlberger Grenzraum. – Z. dt. geol. Ges., **113**, 161–175, 5 Abb., 1 Taf., Hannover 1961 a.
- : Das Ostende der Wandfluh-Schuppe in den Vorarlberger Kalkalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1961**, 426–432, 3 Abb., Stuttgart 1961 b.
- : Über das westliche Ende der Allgäuer Hauptmulde im Hinteren Bregenzerwald (Vorarlberger Kalkalpen). – Verh. geol. B.-A., **1962**, 49–63, 4 Abb., Taf. 1, Wien 1962.
- : Ergebnisse geologischer Neuaufnahmen im Allgäu – Vorarlberger Grenzraum. – Jb. Vorarlberger Landesmuseumsver., **1966**, 311–323, 5 Abb., Bregenz 1966.
- SCHIEMENZ, S.: Schotteranalyse und Paläogeographie der Subalpinen Molasse Südbayerns. – Z. dt. geol. Ges., **105** (1953), 396–401, 3 Abb., Hannover 1955.
- : Fazies und Paläogeographie der Subalpinen Molasse zwischen Bodensee und Isar. – Beih. geol. Jb., **38**, 119 S., 23 Abb., 17 Tab., 6 Taf., Hannover 1960.
- SCHIMUNEK, K.: Aus der Praxis der hydrologischen Arbeit in Stauraumbereichen. – Wiener Mitt. Wasser – Abwasser – Gewässer, **32**, S. P1–P15, 1 Abb., Wien 1980.
- : Ökologie und Kraftwerksbau. – [In:] A. KOSKA & ÖSTERR. DONAUKRAFTWERKE AG. [Hrsg.]: Donaustrom, 171–179, 5 Abb., Wien – Berlin (A. Koska) 1984.
- SCHINDL-NEUMAYER, M.: Gefügekundliche Studien in alpinen Salzlagerern. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **5**, 135–156, 20 Abb., Wien 1984.
- SCHLAGER, M.: Zur Geologie des Untersberges bei Salzburg. – Verh. geol. B.-A., **1930**, 245–255, 1 geol. Kt., Wien 1930.
- : Beitrag zur Geologie des Trattberges. – Mitt. natw. Arbeitsgem. Haus Natur Salzburg, **3/4**, 11–26, 1 Profiltaf., 1 Kt., Salzburg 1953.
- : Geologische Studien im Tauglboden. – Mitt. natw. Arbeitsgem. Haus Natur Salzburg, **7**, 25–45, 1 Abb., Salzburg 1956.
- : Geologische Karte von Adnet und Umgebung, 1:10.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1960.
- SCHLAGER, M. & W.: Über die Sedimentationsbedingungen der jurassischen Tauglbodenschichten (Osterhorngruppe, Salzburg). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **106** (1969), 178–183, 1 Abb., Wien 1970.
- SCHLAGER, W.: Hallstätter und Dachsteinkalk-Fazies am Gosaukamm und die Vorstellung ortsggebundener Hallstätter Zonen in den Ostalpen. – Verh. geol. B.-A., **1967**, 50–70, 3 Taf., Wien 1967 a.
- : Fazies und Tektonik am Westrand der Dachsteinmasse (Österreich). II. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **17** (1966), 205–282, 8 Abb., 3 Taf., Wien 1967 b.
- : Das Zusammenwirken von Sedimentation und Bruchtektonik in den triadischen Hallstätterkalken der Ostalpen. – Geol. Rdsch., **59**, 289–308, 8 Abb., Stuttgart 1969.
- SCHLAGER, W. & SCHLAGER, M.: Clastic sediments associated with radiolarites (Tauglboden-Schichten, Upper Jurassic, Eastern Alps). – Sedimentology, **20**, 65–89, 13 Abb., Amsterdam 1973.
- SCHLAGER, W. & SCHÖLLBERGER, W.: Das Prinzip stratigraphischer Wenden in der Schichtfolge der Nördlichen Kalkalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **66–67** (1973/74), 165–193, 2 Abb., Wien 1974.

- SCHLAGINTWEIT, O.: Die Mieminger-Wetterstein Überschiebung. – Geol. Rdsch., **3**, 73–92, 2 Abb., Taf. 1–2, Stuttgart 1912.
- SCHLEGEL, W.: Alte Abtragungssysteme und Quartärterrassen im östlichen Weinviertel. – Geogr. Jb. Österr., **28** (1959–1960), 80–111, 3 Tab., 4 Prof., Taf. 13, Wien 1960.
- : Die asymmetrischen Täler des östlichen Weinviertels. – Mitt. österr. geogr. Ges., **103**, 246–266, 2 Abb., 1 Taf., 4 Bilder, Wien 1961.
- SCHLESINGER, G.: Ein neuerlicher Fund von *Elephas planifrons* in Niederösterreich. – Jb. geol. R.-A., **63**, 711–742, 6 Abb., Taf. 27–28, Wien 1913.
- : Die stratigraphische Bedeutung der europäischen Mastodonten. – Mitt. geol. Ges. Wien, **11** (1918), 129–166, Wien 1919.
- SCHLITZER, H.: Gründung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, phil. hist. Kl., **197**, Abh. 5, 1–194, Wien 1921.
- SCHLOSSER, M.: Triasgebiet von Hallein. – Z. dt. geol. Ges., **50**, 333–384, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 12–13, Berlin 1898.
- : Die Land- und Süßwassergastropoden vom Eichkogel bei Mödling. – Jb. geol. R.-A., **57**, 753–792, 2 Tab., Taf. 17, Wien 1907.
- : Die Eozänfaunen der bayerischen Alpen. – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Abt., **30**, I. Die Faunen des Unter- und Mitteleozän, 207 S., 6 Taf.; II. Die Ober-eozänfauna, 68 S., 2 Taf., München 1925.
- SCHLÜTER, J., TARKIAN, E. & STUMPFL, F.: Die stratiforme Sulfidlagerstätte Walchen, Steiermark, Österreich etc. – Tschermarks miner. petrogr. Mitt., (3) **33**, 287–296, 6 Abb., 2 Tab., Wien – N.Y. 1984.
- SCHMID, CH., SCHMÖLLER, R. & WEBER, F.: Geophysikalische Untersuchungen von Erzvorkommen im Grazer Paläozoikum. – Berg- u. hüttenm. Mh., **124**, 594–605, 11 Abb., Wien 1979.
- : Geophysikalische Prospektionsarbeiten auf Kieselgurvorkommen im Bereich des Aflenzer Tertiärbeckens. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **42**, 129–136, 1 Abb., 8 Beil., Graz 1981.
- SCHMID, HANNS: Das Jungtertiär an der SE-Seite des Leithagebirges zwischen Eisenstadt und Breitenbrunn (Burgenland). – Wiss. Arb. Burgenland, **41**, 74 S., 6 Taf., 5 Beil.-Taf., Eisenstadt 1968 a.
- : Zur Hydrogeologie der Kaliquellen des Neusiedlersees etc. – Wiss. Arb. Burgenland, **40**, 17–21, Eisenstadt 1968 b.
- : Das Mineralwasservorkommen rund um den Neusiedler See. – Wiss. Arb. Burgenland, **44**, 50–57, Eisenstadt 1970.
- : Fossilien aus zwei neuen Mineralwasserbohrungen im Burgenland (Sauerbrunn und Kobersdorf). – Ann. nathist. Mus. Wien, **76**, 475–479, Wien 1972.
- : Die hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse des neuen Mineralwasservorkommens von Kobersdorf/Bgld. – Wiss. Arb. Burgenland, **58**, 73–89, Eisenstadt 1977.
- SCHMID, H. & PETERS, K.: Bericht über vermessungstechnische Untersuchungen zur Frage der Nord-Südpengengrenze im Zusammenhang mit rezenten Krustenbewegungen etc. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 307–316, 4 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- SCHMID, M.: Die Foraminiferenfauna des Bruderndorfer Feinsandes (Danien) von

- Haidhof bei Ernstbrunn, NÖ. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **171**, 315–361, 4 Abb., Taf. 1–6, Wien 1962.
- : Bericht über Untersuchungen im Tertiär des Lavanttales (Mühldorfer Schichten etc.). – Verh. geol. B.-A., **1974**, A 122–123, Wien 1974.
- SCHMIDEGG, O.: Die Stellung der Haller Salzlagerstätte im Bau des Karwendels. – Verh. geol. B.-A., Sdh. C, 52–60, 1 Taf., Wien 1952.
- : Zum tektonischen Gefüge des Rätikons I (oberes Rellstal und oberes Brandnertal). – Jb. geol. B.-A., **98**, 145–172, 4 Abb., Taf. 8–9, Wien 1955.
- : Geologische Ergebnisse beim Bau des Wasserkraftwerkes Prutz-Imst der TIWAG (Tirol). – Jb. geol. B.-A., **102**, 353–406, 2 Abb., Taf. 9–13, Wien 1959.
- SCHMIDT, A. R.: Geognostische Karte von Vorarlberg [1 : 110.000 und] Geognostische Gebirgs Durchschnitte etc. – 2 Taf., Innsbruck 1843.
- SCHMIDT, H.: Geologie der Königswandgruppe in den westlichen Karnischen Alpen. – Jb. geol. B.-A., **80**, 1–14, 2 Abb., Taf. 1, Wien 1930.
- SCHMIDT, K.: Das „kaledonische Ereignis“ in Mittel- und Südwesteuropa. – Nova Acta Leopoldina, N. F. **45**, 381–401, 4 Abb., Halle/Saale 1976.
- : Der altpaläozoische Magmatismus und seine Stellung in der tektonischen Geschichte Mittel- und Südwesteuropas. – Z. dt. geol. Ges., **128**, 121–141, 4 Abb., Hannover 1977.
- SCHMIDT, R.: Pollenanalytische Untersuchungen von Seesedimenten zum Eistrückzug und zur Wiederbewaldung im NE-Dachsteingebiet etc. – Linzer biol. Beitr., **8** (2), 361–373, 1 Diagr.taf., Linz 1976.
- : Vergleichende Betrachtung der spät- und postglazialen Vegetationsentwicklung etc. – Schr. Ver. Verbr. natw. Kenntn. Wien, **117–118**, 143–159, 1 Abb., Wien 1979.
- : Grundzüge der spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des Salzkammergutes etc. – Mitt. Komm. Quartärforsch. österr. Akad. Wiss., **3**, VI + 96 S., 8 Abb., 7 Taf., 11 Beil.-Taf., Wien 1981.
- SCHMIDT, W.: Zur Oberflächengestaltung der Umgebung Leobens. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **129**, 539–558, Wien 1920.
- : Gebirgsbau und Oberflächenformen der Alpen. – Jb. geol. B.-A., **73**, 255–276, Wien 1923.
- SCHMIDT, W. J.: Geologie des neuen Semmeringtunnel. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **109**, Abh. 2, 595–654, 21 Abb., 14 Prof., 4 Kt., 1 Plan, Wien 1952.
- : Die tertiären Würmer Österreichs. – Denkschr. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **109**, 7. Abh., 1–121, 2 Tab., Taf. 1–8, Wien 1955.
- : Geothermie als Energiequelle. – Radex-Rdsch., **1979**, H. 3, 1075–1081, Radenthein 1979.
- SCHMIDT, W. J., PAHR, A. & KOLLER, F.: Zur großtektonischen Zuordnung des Hannersdorfer Komplexes im Grenzbereich Österreich (Burgenland)/Ungarn. – Mitt. österr. geol. Ges., **77**, 57–61, Wien 1984.
- SCHMIDT-THOMÉ, P.: Exkursion in die Ammergauer und Allgäuer Alpen. – Z. dt. geol. Ges., **102** (1950), 341–352, 6 Abb., 4 Tab., Hannover 1951.
- : Geologische Karte von Bayern, 1 : 100.000, Blatt 664, Tegernsee, mit Profiltafel. – München (Bayer. geol. L.-A.) 1953 a.

- : Klufftechnische Beobachtungen in den Bayerischen Alpen. – *Geologica Bavarica*, **17**, 5–16, 11 Abb., München 1953 b.
- : Klufftektonik und Großstrukturen in den nördlichen Kalkalpen. – *Geol. Rdsch.*, **42**, 172–187, 4 Abb., Stuttgart 1954.
- : Geologische Karte von Bayern, 1:100.000, Blatt 663 Murnau, mit Profiltafel. – München (Bayer. geol. L.-A.) 1955.
- : Zur Geologie und Morphologie des Ifengebirgsstockes (Allgäu). – *Erdk., Archiv. wiss. Geogr.*, **14**, Lfg. 3, 181–195, 8 Abb., Bonn 1960 a.
- : Geologische Karte von Bayern, 1:100.000, Blatt 662 Füssen, mit Profiltafel. – München (Bayer. geol. L.-A.) 1960 b.
- : Das Hölloch bei Riezlern im Kleinen Walsertal (Allgäu-Vorarlberg). – *Wiss. Alpenvereinsh.*, **18**, 13–32, 8 Abb., Taf. 1–2, Innsbruck 1961.
- : Paläogeographie und tektonische Strukturen im Alpenrandbereich Südbayerns. – *Z. dt. geol. Ges.*, **113** (1961), 231–260, 6 Abb., 1 Taf., Hannover 1962.
- : Le bassin de la Molasse d'Allemagne de sud. – *Livre mêm. P. Fallot*, **2**, 431–452, 7 Abb., 1 Tab., Paris 1963.
- : Alpenraum. – [In:] NATHAN, H. [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, 1:500.000. 2. Aufl., 244–296, 334–341, 2 Abb., 5 Tab., München (Bayer. Geol. L.-A.) 1964.
- : Flysch, Helvetikum und Molasse am bayerischen Alpenrand. – *Führer Exk. A/C* **26**, 23. intern. geol. Kongr. Prag, 32 S., Abb. 1–21, München 1968.
- SCHMITT-LIEB, W.: Wein und Stein. Auszug. 32 S., 33 Abb., Würzburg (Selbstverl.) 1974.
- SCHMÖLLER, R. & WEBER, F.: Geophysikalische Versuchsmessungen zur Braunkohlensuche am Nordostrand des Moldanubikums. – *Arch. Lagerstförsch. geol. B.-A.*, **1**, 91–96, 3 Abb., Wien 1982.
- SCHMÖLZER, A.: Die Bausteine des Leithagebirges. – *Burgenländ. Heimatbl.*, (2) **2**, 145–157, Taf. 19–22, Eisenstadt 1933.
- : Zur Entstehung der Verwitterungsskulpturen an Bausteinen. – *Chemie d. Erde*, **10**, 479–520, 8 Abb., 24 Tab., Jena 1936.
- : Der Wachauer oder Spitzer Marmor. – *Verh. geol. B.-A.*, **1937**, 115–126, 4 Abb., Wien 1937.
- : Österreichs Besitz an nutzbaren Gesteinsvorkommen. – *Stein-Industrie und Straßenbau*, **1938** (10–11), 12 S., 9 Abb., Wien 1938.
- : Zur Geochemie der Jodquellen Bad Halls. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **47** (1954), 99–120, 5 Abb., 3 Tab., Wien 1955.
- SCHNABEL, W.: Zur Geologie des Kalkalpennordrandes in der Umgebung von Waidhofen/Ybbs, Niederösterreich. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien*, **19**, 131–188, 2 Tab., Taf. 5–6, Wien 1970.
- : Bericht 1970 über geologische Arbeiten auf Blatt Ybbsitz (71). – *Verh. geol. B.-A.*, **1971**, A 80–A 81, Wien 1971.
- : Flysch-Probleme. – *Jb. geol. B.-A.*, Sdb. **19**, 26–28, Wien 1972.
- : Schwermineraluntersuchungen im Variszikum der Karnischen Alpen (Österreich und Italien). – *Verh. geol. B.-A.*, **1976**, 191–206, 4 Abb., 2 Tab., Wien 1976.

- : Geologie der Flyschzone einschließlich der Klippenzone. – Arbeitstagg. Geol. B.-A., Blatt 71 Ybbsitz, 17–42, 9 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1979.
- [Red.]: Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt, Blatt 71 Ybbsitz. – 82 S., 23 Abb., Wien (Photodruck Geol. B.-A.) 1979.
- : Geokart. – 82 S., 6 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1984.
- : Fund- und Entwicklungsgeschichte des Meteorits von Ybbsitz. – Ann. nathist. Mus. Wien, **87** A, 1–9, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1985.
- SCHNABEL, W. & BRÜSTLE, L.: „GEOL“ – eine freiformatige erdwissenschaftliche Proben- und Aufschlußdatei auf EDV-Basis. – Mitt. geol. Ges. Wien, **66–67** (1973–1974), 195–220, 4 Abb., Wien 1975.
- SCHNABEL, W. & DRAXLER, I.: Sedimentologische [etc.] Untersuchungen in der Inneralpinen Molasse des Unterinntales etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **151**, 325–357, 10 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1976.
- SCHNEIDER, C.: Erdbeben und Tektonik in Südwest-Deutschland. – Tectonophysics, **5**, 459–511, 19 Abb., Amsterdam 1968.
- SCHNEIDER, H.-J.: Der Bau des Arnspitzstocks und seine tektonische Stellung zwischen Wetterstein- und Karwendelgebirge. – Geologica bavar., **17**, 17–55, 7 Abb., Taf. 1, München 1953 a.
- : Neue Ergebnisse zur Stoffkonzentration und Stoffwanderung in Blei-Zink-Lagerstätten der nördlichen Kalkalpen. – Fortschr. Mineral., **32**, 26–30, Stuttgart 1953 b.
- : Die sedimentäre Bildung von Flußspat im Oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., N. F., **66**, 1–37, 17 Abb., Taf. 1–4, München 1954.
- : Der Bau des Wetterstein- und Mieminger Gebirges etc. – Jb. österr. Alpenver., **87**, 77–94, 8 Abb., Innsbruck 1962.
- : Facies differentiation and controlling factors for the depositional lead-zinc concentration in the Ladinian Geosyncline of the Eastern Alps. – Develop. Sedimentol., **2**, 29–45, 9 Abb., Amsterdam (Elsevier) 1964.
- SCHNEIDER, H.-J., MÖLLER, P. & PAREKH, P.: Rare Earth Elements Distribution in Fluorites and Carbonate Sediments of the East-Alpine Mid-Triassic Sequences in the Nördliche Kalkalpen. – Mineral. Deposita, **10**, 330–344, 7 Abb., 2 Tab., Berlin 1975.
- SCHNEIDER, H.-J., MÖLLER, P. et al.: Fluorine contents in Carbonate Sequences and Rare Earth Distribution in Fluorites of Pb-Zn Deposits in East-Alpine Mid-Triassic. – Mineral. Deposita, **12**, 22–36, 5 Abb., 3 Tab., Berlin 1977.
- SCHNEIDER, H.-J. & WALDVOGEL, F.: Sedimentäre Eisenerze und Faziesdifferenzierung im oberen Wettersteinkalk. – [In:] ZACHER, W [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, 1:25.000, Blatt Füssen, 101–123, 1 Abb., 1 Tab., München (Bayer. geol. L.-A.) 1964.
- SCHNEIDER, T.: Baugeologische Erfahrungen mit Erkundungsstollen bei der Projektierung und dem Bau großer Straßentunnels. – Rock Mechanics, Suppl. **8**, 125–145, 11 Abb., 3 Tab., Wien 1979.
- SCHNETZER, R.: Die Muschelkalkfauna des Oefenbachgrabens bei Saalfelden. – Palaeontographica, **81**, A, 1–160, 15 Abb., 1 Tab., Taf. 1–6, Stuttgart 1934.

- SCHOKLITSCH, K.: Beiträge zur Kenntnis der oststeirischen Basalte. – I. Teil: N. Jb. Miner. etc., Beil. Bd. **63**, Abt. A, 319–370, 1 Abb., 25 Tab., Stuttgart 1931. – II. Teil: Cbl. Miner. etc., **1933**, Abt. A, 348–359, Stuttgart 1933 a.
- : Petrographische Untersuchungen am basaltischen Andesit von Kollnitz in Kärnten. – Cbl. Min. etc., Abt. A, **1933**, 273–284, 3 Abb., Stuttgart 1933 b.
- : Untersuchungen etc. von quartären und jungtertiären Sedimenten des Oberpullendorfer Beckens etc. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **171**, 79–141, Wien 1962.
- SCHÖLL, W. & WENDT, J.: Fossil-Lagerstätten Nr. 19: Obertriadische und jurassische Spaltenfüllungen im Steinernen Meer (Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **139**, 82–98, 10 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1971.
- SCHÖLLNBERGER, W.: Zur Faziesverzahnung im Gebiet der Hohen Schrott (E Bad Ischl, Salzkammergut) etc. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **17** (1966), 73–86, 7 Abb., 1 Kt., Wien 1967.
- : Zur Verzahnung von Dachsteinkalk-Fazies und Hallstätter Fazies am Südrand des Toten Gebirges (Nördliche Kalkalpen, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **22**, 95–153, 9 Abb., Taf. 6–9, Wien (1973) 1974.
- SCHOLZ, H. & ZACHER, W.: Geologische Übersichtskarte [der BRD] 1:200.000, Blatt CC 8726 Kempten. – Hannover (Bundesamt Geowiss.) 1983.
- SCHÖNENBERG, R.: Die Tektonik im Gebiet der Memminger Hütte und ihre Bedeutung für den Bau der Lechtaler Alpen. – Festschr. 90 Jahre dt. Alpenver., 3–22, 9 Abb., Memmingen 1959.
- : Zur Conodonten-Stratigraphie und Tektonik des Seebergsattels (Paläozoikum, Karawanken). – Max Richter-Festschr., 29–34, 2 Abb., Clausthal 1965.
- : Das variszische Orogen im Raume der Südost-Alpen. – Geotekt. Forsch., **35**, 1–22, 2 Abb., Stuttgart 1970.
- : Zur Frage der Verbindung von Sudetikum und ostalpinem Variszikum. – Stockwerkbau und Felderteilung, Veröff. Zentralinst. Physik d. Erde, **14**, 437–450, 1 Abb., Potsdam 1973.
- : Le paléozoïque des Alpes et la chaîne varisque d'Europe moyenne. – Coll. intern. CNRS, Rennes, **243**, 423–427, 2 Abb., Paris (Éd. CNRS) 1977.
- SCHÖNENBERG, R. & NEUGEBAUER, J.: Einführung in die Geologie Europas, 4. Aufl., 340 S., 40 Abb., Freiburg (Rombach) 1981.
- SCHÖNLAUB, H.: Das Paläozoikum zwischen Bischofalm und Hohem Trieb (Zentrale Karnische Alpen). – Jb. geol. B.-A., **112**, 265–320, 4 Abb., 4 Taf., 9 Tab., Wien 1969 a.
- : Conodonten aus dem Oberdevon und Unterkarbon des Kronhofgrabens (Karnische Alpen, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **112**, 321–354, 1 Abb., 2 Tab., 3 Taf., Wien 1969 b.
- : Vorläufige Mitteilung über die Neuaufnahme der silurischen Karbonatfazies der Zentralen Karnischen Alpen (Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1970**, 306–315, 2 Taf., Wien 1970 a.
- : Die Entwicklung des Altpaläozoikums in den Karnischen Alpen. – Nachr. dt. geol. Ges., **1970**, H. 2, 34–35, 1 Abb., Hannover 1970 b.
- : Die fazielle Entwicklung im Altpaläozoikum und Unterkarbon der Karnischen Alpen. – Z. dt. geol. Ges., **122** (1970), 97–111, 3 Abb., Hannover 1971 a.

- : Zur Problematik der Conodonten-Chronologie an der Wende Ordoviz/Silur etc. – *Geologica et Palaeontologica*, **5**, 35–57, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3, Marburg 1971 b.
 - : Palaeo-environmental studies at the Ordovician/Silurian boundary in the Carnic Alps. – *Mem. Bull. Rech. Géol. Min.*, **73**, 367–378, 1 Tab., Taf. 1–2, Paris 1971 c.
 - : Stratigraphische und lithologische Untersuchungen im Devon und Unterkarbon der Karawanken (Jugoslavischer Anteil). – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **138**, 157–168, 3 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1971 d.
 - : Stratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum der West-Karawanken. – *Verh. geol. B.-A.*, **1971**, 624–632, 3 Abb., Wien 1971 e.
 - : Conodonten aus dem Llandovery der Westkarawanken (Österreich). – *Verh. geol. B.-A.*, **1975**, 45–65, Taf. 1–2, Wien 1975.
 - : Exkursion der Österreichischen Geologischen Gesellschaft in die Grauwackenzone bei Eisenerz. – 45 S., 19 Abb., Wien (Geol. B.-A., Photodruck) 1977 a.
 - : Exkursionsführer Nördliche Grauwackenzone (Eisenerzer Alpen). – 45 S., 19 Abb., Wien (Geol. B.-A., Photodruck) 1977 b.
 - : Das Paläozoikum in Österreich. – *Abh. geol. B.-A.*, **33**, 124 S., 79 Abb., 4 Tab., 7 Taf., Wien 1979.
 - : Die Grauwackenzone in den Eisenerzer Alpen (Österreich). – *Jb. geol. B.-A.*, **124**, 361–423, 9 Abb., 1 Tab., 2 Taf. (= Beil. 7, 8), Wien 1982.
 - : Steine erzählen aus ihrem Leben. Die Karnischen Alpen. – 31 S., 22 Abb., 5 Skizzen, Wien (Geol. B.-A.) 1984.
 - : Das Karbon von Nötsch und sein Rahmen. – *Jb. geol. B.-A.*, **127**, 673–692, 7 Abb., 1 Taf., Wien 1985.
- SCHÖNLAUB, H. et al.: Field Trip A: Carnic Alps. – [In:] SCHÖNLAUB, H. P. [Hrsg.]: Second European Conodont Symposium ECOS II; *Abh. geol. B.-A.*, **35**, 5–57, 29 Abb., Wien 1980.
- SCHÖNLAUB, H. & DAURER, A.: Ein auffallender Geröllhorizont an der Basis des Silurs im Nöblinggraben (Karnische Alpen). – *Verh. geol. B.-A.*, **1977**, 361–365, 1 Abb., Wien 1977.
- SCHÖNLAUB, H. & EXNER, CH.: Ein neues Vorkommen von Tonalitgneis und Gailtal-kristallin im mittleren Gailtal. – *Jb. geol. B.-A.*, **127**, 181–186, 2 Abb., Wien 1984.
- SCHÖNLAUB, H. & FLAJS, G.: Die Schichtfolge der Nordwand der Hohen Warte (Mt. Coglians) in den Karnischen Alpen (Österreich). – *Carinthia*, **165** bzw. (II) **85**, 83–96, 7 Abb., Klagenfurt 1975.
- SCHÖNLAUB, H., FLAJS, G. & THALMANN, F.: Conodontenstratigraphie am Steirischen Erzberg (Nördliche Grauwackenzone). – *Jb. geol. B.-A.*, **123**, 169–229, 11 Abb., 7 Phototaf., 1 Taf. (= Beil. 4), Wien 1980.
- SCHÖNLAUB, H. & SCHARBERT, S.: The Early History of the Eastern Alps. – *Z. dt. geol. Ges.*, **129**, 473–484, 3 Abb., Hannover 1978.
- SCHÖNWIESE, C.: Klimaschwankungen. – *Verständl. Wiss.*, **115**, 181 S., 54 Abb., 14 Tab., Berlin etc. (Springer) 1979.
- SCHOPPER, M.: Stadtentwicklungsplan Wien. Natürliche Lebensgrundlagen. – 68 S., 27 Abb., 12 Tab., 2 Phototaf., Wien (Magistratsabt. 18) 1979.
- SCHOUPPE, A.: Die Fauna des Steinbruches von Retznei bei Ehrenhausen. – *Mitt. natw. Ver. Steiermark*, **77/78**, 142–144, Graz 1949.

- : Korallen und Stromatoporen aus dem ef der Karnischen Alpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **99**, 379–450, Taf. 25–27, Stuttgart 1954.
- SCHRAMM, J.-M.: Vorbericht über Untersuchungen zur Metamorphose im Raum Bischofshofen etc. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **111** (1974), 199–207, 2 Tab., Wien 1975.
- : Über die Verbreitung epi- und anchimetamorpher Sedimentgesteine in der Grauwackenzone etc. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **7** (2), 3–20, 8 Abb., 3 Tab., Innsbruck 1977.
- : Wehr- und Militargeologie – ein Instrument der Landesverteidigung. – Österr. militär. Z., **16** (3), 224–230, 8 Abb., 1 Tab., Wien 1978 a.
- : Geologie und Landesverteidigung. – Truppendienst, **17** (2), 115–117, 1 Abb., Wien 1978 b.
- : Bemerkungen zum Metamorphosegeschehen etc. im Salzburger Abschnitt der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 379–384, 2 Abb., Wien 1980.
- : Alpines Metamorphosekonzept und Bauprinzip der Nördlichen Kalkalpen – Konträre Paradigmen? – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **2** (1980), 96–99, Leoben 1981.
- : Anchimetamorphose im klastischen Permoskyth der Schuppenzone von Göstling (Nördliche Kalkalpen, N.Ö.). – Verh. geol. B.-A., **1982**, 53–62, 2 Abb., Wien 1982 a.
- : Zur Metamorphose des feinklastischen Permoskyth im Ostabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Ostösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1982**, 63–72, 2 Abb., Tab. 1–4, Wien 1982 b.
- : Überlegungen zur Metamorphose des klastischen Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen vom Alpenstrand bis zum Rätikon (Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1982**, 73–83, 1 Abb., Wien 1982 c.
- SCHRAMM, J.-M., GOSEN, W v. et al.: Zur Metamorphose variszischer und postvariszischer Feinklastika in Mittel- und Ostkärnten (Österreich). – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **53**, 169–179, 4 Abb., 1 Tab., Hamburg 1982.
- SCHREIBER, O.: Heterohelicidae (Foraminifera) aus der Pemberger Folge (Oberkreide von Klein-Sankt Paul am Krappfeld, Kärnten). – Beitr. Paläont. Österr., **6**, 27–59, 2 Abb., 3 Diagr., 5 Taf., Wien 1979.
- : Benthonische Foraminiferen der Pemberger-Folge (Oberkreide) von Klein-Sankt Paul am Krappfeld (Kärnten). – Beitr. Paläont. Österr., **7**, 119–237, 2 Abb., Taf. 1–16, Wien 1980.
- SCHRÖCKENFUCHS, G.: Hydrogeologie, Geochemie und Hydrodynamik der Formationswässer des Raumes Matzen-Schönkirchen Tief. – Erdoel-Erdgas-Z., **91**, 299–321, 15 Abb., 3 Tab., Hamburg – Wien 1975.
- SCHRÖDER, J.: Die jurassischen Fleckenmergel der bayrischen Alpen. – N. Jb. Miner., Beil.-Bd. **52**, Abt. B, 214–283, zahlr. Tab., Stuttgart 1925.
- : Die Ammoniten der jurassischen Fleckenmergel in den Bayrischen Alpen. – Paläontographica, **68**, 111–232, Taf. 7–13; **69**, 1–110, Taf. 1–4, Stuttgart 1927.
- SCHROLL, E.: Über das Vorkommen von Magnesit in alpinen Salzlagerstätten. – Radex-Rdsch., **1961**, 704–707, 2 Abb., 1 Tab., Radenthein 1961.

- Zur Geochemie der seltenen Elemente in granitoiden Gesteinen. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **11**, 317–347, 7 Abb., Wien 1966.
- Bericht über Aktivitäten des Grundlageninstitutes der Bundesversuchs- u. Forschungsanstalt Arsenal-Wien etc. – Montan-Rdsch., **18** (4), 91–93, 3 Abb., Wien 1970.
- Beitrag zur Hydrogeochemie des Donauwassers in Österreich. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **20**, 240–246, 3 Tab., Wien 1973.
- Zur Korrelation geochemischer Charakteristika der Blei-Zink-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth mit anderen schichtgebundenen Vererzungen in Karbonatgesteinen. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **3**, 131–158, 7 Abb., 3 Tab., Wien 1978.
- Beitrag der Geochemie zur Kenntnis der Lagerstätten der Ostalpen. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 461–470, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1979.
- Blei-Zink-Lagerstätten in Sedimenten. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 157–165, 5 Abb., 2 Tab., Wien 1985 a.
- Geochemische Parameter der Blei-Zink-Vererzung in Karbonatgesteinen und anderen Sedimenten. – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 167–178, 8 Abb., 2 Tab., Wien 1985 b.
- SCHROLL, E. & PAK, E.: Schwefelisotopenzusammensetzung von Baryten aus den Ost- und Südalpen. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **27**, 79–91, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- Sulfur Isotope Investigations of Ore Mineralizations of the Eastern Alps. – [In:] H.-J. SCHNEIDER [Hrsg.]: Miner. Depos. of the Alps, 169–175, 4 Abb., Berlin (Springer) 1983.
- SCHROLL, E., SCHULZ, O. & PAK, E.: Sulphur Isotope Distribution in the Pb-Zn-Deposit Bleiberg (Carinthia, Austria). – Mineralia Deposita, **18**, 17–25, 2 Abb., Wien 1983.
- SCHUBERT, R.: Die Fischotolithen des österr.-ungar. Tertiärs. – Jb. geol. R.-A., I. Teil: **51** (1901), 301–316, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 10, Wien 1902; II. Teil: **55**, 613–638, 4 Abb., Taf. 16–17, 1905; III. Teil: **56**, 623–706, 3 Abb., Taf. 18–20, Wien 1906.
- SCHUCH, M.: Beiträge zur Hydrogeologie des Tullner Feldes. – Verh. geol. B.-A., **1973**, 337–349, 1 Abb., Taf. 1–17, Wien 1973.
- Hydrogeologische Karte, Große Ache Abschnitt Erpfendorf–Kössen, 1:10.000. Innsbruck (Amt Tiroler Landesreg.) 1975.
- Beiträge zur Hydrogeologie des Marchfeldes. – 31 S., 5 Abb., 9 Taf., Wien (Amt der n.ö. Landesreg.) 1977 a.
- Unveröff. Bericht über die Ergebnisse der hydrogeologischen Untersuchungen der Inntalniederung im Abschnitt Rattenberg–Kundl etc., mit 4 Beil., Innsbruck (Amt Tir. Landesreg.) 1977 b.
- Ergebnisse der hydrogeologischen und geohydrologischen Untersuchungen im Raume Saalfelden. – Unveröff. Ber., 39 S., 5 Abb., 6 Beil.-Taf., Innsbruck (Tir. Landesreg.) 1978.
- Ergebnisse der hydrogeologischen Untersuchungen in der Inntalniederung zwischen Silz und Stams. – Unveröff. Ber., 16 S., 3 Abb., 7 Beil.-Taf., Innsbruck 1981.
- Unveröff. Bericht über die Ergebnisse der hydrogeologischen etc. Untersuchungen

- der Inntalniederung im Abschnitt Wattens–Jenbach, mit 9 Beil., Innsbruck (Amt Tir. Landesreg.) 1982 a.
- : Unveröff. Ber. über die Ergebnisse der hydrogeologischen etc. Voruntersuchung im Scharnitzer Becken. – 6 S., 7 Beil., Innsbruck (Amt Tir. Landesreg.) 1982 b.
 - : Unveröff. Bericht über die Ergebnisse der hydrogeologischen etc. Untersuchungen in der rechtsuferigen Inntalniederung im Flußabschnitt Endach–Zollhaus, 35 S., mit 34 Beil., Innsbruck (Amt Tir. Landesreg.) 1983.
 - : Unveröff. Bericht über die Ergebnisse der hydrogeologischen etc. Untersuchungen im Leutaschtal. – 17 S., 12 Beil., Innsbruck (Amt Tir. Landesreg.) 1984 a.
 - : Unveröff. Arbeitsber. von den hydrogeologischen etc. Untersuchungen im Lechtalabschnitt Weißbach–Reutte. – 20 S., 14 Beil., Innsbruck (Amt Tir. Landesreg.) 1984 b.
 - : Bericht über die Ergebnisse der geologischen und hydrogeologischen Untersuchungen am Westrand des Wiener Beckens im Abschnitt Baden–Bad Fischau. – Unveröff. Gutachten, 110 S., 8 Abb., 27 Beil., Wien 1984 c.
- SCHUDER, J.: Sedimentpetrographische Untersuchungen in der subalpinen Unteren Meeresmolasse zwischen Loisach und Bodensee. – Diss.-Auszug Fak. allg. Wiss. TH. München, 18 S., 2 Abb., 2 Taf., München (Photodruck) 1963.
- SCHULER, G.: Lithofazielle, sedimentologische und paläogeographische Untersuchungen in den Raibler Schichten zwischen Inn und Salzach (Nördliche Kalkalpen). – Erlanger geol. Abh., **71**, 60 S., 18 Abb., 4 Taf., Erlangen 1968.
- : Zur Schwer- und Leichtmineralführung des Unteren Keupers in Süddeutschland und der Raibler Schichten in den Ostalpen. – Geol. Bl. NO-Bayern, **21**, 108–127, 3 Abb., Erlangen 1971.
- SCHULTZ, O.: Die Selachierfauna (Pisces, Elasmobranchii) des Wiener Beckens etc. – Ann. nathist. Mus. Wien, **75**, 311–341, 1 Tab., Taf. 1–4, Wien 1971.
- : Neue und fehlinterpretierte Fischformen aus dem Miozän des Wiener Beckens. – Ann. nathist. Mus., **81**, 203–219, Taf. 1, Wien 1978 a.
- SCHULTZ, O. [Red.]: Blei und Zink in Österreich. – 60 S., 36 Abb., Klagenfurt (Bleiberger Bergwerks-Union) 1978 b.
- SCHULTZ, O., SEEMANN, R. & MRKOS, H. [Red.]: Höhlenforschung in Österreich. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **17**, 134 S., zahlr. Abb., Wien 1979.
- SCHULZ, O.: Neue Beiträge zur Geologie der Grauschichten des Brandenberger Tales (Tirol). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **95**, 1–98, 10 Abb., 2 Tab., Taf. 1–5, 1 geol. Kt., Stuttgart 1952.
- : Gefügekundlich-tektonische Analyse des Blei-Zink-Bergbaugebietes Lafatsch (Karwendelgebirge, Tirol). – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **99**, 85–95, 7 Abb., Wien 1954.
 - : Montangeologische Aufnahme des Pb-Zn-Grubenrevieres Vomperloch, Karwendelgebirge, Tirol. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **100**, 259–269, 8 Abb., Wien 1955.
 - : Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Grube Max). – Carinthia (II), Sdh. **22**, 93 S., 66 Abb., 3 Beil., Klagenfurt 1960 a.
 - : Bauxit in den Gosau-Schichten von Brandenberg (Tirol). – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **105**, 347–349, 2 Abb., Wien 1960 b.
 - : Lead-zinc deposits in the Calcareous Alps as an example of submarine-hydrothermal formation of mineral deposits. – Develop. Sedimentol., **2**, 47–52, 5 Abb., Amsterdam 1964.

- : Die synsedimentäre Mineralparagenese im oberen Wettersteinkalk der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **12**, 230–289, 16 Abb., Wien 1968.
- : Gefügekundliche Arbeitsergebnisse als Beitrag zum genetischen Problem der kalkalpinen Blei-Zinklagerstätten. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **13**, 311–313, Wien 1969.
- : Vergleichende petrographische Untersuchungen an karnischen Sedimenten etc. – *Verh. geol. B.-A.*, **1970**, 165–229, 9 Abb., 1 Taf., Wien 1970.
- : Neue Erzmineralfunde im Buntsandstein von Fieberbrunn (Tirol). – *Veröff. Mus. Ferdinandeum*, **51**, 155–160, 2 Abb., Innsbruck 1971.
- : Metallogene im Paläozoikum der Ostalpen. – *Geol. Rdsch.*, **63**, 93–104, 5 Abb., Stuttgart 1974.
- : Typical and Nontypical Sedimentary Ore Fabrics. – [In:] K. H. WOLF [Hrsg.]: *Handbook of stratabound and stratiform ore deposits*, 295–338, 32 Abb., Amsterdam (Elsevier) 1976.
- : Karte der mineralischen Rohstoffe Tirols 1:300.000. – *Tirol-Atlas*, 5. Lief., Innsbruck (Univ.-Verl. Wagner) 1977 a.
- : Synsedimentäre Fe-Anreicherung in der Innsbrucker Quarzphyllitzone etc. – *Veröff. Mus. Ferdinandeum*, **57**, 103–117, 9 Abb., Innsbruck 1977 b.
- : Kolloforme ZnS-Lagengefüge und ihre Genese in Karbonatgesteinen. – *Schriftenr. erdwiss. Kommiss. österr. Akad. Wiss.*, **3**, 159–168, 4 Abb., Wien 1978 a.
- : Tektonische Gefügeanalyse der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). – *Carinthia II, Sdh.* **34**, 71 S., 5 Abb., 119 Diagramme, Klagenfurt 1978 b.
- : Beiträge zur Metallogene in den Ostalpen. – *Verh. geol. B.-A.*, **1979**, 237–264, Wien 1979 a.
- : Metallogene in den österreichischen Ostalpen. – *Verh. geol. B.-A.*, **1978**, 471–478, Wien 1979 b.
- : Die mineralischen Rohstoffe in Nord-, Ost- und Südtirol. – *Innsbrucker geogr. Stud.*, **6**, 121–139, Innsbruck 1979 c.
- : Die Lagerstätten Nord-, Ost- und Südtirols. – *Erzmetall*, **32** (1979), 12–16, 7 Abb., Weinheim 1979 d.
- : Die Sideritlager in den Paragneisen von Bärenbach bei Hüttenberg, Kärnten. – *Carinthia*, **169** bzw. (II) **89**, 37–57, 8 Abb., Klagenfurt 1979 e.
- : Zusammenstellung der Gewinnungsstätten von Gesteinsrohstoffen in Nord-, Ost- und Südtirol. Begleittext VI zu *Tirol-Atlas*. – *Tiroler Heimat, Jb. Geschi. Volkskd.*, **43/44**, 32 S., 1 Kt., Innsbruck 1980.
- : Die Pb-Zn-Erzlagerstätte Lafatsch-Vomperloch (Karwendelgebirge, Tirol). – *Veröff. Mus. Ferdinandeum*, **61**, 55–103, 24 Abb., 4 Tab., Innsbruck 1981.
- : Beiträge zur Lagerstättenforschung. – *Arch. Lagerstforsch. geol. B.-A.*, **1**, 115–119, Wien 1982 a.
- : Kritische Bemerkungen zum tektonischen Bau der Villacher Alpe (Dobratsch). – *Verh. geol. B.-A.*, **1982**, H. 2, 85–94, 5 Abb., Wien 1982 b.
- : Beiträge zur Lagerstättenforschung. Projekt 4435. – *Arch. Lagerstforsch. geol. B.-A.*, **3**, 121–125, Wien 1983 a.
- : Pb-Zn-Erz in der Kiesonkololithbank (Grenze Wettersteinkalk/Raibler Schichten) der

- Lagerstätte Bleiberg-Kreuth. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **32**, 135–151, 6 Abb., Wien 1983 b.
- : Recent Results and Critical Considerations of the Eastern Alpine Metallogenesis. – [In:] H. J. SCHNEIDER [Hrsg.]: Mineral Deposits of the Alps and of the Alpine Epoch in Europe, 19–27, 5 Abb., Berlin etc. (Springer) 1983 c.
- : 30 Jahre Pb-Zn-Forschung in den triadischen Karbonatgesteinen der Ostalpen. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **192**, 239–266, Wien 1983 d.
- : Tektonische Gefügeanalyse des Rahmens der Bleiberger Lagerstätte (Östliche Gailtaler Alpen, Kärnten, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **126** (3), 369–416, 5 Abb., 94 Gefügediagramme, 2 Taf. (Beil.), Wien 1984.
- SCHULZ, O. & BRIGO, L.: Zusammenstellung der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe in Nord-, Ost- und Südtirol. Begleittext IV zu Tirol-Atlas. – Tiroler Heimat, Jb. Geschi. Volkskd., **41**, 25–38, Innsbruck 1977.
- SCHULZ, O. & FUCHS, H. W.: Gefügebeispiele für Erzmobilisationen in nichtmetamorphem und metamorphem Lagerstätten. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **6**, 53–63, 7 Abb., Wien 1983.
- SCHULZ, O. & KOSTELKA, L.: Das Bleivorkommen von Puchenstuben in Niederösterreich. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **10**, 180–191, 7 Abb., Wien 1965.
- SCHULZ, O. & LUKAS, W.: Eine Uranerzlagerstätte in permotriadischen Sedimenten Tirols. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **14**, 213–231, 7 Abb., Wien 1970.
- SCHULZ, O. & NIEDERMAYR, G.: Zur Mineralogie Bleibergs. – [In:] O. SCHULTZ [Hrsg.]: Blei und Zink in Österreich, 17–23, Abb. 9–12, Klagenfurt (BBU) 1978.
- SCHULZ, O. & SCHROLL, E.: Die Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 375–386, 1 Abb., Wien 1977.
- SCHULZ, O. & VAFTAR, F.: Sedimentary Magnesite Fabrics Within the Sparry Magnesite Deposit Hochfilzen (Tyrol). – [In:] KLEMM, D. D. & SCHNEIDER, H.-J. [Hrsg.]: Time- and Strata-Bound Ore Deposits, 260–270, 6 Abb., Berlin etc. (Springer) 1977.
- SCHULZ, O. & WENGER, H.: Die Goldlagerstätte Zell am Ziller, Tirol. – Jb. geol. B.-A., **123**, 113–141, 25 Abb., 2 Taf. (= Beil. 3), Wien 1980.
- SCHULZE, R.: Die Conodonten aus dem Paläozoikum der mittleren Karawanken (Seeberggebiet). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **130**, 133–245, 18 Abb., 18 Tab., 1 Kt., Taf. 16–20, Stuttgart 1968.
- SCHUMANN, H.: Über moldanubische Paraschiefer aus dem niederösterreichischen Waldviertel etc. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **40**, 73–187, 12 Abb., 6 Tab., 2 Kt., Taf. 5, Leipzig 1929.
- SCHÜNEMANN, M., GOSEN, W. v. & THIEDIG, F.: Die Viktringer Permotrias und ihre Beziehung zur Gurktaler Decke (Kärnten/Österreich). – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **53**, 191–206, 4 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Hamburg 1982.
- SCHUSSEK, K. [Red.]: Auswirkung geologischer Faktoren auf Bauabwicklung und Vertrag. – Bundesmin. Bauten Technik/Straßenforsch., **18**, 64 S., zahlr. Abb., Wien (Österr. Ges. Geomech.) 1974.
- SCHÜSSLER, F.: Montangeologische Untersuchungen auf Eisenglimmer am Beispiel der Vererzungen in den nordöstlichen Seetaler Alpen. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **42**, 137–159, 3 Abb., 4 Tab., Graz 1981.

- SCHÜTT, H.: Die Landschnecken der untersarmatischen Rissoenschichten von Hollabrunn, NÖ. – Arch. Molluskenkd., **96**, 199–222, 24 Abb., Frankfurt/M. 1967.
- SCHÜTZ, K.-I.: Die Aptychen-Schichten der Thiersee- und der Karwendelmulde. – Geotekt. Forsch., **57**, II, 1–84, 32 Abb., Taf. 1, Stuttgart 1979.
- SCHUURMAN, W.: Aspects of Late Triassic palynology. 3. Palynology of latest Triassic and earliest Jurassic deposits of the Northern Limestone Alps etc. – Rev. Palaeobot. Palynol., **27**, 53–75, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 1–6, Amsterdam 1979.
- SCHWAIGHOFER, B.: Erläuterungen zu Blatt 18 Weitra. – 18 S., Wien (Geol. B.-A.) 1978.
- SCHWAN, W., ROSSNER, R. et al.: Seriengliederung und alpidische Tektonik am Nordwestende des Tauernfensters (Tirol, Österreich). – Z. dt. geol. Ges., **135**, 645–667, 8 Abb., Hannover 1984.
- SCHWARZACHER, W.: Neue Ammonitenfunde aus dem Flysch von Muntigl bei Salzburg. – Ber. Reichsamt Bodenforsch. Zweigst. Wien, **1943**, 157–160, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1943.
- : Sedimentpetrographische Untersuchungen kalkalpiner Gesteine. – Jb. geol. B.-A., **91** (1946), 1–48, 15 Abb., Wien 1948.
- SCHWARZBACH, M.: Berühmte Stätten geologischer Forschung. – 322 S., 270 Abb., Stuttgart (Wiss. Verl. MBH) 1970.
- : Alfred Wegener und die Drift der Kontinente. – Große Naturforscher, **42**, 160 S., Stuttgart (Wiss. Verlagsges.) 1980.
- : Europäische Stätten geologischer Forschung. – 2. Aufl., VIII, 191 S., 129 Abb., 1 Kt., Stuttgart (Hirzel) 1983.
- SCHWENK, H.: Rohstoffforschung in Niederösterreich. – Raumordn. aktuell, **1982** (3), 5–7, 1 Abb., Wien 1982.
- SCHWERD, K.: Über die Bausteinschichten der Allgäuer und östlichen Vorarlberger Faltenmolasse zwischen Lech und Bregenzer Ach. – Geol. Jb., **A 46**, 3–24, 3 Abb., Hannover 1978.
- SCHWINGENSCHLÖGL, R.: Geologie der Kalkvoralpen und der subalpinen Zone im Raume Kirchberg/Pielach in Niederösterreich. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **27**, 39–86, 7 Abb., Taf. 1–2, Beil. 6, 7, Wien 1981.
- : Die geologische Baugrundkartierung des Donaukraftwerkes Greifenstein. – Felsbau, **2**, 16–25, 12 Abb., Wien 1984 a.
- : Tektonische Großstrukturen der Erde und ihre Bedeutung bei der Projektierung und Ausführung von Großbauvorhaben. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **30/31**, 15–44, 20 Abb., Wien 1984 b.
- SCHWINGENSCHLÖGL, R. & WEISS, E. H.: Ingenieurgeologische Probleme bei der Boden- und Felsklassifikation im Autobahnabschnitt A 2. – Felsbau, **3**, 218–224, 8 Abb., Salzburg 1985.
- SCHWINNER, R.: Dinariden und Alpen. – Geol. Rdsch., **6**, 1–22, Taf. 1, Leipzig 1915.
- : Vulkanismus und Gebirgsbildung. Ein Versuch. – Z. Vulkanologie, **5**, 175–230, 2 Abb., 1 Tab., Berlin 1920.
- : Neuere Anschauungen über den Alpenbau etc. – Z. dt. geol. Ges., **75** (1923), Monber. 164–176, Berlin 1924.
- : Über das Tertiär des Lungau. – Verh. geol. B.-A., **1925**, 192–195, Wien 1926.

- : Die Schichtfolge des Seeberggebietes, ein Vergleich. – Jb. geol. B.-A., **77**, 81–91, 1 Tab., Wien 1927.
- : Geophysikalische Zusammenhänge zwischen Ostalpen und Böhmischer Masse. – Gerlands Beitr. Geophys., **23**, 35–92, 13 Abb., 1 Taf., Leipzig 1929.
- : Die älteren Baupläne in den Ostalpen. – Z. dt. geol. Ges., **81** (1929), 110–120, 2 Abb., Berlin 1930.
- : Variszisches und alpines Gebirgssystem. – Geol. Rdsch., **24**, 144–159, 1 Abb., Berlin 1933 a.
- : Gebirgsbau und Erdmagnetismus in Böhmischer Masse und Ostalpen. – Gerlands Beitr. Geophys., **39**, 58–81, 6 Abb., 1 Taf., Leipzig 1933 b.
- : Ungleichseitigkeit der Gebirgskämme in den Ostalpen. – Z. Geomorph., **7**, 285–290, Berlin 1933 c.
- : Zur Geschichte der Ostalpen-Tektonik. – Z. dt. geol. Ges., **92**, 263–270, Berlin 1940.
- : Der Begriff der Konvektionsströmung in der Mechanik der Erde. – Gerlands Beitr. Geophysik, **58**, 119–158, Leipzig 1942.
- : Die Groß-Felder der Erdkruste, angelegt als Zellen Bénardscher Strömung. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natwiss. Kl., Abt. II a, **156**, 441–455, Abb. 2, Wien 1947.
- : Die Zentralzone der Ostalpen. – [In:] F. X. SCHAFFER [Hrsg.]: Geologie von Österreich, 2. Aufl., 105–232, 17 Abb., 1 Tab., Wien (Deuticke) 1951.
- SCOTESE, CH. R., BAMBACH, R. K. et al.: Paleozoic base maps. – J. Geol., **87**, 217–277, 43 Abb., Chicago 1979.
- SCUPIN, H.: Das Devon der Ostalpen. IV Die Fauna des devonischen Riffkalkes. II. – Z. dt. geol. Ges., **57**, 91–111, 3 Abb., Taf. 5–6, Berlin 1905; **58**, 213–306, 16 Abb., 1 Tab., Taf. 11–17, Berlin 1906.
- SEDGWICK, A. & MURCHISON, R.: A sketch of the structure of the Eastern Alps. – Transact. Geol. Soc. London, (2) **3**, Tl. 2, 301–420, 2 Tab., Taf. 35–40, London 1831.
- SEDLACEK, M.: Mineralogische Notizen aus dem niederösterreichischen Waldviertel, I. – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **1**, 353–360, 3 Abb., Wien 1950.
- SEEFELDNER, E.: Zur Morphologie der Salzburger Alpen. – Geogr. Jber. Österr., **13**, 107–149, 8 Abb., 1 Tab., Wien 1926.
- : Zur Altersfrage der Abtragungsflächen in den nordöstlichen Ostalpen. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **76** (1933), 128–150, 1 Tab., Wien 1933.
- : Die alten Landoberflächen der Salzburger Alpen. – Z. Geomorph., **8**, 156–198, 3 Abb., Leipzig 1934.
- : Die Entwicklung der Salzburger Alpen im Jungtertiär. – Mitt. österr. geogr. Ges., **94**, 178–194, Wien 1952.
- : Salzburg und seine Landschaften. – 573 S., 26 Abb., 67 Photos, zahlr. Beil., Salzburg (Bergland) 1961.
- : Neuere Ergebnisse zur Morphologie der Salzburger Alpen. – Mitt. natw. Arbeitsgem. Haus Natur Salzburg, **13**, 1–13, 5 Abb., 2 Tab., Salzburg 1962.
- : Zur Morphologie der mittleren Tauerntäler. – Mitt. österr. geogr. Ges., **106**, 45–53, 2 Abb., Wien 1964.

- : Zur Frage der Korrelation der kalkalpinen Hochfluren mit den Altformenresten der Zentralalpen. – Mitt. österr. geogr. Ges., **115**, 106–123, Beil. 3–5, Wien 1973.
- SEEGER, M. & THIEDIG, F.: Alpidischer Überschiebungsbau in den St. Pauler und Grif-fener Bergen (Ostkarnten/Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1982**, 269–284, 8 Abb., Wien 1983.
- SEELMEIER, H.: Obersilurische Graptolithen von der Gugel (Karnische Alpen). – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **145**, 217–226, 4 Abb., 2 Tab., Wien 1936.
- : Versteinerungen aus den Rattendorfer Schichten der Karnischen Alpen. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **74**, 98–113, Taf. 5, Graz 1937.
- : Der geologische Bau zwischen dem Gr. Mittagkogel und dem Gr. Suchagraben in den Karawanken. – Mitt. geol. Ges. Wien, **33** (1940), 1–10, 3 Abb., 1 geol. Kt., Wien 1942.
- SEEMANN, R.: Die sedimentären Eisenvererzungen der Karstgebiete der Nördlichen Kalkalpen. – Ann. nathist. Mus. Wien, **82**, 209–289, 16 Abb., 9 Tab., Taf. 1–15, 1 Kt., Wien 1979 a.
- : Formenreichtum und Sedimentinhalt österreichischer Höhlen- und Karstlandschaf-ten. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **17**, 22–28, 6 Abb., Wien 1979 b.
- SEEMANN, R. & NIEDERMAYR, G.: Exotische Gerölle und Bauxite aus dem Gebiet Ho-her Dachstein. – Mitt. österr. mineral. Ges., **128** (1981/1982), 65–71, 2 Tab., Wien 1982.
- SEIBERL, W.: Die Werte der Gesteinssuszeptibilität im Bereich des Nockgebietes (Ostal-pen). – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **185** (1976), 277–282, 1 Abb., 9 Tab., Wien 1978.
- SEIBERL, W. & STEINHAUSER, P.: Magnetische Messungen entlang dem östlichen Teil des Periadriatischen Lineaments. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 291–298, 4 Abb., Wien 1980.
- SEIDLITZ, W. v.: Geologische Untersuchungen im östlichen Rätikon. – Ber. natf. Ges. Freiburg Br., **16**, 232–366, 20 Abb., Taf. 7–11, Freiburg/Br. 1906.
- : Schollenfenster im Voralberger Rätikon und im Fürstentum Liechtenstein. – Mitt. geol. Ges. Wien, **4**, 37–62, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1911.
- : Sind die Quetschzonen des westlichen Rhätikons exotisch oder ostalpin? – Zbl. Min-ner. etc., **1912**, 492–500, 534–542, Stuttgart 1912.
- SEIFERT, P.: Das Eozän der Waschbergzone (NÖ.) etc. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 419 S., 117 Abb., 4 Tab., 4 Taf., 11 Beil., Wien 1980.
- : Sedimentologie und Paläogeographie des Eozäns der Waschbergzone (Niederöster-reich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**, 133–176, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3, Wien 1982.
- SEIFERT, P., STRADNER, H. & SCHMID, M.: Bericht über das Paleozän der Waschberg-
zone (NÖ). – Verh. geol. B.-A., **1978**, 129–141, 3 Abb., Taf. 1, Wien 1978.
- SEILACHER, A.: Die geologische Bedeutung fossiler Lebensspuren. – Z. dt. geol. Ges., **105** (1953), 214–227, 3 Abb., Taf. 7–8, Hannover 1955.
- : Zur ökologischen Charakteristik von Flysch und Molasse. – Eclogae geol. Helv., **51**, 1062–1078, 1 Abb., 3 Tab., Basel 1958.
- : Paleontological studies on Turbidite Sedimentation and Erosion. – J. of Geol., **70**, 227–234, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 1–2, Chicago 1962.

- : Flysch trace fossils. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1974**, 233–245, 4 Abb., Stuttgart 1974.
- SEITZ, O.: Die Muntigler Inoceramenfauna und ihre Verbreitung im Ober-Campan und Maastricht. – Beih. geol. Jb., **86**, 105–171, Abb. 11–12, Taf. 14–28, Hannover 1970.
- SELLI, R.: Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulia occidentali. – Giorn. Geol., (2) **30** (1962), 3–121, 7 Taf., 1 geol. Kt., Bologna 1963.
- : Cenni stratigrafici e tettonici sulle Alpe Carniche e Giulie occidentali. – Boll. Soc. geol. ital., **83** (1964), H. 3, 349–366, 1 Taf., Roma 1965.
- SENARCLENS-GRANCY, W.: Zur Glazialgeologie des Oetztales und seiner Umgebung. – Mitt. geol. Ges. Wien, **49** (1956), 257–314, 12 Kt. u. Taf., Wien 1958.
- : Beiträge zur Eingliederung der Moränen der Schladminger Tauern etc. – Jb. geol. B.-A., **105**, 65–128, Taf. 7–8, Wien 1962.
- SENEŠ, J.: Paläogeographie des westkarpatischen Raumes in Beziehung zur übrigen Paratethys im Miozän. – Geol. práce, **60**, 159–195, 15 Abb., Bratislava 1961.
- [Hrsg.]: Proceeding of the 6th Congress, Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy, **2**, 69 S., 8 Beil., Bratislava (VEDA) 1976.
- SENFIL, E.: Schwerekarte von Österreich 1:1,000,000. – Österreich-Atlas, Kt. II/4, Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1968.
- SENFIL, E. & EXNER, CH.: Rezente Hebung der Hohen Tauern und geologische Interpretation. – Verh. geol. B.-A., **1973**, 209–234, Wien 1973.
- SENGER, J. v.: Beiträge zur Geschichte des Bergbaues in Tirol. – Sammler f. Gesch., Statistik etc. von Tirol, **1**, 97–150, Innsbruck 1806.
- SENGÖR, A.: The Main Theories Of Orogeny – A Historical Review. – Ist. Earth Sc. Rev., **1-2**, 1–26, 5 Abb., Istanbul 1981.
- : Eduard Suess' Relations to the Pre-1950 Schools of Thought in global Tectonics. – Geol. Rdsch., **71**, 381–416, 6 Abb., Stuttgart 1982.
- SNOWBARI-DARYAN, B.: Neue Sphinctozoen (segmentierte Kalkschwämme) aus den „oberrhätischen“ Riffkalken der nördlichen Kalkalpen (Hintersee/Salzburg). – Senckenbergiana Lethaea, **59**, 205–227, 4 Abb., 2 Tab., Taf. 1–3, Frankfurt/M. 1978.
- : Anomuren-Koprolithen aus der Obertrias der Osterhorngruppe etc. – Ann. nathist. Mus. Wien, **82**, 99–107, 3 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Wien 1979.
- : Fazielle und paläontologische Untersuchungen in oberrhätischen Riffen (Feichtenstein- und Gruberriff bei Hintersee, Salzburg, Nördliche Kalkalpen). – Facies, **3**, 1–237, 21 Abb., 21 Tab., Taf. 1–29, Erlangen 1980.
- SNOWBARI-DARYAN, B. & SCHÄFER, P.: Neue Kalkschwämme und ein Problematikum (*Radiomura cautica* n.g., n.sp.) aus Oberrhät-Riffen südlich von Salzburg (Nördliche Kalkalpen). – Mitt. österr. geol. Ges., **70** (1977), 17–42, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1–7, Wien 1979 a.
- : Distributional patterns of calcareous algae within Upper Triassic patch reef structures of the Northern Calcareous Alps (Salzburg). – Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, **3** (1979), 811–820, 3 Abb., Taf. 1, Pau 1979 b.
- SERPAGLI, C.: I conodonti dell' Ordoviciano superiore (Ashgilliano) delle Alpi Carniche. – Boll. Soc. paleont. ital., **6**, H. 1, 30–111, 8 Abb., 6 Tab., Taf. 6–31, Modena 1967.

- SIBLÍK, M.: Genus *Austriellula* STRAND, 1928 (Brachiopoda) from the Upper Triassic. – *Západné Karpaty, sér. palaeont.*, **8**, 41–70, 22 Abb., Taf. 8–17, Bratislava 1982.
- : Triassic brachiopods of the Northern Alps and their generic attribution. – *Schriften. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss.*, **5**, 277–286, Wien 1983.
- SICKENBERG, O.: Das Ostende des Tennengebirges. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **19** (1926), 79–139, 5 Abb., Taf. 2, Wien 1928 a.
- : Eine Sirene aus dem Leithakalk des Burgenlandes. – *Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl.*, **101**, 293–323, 6 Abb., Taf. 1–2, Wien 1928 b.
- : Eine neue Antilope und andere Säugetierreste aus dem Obermiozän Niederösterreichs. – *Palaeobiologica*, **2**, 62–86, 4 Abb., Taf. 7–8, Wien 1929.
- SIEBER, R.: Die Cancellariidae des niederösterreichischen Miozäns. – *Arch. Molluskenkd.*, **68**, 65–115, 1 Tab., Taf. 3, Frankfurt/M. 1936.
- : Die miozänen Potamididae, Cerithiidae etc. – *Festschr. Prof. E. Strand*, **2**, 473–519, 1 Tab., Taf. 24–25, Riga 1937 a.
- : Die Fascioliariidae des niederösterreichischen Miozäns. – *Arch. Molluskenkd.*, **69**, 138–160, 1 Tab., Frankfurt/M. 1937 b.
- : Eine Fauna der Grunder Schichten von Guntersdorf und Immendorf in Niederösterreich. – *Verh. geol. B.-A.*, **1946**, 107–122, Wien 1949 a.
- : Die Turritellidae des niederösterreichischen Miozäns. – *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, **86**, 151–160, Wien 1949 b.
- : Die Leithakalkfauna des Buchberges bei Mailberg (N.-Ö.). – *Verh. geol. B.-A.*, **1952**, 119–122, Wien 1952.
- : Eozäne und oligozäne Makrofaunen Österreichs. – *Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I*, **162**, 359–376, Wien 1953 a.
- : Die Fossilführung der Molasse in Oberösterreich und Salzburg. – *Erdöl-Ztg.*, **69**, 61–64, Wien 1953 b.
- : Die Tortonfauna von Pötzleinsdorf (Wien, 18. Bezirk). – *Verh. geol. B.-A.*, **1953**, 184–195, 1 Abb., Wien 1953 c.
- : Die Fauna des Schlierbasisschuttes des Steinberggebietes von Zistersdorf (N.-Ö.). – *Verh. geol. B.-A.*, **1953**, 202–208, Wien 1953 d.
- : Systematische Übersicht der jungtertiären Bivalven des Wiener Beckens. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **60**, 169–201, Wien 1955.
- : Die mittelmiozänen Carditidae und Cardiidae des Wiener Beckens. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **47** (1954), 183–233, 1 Tab., Taf. 1–3, Wien 1956 a.
- : Die faunengeschichtliche Stellung der Makrofossilien von Ottwang bei Wolfsegg. – *Jb. oberöstr. Musealver.*, **101**, 309–318, Linz 1956 b.
- : Die Tortonfauna von Mattersburg und Forchtenau (Burgenland). – *Verh. geol. B.-A.*, **1956**, 236–249, 1 Tab., Wien 1956 c.
- : Systematische Übersicht der jungtertiären Gastropoden des Wiener Beckens. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **62**, 123–192, Wien 1958 a.
- : Die miozänen Turritellidae und Mathildidae Österreichs. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **51** (1958), 229–280, 1 Tab., Taf. 1–3, Wien 1958 b.
- : Zur makropaläontologischen Zonengliederung im österreichischen Tertiär. – *Erdöl-Z.*, **74**, 108–110, 1 Tab., Wien – Hamburg 1958 c.

- Die Tortonfauna von Steinabrunn bei Drasenhofen (Bez. Mistelbach, N.-Ö.). – Verh. geol. B.-A., **1958**, 142–155, Wien 1958 d.
- Paläontologisch-stratigraphische Untersuchungen in der Miozänmolasse Vorarlbergs. – Verh. geol. B.-A., **1959**, S. A 122–123, Wien 1958 a.
- Systematische Übersicht der jungtertiären Amphineura, Scaphopoda und Cephalopoda des Wiener Beckens. – Ann. nathist. Mus. Wien, **63**, 274–278, Wien 1959 b.
- Institutionen, Museen und Sammlungen [erdwissenschaftlicher Art in Österreich]. – [In:] R. OBERHAUSER [Red.]: Der geologische Aufbau Österreichs. – 597–600, Wien – N.Y. (Springer) 1980.
- SIEGL, W.: Die Magnesite der Werfener Schichten im Raume Leogang bis Hochfilzen sowie bei Ellmau in Tirol. – Radex-Rdsch., **1964**, 178–191, 18 Abb., Radenthein 1964.
- Die Uranparagenese von Mitterberg (Salzburg, Österreich). – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **17**, 263–275, 8 Abb., Wien 1972.
- Ergebnisse neuer Untersuchungen am Bauxit von Unterlaussa. – Trav. Comité int. Étude Bauxites etc., 113–117, 3 Abb., Zagreb (Acad. Yougosl. Sci. Arts) 1973.
- SIEHL, A.: Das Jungtertiär in der näheren Umgebung von Hornstein im Burgenland. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **8**, 60–75, Taf. 17–18, Wien 1957.
- SIEVERTS-D., H.: Zur Kenntnis der Crinoidengattung *Discometra* (Comatulida, *Mariametrina*) im Miozän des Wiener Beckens. – Ann. nathist. Mus. Wien, **64** (1960), 105–126, 4 Abb., Taf. 3, Wien 1961.
- SIEWERT, W.: On the structural pattern of the Karawanken mountains (Carinthia, Austria) based on statistical tectonics. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1978**, 2 Abb., Stuttgart 1978.
- SIGNER, P., SARAFIN, R. et al.: Edelgase und ^{10}Be in Ybbsitz; Hinweise auf die Geschichte des Meteoriten. – Ann. nathist. Mus. Wien, **87** A, 53–60, 2 Abb., Wien 1985.
- SILBERLING, N. J. & TOZER, E. T.: Biostratigraphic Classification of the Marine Triassic in North America. – Geol. Soc. Amer., Spec. Paper **110**, 1–63, 1 Abb., Taf. 1, Boulder 1968.
- SILVER, L.: Introduction. – [In:] L. SILVER & P. SCHULTZ [Hrsg.]: Geological Implications of Impacts etc. – Spec. Pap. geol. Soc. Amer., **190**, XIII–XIX, 2 Abb., Boulder 1982.
- SILVER, L. T. & SCHULTZ, P. H. [Hrsg.]: Geological Implications of Impacts of Large Asteroids and Comets on the Earth. – Spec. Pap. geol. Soc. Amer., **190**, XIX, 528 S., zahlr. Abb. u. Tab., Boulder 1982.
- SIMON, K.: Das Braunkohlenvorkommen Torony, Modell für den Aufschluß. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **128**, 281–286, 5 Abb., 1 Tab., Wien 1983.
- SIMONY, F.: Beobachtungen über das Vorkommen von Urgebirgsgeschieben auf dem Dachsteingebirge. – Jb. geol. R.-A., **2** (2), 159–160, Wien 1851 a.
- Skizzen zweier ausgezeichneter Gletscherspuren vom Radstädter Tauern. – Haidingers Ber. Mitt. Freunde Natwiss. Wien, **7**, 135–136, Wien 1851 b.
- SIMPSON, S.: Notes on Zoophycos and Spirophyton. [In:] T. CRIMES & J. HARPER [Hrsg.]: Trace Fossils. – Geol. J., Spec. No. **3**, 505–514, 4 Abb., Liverpool (Seel House) 1970.

- SKALA, W.: Kurzbericht über die Untersuchung von Fließrichtungen in den Basisschottern des Obersarmats im Steirischen Becken. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **97**, 28–31, 2 Abb., Graz 1967.
- : Lithologische Untersuchungen an den Sanden der Kirchberger-Karnerberger Zwischenserie (Pannon C, Steirisches Becken). – Mitt. geol. Ges. Wien, **60** (1967), 69–95, 12 Abb., 2 Tab., Taf. 1, Wien 1968.
- : Ein Beitrag zur Geologie und Stratigraphie der Gipfelregion des Poludnig (Karnische Alpen, Österreich). – Jb. geol. B.-A., **112**, 235–264, 4 Abb., 8 Tab., 3 Taf., Wien 1969.
- SLEZAK, P. [Red.]: Österreichisches Heilbäder- und Kurortebuch. – 196 S., etl. Abb., Tbn., Wien (Bohmann) 1975.
- SLEZAK, P.: Heilbäder in Österreich. – Schr. Ver. Verbreit. natwiss. Kenntn. Wien, **116**, 29–43, Wien 1976.
- SMITH, A. G.: Phanerozoic Equal-Area Maps. – Geol. Rdsch., **70**, 91–127, 30 Abb., Stuttgart 1981.
- SMITH, A. G., HURLEY, A. M. & BRIDEN, J. C.: Phanerozoic paleocontinental world maps. – VI, 102 S., 88 Karten, Cambridge (Univ. Press) 1981.
- SMITH, A. Y., CAMERON, J. & BARETTO, P.: Uranium Geochemical Prospecting in Salzburg Province – Austria. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **122**, 304–315, 12 Abb., Wien 1977.
- SMUK, A.: Zur Geologie des Thayatales zwischen Kollmitzgraben und Eibenstein (Moldanubikum, N.Ö., Waldviertel). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 162 S., 55 Abb., 7 Beilagen, Wien 1974.
- SOFFEL, H.: The palaeomagnetism of the Permian effusives near St. Anton, Vorarlberg (Austria) etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1975**, 375–384, 7 Abb., Stuttgart 1975.
- SOHS, F.: Das Neogen am Westrande des Leithagebirges (zwischen Hornstein und Sommerrein). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 191 S., 16 Abb., 1 geol. Kt., 6 Beil., Wien 1964.
- SÖLCH, J.: Das Grazer Hügelland. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **130**, 265–293, Wien 1921.
- : Das Formenbild der Ostalpen. – Geogr. Z., **31**, 193–204, Leipzig u. Berlin 1925.
- : Die Landformung der Steiermark. – 221 S., 9 Beil., Graz (Leuschner & Lubensky) 1928.
- : Das Semmeringproblem. Eine geomorphologische Betrachtung. – [In:] H. LEITNER [Red.]: F. Heiderich-Festschr.: Zur Geographie des Wiener Beckens, 15–32, Wien (L. Seidel) 1923.
- : Das Semmeringgebiet. – Wiener geogr. Stud., **16**, 42 S., 4 Abb., 4 Skizzen, 1 Kt., Wien 1948.
- SOLLE, G.: Der Bergsturz vom Dobratsch nach einem Erlebnis-Bericht von 1348. – Natur u. Volk, **69**, 175–176, Frankfurt/M. 1939.
- SÖLLNER, F. & SCHMIDT, K.: Rb/Sr- und U/Pb-Datierungen am Winnebach-Migmatit (Ötztaler Alpen, Österreich). – Fortschr. Miner., **59**, Beih. 1, S. 188, Stuttgart 1981.
- SOLOMONICA, P.: Geologische Untersuchungen im Gebiete des Buchdenkmals. – Mitt. geol. Ges. Wien, **26** (1933), 207–211, Wien 1934 a.

- : Die Grenzregion zwischen Flysch und Kalkalpen von der Traisen bis zur Mank. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **71**, 221–223, Wien 1934 b.
- : Zur Geologie der sogenannten Kieselkalkzone am Kalkalpenrande bei Wien etc. – Mitt. geol. Ges. Wien, **27** (1934), 1–119, Taf. 1–3, Wien 1935.
- SOMMER, D.: Die Prebichlschichten als permotriadische Basis der nördlichen Kalkalpen in der östlichen Grauwackenzone (Steiermark, Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1972**, 119–122, 3 Abb., Wien 1972.
- : Uranvorkommen in Österreich. – ÖMV-Z., **1977** (3), 12–13, Wien 1977 a.
- : Uran – ein neuer Rohstoff für die Energieversorgung. – ÖMV-Z., **1977** (4), 13–16, 6 Abb., Wien 1977 b.
- SOMMER, D., DAUNER, G. & BRIX, F.: Kohlenprospektion im Raum Niederösterreich. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **128**, 115–118, 3 Abb., Wien 1983.
- SONDERMANN, K. & VOGGENREITER, W.: Strukturanalyse des Weißenecks in den S' Radstädter Tauern (Lungau, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **30/31**, 269–287, 17 Abb., Wien 1984.
- SPALLETTA, C., PERRI, M. C. et al.: Pattern of conodont reworking in the Upper Devonian of the Alps etc. – Lethaia, **16**, 51–66, 10 Abb., 1 Tab., Bologna 1983.
- SPALLETTA, C., VAI, G. B. et al.: Il flysch ercinico nella geologia dei Monti Paularo e Dimon (Alpi Carniche). – Mem. Soc. geol. ital., **20**, 243–265, 21 Abb., 2 Taf., Bologna 1979.
- : Controllo ambientale e stratigrafico delle mineralizzazioni in calcari Devoniano-Dinartiani delle Alpi Carniche. – Mem. Soc. geol. ital., **22**, 101–110, 3 Abb., Bologna 1981.
- SPALLETTA, C., VAI, G. B. & VENTURINI, C.: La Catena Paleocarnica. – [In:] A. CASTELLARIN & G. B. VAI [Hrsg.]: Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale, 281–292, 10 Abb., Bologna (Soc. geol. ital.) 1982.
- SPALLETTA, C. & VAI, G. B.: Upper Devonian intraclast parabreccias interpreted as seismites. – Marine Geol., **55**, 133–144, 5 Abb., Amsterdam 1984.
- SPÄTH, H.: Die Großformen im Glocknergebiet. – Wiss. Alpenvereinsh., **21**, 117–141, 1 Taf., München 1969.
- SPAUN, G.: Das Quartär im Ennstal zwischen Hieflau und Altenmarkt. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **14** (1963), 149–184, Taf. 4–6, Wien 1964.
- : Über die Ursachen von Sohlhebungen in Tunneln des Gipskeupers. – [In:] FECKER, E. et al. [Hrsg.]: Festschr. Leopold Müller-Salzburg etc., 245–260, 8 Abb., 1 Tab., Karlsruhe 1974.
- : Tunnelbau und Talzusub. – Rock Mechanics, Suppl. **8**, 333–348, 13 Abb., Wien 1979.
- SPENDLINGWIMMER, R.: Beiträge zur Geologie und Hydrogeologie des oberen Erlafgebietes (NÖ/Stmk.). – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, VI + 395 S., 151 Abb., 42 Tab., 25 Diagr., 9 Taf. u. Beil., Wien 1984.
- SPENGLER, E.: Die Schafberggruppe. – Mitt. geol. Ges. Wien, **4**, 181–275, 1 Tab., Taf. 7–11, Wien 1911.
- : Untersuchungen über die tektonische Stellung der Gosauschichten I. Die Gosauzone Ischl–Strobl–Abtenau. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **121**, 1039–1086, 2 Taf., 1 geol. Kt., Wien 1912.

- : Untersuchungen über die tektonische Stellung der Gosauschichten II. Das Becken von Gosau. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **123**, 267–328, 4 Taf., 1 Kt., Wien 1914.
- : Die Gebirgsgruppe des Plassen und Hallstätter Salzberges im Salzkammergut. – Jb. geol. R.-A., **68** (1918), 285–474, Taf. 14 a–18 (mit geol. Kt.), Wien 1919.
- : Zur Stratigraphie und Tektonik der Hochschwabgruppe. – Verh. geol. St.-A., **1920**, 49–60, Wien 1920 a.
- : Das Aflenz Triasgebiet. – Jb. geol. R.-A., **69** (1919), 221–254, Taf. 4, Wien 1920 b.
- : Beiträge zur Geologie der Hochschwabgruppe und der Lassingalpen. I. – Jb. geol. B.-A., **72**, 155–182, 11 Prof., Wien 1922.
- : Geologischer Führer durch die Salzburger Alpen und das Salzkammergut. – Samml. geol. Führer, **26**, 150 S., 17 Abb., 10 Taf., Berlin (Borntraeger) 1924.
- : Beiträge zur Geologie der Hochschwabgruppe und der Lassingalpen. II. – Jb. geol. B.-A., **75**, 273–300, 2 Abb., Wien 1925 a.
- : Zur Frage des „Almfensters“ in den Grünauer Voralpen. – Verh. geol. B.-A., **1924**, 157–164, 3 Abb., Wien 1925 b.
- : [In:] SPENGLER, E. & STINY, J.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte Blatt Eisenerz, Wildalpe und Aflenz. – 100 S., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1926 a.
- : Die tertiären und quartären Ablagerungen des Hochschwabgebietes etc. – Z. f. Geomorph., **2**, 21–73, 4 Abb., Taf. 1, Leipzig 1926 b.
- : Die tertiären und quartären Ablagerungen des Hochschwabgebietes und deren Beziehung zur Morphologie. – Z. Geomorph., **2** (1926/27), 21–73, 4 Abb., 1 Taf., Leipzig 1927.
- : Der geologische Bau der Kalkalpen des Traisentales und des oberen Pielachgebietes. – Jb. geol. B.-A., **78**, 53–144, 14 Abb., Taf. 1–2, Wien 1928 a.
- : Über die Länge und Schubweite der Decken in den nördlichen Kalkalpen. – Geol. Rdsch., **19**, 1–26, 3 Abb., Berlin 1928 b.
- : Geolog. Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Schneeberg – St. Aegyvd, 1: 75.000. Mit Erläuterungen (108 S., 1 Taf.). – Wien (Geol. B.-A.) 1931 a.
- : Die Puchberg–Mariazeller Linie und deren Bedeutung für den Gebirgsbau der östlichen Nordalpen. – Jb. geol. B.-A., **81**, 487–530, Tf. 18–19, Wien 1931 b.
- : Geologische Karte des Sonnewendgebirges, 1: 10.000. – [In:] WÄHNER, F. & SPENGLER, E.: Das Sonnewendgebirge im Unterinntal. 2. Teil. Leipzig/Wien (Deuticke) 1935.
- : Zur Einführung in die tektonischen Probleme der Nördlichen Kalkalpen. Das Problem der Hallstätter Decke. – Mitt. Reichsamt. Bodenforsch. Zweigst. Wien, **1943**, H. 5, 3–17, 2 Abb., Wien 1943.
- : Die nördlichen Kalkalpen etc. – [In:] F. X. SCHAFFER [Hrsg.]: Geologie von Österreich, 2. Aufl., 302–413, 21 Abb., Wien (Deuticke) 1951 a.
- : Zur Verbreitung und Tektonik der Inntal-Decke. – Z. dt. geol. Ges., **102** (1950), 188–202, 2 Abb., Hannover 1951 b.
- : Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der Nördlichen Kalkalpen. – Jb. geol. B.-A., 1. Teil (Westabschnitt): **96**, 1–64, 8 Abb., Taf. 1, 1953; 2. Teil (Mittelabschnitt): **99**, 1–74, 5 Abb., Taf. 1, 1956; 3. Teil (Ostabschnitt): **102**, 193–312, 5 Abb., Taf. 4, Wien 1959.

- : Les zones de faciès du trias des Alpes Calcaires Septentrionales et leurs rapports avec la structure des nappes. – Livre mém. P. Fallot, **2**, 465–475, 1 Abb., Paris 1963.
- SPENGLER, E. & STINY, J.: Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1:75.000, Blatt Eisenerz etc. – Wien (Geol. B.-A.) 1926 a.
- : Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Eisenerz etc. – 100 S., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1926 b.
- SPERGES, J. v.: Tirolische Bergwerksgeschichte. – 336 S., Wien (Trattner) 1765.
- SPEHL, G.: Zur Gründung des Montanhistorischen Vereins für Österreich. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **122**, 37, Wien – N.Y 1977.
- : Montangeschichte als kultureller Auftrag. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **130**, 155–161, 3 Abb., 2 Tab., Wien – N.Y 1985.
- SPEHL, H.: Geologie und Sedimentologie des Quartärs im Attergau/O.Ö. – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, III + 251 S., 181 Abb., 3 Taf., 1 Kt., Wien 1984.
- SPICHER, A.: Geologische Karte der Schweiz 1:500.000. – Bern (Schweizer Geol. Kommission) 1972 a.
- : Tektonische Karte der Schweiz 1:500.000. – Bern (Schweizer Geol. Kommission) 1972 b.
- ŠPIČKA, V.: Beitrag zur Bruchtektonik des Wiener Beckens. – Sborn. geol. věd., řada geol., **12**, 149–179, 3 Abb., 1 Taf., Praha 1967 a.
- : Zur Paläogeographie und Tektogenese der Neogenbecken von Westkarpaten. – Geol. práce, **42**, 65–78, Bratislava 1967 b.
- : Zum Problem der Diskordanz zwischen der Eggenburger und Lužicer Serie im westkarpatischen Miozän. – Geol. práce, **46**, 37–57, 7 Abb., Bratislava 1968.
- SPIESS, R.: Kristallineologisch-geochronologische Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte des Westrandes der Phyllitgneiszone i. w. S. im Montafon (Vorarlberg). – Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 74 S., 49 Abb., 3 Tab., 1 geol. Kt., Wien 1985.
- SPILLMANN, F.: Die fossilen Säugetierfaunen des Linzer Raumes. – [In:] W. PODZEIT & F. STEININGER [Hrsg.]: Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes. Katalog. 55–69, 3 Abb., Taf. 7–11, Linz (Stadtmuseum) 1969.
- SPIZ, A.: Die Gastropoden des Karnischen Unterdevons. – Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ung. Oriens., **20**, 115–190, 3 Abb., Taf. 11–16, Wien 1907.
- : Geologische Studien in den zentral-karnischen Alpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **2**, 278–334, 4 Abb., etl. Tabn., Taf. 8–9, 1 geol. Kt., Wien 1909.
- : Der Höllensteinzug bei Wien. – Mitt. geol. Ges. Wien, **3**, 351–433, 15 Abb., Taf. 11–13, Wien 1910.
- : Die nördlichen Kalkketten zwischen Mödling- und Triestingbach. – Mitt. geol. Ges. Wien, **12** (1919), 1–115, 12 Abb., Taf. 1–3, Wien 1920.
- SPREITZER, H.: Zum Problem der Piedmonttreppe. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **75**, 327–364, 2 Abb., Wien 1932.
- : Die Piedmonttreppe in der regionalen Geomorphologie. – Erdkunde, **5**, 294–305, 5 Abb., Bonn 1951 a.
- : Über die Entstehung der Großformen der hohen Gurktaler Alpen. – Carinthia, **141**, bzw. (II) **61**, 65–77, 1 Prof.-Taf., Klagenfurt 1951 b.

- : Die Großformung im oberen steirischen Murgebiet. – Geogr. Studien. Festschr. J. Sölch, 132–144, Taf. 11, Wien 1951 c.
- : Die Gliederung der Würmvereisung im Gebiet des Mur- und des Draugletschers. – Actes IV Congr. intern. Quatern. Rome – Pisa 1953, 1–7, Roma 1956.
- : Neuere Arbeiten zur Geomorphologie der Nördlichen Kalkalpen. – Mitt. österr. geogr. Ges., **102**, 77–82, Wien 1960.
- : Der eiszeitliche Murgletscher etc. – Geogr. Jber. Österr., **28** (1959–1960), 1–50, 1 Kt., 1 Diagr., Taf. 1–8, Wien 1961.
- : Die Entstehung der Formen des Hochgebirges; rezente und vorzeitliche Höhengürtel der Landformung am Beispiel der Alpen und des Taurus. – Taggsber. u. wiss. Abh. dtsh. Geogr.tag Köln, 323–333, Wiesbaden 1962.
- : Größenwerte des Ausmaßes der glazialen Tiefenerosion. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **93** (Sdb.), 112–119, 2 Abb., Taf. 8, Graz 1963.
- : Altlandschaften und Vorzeitformen in den österreichischen Donauländern. – Tijdschrift kon. nederl. aardrijkskundig Genootschap, **83**, 303–310, Leiden 1966.
- SPROSS, W.: Die Entwicklung des Wolframbergbaues Mittersill. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **120**, 355–362, 7 Abb., Wien 1975.
- SPRUNG, F.: Bericht über die von Steiermark und Kärnten besuchten Steinkohlenbergbaue. – [Tunners] Jb. innerösterr. Berg- u. Hüttenmann, **1** (1841), 41–100, 10 Abb., Grätz 1842.
- SRBIK, R. v.: Überblick des Bergbaues in Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart. – Ber. natw.-med. Ver. Innsbruck, **41**, 113–279, 20 Abb., zahlr. Tab., Innsbruck 1929.
- : Josef Blaas. Ein Gedenkblatt zum 80. Geburtstag. – Verh. geol. B.-A., **1931**, 193–200, Wien 1931.
- : Geologische Bibliographie der Ostalpen. – Bd. 1–2: XX, 1412 S., München – Berlin (Oldenbourg) 1935; 1. Fortsetzung: XV, 388 S., Innsbruck (J. Winkler) 1937.
- STABER, R.: Tertiärkohlen in Oberkärnten. – Verh. geol. B.-A., **1933**, 108–112, Wien 1933.
- STACHE, G.: Der Graptolithen-Schiefer am Osternig-Berge in Kärnten etc. – Jb. geol. R.-A., **23**, 175–248, 1 Abb., Wien 1873.
- : Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen. – Jb. geol. R.-A., **24**, 135–272, Taf. 6–8, Wien 1874.
- : Über die Silurbildungen der Ostalpen etc. – Z. dt. geol. Ges., **36**, 277–378, 1 Tab., Berlin 1884.
- : Festvortrag. Zur Erinnerung an die Jubiläums-Feier der k. k. Geologischen Reichsanstalt. – 34 S., XXXII S. Anm., 5 Abb., Wien (Geol. R.-A.) 1900.
- STADLER, R.: Geochemische Untersuchungen an Gesteinen der Glocknerdecke im südwestlichen Tauernfenster. – Diss. Geowiss. Univ. München, 184 S., 51 Abb., 36 Tab., Anh., 1 Beil., München (Photodruck) 1979.
- STAHEL, A. H.: Geologische Untersuchungen im nordöstlichen Rätikon. – Diss. phil. Fak. II Univ. Zürich, 82 S., 4 Taf., 1 geol. Kt., Zürich 1926.
- STARCK, P.: Über die Grundwasserverhältnisse im Vorarlberger Bodenseerheintal etc. – Festbd. Geol. Inst. 300-Jahr-Feier Univ. Innsbr., 441–506, Innsbruck 1970.
- : Über die Grundwasserverhältnisse im Vorarlberger Bodenseerheintal etc. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **6** (10), 35–37, Innsbruck 1977.

- STATTEGGER, K.: Sedimentgeologische Untersuchungen in den Polster-Quarziten (Östliche Grauwackenzone, Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1980**, 333–363, 7 Abb., 6 Tab., Taf. 1–4, Wien 1980.
- : Tektonische Rekonstruktion von Bohrprofilen aus dem Grazer Paläozoikum (Schönberg-Bohrungen, Passailer Gruppe) mit Hilfe von Zeitreihenanalysen. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **3** (1981), 103–132, 8 Abb., 7 Tab., Leoben 1982.
- STAUB, R.: Der Bau der Alpen. – Beitr. geol. Kt. Schweiz, **82** (N. F. 52), 272 S., 70 Abb. (32 Taf.), 2 Profiltaf., 1 Kt., Bern 1924.
- : Neue Wege zum Verständnis des Ostalpen-Baues. – Veröff. Univ. Innsbruck, **48**, Alpenkd. Stud. IX, 354 S., 19 Photos, Innsbruck (1971) 1972.
- STEGENA, L., GECZY, B. & HORVÁTH, F.: Late Cenozoic evolution of the Pannonian Basin. – Acta geol. Acad. Sci. hungar., **18**, 21–22, Budapest 1974.
- : Late Cenozoic Evolution of the Pannonian Basin. – Tectonophysics, **26**, 71–90, 10 Abb., Amsterdam 1975.
- STEIGER, T.: Geologische Aufnahme des Zauchenbachtals und des Krahnstein-Massivs am Südrand des Toten Gebirges etc. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **26**, 213–245, 4 Abb., Taf. 1–4, Beil. 8, Wien 1980.
- : Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Barmsteinkalke, Salzburg, Österreich). – Facies, **4**, 215–348, 56 Abb., Taf. 12–24, Erlangen 1981.
- STEIGER, T. & WURM, D.: Faziesmuster oberjurassischer Plattform-Karbonate (Plassen-Kalke, Nördliche Kalkalpen etc.). – Facies, **2**, 241–284, 8 Abb., 1 Tab., Taf. 25–30, Erlangen 1980.
- STEINER, P.: Die Eingliederung der Weyerer Bögen und der Gr. Reiflinger Scholle in den Faltenbau des Lunzer-Reichraminger Deckensystems. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **14–15**, 267–298, 1 Abb., Taf. 11, Wien 1965.
- : Geologische Studien im Grenzbereich der mittleren und östlichen Kalkalpen (Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **18** (1967), 9–88, 9 Abb., Taf. 1–2, Wien 1968.
- STEINER, W.: Christian Keferstein. Ein Wegbereiter der regionalen Geologie Deutschlands. – Ber. dt. Ges. geol. Wiss., A, Geol. Paläont., **14**, 269–320, 12 Abb., Berlin 1969.
- STEINHAUSER, F.: Die Änderungen der Radioaktivität der Luft in Wien von 1958 bis 1965. – Wetter und Leben, **18**, 45–54, 4 Abb., 1 Tab., Wien 1966.
- STEINHAUSER, F. [Red.]: Report of Austria on National Activities in the International Geodynamics Project 1972–1975. – 86 S., zahlr. Abb., Wien (Austr. Nat. Comm. IGP) 1975.
- STEINHAUSER, P.: Rezente Krustenbewegungen an der Nivellement-Linie Villach–Thörl Maglern. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 317–322, 3 Abb., Wien 1980.
- STEINHAUSER, P., GANGL, G. & MAKOVEC, F.: Detailuntersuchung der Diendorfer Störung bei Melk. – 2. intern. Alpengravimetrie-Koll. (Tiefbau der Ostalpen), 53–63, 6 Abb., Wien 1980.
- STEINHAUSER, P. & GUTDEUTSCH, R.: Rezente Krustenbewegung und Isostasie in den Hohen Tauern. – Arch. Meteor. Geophys. Biokl., (A) **25**, 141–149, 5 Abb., Wien 1976.
- STEINHAUSER, P., MEURERS, B. et al.: Das Bouguer-Schwerefeld im Bereich des Neu-

- markter Sattels. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **4** (1982), 211–222, 3 Abb., Leoben 1983.
- STEINHAUSER, P., RUESS, D. et al.: Bestimmung des Bouguer-Schwerefeldes der Niederen Tauern und ihrer Umgebung. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **3** (1981), 243–247, 1 Kt., Leoben 1982.
- STEINHAUSER, P., SEIBERL, W. et al.: Bestimmung des Bouguer-Schwerefeldes der Karawanken und der Sattnitz. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 299–306, 4 Abb., 1 Tab., Wien 1980.
- STEINHAUSER, P., TOLLMANN, A. et al.: Paleomagnetic studies in the Alps. – Results Austrian Invest. Intern. Geodyn. Proj. 1972–1979, S. 21, Wien (Bundesmin. Wiss. Forsch.) 1981.
- STEINHÄUSSER, H.: Der Wasservorrat aus der Wasserbilanz österreichischer Flußgebiete. – Österr. Wasserwirt., **20**, 7–14, 2 Abb., Wien 1968.
- STEININGER, F.: Die Molluskenfauna aus dem Burdigal (Unter-Miozän) von Fels am Wagram in Niederösterreich. – Denkschr. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **110**, 5. Abh., 87 S., 3 Abb., 2 Tab., 13 Taf., Wien 1963 a.
- : Die Molluskenfauna aus dem Burdigal (U.-Miozän) von Fels am Wagram in Niederösterreich. – Verh. geol. B.-A., **1963**, 33–39, 1 Tab., Wien 1963 b.
- : Ein bemerkenswerter Fund von *Mastodon* etc. – Jb. geol. B.-A., **108**, 195–212, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 1–6, Wien 1965.
- : Das Tertiär des Linzer Raumes. – [In:] PODZEIT, W. & STEININGER, F. [Red.]: Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes, 35–53, 1 Tab., Taf. 1–14, Linz (Stadtmuseum) 1969.
- : Holostratotypus und Faziostratotypen der Eggenburger Schichtengruppe im Raume von Eggenburg etc. – [In:] F. STEININGER & J. SENEŠ [Hrsg.]: Chronostratigraphie and Neostratotypen, **2**, 104–167, 10 Abb., Bratislava (Slov. akad. vied) 1971.
- : Integrated Assemblage-Zone Biostratigraphy etc. – [In:] E. KAUFFMAN & J. HAZEL [Hrsg.]: Concepts and Methods of Biostratigraphy. 235–256, 11 Abb., New York (Hutchinson) 1976.
- : Tertiär und Quartär des Horner Beckens und des Massivrandes. – Führer Arbeitstagg. geol. B.-A. 1977, Waldviertel. 19–25, 1 Tab., Wien (Photodruck geol. B.-A.) 1977.
- : Tertiär der weiteren Umgebung von Eggenburg, N.Ö.: s. G. FRASL et al. 1983.
- STEININGER, F. & BAGDASARJAN, G.: Neue radiometrische Alter mittelmiozäner Vulkanite der Steiermark (Österreich) etc. – Verh. geol. B.-A., **1977**, H. 2, 85–99, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1977.
- STEININGER, F. & PAPP, A.: Current biostratigraphic and radiometric correlations of Late Miocene Central Paratethys stages etc. – Newsl. Stratigr., **8**, 100–110, 1 Abb., 1 Tab., Berlin – Stuttgart 1979.
- STEININGER, F., PAPP, A. et al.: Excursion A. Marine Neogene in Austria and Czechoslovakia [Hrsg.: D. VASS]. – 96 S., 11 Abb., 2 Tab., Bratislava (VEDA) 1975.
- STEININGER, F., RESCH, W. et al.: Biostratigraphische Gliederungsmöglichkeiten im Oligozän und Miozän der Molasse-Zone Vorarlbergs. – Docum. Lab. Géol. Lyon, H. S. **7**, 77–85, 3 Abb., Lyon 1982.
- STEININGER, F. & RÖGL, F.: The Paratethys history etc. – Ann. Géol. Pays Hellén., Sdb. **1979**, H. 3, 1153–1165, 1 Tab., Athens 1979.

- STEININGER, F., RÖGL, F. & MARTINI, E.: Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). – *Newsl. Stratigr.*, **4**, H. 3, 174–202, 3 Abb., 1 Tab., Berlin – Stuttgart 1976.
- STEININGER, F., SCHULTZ, O. & STOJASPAL, F.: Mollusca (Badenien). – [In:] A. PAPP et al. [Red.]: Chronostratigraphie und Neostatotypen, **6** (Badenien), 327–403, 5 Tab., 21 Taf., Bratislava (Slov. Akad. Wiss.) 1978.
- STEININGER, F. & SENEŠ, J. et al.: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Bd. II: M, Eggenburgien. Die Eggenburger Schichtengruppe und ihr Stratotypus. – 827 S., zahl. Abb., Tab., Taf., Bratislava (Slov. Akad. Vied) 1971.
- STEININGER, F. & THENIUS, E.: Eine Wirbeltierfauna aus dem Sarmat (Ober-Miozän) von Sauerbrunn (Burgenland). – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **57** (1964), H. 2, 449–467, 4 Abb., Wien 1965.
- : 100 Jahre Paläontologisches Institut der Universität Wien 1873–1973. – 68 S., 12 Taf., Wien (Österr. Hochschülerschaft) 1973.
- STEINMANN, G.: Geologische Beobachtungen in den Alpen, I. – *Ber. naturf. Ges. Freiburg Br.*, **9** (1895), 245–263; **10** (1898), 215–292, Abbn., Freiburg/Br. 1895/1898.
- : Geologische Beobachtungen in den Alpen. II. Die Schardt'sche Überfaltungstheorie etc. – *Ber. natf. Ges. Freiburg Br.*, **16**, 18–67, 1 Tab., Freiburg/Br. 1906 a.
- : Geologische Probleme des Alpengebirges. – *Z. dt. österr. Alpenver.*, **37**, Sep. S. 1–44, 30 Abb., Innsbruck 1906 b.
- : Die Geologie an der Wiener Universität in den letzten 50 Jahren. – *Geol. Rdsch.*, **2**, 367–372, Taf. 5–6, Leipzig 1911.
- STEINWENDER, P. & DONNER, J.: Das Wasserleitungsprojekt der Stadt Wien: Fassung und Einleitung der „Sieben Quellen im Karlgraben“ in die I. Wiener Hochquellenwasserleitung. – *Wasser/Abwasser*, **111**, 623–630, 716–722, München 1970.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Zur Geologie der Hasenfluh bei Zürs am Arlberg (Lechtaler Alpen). – *Notizbl. hess. L.-A. Bodenforsch.*, **87**, 192–201, 8 Abb., Wiesbaden 1958.
- : Der Bau des Gebirges um Lech (Vorarlberg). – *Z. dt. geol. Ges.*, **113** (1961), 535–556, 7 Abb., Hannover 1962.
- STEPHAN, W.: Tertiär. Molassebecken. [In:] H. NATHAN [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500.000. – S. 178–195, 3 Tab., München (Bayer. Geol. L.-A.) 1964.
- STERK, G.: Stand und Tendenzen der Rohstoffversorgung Österreichs. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **122**, 445–453, 3 Abb., 2 Tab., Wien 1977.
- : Struktur und Sicherung der Rohstoffversorgung Österreichs. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **125**, 520–529, 2 Abb., 8 Tab., Wien 1980.
- [Red.]: Österreichisches Montanhandbuch 1985, **59**, 200 S., zahlr. Tab., Wien (Montan-Verl.) 1985 a.
- : Rohstoffgewinnung und Umweltschutz in Österreich. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **130**, 243–250, Wien – N.Y. 1985 b.
- [Hrsg.]: Grundlagen der Rohstoffversorgung, H. 1–4. Mit 6 Lagerstättenkt. von Österreich 1:1,000.000 in H. 2. – Wien (Bu.-Mium. f. Handel etc.) 1979–1981.
- : Konzept für die Versorgung Österreichs mit mineralischen Roh- und Grundstoffen. – 93 S., 7 Tab., 2 Taf., 2 Beil., Wien (Bu.-Mium. f. Handel etc.) 1981.
- : Schwerpunkte der Rohstoffsuche und Rohstoffsicherung. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **129**, 251–259, 2 Tab., Leoben 1984.

- STERK, G. & WEBER, L.: Neue Rohstoffaktivitäten in Österreich. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **124**, 456–464, 1 Tab., 2 Abb., Wien 1979.
- STEYRER, H.: Die Habachformation der Typlokalität zwischen äußerem Habachtal und Untersulzbachtal (Pinzgau/Salzburg). – Mitt. österr. geol. Ges., **76**, 69–100, 8 Abb., 7 Tab., 2 Taf., Wien 1983.
- STILLE, H.: Grundformen der vergleichenden Tektonik. – VIII, 443 S., 14 Abb., Berlin (Borntraeger) 1924.
- : Der derzeitige tektonische Erdzustand. – Sitzber. preuß. Ak. Wiss., physik.-math. Kl., **1935**, 134–155, Berlin 1935.
- : Einführung in den Bau Amerikas. – 717 S., 128 Abb., Berlin (Borntraeger) 1940.
- STINGL, V.: Sedimentologie und Vererzung des Alpenen Verrucano im Stanzertal (Tirol). – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **12** (3), 71–80, 1 Abb., 3 Beil., Innsbruck 1982.
- : Lagerungsverhältnisse des Permoskyth im Stanzertal, West-Tirol (Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **30/31**, 117–131, 6 Abb., Wien 1984.
- STINI, J.: Unsere Täler wachsen zu. – Geol. u. Bauwesen, **13**, 71–79, 3 Abb., Wien 1941.
- : Tunnelbaugeologie. – XI, 366 S., 192 Abb., zahlr. Tab., Wien (Springer) 1950.
- : Gespannte Wässer im Gebirge. – Österr. Wasserwirtschaft., **1952**, H. 10, 211–215, Wien 1952.
- : Ingenieurgeologie oder Geologingenieur? – Geol. u. Bauwesen, **20**, 28–33, Wien 1953.
- : Gedanken über die Bildung von Warmquellen (Thermen). – Geol. und Bauwesen, **20**, 212–228, 6 Abb., Wien 1954.
- : Die baueologischen Verhältnisse der Österreichischen Talsperren. – Die Talsperren Österr., **5**, 98 S., 48 Abb., Wien (Österr. Wasserwirtsch.verb.) 1955.
- : Felsgrundbrüche im Baugelände von Wasserkraftanlagen. – Geol. u. Bauwesen, **22**, 224–245, 8 Abb., Wien 1956.
- STINY, J.: Die Muren. – VIII, 139 S., 34 Abb., Innsbruck (Wagner) 1910.
- : Beziehungen des Tertiärs der Waldheimat zum Aufbau des Nordostspornes der Alpen. – Cbl. Miner. etc., **1922**, 49–57, 2 Abb., Stuttgart 1922.
- : Randbemerkungen zum Schrifttume über das Tertiär der Stoderalpe. – Cbl. Miner. etc., **1925**, Abt. B, 393–398, 2 Abb., Stuttgart 1925.
- : Aufnahmebericht über Blatt Bruck a. d. Mur – Leoben. – Verh. geol. B.-A., **1927**, 36–39, Wien 1927.
- : Die Anlage von Steinbrüchen und Baustoffgruben. – Geol. u. Bauwesen, **2**, 1–78, 93 Abb., Wien 1930.
- : Zur Kenntnis der Pöslinie (Obersteier). – Cbl. Miner. etc., Abt. B, **1931**, 527–538, 4 Abb., Stuttgart 1931 a.
- : Die geologischen Grundlagen der Verbauung der Geschiebeherde in Gewässern. – VI, 121 S., 40 Abb., Wien (Springer) 1931 b.
- : Zur Kenntnis jugendlicher Krustenbewegungen im Wiener Becken. – Jb. geol. B.-A., **82**, 75–102, 7 Abb., Wien 1932.
- : Die Quellen. – VIII, 255 S., 154 Abb., Wien (Springer) 1933.

- : Zur Landformenkunde des Glocknergebietes. – Geol. Rdsch., **25**, 378–382, 2 Abb., Berlin 1934.
- : Zur Entstehung der Oberflächenformen des Wienerwaldes. – Mitt. geol. Ges. Wien, **29** (1936), 455–471, 2 Abb., 2 Tab., Wien 1937 b.
- STINY, J. & CZERMAK, F.: Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1: 75.000, Blatt Leoben und Bruck a. d. Mur. – Wien (Geol. B.-A.) 1932.
- STINY, J. & KÜHN, O.: Notwendigkeit und Aufgaben einer Wehrgeologie in Österreich. – Militärwiss. Mitt., **68**, 905–908, Wien 1937.
- STIPPENBERGER, W.: Almanach des steirischen Berg- und Hüttenwesens. – Mitt. Mus. Joanneum, **29**, 293–375, 29 Bildtaf., Graz 1968.
- STOCKHERT, B.: K-Ar determinations on mucovites and phengites from deformed pegmatites south of the western Tauern Window etc. – N. Jb. Miner. Abh., **150**, 103–120, 5 Abb., 3 Tab., Stuttgart 1984.
- : Pre-Alpine history of the Austridic basement to the south of the western Tauern window etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **1985**, 618–642, 6 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1985.
- STOLZ, O.: Die Anfänge des Bergbaues und Bergrechtes in Tirol. – Z. Rechtsgesch., Germ. Abt., **48**, 207–263, Weimar 1928.
- STOTTER, M., TRINKER, J. & WIDMANN, H. v.: Geognostische Karte von Tirol 1: 72.000. 10 Blätter u. 3 Profiltaf., Innsbruck (Geognost.-mont. Ver. Tirols) 1849.
- STOWASSER, H.: Einige Bausteine zur Tektogenese des Wiener Beckens. – Erdoel-Z., **74**, 395–400, 1 Abb., Wien – Hamburg 1958.
- : Strukturbildung am Steinbergbruch im Wiener Becken. Erdoel-Erdgas-Z., **82**, 188–191, Wien – Hamburg 1966.
- STRADNER, H.: Die fossilen Discoasteriden Österreichs, 1. Teil. – Erdoel-Z., **74**, 178–188, 38 Abb., 2 Diagr., Wien – Hamburg 1958.
- : Über Nannoplankton-Invasionen im Sarmat des Wiener Beckens. – Erdoel-Z., **76**, 430–432, 2 Abb., Wien – Hamburg 1960.
- : Die Ergebnisse der Aufschlußarbeiten der ÖMV AG etc., III. Ergebnisse der Nanofossil-Untersuchungen. – Erdoel-Z., **80**, 133–139, 51 Fig., Wien – Hamburg 1964.
- : The Nannofossils of the Eocene Flysch in the Hagenbach Valley (Northern Vienna Woods), Austria. – Roczn. pol. Tow. geol., **39**, 403–432, 4 Abb., Taf. 80–89, Krakow 1969.
- : On the ultrastructure of Miocene Archaemonadaceae (Phytoflagellates) from Limberg, Lower Austria. – Proc. 2nd Plankt. Conf. Roma 1970, **2**, 1183–1199, Taf. 1–6, Roma 1971.
- : Bericht über Nanofossilien aus dem Paleozän von Michelstetten (Waschbergzone), NÖ. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 143–146, Taf. 1, Wien 1978.
- STRADNER, H. & FUCHS, R.: Das Nannoplankton [des Badenien] in Österreich. – [In:] A. PAPP et al. [Red.]: Chronostratigraphie und Neostatotypen, **6**, 489–498, 2 Abb., 1 Taf., Bratislava (Slow. Akad. Wiss.) 1978.
- : Über Nannoplanktonvorkommen im Sarmatien (Ober-Miozän) der Zentralen Paratethys in Niederösterreich und im Burgenland. – Beitr. Paläont. Österr., **7**, 251–279, 2 Abb., Taf. 1–10, Wien 1980.

- STREHL, E.: Zur Geologie der Südseite des Dobratsch etc. – Carinthia, **168** bzw. (II) **88**, 135–142, 4 Abb., Klagenfurt 1978.
- : Zur Geologie der Südwestseite des Dobratsch (Villacher Alpe), Kärnten. – Carinthia, **169** bzw. (II) **89**, 65–69, 2 Abb., Klagenfurt 1979.
- : Ein bemerkenswerter Lavafund in der Mitteltrias des Dobratsch (Villacher Alpe), Kärnten. – Der Karinthin, **83**, 201–204, 1 Abb., Salzburg 1980 a.
- : Ein Idealprofil durch das Unteranis des Dobratsch (Villacher Alpe), Kärnten. – Der Karinthin, **83**, 205–213, 2 Abb., Salzburg 1980 b.
- STREHL, E., NIEDERMAYR, G. et al.: Die Gipsvorkommen an der Südseite des Dobratsch (Villacher Alpe), Kärnten. – Carinthia, **170** bzw. (II) **90**, 77–89, 6 Abb., Klagenfurt 1980.
- STROBEL, E.: Geologische Untersuchungen im Hohen Ifen – Gottesackergebiet. – Z. dt. geol. Ges., **82**, 675–708, 7 Abb., 1 Tab., Taf. 19–21, Berlin 1930.
- STUDER, B.: Beiträge zu einer Monographie der Molasse etc. – XXXVIII + 427 S., 2 Taf., Bern 1825.
- : Geologie der Schweiz, 1. Bd., 485 S., zahlr. Abb., 1 geol. Kt., Bern (Stämpfli) 1851.
- STUMMER, G.: Der Aufbau des österreichischen Höhlenverzeichnisses. – Wiss. Beih. z. Z. „Die Höhle“, **27**, 49–60, Wien 1978.
- STUMPFL, E. & EL AGEED, A.: Hochgrößen und Kraubath – Teile eines paläozoischen Ophiolit-Komplexes. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **42**, 161–169, 5 Abb., 1 Tab., Graz 1981.
- STUMPFL, E. & TARKIAN, M.: Schichtgebundene Sulfidvererzung in den Schladminger Tauern. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natwiss. Kl., **116**, 111–115, Wien 1979.
- STUR, D.: Die geologische Beschaffenheit des Enns-Thales. – Jb. geol. B.-A., **4**, 461–483, 5 Abb., Wien 1853.
- : Über die Ablagerungen des Neogens etc. im Gebiete der nordöstlichen Alpen und ihrer Umgebung. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **16**, 477–539, 1 Kt., Wien 1855.
- : Über den Einfluß des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, **20**, 1–75; **25**, 71–149, Wien 1856–1857.
- : Geologische Karte der Umgebungen Wiens. – Wien (Artaria) 1860.
- : Über die neogenen Ablagerungen im Gebiete der Mürz und Mur in Obersteiermark. – Jb. geol. R.-A., **14**, 218–252, 1 Tab., Wien 1864.
- : Beiträge zur Kenntniss der Dyas- und Steinkohlenformation im Banate. – Jb. geol. R.-A., **20**, 185–200, Wien 1870 a.
- : Beiträge zur Kenntniss der stratigraphischen Verhältnisse der marinen Stufe des Wiener Beckens. – Jb. geol. R.-A., **20**, 303–342, 3 Tab., Wien 1870 b.
- : Geologie der Steiermark. – 654 S., etl. Abb., zahlr. Tab., 2 Taf., 1 Falttaf., Graz (Geognost.-mont. Ver. Steiermark) 1871.
- : Beitrag zur Kenntniss der Flora des Kalktuffes und der Kalktuff-Breccie von Hötting bei Innsbruck. – Abh. geol. R.-A., **12**, H. 2, No. 2, 33–56, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1886.
- : Erläuterungen zur Geologischen Specialkarte der Umgebung von Wien. – 59 S., Wien (Geol. R.-A.) 1894.

- STURM, M.: Die Geologie der Flyschzone im Westen von Nußdorf/Attersee, O.Ö. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 302 S., 9 Abb., 11 Taf., 8 Beil., Wien 1968.
- : Zonation of Upper Cretaceous by means of planktonic foraminifera, Attersee (Upper Austria). – Roc. pol. Tow. geol., **39**, 103–132, 3 Abb., 2 Tab., Taf. 9–12, Krakow 1969.
- STÜTZ, A.: Mineralogisches Taschenbuch. Enthaltend eine Oryctographie von Unterösterreich etc. – 394 S., Wien & Triest (Geistinger) 1807.
- STUTZ, E. & WALTER, U.: Zu Stratigraphie und Tektonik am Nordostrand der Engadiner Dolomiten am Schlinigpass (Gemeinde Sent, Graubünden und Mals, Südtirol). – Eclogae geol. Helv., **76**, 523–550, 15 Abb., Basel 1983.
- SUËSS, E.: Der Boden der Stadt Wien. – 326 S., 21 Abb., 1 Kt., Wien (Braumüller) 1862 a.
- : Suite von Fossilien vom Rajhoti-Paß von Indien. – Verh. geol. R.-A., **1862**, S. 258, Wien 1862 b.
- : Über die Verschiedenheit und Aufeinanderfolge der tertiären Landfaunen in der Niederung von Wien. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., Abt. I, **47**, 1–26, Wien 1863.
- : Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärablagerungen II. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., Abt. I, **54**, 87–152, Taf. 1–2, Wien 1866.
- : Die Erdbeben Nieder-Österreichs. – Denksch. österr. Akad. Wiss., math. natw. Kl., **33**, 61–98, 2 Kt., Wien 1873.
- : Die Entstehung der Alpen. – 168 S., Wien (Braumüller) 1875.
- : Das Antlitz der Erde. 1. Bd. – 778 S., 48 Abb., 2 Taf., 4 Kt., Prag – Wien – Leipzig (Tempesky-Freytag) 1885.
- : Das Antlitz der Erde. 2. Bd. – 704 S., 42 Abb., 1 Taf., 2 Kt., Prag – Wien – Leipzig (Tempesky-Freytag) 1888.
- : Abschieds-Vorlesung. – Beitr. Paläont. Österr.-Ungarns, **14**, 1–8, Wien – Lpz. 1902.
- : Vorwort. S. XIII–XXIV [in] E. SUËSS [Hrsg.]: Bau und Bild Österreichs. 1110 S., 254 Abb., 8 Kt., Wien – Leipzig (Tempesky-Freytag) 1903.
- : Die Alpen. Östlicher Theil. – [In:] Das Antlitz der Erde, 3. Bd., 2. Hälfte, 167–229, 1 Abb., Wien – Leipzig (Tempesky & Freytag) 1909.
- : Über die Donau. – 27 S., Wien (Akad. Wiss. Wien) 1911.
- : Über Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft. – Mitt. geol. Ges. Wien, **6**, 13–60, Taf. 1–2, Wien 1913.
- SUËSS, E. & MOJSISOVICS, E. v.: I. Studien über die Gliederung der Trias- und Jura-Bildungen in den östlichen Alpen. Nr. II. Die Gebirgsgruppe des Osterhornes. – Jb. geol. R.-A., **18**, 167–200, 1 Tab., Taf. 6–8, Wien 1868.
- SUËSS, ERHARD [Hrsg.]: Eduard Sueß. Erinnerungen. – 451 S., 4 Abb., 2 Taf., Leipzig (Hirzel) 1916.
- SUËSS, F. E.: Beobachtungen über den Schlier in Oberösterreich und Bayern. – Ann. nat hist. Hofmus., **6**, 407–429, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1891.
- : Die Erderschütterung in der Gegend von Neulengbach am 28. Jänner 1895. – Jb. geol. R.-A., **45**, 77–84, 1 Abb., Wien 1895.

- : Das Erdbeben von Laibach am 14. April 1895. – Jb. geol. R.-A., **46** (1896), 411–890, 43 Abb., Taf. 8–11, Wien 1897.
- : Der Bau des Gneisgebietes von Gr. Bittesch und Namiest in Mähren. – Jb. geol. R.-A., **47** (1897), 505–532, Taf. 15, Wien 1898.
- : Die Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser. – Jb. geol. R.-A., **50** (1900), 193–382, 60 Abb., Taf. 11–18, Wien 1901.
- : Bau und Bild der Böhmisches Masse. – [In:] C. DIENER et al. [Hrsg.]: Bau und Bild Österreichs, 1–322, 56 Abb., 1 Kt., Wien – Leipzig (Tempisky & Freytag) 1903.
- : Kristallinische Schiefer Österreichs innerhalb und außerhalb der Alpen. – C. r. 9^e Congr. géol. intern. Vienne 1903, 603–608, Wien (Hollinek) 1904.
- : Die moravischen Fenster und ihre Beziehung zum Grundgebirge des Hohen Gesenke. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **88**, 541–631, 3 Abb., Taf. 1–3, Wien 1912.
- : Bemerkungen zur neueren Literatur über die Moravischen Fenster. – Mitt. geol. Ges. Wien, **11** (1918), 71–128, Wien 1919.
- : Bericht über eine geologische Exkursion nach Hautzenberg im Bayrischen Wald. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natwiss. Kl., Abt. I, **134**, 143–157, 1 Abb., Wien 1925.
- : Intrusionstektonik und Wandertektonik im variszischen Grundgebirge. – VII, 268 S., 28 Abb., 2 Taf., Berlin (Borntraeger) 1926 a.
- : Das Großgefüge der Böhmisches Masse. – Cbl. Miner. etc., Abt. B, **1926**, 97–109, 1 Abb., Leipzig 1926 b.
- : Grundsätzliches zur Entstehung der Landschaft von Wien. – Z. dt. geol. Ges., **81** (1929), 177–236, Berlin 1930.
- : Ostalpinen und Böhmisches Grundgebirge. – Mitt. geol. Ges. Wien, **24** (1931), 28–37, Wien 1932 a.
- : Friedrich Becke. – Mitt. geol. Ges. Wien, **24** (1931), 137–146, Wien 1932 b.
- : Der lugische Bau in seinem Verhältnis zur variszischen Orogenese. – Mitt. geol. Ges. Wien, **28** (1935), 1–36, Taf. 1, Wien 1937.
- : Bausteine zu einem System der Tektogenese. III, A. – Fortschr. Geol. Paläont., **13**, H. 44, 239–376, Berlin (Borntraeger) 1941.
- : Bausteine zu einem System der Tektogenese. – Mitt. geol. Ges. Wien, **36–38** (1943–1945), 29–230, 20 Abb., Wien 1949.
- : Das Lebenswerk von Eduard Sueß – dargestellt von seinem Sohn F. E. Sueß anlässlich des hundertsten Geburtstages. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 1–6, 2 Abb., Wien 1981.
- SUESS, F. E. & GERHART, H.: Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1 : 75.000, Blatt Drosendorf. – Wien (Geol. B.-A.) 1925.
- SUETTE, G. & UNTERSWEG, TH.: Geologischer Führer zum Lehrpfad Flitzenschlucht. – Unveröff. Manus, 77 S., 38 Photos, etl. Abb., Graz (Inst. f. Umweltgeol.) 1981.
- : Geologische Karte der Republik Österreich, 1 : 50.000, Blatt 209 Bad Radkersburg. Mit Erläut. von G. SUETTE (7 S., 1 Abb.), Wien (Geol. B.-A.) 1982.
- : Erläuterungen zu den geogenen Naturraumpotentialkarten des Bezirkes Radkersburg. – 1. Bd.: 219 S., 157 Abb., 21 Tab., 28 Beil., 1981; [Bd. 2: R. LAZAR: Klima,

- H. OTTO: Vegetation, 1982; Bd. 3: M. PÖSCHL: Methodik, 1983]. Graz (Inst. f. Umweltgeol.) 1981–1983.
- SUGGATE, R.: When did the Last Interglacial End? – Quatern. Res., **4**, 246–252, New York/London 1974.
- SUK, M.: Hauptprobleme des tiefen Unterbaues der Böhmisches Masse. – Krystalinikum, **14**, 109–118, Prag 1979.
- SUMMESBERGER, H.: Eine obersanton Ammonitenfauna aus dem Becken von Gosau (Oberösterreich). – Ann. nathist. Mus. Wien, **82**, 109–176, 48 Abb., 4 Tab., 16 Taf., Wien 1979.
- : Neue Ammoniten aus der Sandkalkbank der Hochmooschichten (Obersanton; Gosau, Österreich). – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 275–283, 6 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3, Wien 1980.
- SUMMESBERGER, H. & WAGNER, L.: Der Lithostratotypus des Gutensteiner Kalkes (Gutenstein, Niederösterreich; Mitteltrias). – Ann. nathist. Mus. Wien, **75**, 343–356, 2 Abb., 3 Phototaf., 1 Profiltaf., Wien 1971.
- : Der Stratotypus des Anis (Trias). – Ann. nathist. Mus. Wien, **76**, 515–538, 4 Abb., 2 Taf., Wien 1972.
- SURENIAN, R.: Die Conodontenfauna des Steinbergkalkes (Oberdevon, Paläozoikum von Graz). – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **108**, 121–135, Taf. 1–4, Graz 1978.
- SVÄ: Endlagerung radioaktiver Abfälle – eine Standortbestimmung aus schweizerischer Sicht. – Taggsref., 110 S., zahlr. Abb. u. Tab., Bern (Schweiz. Ver. Atomenergie) 1980.
- ŠVAGROVSKÝ, J.: Das Sarmat der Tschechoslowakei und seine Molluskenfauna. – Acta geol. geogr. Univ. Comenianae, geol., **26**, 1–473, Bratislava 1971.
- SVOBODA, J. et. al.: Regional Geology of Czechoslovakia. Part I, 668 S., 120 Abb., 20 Texttaf., 100 Phototaf., Prag (Geol. Surv. Czech.) 1966.
- TAMS, E.: Über die Wandlungen der Ansichten von der Entstehung der Erdbeben seit Alexander von Humboldt. – Forsch. u. Fortschr., **28**, 225–256, Berlin 1954.
- TATZREITER, F.: Zur Stellung der *Himavites columbianus*-Zone (höheres Mittelnor) in der Tethys. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **4**, 105–139, 7 Abb., 1 Tab., 4 Taf., Wien 1978.
- : Neue trachyostrake Ammonoideen aus dem Nor (Alaun 2) der Tethys. – Verh. geol. B.-A., **1980**, 123–159, 11 Abb., 4 Taf., Wien 1980.
- : Ammonitenfauna und Stratigraphie im höheren Nor (Alaun, Trias) der Tethys aufgrund neuer Untersuchungen in Timor. – Dkschr. österr. Akad. Wiss., math.-natwiss. Kl., **121**, 142 S., 38 Abb., 2 Tab., 20 Taf., Wien 1981.
- : Katalog der Typen und Abbildungsoriginale der Geologischen Bundesanstalt. 3. Teil: Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. – Verh. geol. B.-A., **1982**, 123–147, Wien 1982.
- TAUBER, A.: Paläobiologische Analyse von *Chondrites furcatus* Sternberg. – Jb. geol. B.-A., **93** (1948), 141–154, 3 Abb., Wien 1949.
- : *Tripneustes ventricosus austriacus* n. ssp., ein tropischer Seeigel aus dem Torton des Wiener Beckens. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **160**, 303–320, 5 Abb., Wien 1951.

- : Die fossilen Terediniden der burgenländischen und niederösterreichischen Tertiärablagerungen. – *Wiss. Arb. Burgenland*, **3**, 59 S., 10 Abb., 4 Tab., 8 Taf., Eisenstadt 1954.
- : Geologische Stratigraphie und Geschichte des Neusiedlerseegebietes. – *Wiss. Arb. Burgenland*, **23**, 18–24, 1 Abb., Eisenstadt 1959 a.
- : Zur Oberflächengeologie des Seewinkels. – *Wiss. Arb. Burgenland*, **23**, 24–26, Eisenstadt 1959 b.
- : Grundzüge der Tektonik des Neusiedlerseegebietes. – *Wiss. Arb. Burgenland*, **23**, 26–31, Taf. 1–9, Eisenstadt 1959 c.
- : Hydrogeologie und Hydrochemie der Parndorfer Heideplatte. – *Burgenländ. Heimatbl.*, **21** (1), 7–22, 3 Abb., zahlr. Tab., Eisenstadt 1959 d.
- : Geologische Typologie und Genese der Mineralquellen und Mineralwässer im Neusiedlerseegebiet. – *Wiss. Arb. Burgenland*, **34**, 259–304, Eisenstadt 1965.
- TAUPITZ, K.: Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typus „Bleiberg“ – *Z. Erzbergb. Metallhüttenwesen*, **7**, 343–349, 8 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1954 a.
- : Die verschiedene Deutbarkeit von „metasomatischen“ Gefügen auf „telethermalen“ Blei-Zink-Lagerstätten. – *Fortschr. Miner.*, **32** (1953), 30–31, Stuttgart 1954 b.
- TEICH, TH.: Die Genese des Augengneiszuges in der Gleinalpe – Stubalpe, Steiermark. – *Mitt. natw. Ver. Steiermark*, **108**, 55–69, 4 Abb., 5 Tab., Graz 1978.
- : Die Genese des Augengneiszuges in der zentralen und südlichen Stubalpe etc. – *Mitt. natwiss. Ver. Steiermark*, **109**, 39–54, 7 Abb., 5 Tab., Graz 1979.
- : Zur Genese der Augengneise im Kristallin des Gailtales von Kärnten. – *Carinthia*, **170** bzw. (II) **90**, 103–122, 7 Abb., 6 Tab., Klagenfurt 1980.
- : Zur Petrologie der Augengneise bei Nötsch in Kärnten. – *Carinthia*, **172** bzw. (II) **92**, 77–90, 6 Abb., 3 Tab., Klagenfurt 1982.
- TELEGD, R. v.: Geologische Spezialkarte der Länder der ungarischen Krone, Umgebung Kismarton (Eisenstadt), 1: 75.000, Budapest (Ungar. geol. Inst.) 1903.
- TELLER, F.: Die Triasbildungen der Košuta etc. – *Verh. geol. R.-A.*, **1887**, 261–268, Wien 1887.
- : Geologische Karte der östlichen Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen (Ostkarawanken und Steiner Alpen), 1: 75.000. – Wien (Geol. R.-A.) 1895. Erläuterungen hiezu, 262 S., Wien 1896.
- : Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie, 1: 75.000, Blatt Eisenkappel und Kanker. – Wien (Geol. R.-A.) 1898. Erläuterungen hiezu, 142 S., Wien 1898.
- : Das Alter der Eisen- und Manganerz führenden Schichten im Stou- und Vigunšca-Gebiete an der Südseite der Krawanken. – *Verh. geol. R.-A.*, **1899**, 396–418, 4 Abb., Wien 1899.
- : Geologie des Karawankentunnels. – *Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl.*, **82**, 145–250, 29 Abb., 2 Tab., 3 Taf., Wien 1910.
- TENTSCHEIT, E.: Die Baugeologie im Wasserkraftbau Tirols. – *Geol. paläont. Mitt. Innsbruck*, **1983** (11/12), 235–248, Innsbruck 1983.
- TERCIER, J.: Sur l'extension de la zone ultrahelvétique en Autriche. – *Eclogae geol. Helv.*, **29**, 213–250, Taf. 18–19, Basel 1936.

- TERMIER, P.: Les nappes des Alpes Orientales et la synthèse des Alpes. – Bull. Soc. géol. France, (4) **3**, 1903, 711–765, 4 Abb., Taf., 22–23, Paris 1904.
- TERTSCH, H.: Studien am Westrande des Dunkelsteiner Granulitmassives (Geologische Beobachtungen). – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **34**, 209–254, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1917.
- : Studien am Westrande des Dunkelsteiner Granulitmassives (Petrographische Beobachtungen). – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (2) **35**, 177–214, 8 Abb., Wien 1921.
- : Erinnerungen an Friedrich BECKE. – Mitt. österr. miner. Ges., Sdh. **4**, 32 S., Wien 1956.
- TESSENHORN, F.: Unterkarbon-Flysch und Auernig-Oberkarbon in Trögern, Karawanken, Österreich. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1968**, 100–121, 9 Abb., Stuttgart 1968.
- : Zur Unter-Karbon-Stratigraphie in den Karawanken. – Carinthia, **159** bzw. (II), **79**, 28–32, 1 Abb., Klagenfurt 1969.
- : Der Flysch-Trog und seine Randbereiche im Unter-Karbon der Karawanken (Österreich). – Diss. math.-natw. Fak. Univ. Tübingen, 87 S., 26 Abb., Tübingen (Photodruck) 1970.
- : Der Flysch-Trog und seine Randbereiche im Karbon der Karawanken. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **138**, 169–220, 17 Abb., 1 Kt., Stuttgart 1971.
- : Schichtlücken und Mischfaunen in paläozoischen Kalken der Karawanken. – Carinthia, **164** = (II) **84**, 137–160, 7 Abb., 5 Tab., 1 Kt., Klagenfurt 1974.
- THALMANN, F.: Zur Eisenspatvererzung in der nördlichen Grauwackenzone am Beispiel des Erzberges bei Eisenerz und Radmer/Bucheck. – Verh. geol. B.-A., **1978**, 479–489, 5 Abb., Wien 1979.
- : Element Arsen [in Österreich]: Karte 1:1,000.000. – Geochem. Atlas der Rep. Österreich, Wien (Geol. B.-A.) 1984.
- THENIUS, E.: Zur Kenntnis der fossilen Hirsche des Wiener Beckens etc. – Ann. nat.-hist. Mus. Wien, **56**, 262–308, 10 Abb., 2 Tab., Wien 1948.
- : Die Carnivoren von Göriach (Steiermark). – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **158**, 695–762, 15 Abb., 12 Tab., Wien 1949.
- : Die Säugetierfauna aus den Congerienschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. – Verh. geol. B.-A., 1948, 113–131, 1 Tab., Wien 1950.
- : Über die Sichtung und Bearbeitung der jungtertiären Säugetierreste aus dem Hausruck und Kobernausser Wald (Oberösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1950/51**, H. 2, 56–58, Wien 1951 a.
- : Die jungtertiäre Säugetierfauna des Wiener Beckens in ihrer Beziehung zur Stratigraphie und Ökologie. – Erdoel-Z., **67**, 52–54, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1951 b.
- : Die Säugetierfauna aus dem Torton von Neudorf an der March (ČSR). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **96**, 27–136, 70 Abb., Stuttgart 1952 a.
- : Die Säugetierreste aus dem Jungtertiär des Hausruck und Kobernausserwaldes (O.-Ö.) etc. – Jb. geol. B.-A., **95**, 119–144, 7 Abb., Wien 1952 b.
- : Die neuen paläontologischen Ausgrabungen in Hundsheim (N.Ö.). – Anz. österr. Akad. Wiss., **88** (1951), 341–343, Wien 1952 c.
- : Über die Alterseinstufung der Arsenalterrasse von Wien. – Mitt. geol. Ges. Wien, **45** (1952), 135–146, 2 Abb., Wien 1954.

- : Zur Entwicklung der jungtertiären Säugetierfaunen des Wiener Beckens. – Paläont. Z., **29**, 21–26, 2 Abb., Stuttgart 1955.
 - : Neue Wirbeltierfunde aus dem Ältest-Pleistozän von Niederösterreich. – Jb. geol. B.-A., **99**, 259–271, 1 Abb., 3 Tab., Taf. 9, Wien 1956.
 - : Beiträge zur Kenntnis der Säugetierreste des steirischen Tertiärs. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, [8 Teilberichte in] Bd. **158**, **159**, **160**, **161**, **165**. Wien 1949–1956.
 - : Tertiär. 2. Teil: Wirbeltierfaunen. – Handb. stratigr. Geol., **3** (2), XI, 328 S., 12 Abb., 32 Tab., 10 Taf., Stuttgart 1959.
 - : Wirbeltierfunde aus der paläogenen Molasse Österreichs und ihre stratigraphische Bedeutung. – Verh. geol. B.-A., **1960**, 82–88, Wien 1960 a.
 - : Die jungtertiären Wirbeltierfaunen und Landfloren des Wiener Beckens und ihre Bedeutung für die Neogenstratigraphie. – Mitt. geol. Ges. Wien, **52** (1959), 203–209, 1 Tab., Wien 1960 b.
 - : Die Großsäugetiere des Pleistozäns von Mitteleuropa. – Z. Säugetierkd., **27**, 65–83, 4 Abb., 2 Tab., Hamburg 1962.
 - : Säugetierfährten aus dem Rohrbacher Konglomerat (Pliozän) von Niederösterreich. – Ann. nathist. Mus. Wien, **71**, 363–379, 3 Abb., Taf. 1–4, Wien 1967.
 - : Stammesgeschichte der Säugetiere. – Handb. Zool., **8/2**, 1–722, 715 Abb., Berlin (W. de Gruyter) 1969.
 - : Niederösterreich. – Verh. geol. B.-A., Bundesländerserie, Heft N.-Ö., 2. Aufl., 280 S., 48 Abb., 16 Tab., Wien 1974 a.
 - : Die Säugetierfauna des Alt-Pliozäns (Pannon und Pont) in Österreich. – V* Congr. Neogène Méditerr. Lyon 1971, Mem. B. R. G. M., **78**, 253–258, Orléans 1974 b.
 - : Meere und Länder im Wechsel der Zeiten. – X, 200 S., 74 Abb., Berlin etc. (Springer) 1977.
 - : Neue Säugetierfunde aus dem Pliozän von Niederösterreich. – Mitt. österr. geol. Ges., **68** (1975), 109–128, 7 Abb., Wien 1978.
 - : Niederösterreich zur Braunkohlenzeit. – Wiss. Schriftenr. NÖ., **43/44**, 64 S., 14 Abb., 1 Tab., Taf. 1–4, St. Pölten – Wien (NÖ.-Pressehaus), 1979.
 - : Der Beitrag österreichischer Geowissenschaftler zum “sea-floor spreading”- und “plate tectonics”-Konzept. – Verh. geol. B.-A., **1979**, 407–414, 3 Abb., Wien 1980.
 - : Zur Paläoklimatologie des Pannon (Jungmiozän) in Niederösterreich. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1982**, 692–704, Stuttgart 1982 a.
 - : Alfred Wegener – zum 100. Geburtstag des Begründers der Kontinentalverschiebungstheorie. – Schr. Ver. Verbreit. natwiss. Kenntn. Wien, **121**, 1–33, 7 Abb., Wien 1982 b.
 - : Niederösterreich im Wandel der Zeiten, 3. Aufl., 156 S., 63 Abb., 4 Tab., 9 Taf., Wien (Amt N.Ö. Landesreg.) 1983.
- THIEDIG, F.: Verbreitung etc. neogener Rotlehme und Grobschotter in Ostkärnten (Österreich). – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **39**, 97–116, 5 Abb., 4 Tab., Hamburg 1970.
- : Falten- und Überschiebungstektonik im Permo-Mesozoikum des Krappfeldes südwestlich Eberstein in Kärnten (Österreich). – Z. dt. geol. Ges., **132**, 167–174, 2 Abb., Hannover 1981.

- [Hrsg.]: Beiträge zur Stratigraphie, Metamorphose und Tektonik der Gurktaler Decke (Oberostalpin/Österreich). – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hambg., **53**, 1–248, zahl. Abb. u. Taf., Taf.bd. mit Taf. 1–7, Anl. 1–4, Hamburg 1982.
- THIEDIG, F. & WIEDMANN, J.: Ammoniten und Alter der höheren Kreide (Gosau) des Krappfeldes in Kärnten (Österreich). – Mitt. geol. paläont. Inst. Univ. Hamburg, **45**, 9–27, 2 Abb., Taf. 1–2, Hamburg 1976.
- THIELE, O.: Zum Alter der Donaustörung. – Verh. geol. B.-A., **1961**, 131–133, Taf. 3, Wien 1961.
- : Neue geologische Ergebnisse aus dem Sauwald (O.-Ö.). – Verh. geol. B.-A., **1962**, 117–129, Taf. 3, Wien 1962.
- : Ein Orbiculit im östlichen Mühlviertel (Oberösterreich). – Jb. geol. B.-A., **110**, 93–108, 6 Abb., Taf. 1–2, Wien 1967.
- : 1968: s. in: G. FUCHS & O. THIELE, 1968.
- : Physikalische Altersbestimmungen an Gesteinen des Mühlviertels. – [In:] PODZEIT, W & STEININGER, F. [Red.]: Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes, 23–33, Tab. 1–4, Linz 1969.
- : Der österreichische Anteil an der Böhmisches Masse und seine Stellung im variszischen Orogen. – Geologie, **19**, 17–24, 2 Abb., Berlin 1970 a.
- : Eine Mikroklin-Quarz-Kugelbildung in hybridem Feinkorngranit aus dem Dietrichsbacher Forst (Westliches Waldviertel, Niederösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1970**, 267–274, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1970 b.
- : Ein Cordierit-Kugeldiorit aus dem westlichen Waldviertel (Niederösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1971**, 409–423, 10 Abb., 3 Tab., Wien 1971.
- : Bericht 1971 über Aufnahmen auf Blatt Großsiegharts (7). – Verh. geol. B.-A., **1972**, A 81–A 83, Wien 1972.
- : The Austrian part of the Bohemian Massif. – [In:] M. MAHEL [Hrsg.]: Tectonics of the Carpathian Balkan Regions, 414–417, 2 Abb., Bratislava (Geol. Inst. D. Štúr) 1974.
- : Ein westvergenter kaledonischer Deckenbau im niederösterreichischen Waldviertel? – Jb. geol. B.-A., **119**, 75–81, 2 Abb., Wien 1976 a.
- : Zur Tektonik des Waldviertels in Niederösterreich (südliche Böhmisches Masse). – Nova acta Leopoldina, n. F., **45**, No. 224 (Franz-Kossmat-Symposion), 67–82, 2 Abb., Halle 1976 b.
- : Die Mühltdorfer Störung etc. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **6**, H. 10, 1–4, 1 Abb., Innsbruck 1977 a.
- : Studien an Akzessorien und Zirkontrachten von Gföhlergneis etc. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 53–67, 5 Abb., 1 Tab., Wien 1977 b.
- : FWF-Projekt 2975 [Kohlenführung österreichischer Tertiärbecken]. – Arch. Lagerforsch. geol. B.-A., **3**, 81–89, 1 Abb., Wien 1983.
- : Zum Deckenbau und Achsenplan des Moldanubikums der Südlichen Böhmisches Masse (Österreich). – Jb. geol. B.-A., **126**, 513–523, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1984.
- THIELE, O. & FUCHS, G.: Übersichtskarte des Kristallins im westlichen Mühlviertel und im Sauwald, Oberösterreich, 1: 200.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1965.
- THOMANEK, K.: Das erste Untertage-Bohrlochsolefeld der Österreichischen Salinen im Salzbergbau Altaussee. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **119**, 205–210, 4 Abb., Wien 1974.

- : Wirtschaft und Technik der Österreichischen Salinen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. – II. Teil: Berg- und Salinentchnik. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **123**, H. 2, 51–56, 5 Abb., 3 Tab., Wien 1978.
- : Salz in Österreich etc. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **127**, 381–389, 15 Abb., Wien 1982.
- THÖNI, M.: Zur Westbewegung der Ötztaler Masse. Räumliche und zeitliche Fragen an der Schlingigüberschiebung. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **26**, 247–275, 1 Abb., 1 Tab., Beil. 9, Wien 1980 a.
- : Distribution of pre-Alpine and Alpine Metamorphism of the Southern Ötztal Mass and the Scarl Unit, based on K/Ar Age Determinations. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 139–165, 6 Abb., 3 Tab., Taf. 1, Wien 1980 b.
- : Degree and Evolution of the Alpine Metamorphism in the Austroalpine Unit W of the Hohe Tauern in the light of K/Ar and Rb/Sr Age Determinations on Micas. – Jb. geol. B.-A., **124**, 111–174, 12 Abb., 16 Tab., 5 Taf., Wien 1981 a.
- : Arbeiten im Ostalpin W des Tauernfensters. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **2** (1980), 21–35, 3 Abb., Leoben 1981 b.
- : Der Einfluß der kretazischen Metamorphose im Westabschnitt der ostalpinen Einheit: Interpretation geochronologischer Daten. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**, 17–34, 5 Abb., 1 Tab., Wien 1982 b.
- : The thermal climax of the early alpine metamorphism in the Austroalpine thrust sheet. – Mem. Sci. geol. Padova, **36**, 211–238, 7 Abb., 4 Tab., Padova 1983.
- THURNER, A.: Reliefüberschiebungen in den Ostalpen. – Fortschr. Geol. Paläont., **14**, H. 48, 347 S., 72 Abb., Berlin 1943.
- : Die Puchberg- und Mariazeller Linie. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **160**, 639–672, 8 Abb., Wien 1951 a.
- : Tektonik und Talbildung im Gebiet des oberen Murtales. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **160**, 673–695, 12 Abb., Wien 1951 b.
- : Das Tertiär von Schöder. – Verh. geol. B.-A., **1952**, 146–153, 6 Abb., Wien 1952.
- : Die tektonische Stellung der Reiflingerscholle und ähnlicher Gebilde. – Mitt. natw. Ver. Stmk., **84**, 187–197, Tf. 13–14, Graz 1954.
- : Geologische Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt Stadl-Murau. – Wien (Geol. B.-A.) 1958 a.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte Stadl-Murau. – 106 S., 24 Abb., Karte 1:50.000, Wien (Geol. B.-A.) 1958 b.
- : Die Baustile in den tektonischen Einheiten der Nördlichen Kalkalpen. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 367–389, 7 Abb., Hannover 1962.
- : Kritische Betrachtungen zur „Mürzalpendecke“ E. u. A. Tollmann. – Verh. geol. B.-A., **1963**, 69–79, 4 Abb., Wien 1963.
- : Hydrologie der Sauerlinge in Österreich. – Wiss. Arb. Burgenland, **30**, 138–143, Eisenstadt 1965.
- : Hydrogeologie. – XIV, 350 S., 187 Abb., etl. Tab., Wien – N.Y (Springer) 1967.
- : Die Tektonik der Ostalpen im Sinne der Verschluckungslehre. – Geotekton. Forsch., **39**, II + 124 S., 17 Abb., 1 Taf., Stuttgart 1971.
- : Wasser in Felsgesteinen. – Österr. Wasserwirtschaft, **24**, 152–159, 10 Abb., Wien 1972.

- : Erdbeben und Kohlensäure. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **104**, 31–37, Graz 1974.
- THURNER, A. & HUSEN, D. VAN: Geologische Karte der Republik Österreich 1: 50.000, Blatt 160 Neumarkt in Steiermark. – Wien (Geol. B.-A.) 1978.
- : Erläuterungen zu Blatt 160 Neumarkt in Steiermark. – Geol. B.-A., 64 S., 1 Abb., Taf. 1–2, Wien 1980.
- THYSSEN, P. & POELT, J.: Ein neuer Fundort des „Kupfermooses“ *Merceya ligulata* (Spr.) Schpr. in den Ostalpen. – Ber. bayer. bot. Ges., **32**, S. 152, München 1958.
- TICHY, G.: Beiträge zur Palökologie und Stratigraphie der triadischen Megalodonten (Bivalven). – Schriftenr. erdwiss. Kommiss. österr. Akad. Wiss., **2**, 177–182, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1974.
- : Ammonitenfunde aus dem Wettersteinkalk des Dobratsch (Kärnten, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **25**, 145–151, Taf. 23, Wien 1978.
- [Red.]: Geologische Karte der Roßfeldgruppe, des Hohen Göll und des Hagengebirges, 1: 50.000. – Beil. Salzburger Höhlenbuch, Bd. **3**, Salzburg 1979.
- : Geologie des Bereiches um die Salzburger Vorlandseen. – Stud. Forsch. Salzburg, **1980**, H. 1, 17–22, 2 Tab., 1 Kt., Salzburg (Amt Sbg. Landesreg.) 1980.
- TICHY, G. & SCHRAMM, J.: Das Hundskarl-Profil, ein Idealprofil durch die Werfener Schichten am Südfuß des Hagengebirges, Salzburg. – Der Karinthin, **80**, 106–115, 2 Abb., Salzburg 1979.
- TIETZ, G.: Die Schwermineralgehalte in den Grenzlandbänken. – Carinthia, **164** bzw. (II) **84**, 115–124, 1 Abb., 1 Tab., Klagenfurt 1974.
- : Petrographische und geochemische Untersuchungen an einer kondensierten Kalkbank des unteren Silurs der Karnischen Alpen (Österreich). – Verh. geol. B.-A., **1976**, 207–242, 7 Abb., 1 Tab., Wien 1976.
- TIETZE, E.: Beiträge zur Kenntnis der älteren Schichtgebilde Kärntens. – Jb. geol. R.-A., **20**, 259–272, 6 Abb., Wien 1870.
- : Franz v. Hauer. Sein Lebensgang und seine wissenschaftliche Thätigkeit. – Jb. geol. R.-A., **49** (1899), 679–827, 1 Taf., Wien 1900.
- : Ferdinand Freiherr v. Richthofen †. – Verh. geol. R.-A., **1905**, 309–318, Wien 1905.
- : Einige Seiten über Eduard Suess. – Jb. geol. R.-A., **66** (1916), 333–556 [!], Wien 1917.
- TILL, A.: Das große Naturereignis von 1348 und die Bergstürze des Dobratsch. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **50**, 543–645, 8 Abb., Wien 1907.
- TILLMANN, H.: Kreide. – [In:] H. NATHAN [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, 1: 500.000, 2. Aufl., 141–161, 4 Abb., 4 Tab., München (Bayer. Geol. L.-A.) 1964.
- TISCHLER, S.: Eine Erzmineralisation vom Typ „Porphyry Copper“ in Österreich? – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **123**, 463–465, 5 Abb., Wien 1978.
- TISCHLER, S. & FINLOW-BATES, T.: Plate Tectonic Processes that Governed the Mineralization of the Eastern Alps. – Mineral. Deposita, **15**, 19–34, 9 Abb., Berlin 1980.
- TISCHLER, S. & UCIK, F.: Schichtgebundene Sulfidmineralisation (Typus Schellgaden) in der Schieferhülle des östlichen Tauernfensters. – Carinthia, **169** (bzw. II/89), 371–407, 16 Abb., 4 Tab., Klagenfurt 1979.

- TOLLMANN, A.: Die Gattungen *Lingulina* und *Lingulinopsis* (Foraminifera) im Torton des Wiener Beckens und Südmährens. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **163**, 609–619, Taf. 1–2, Wien 1954.
- : Das Neogen am Nordwestrand der Eisenstädter Bucht. – Wiss. Arb. Burgenland, **10**, 1–74, 7 Abb., 2 Profiltaf., 8 Tab., Kt. 1: 25.000, Eisenstadt 1955 a.
- : Die Foraminiferenentwicklung im Torton und Untersarmat in der Randfazies der Eisenstädter Bucht. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **164**, 193–202, 1 Abb., Wien 1955 b.
- : Die Mikrofauna des Burdigal von Eggenburg (Niederösterreich). – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **166**, 165–213, 7 Taf., 2 Tab., Wien 1957 a.
- : Aufnahmebericht über das Tertiär von Rechnitz und Lutzmannsburg. – Verh. geol. B.-A., **1957**, 85–86, Wien 1957 b.
- : Das Stangalm-Mesozoikum (Gurktaler Alpen). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **9**, 57–73, Taf. 11–12, Wien 1958.
- : Der Deckenbau der Ostalpen auf Grund der Neuuntersuchung des zentralalpinen Mesozoikums. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **10**, 1–62, Taf. 1, Wien 1959.
- : Die Hallstätterzone des östlichen Salzkammergutes und ihr Rahmen. – Jb. geol. B.-A., **103**, 37–131, 4 Abb., Taf. 2–5, Wien 1960 a.
- : Die Foraminiferenfauna des Oberconiac aus der Gosau des Ausseer Weißenbachtals in Steiermark. – Jb. geol. B.-A., **103**, 133–203, 2 Abb., Taf. 6–21, Wien 1960 b.
- : Neue Ergebnisse über den Deckenbau der Ostalpen etc. – Geol. Rdsch., **50** (1960), 506–514, Taf. 15, Stuttgart 1961.
- : Die Frankenfesler Deckschollenklippen der Grestener Klippenzone etc. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **171**, 115–124, Wien 1962 a.
- : Deckenbau und Fazies im Salzkammergut. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 495–500, Hannover 1962 b.
- : Die Rolle des Ost-West-Schubes im Ostalpenbau. – Mitt. geol. Ges. Wien, **54** (1961), 229–247, Wien 1962 c.
- : Der Baustil der tieferen tektonischen Einheiten der Ostalpen im Tauernfenster und in seinem Rahmen. – Geol. Rdsch., **52**, 226–237, Taf. 5, Stuttgart 1962 d.
- : Die Entdeckung eines eiszeitlichen Naturdenkmales im Lungau. Der Gletschertopf bei Mauterndorf. – Universum, Natur u. Technik, **17** (1/2), 32–34, 1 Abb., Wien 1962 e.
- : Ostalpensynthese. – VIII, 256 S., 22 Abb., 11 Taf., Wien (Deuticke) 1963 a.
- : Die Antiklinalen der Schneebergdecke und ihr Alter. – Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **100**, 132–143, 2 Abb., Wien 1963 b.
- : Die Faziesverhältnisse im Mesozoikum des Molasse-Untergrundes etc. – Erdoel-Z., **79**, 41–52, 2 Abb., Wien – Hamburg 1963 c.
- : Résultats nouveaux sur les Alpes orientales. – Livre mém. P. Fallot, **2**, 477–490, 2 Abb., Paris 1963 d.
- : Hundert Jahre Geologisches Institut der Universität Wien. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **13** (1962), 1–40, Taf. 1–2, Wien 1963 e.
- : Zur Frage der Faziesdecken in den Nördlichen Kalkalpen etc. – Geol. Rdsch., **53** (1963), 151–168, Taf. 16, Stuttgart 1964 a.

- : Das Permoskyth in den Ostalpen sowie Alter und Stellung des „Haselgebirges“ – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1964**, 270–299, 3 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1964 b.
- : Übersicht über die alpidischen Gebirgsbildungsphasen in den Ostalpen und Westkarpaten. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **14** (1963), 81–88, Taf. 8, Wien 1964 c.
- : Analyse der Weyerer Bögen und der Reiflinger Scholle. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **14**, 89–123, Taf. 7, Wien 1964 d.
- : Comparaison entre le Pennique des Alpes occidentales et celui des Alpes orientales. – C. r. somm. séanc. Soc. géol. France, **1964**, 363–365, 1 Tab., Paris 1964 e.
- : Faziesanalyse der alpidischen Serien der Ostalpen. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **G**, 103–133, 1 Abb., Wien 1965 a.
- : Die Neuergebnisse der geologischen Forschung in Österreich. – Beibl. Nathisttagg. 1965, 3–57, 14 Abb., Wien (Ketterl) 1965 b.
- : Die alpidischen Gebirgsbildungs-Phasen in den Ostalpen und Westkarpaten. – Geotekt. Forsch., **21**, 156 S., 20 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1966 a.
- : Geologie der Kalkvoralpen im Ötscherland als Beispiel alpiner Deckentektonik. – Mitt. geol. Ges. Wien, **58** (1965), 103–207, Taf. 1–4, Wien 1966 b.
- : Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 1. Teil: Der Ostabschnitt. – Mitt. geol. Ges. Wien, **59** (1966), H. 2, 231–253, Taf. 1–2, Wien 1967 a.
- : Stirnschuppen und Dachschuppen, wenig bekannte tektonische Strukturformen etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1967**, 705–730, 9 Abb., Stuttgart 1967 b.
- : Ein Querprofil durch den Ostrand der Alpen. – Eclogae geol. Helv., **60**, 109–135, 1 Abb., Taf. 1, Basel 1967 c.
- : Bemerkungen zu faziellen und tektonischen Problemen des Alpen-Karpaten-Orogens. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **18** (1967), 207–248, Taf. 8, Wien 1968 a.
- : Die paläogeographische, paläomorphologische und morphologische Entwicklung der Ostalpen. – Mitt. österr. geograph. Ges., **110**, 224–244, Wien 1968 b.
- : Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. – 2. Teil: Der Mittelabschnitt. – Mitt. geol. Ges. Wien, **61** (1968), 124–181, Taf. 1, Wien 1969 a.
- : Die Bruchtektonik in den Ostalpen. – Geol. Rdsch., **59**, 278–288, Text-Taf. 1, Stuttgart 1969 b.
- : Die tektonische Gliederung des Alpen-Karpaten-Bogens. – Geologie, **18**, 1131–1155, 2 Abb., Berlin 1969 c.
- : Die bruchtektonische Zyklenordnung im Orogen am Beispiel der Ostalpen. – Geotekt. Forsch., **34**, 1–90, 21 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Stuttgart 1970 a.
- : Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 3. Teil: Der Westabschnitt. – Mitt. geol. Ges. Wien, **62** (1969), 78–170, Taf. 1–3, Wien 1970 b.
- : Der Deckenbau der westlichen Nord-Kalkalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **136**, 80–133, 1 Abb., Stuttgart 1970 c.
- : Für und wider die Allochthonie der Kalkalpen sowie ein neuer Beweis für ihren Fernschub. – Verh. geol. B.-A., **1970**, 324–345, 2 Abb., Wien 1970 d.
- : Zur Rehabilitierung des Deckenbaues in den westlichen Nordkalkalpen. – Jb. geol. B.-A., **114**, 273–360, 49 Abb., Taf. 11–12, Wien 1971 a.
- : Betrachtungen zum Baustil und Mechanismus kalkalpiner Überschiebungen. – Verh. geol. B.-A., **1971**, 358–390, 12 Abb., Wien 1971 b.

- : Überblick über die Neuergebnisse vom geologischen Bau Niederösterreichs. – *Unser Heimat*, **42**, 103–140, 9 Abb., Wien 1971 c.
- : Die deckentektonische Gliederung der östlichen Zentralzone der Ostalpen an Hand alter und neuer Daten. – *Zbl. Geol. Paläont., Teil I*, **1970**, 978–1002, Stuttgart 1971 d.
- : Der karpatische Einfluß am Ostrand der Alpen. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **64** (1971), 173–208, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1972 a.
- : Zur Frage der Geschwindigkeit des Deckenschubes. – *Geol. Rdsch.*, **61**, 965–974, 3 Abb., Stuttgart 1972 b.
- : Scheinserien. (Tektonisch komponierte Schichtfolgen). – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1972**, 427–447, 7 Abb., Stuttgart 1972 c.
- : Vielphasig entstandene orogene Strukturformen an Hand von Beispielen aus den Nördlichen Kalkalpen. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **141**, 116–136, 5 Abb., Stuttgart 1972 d.
- : Alter und Stellung des Alpenen Verrucano in den Ostalpen. – *Verh. geol. B.-A.*, **1972**, 83–95, 1 Abb., Wien 1972 e.
- : Die Neuergebnisse über die Trias-Stratigraphie der Ostalpen. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **21**, 65–113, Innsbruck (1972) 1973 a.
- : Grundprinzipien der alpinen Deckentektonik. Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. **1**, XXIII, 404 S., 170 Abb., Wien 1973 b.
- : Zur Gliederung der triadischen Faziesregionen in den Ostalpen. – *Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss.*, **2**, 183–193, Wien 1974 a.
- : Der Südwestrand der Inntaldecke in den Tiroler Kalkalpen. – *Verh. geol. B.-A.*, **1973**, 367–376, 3 Abb. (Beil. 18), Wien (1973) 1974 b.
- : Zur Gliederung der triadischen Faziesregionen in den Ostalpen. – *Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss.*, **2**, 183–193, Wien 1974 c.
- : Karpatische Züge in Fazies und Tektonik der Ostalpen etc. – [In:] M. MAHEL [Hrsg.]: *Tectonic Problems of the Alpine System*, 109–120, 2 Abb., 1 Tab., Bratislava (Veda) 1975 a.
- : Die Bedeutung des Stangalm-Mesozoikums in Kärnten für die Neugliederung des Oberostalpins in den Ostalpen. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **150**, 19–43, 7 Abb., Stuttgart 1975 b.
- : Ozeanische Kruste im Pennin des Tauernfensters und die Neugliederung des Deckenbaues der Hohen Tauern. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **148**, 286–319, 1 Abb., Stuttgart 1975 c.
- : Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. – Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. **2**, XVI, 580 S., 256 Abb., 3 Taf., Wien (Deuticke) 1976 a.
- : Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. – *Monogr. d. Nördl. Kalkalpen*, Bd. **3**, X, 449 + 7 S., 130 Abb., 7 Taf., Wien (Deuticke) 1976 b.
- : Zur Frage der Parautochthonie der Lammereinheit in der Salzburger Hallstätter Zone. – *Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I*, **184**, 237–257, 8 Abb., Wien (1975) 1976 c.
- : Die Bruchtektonik Österreichs im Satellitenbild. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **153**, 1–27, Taf. 1, Stuttgart 1977 a.
- : Stellungnahme zu V JACOBSHAGEN: Zur Struktur der südlichen Allgäuer Alpen. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **153**, 28–32, Stuttgart 1977 b.

- : Geologie von Österreich. Band I. Die Zentralalpen. – XVI, 766 S., 200 Abb., 25 Tab., Wien (Deuticke) 1977 c.
- : Die Seitenverschiebung an der Periadriatischen Naht auf Grund des Vergleiches der Triasfazies. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **4**, 179–192, 1 Abb., Wien 1978 a.
- : Plattentektonische Fragen in den Ostalpen und der plattentektonische Mechanismus des mediterranen Orogens. – Mitt. österr. geol. Ges., **69** (1976), 291–351, 11 Abb., Wien 1978 b.
- : Bemerkungen zur Frage der Berechtigung der rhätischen Stufe. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **4**, 175–177, Wien 1978 c.
- : Jahresbericht über das Jahr 1977. – Geol. Tiefbau Ostalpen, **6**, 51–53, Wien (Zentralanst. Meteorol. Geodyn.) 1978 d.
- : Eine Serie neuer tektonischer Fenster des Wechselsystems am Ostrand der Zentralalpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **68** (1975), 129–142, 2 Abb., Wien 1978 e.
- : Neuergebnisse über die deckentektonische Struktur der Kalkhochalpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 397–402, 1 Abb., Wien 1980 a.
- : Die Möglichkeiten geothermaler Nutzung in Österreich. – [In:] A. ENGLANDER [Hrsg.]: Weltkongreß Alternativen und Umwelt Wien, B 37–B 41, 1 Abb., Wien (United Nations World) 1980 b.
- : Stellungnahme zum Bericht der Arbeitsgruppe Doz. W. Frank etc. – Neue Argumente, **1** (2), 1–6, 2 Abb., Wien 1980 c.
- : Großtektonische Ergebnisse aus den Ostalpen im Sinne der Plattentektonik. – Mitt. österr. geol. Ges., **71–72** (1978–1979), 37–44, 1 Abb., Wien 1980 d.
- : Geology and Tectonics of the Eastern Alps (Middle Sector). – Abh. geol. B.-A., **34**, 197–255, 52 Abb., Wien 1980 e.
- : Tektonische Neuergebnisse aus den östlichen Zentralalpen. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 191–200, 1 Abb., Wien 1980 f.
- : Das östliche Tauernfenster. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72** (1978/79), 73–79, 1 Abb., Wien 1980 g.
- : Die Atomgegner haben recht behalten. – Neue Argumente, H. **5**, 49 S., 11 Abb., Wien 1980 h.
- : Oberjurassische Gleittektonik als Hauptformungsprozeß der Hallstätter Region etc. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 167–195, 4 Abb., 1 Tab., Wien 1981 a.
- : Altalpidische Tektonik in der Hallstätter Zone. – Jber. 1980 Hochschulschwerpkt. S 15, **2**, 157–172, Graz 1981 b.
- : Die Bedeutung von Eduard SUESS für die Deckenlehre. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 27–40, 4 Abb., Wien 1981 c.
- : Stellungnahme zum Konzept für die nukleare Entsorgung in der Schweiz in der NAGRA-Studie vom 9. 2. 1978. – [In:] M. BUSER & W. WILDI [Hrsg.]: SES-Report, **12**, Wege aus der Entsorgungsfalle, 207–213, Zürich (Schweiz. Energie-Stiftung) 1981 d.
- : Großräumiger variszischer Deckenbau im Moldanubikum und neue Gedanken zum Variszikum Europas. – Geotekt. Forsch., **64**, II + 91 S., 24 Abb., 2 Tab., 2 Taf., Stuttgart 1982 a.

- : Frühalpidische Hallstätter Gleittektonik im Steirischen Salzkammergut. – Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15, **3**, 175–190, 2 Abb., Leoben 1982 d.
- : Eduard Sueß – Geologe und Politiker. – Sitzber. phil. hist. Kl. österr. Akad. Wiss., **422**, Veröff. Komm. Geschi. etc., H. **41**, 27–78, 11 Abb., Wien 1983 a.
- : Leopold Kober zum 100. Geburtstag. – Mitt. österr. geol. Ges., **76**, 19–25, 2 Abb., Wien 1983 b.
- : Desaster Zwentendorf. – 246 S., 60 Abb., 4 Karten, Wien (Tollmann) 1983 c.
- : Entstehung und früher Werdegang der Tethys etc. – Mitt. österr. geol. Ges., **77**, 93–113, 4 Abb., Wien 1984.
- : Das Ausmaß des variszischen Deckenbaues im Moldanubikum. – Krystalinikum, **18**, 117–132, 2 Abb., 4 Photos, Prag 1985.
- : Upper Jurassic/Neocomian gravitational tectonics in the Northern Calcareous Alps in Austria. – [In:] P. FAUPL & H. FLÜGEL [Hrsg.]: Geodynamics of the Eastern Alps. 15 S., 6 Abb., im Druck, Wien (Österr. Bundesverl.) 1986 a.
- : The alpidic evolution of the Eastern Alps. – [In:] P. FAUPL & H. FLÜGEL [Hrsg.]: Geodynamics of the Eastern Alps. 20 S., 8 Abb., im Druck, Wien (Österr. Bundesverl.) 1986 b.
- TOLLMANN, A. et al.: Geology and Tectonics of the Eastern Alps (Middle Sector). Exc. O 35 A Int. Geol. Congr. 26th Sess. – Abh. geol. B.-A., **34**, 197–255, 52 Abb., Wien 1980 a.
- TOLLMANN, A. & KRISTAN-TOLLMANN, E.: Das Alter des hochgelegenen „Ennstal-Tertiärs“ – Mitt. österr. geogr. Ges., **104** (1962), 337–347, 3 Abb., Wien 1963.
- : Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Westabschnitt der Hallstätter Zone in den Ostalpen. – Geologica et Palaeontologica, **4**, 87–145, 20 Abb., 8 Taf., Marburg/L. 1970.
- TOPERCZER, M. & TRAPP, E.: Ein Beitrag zur Erdbebengeographie Österreichs nebst Erdbebenkatalog 1904–1948 und Chronik der Starkbeben. – Mitt. Erdbeben-Komm. österr. Akad. Wiss., N. F. **65**, 1–59, 2 Abb., 5 Tab., 1 Katalog, 3 Kt., Wien 1950.
- TORNQUIST, A.: Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Beziehung zu den ostalpinen Deckenschüben. – N. Jb. Miner. etc., **1908**/I, 63–112, 11 Abb., Taf. 4–12, Stuttgart 1908.
- TOSCHEK, P.: Sedimentological Investigation of the Ladinian „Wettersteinkalk“ of the „Kaiser Gebirge“ (Austria). – [In:] MÜLLER, G. & FRIEDMAN, G. [Hrsg.]: Recent Developments in Central Europe, 219–227, 11 Abb., Berlin (Springer) 1968.
- TOTH, G.: Paläobiologische Untersuchungen über die Tortonfauna der Gaadener Bucht. – Palaebiologica, **7**, 496–530, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 15–16, Wien 1942.
- TOULA, F.: Ein Ammonitenfund (*Acanthoceras Mantelli* SOW.) im Wiener Sandstein des Kahlengebirges bei Wien. – N. Jb. Miner. etc., **1893** II, 79–85, Stuttgart 1893.
- : Ueber Erdbeben. – Z. österr. Ingen.-Architekten-Ver., **1895** (51–52), 38 S., 10 Abb., Wien 1896.
- : Das Nashorn von Hundsheim. – Abh. geol. R.-A., **19**, H. 1, 1–92, 25 Abb., 22 Tab., Taf. 1–12, Wien 1902.
- : Die *Acanthicus*-Schichten im Randgebirge der Wiener Bucht bei Gießhübl (Mödling WNW). – Abh. geol. R.-A., **16** (2), 1–120, 32 Abb., 1 Tab., 19 Taf., Wien 1907.

- : Oberer Lias am Inzersdorfer Waldberge (nördlich von Gießhübl), im Randgebirge der Wiener Bucht. – Verh. geol. R.-A., **1908**, 209–232, Wien 1908.
- TOUSSAINT, B.: Hydrogeologie und Karstgenese des Tennengebirges (Salzburger Kalkalpen). – Steir. Beitr. Hydrogeol., **23**, 5–115, 17 Abb., 6 Tab., 14 Taf., Graz 1971.
- : Der oberirdische Karstformenschatz des Tennengebirges (Salzburger Kalkalpen, Österreich). – Die Höhle, **27**, 49–65, 6 Abb., 1 Kt., Wien 1976.
- : Hydrographie, Hydrogeologie und Abflußverhalten des Lammergebietes etc. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **30**, 83–122, 11 Abb., 7 Tab., Graz 1978.
- TOWNSON, R.: Travels in Hungary, with a short account of Vienna in the year 1793. – XVI, 505 S., 16 Taf., 1 Produktenkarte (mit geol. Farbeintr.), London (G. & J. Robinson) 1797.
- TOZER, E.: A Standard for Triassic time. – Bull. geol. Survey Canada, **156**, 103 S., 23 Abb., 2 Tab., 10 Taf., Ottawa 1967.
- : Triassic Time and Ammonoids: Problems and Proposals. – Canad. J. Earth Sci., **8**, 989–1031, 1 Abb., 2 Tab., Ottawa 1971.
- : Definitions and Limits of Triassic Stages and Substages. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **2**, 195–206, 1 Tab., Wien 1974.
- : Latest Triassic (Upper Norian) Ammonoid and *Monotis* faunas and correlations. – Riv. ital. Paleont., **85**, 843–876, 2 Tab., Taf. 63, Milano 1980 a.
- : Triassic Ammonoidea: Geographic and Stratigraphic Distribution. – [In:] M. R. HOUSE & J. R. SENIOR [Hrsg.]: Spec. vol. syst. Assoc., **18** (The Ammonoidea), 397–431, 5 Tab., London etc. (Acad. Press) 1980 b.
- : The Trias and its Ammonoids: The Evolution of a Time Scale. – Miscell. Rep. geol. Surv. Canada, **35**, VI, 171 S., 46 Abb., 3 Tab., Ottawa 1984.
- TRAINDL, H.: Hydrogeologie der Kalkvoralpen im Raum Waidhofen/Ybbs – Weyer (NÖ, OÖ). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **29**, 161–190, 21 Abb., Wien 1983.
- TRAPP, E.: Die Erdbeben Österreichs 1949–1960. – Mitt. Erdbeben-Komm. österr. Akad. Wiss., N. F. **67**, 1–23, 3 Tab., 1 Kt., Wien 1961.
- : Die Erdbeben Österreichs 1961–1970. – Mitt. Erdbeben-Komm. österr. Akad. Wiss., N. F. **72**, 19 S., 1 Abb., 3 Tab., 1 Kt., Wien 1973.
- TRAUB, F.: Geologische und paläontologische Bearbeitung der Kreide und des Tertiärs im östlichen Rupertiwinkel, nördlich von Salzburg. – Palaeontographica, **88**, Abt. A, 114 S., 2 Abb., 1 geol. Kt., 3 Profile, 8 Taf., Stuttgart 1938.
- : Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg. – Geologica bavar., **15**, 38 S., 4 Abb., München 1953 a.
- : Die Molasse im Salzachraum. – Mitt. natw. Arbeitsgem. Haus Natur Salzburg, **3–4** (1952/53), 37–42, Salzburg 1953 b.
- TRAUB, F. & JERZ, H.: Ein Lößprofil von Duttendorf (Oberösterreich) etc. – Z. Gletscherkd. Glazialgeol., **11**, 175–193, 3 Abb., 3 Tab., Innsbruck 1975.
- TRAUTH, F.: Zur Tektonik der subalpinen Grestener Schichten Österreichs. – Mitt. geol. Ges. Wien, **1**, 112–134, Taf. 4–7, Wien 1908.
- : Die Grestener Schichten der österreichischen Voralpen und ihre Fauna. – Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ung. Orient, **22**, 1–142, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 1–4, Wien 1909.

- : Die geologischen Verhältnisse an der Südseite der Salzburger Kalkalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **9**, 77–86, 1 Abb., Taf. 8, Wien 1916.
 -: Das Bözänvorkommen bei Radstadt etc. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl. **95**, 171–278, 5 Abb., Taf. 1–5, Wien 1918.
 -: Die „Neuhauser Schichten“, eine litorale Entwicklung des kalkalpinen Bathonien. – Verh. geol. R.-A., **1919**, 333–339, Wien 1919.
 -: Über die Stellung der „pieninischen Klippenzone“ und die Entwicklung des Jura in den niederösterreichischen Voralpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **14** (1921), 105–265, 1 Tab., Taf. 3–4, Wien 1922.
 -: Über eine Doggerfauna aus dem Lainzer Tiergarten bei Wien. – Ann. nathist. Mus. Wien, **36**, 167–250, Taf. 2, Wien 1923.
 -: Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes, I, II. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., 1. Teil: **100**, 101–212, Taf. 1–5, 1925; 2. Teil: **101**, 29–65, 4 Abb., Taf. A–D, Wien 1927.
 -: Geologie der Klippenregion von Ober-St. Veit und des Lainzer Tiergartens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **21** (1928), 35–132, 2 Abb., Taf. 1–3, Wien 1930.
 -: Über die tektonische Gliederung der östlichen Nordalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **29** (1936), 473–573, 1 Kt., Wien 1937.
 -: Geologie des Kalkalpenbereiches der zweiten Wiener Hochquellenleitung. – Abh. geol. B.-A., **26** (1), 99 S., 5 Abb., 12 Taf., Wien 1948.
 -: Die finale Ausbildung und Gliederung des Oberjura in den nördlichen Ostalpen. – Verh. geol. B.-A., **1948**, 145–218, Taf. 1–3, Wien 1950.
 -: Zur Geologie des Voralpengebietes zwischen Waidhofen a. d. Ybbs und Steinmühl etc. – Verh. geol. B.-A., **1954**, 89–140, 1 Abb., 1 Taf., Wien 1954.
 Trautwein, H.: Zur Geschichte und Entwicklung der Höhlenforschung im Ostalpenraum. – Natur und Land, **33/34**, 137–141, Wien 1947.
 -: Höhlen, Naturschutz und Denkmalschutz in Österreich. – Die Höhle, **8**, 99–102, Wien 1957.
 -: Verste österr. Naturhöhlen unter Denkmalschutz. – Die Höhle, **14**, 100–104, Wien 1963.
 -: Karsttypen und Höhlenverbreitung, 1:1.000.000. – Atlas der Republik Österreich, Bl. II/5, Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1965 a.
 -: Geologisches Fachwörterbuch. – 109 S., Wien (Landesver. Höhlenkd.) 1965 b.
 -: Österreichs längste und tiefste Höhlen. – Wiss. Beih. „Die Höhle“, **14**, 64 S., 11 Abb., Wien 1966.
 -: Höhlenkunde. – 300 S. Braunschweig (Vieweg & Sohn) 1968.
 -: Verzeichnis der Höhlen und Karsterscheinungen. – [In:] K. CONRAD et al. [Hrsg.]: Österreichisches Naturschutzhandbuch, **4** (3, 7, 18) Graz (Imago-Verl.) 1971.
 Thaler, G.: Bau und Bildungsgeschichte des Bayerischen Waldes. – Geologica bavar., **38**, 15–21, geol. Kt. 1: 100.000, München 1967 a.
 -: Die Winzergesteine am Donaurandbruch. – Geologica bavar., **58**, 108–113, 5 Abb., München 1967 b.
 -: Die „Altkristallin“ of Eastern Tyrol between Tauern Window and Periadriatic Lineament. – [In:] H. CLOSS et al. [Hrsg.]: Alps, Apennines, Hellenides, 149–154, 11 Abb., 2 Tab., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.

- TROLL, G., BAUMGARTNER, S. & DAIMINGER, W.: Zur Geologie der südwestlichen Schobergruppe (Osttirol, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **26**, 277–295, 16 Abb., 4 Tab., Beil. 10, Wien 1980.
- TROMMSDORFF, V.: Über Lamprophyre aus den nördlichen Kalkalpen (Ehrwaldit). – Tschermaks miner. petrogr. Mitt., (3) **8**, 281–325, 16 Abb., Wien 1962.
- TRONKO, W.: Die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Mürztal. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **14** (1962), 9–57, 4 Abb., 1 Kt., Graz 1963.
- : Der derzeitige Stand des Abfallproblems in der Steiermark. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **1**, 1–6, Graz 1964.
- TROPPER, W.: Einige bodenmechanische Überlegungen zur Neuen Österreichischen Tunnelbauweise etc. – Rock Mechanics, Suppl. **8**, 101–112, 8 Abb., Wien 1979.
- TRÜEB, E.: Grundwassererkundung zur Beurteilung der langfristigen Qualitätsentwicklung. – Österr. Wasserwirtsch., **33**, 201–207, 7 Abb., Wien – N.Y 1981.
- TRÜMPY, R.: Die Vorgeschichte der Kettengebirge. – Verh. schweiz. natforsch. Ges., **138**, 80–92, Glarus 1958.
- : Hypothesen über die Ausbildung von Trias, Lias und Dogger im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens. – Eclogae geol. Helv., **52**, 435–448, 2 Abb., Basel 1959.
- : Paleotectonic evolution of the Central and Western Alps. – Bull. geol. Soc. Amer., **71**, 843–908, 14 Abb., 2 Taf., New York 1960.
- : Mesozoischer Untergrund und ältere Meeresmolasse im schweizerischen und ober-schwäbischen Molassebecken. – Erdoel-Z., **78**, 521–527, Wien – Hamburg 1962.
- : Die helvetischen Decken der Ostschweiz. – Eclogae geol. Helv., **62**, 105–142, 4 Abb., Taf. 1–2, Basel 1969.
- [Hrsg.]: Geology of Switzerland, a guidebook. – 2 Bd., 334 S., 250 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Basel – N.Y (Wepf) 1980.
- : Die Plattentektonik und die Entstehung der Alpen. – Neujahrsbl. natf. Ges. Zürich, 187 (1985), 47 S., 14 Abb., Zürich 1985.
- TRUNKÓ, L.: Künstliche Mineralfasern – ein wenig beachtetes Umweltproblem. – Natw. Rdsch., **32**, 487–489, 2 Abb., Stuttgart 1979.
- TRUNKÓ, L. & FREYE, E.: Alter Steinbruch – Wunde in der Landschaft? – Natur u. Landschaft, **58**, 405–408, 4 Abb., Stuttgart 1983.
- TRUSHEIM, F.: Die Mittenwalder Karwendelmulde. – Wiss. Veröff. dt. österr. Alpenver., **7**, 69 S., 3 Abb., 8 Taf., Innsbruck 1930.
- TSCHERNIG, E.: Über Gebirgsschläge in den Kärntner Bleizinkerzagerstätten. – Berg-u. hüttenmänn. Jb., **80**, 79–86, 117–136, 30 Abb., Wien 1932.
- : Gebirgsschläge im ostalpinen Blei-Zink-Bergbau. – Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl. VI, Bergbau etc., **1958**, 2 a, 138–142, Berlin 1958.
- TUFAR, W.: Zur Altersgliederung der ostalpinen Vererzung. – Geol. Rdsch., **63**, 105–124, 17 Abb., Stuttgart 1974.
- : Die Evolution der Lagerstätten. – Gießener geol. Schr., **12** (R. WEYL-Festschr.), 383–428, 27 Abb., 4 Tab., Gießen 1977.
- : Exkursionsführer B 3: Ostalpine Lagerstätten. – 131. Hauptvers. dt. geol. Ges. Marburg, 127 S., 53 Abb., Marburg (Inst. Geol. Paläont. Univ.) 1979 a.

- : Mineralparagenetische Kennzeichen syngenetischer Erzmineralisation der Ostalpen. – Nachr. dt. geol. Ges., **21**, 42–43, Hannover 1979 b.
 - : Ore Mineralization from the Eastern Alps, Austria, as strata-bound-syngenic formations of Pre-Alpine and Alpine Age. – [In:] Proc. fifth quadrenn. IAGOD Symp., 513–544, 46 Abb., 1 Tab., Stuttgart (Schweizerbart) 1980 a.
 - : The Eastern alps and their ore deposits. – Erzmetall **33**, 153–162, 9 Abb., Weinheim 1980 b.
 - : Ore Deposits of the Eastern Alps. – Exc. Guide 8th int. geochem. explor. symp. Exc. **C 6**, 1–48, 41 Abb., 2 Tab., Hannover 1980 c.
 - : Die Vererzung der Ostalpen und Vergleiche mit Typlokalitäten anderer Orogengebiete. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 265–306, 34 Abb., Wien 1981.
 - : A New Type of Sulfosalt Mineralization in the Myrthengraben Gypsum Deposit, Semmering, Lower Austria. – [In:] G. C. AMSTUTZ et. al. [Hrsg.]: Ore Genesis, 131–139, 2 Abb., Berlin (Springer) 1982.
- TUFAR, W., GUNDLACH, H. & MARCHIG, V.: Zur Erzparagenese rezenter Sulfid-Vorkommen aus dem südlichen Pazifik. – Mitt. österr. geol. Ges., **77**, 185–245, 54 Abb., 2 Tab., Wien 1984.
- TURNOVSKY, K.: Zonengliederung mit Foraminiferenfaunen und Ökologie im Neogen des Wiener Beckens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **56**, 211–224, Wien 1963.
- : Das Tertiär in Österreich. 1. Teil. – Erdoel-Erdgas-Z., **92**, 228–233, 1 Tab., Hamburg – Wien 1976.
- UCIK, F.: Geologische Karten von Kärnten. Bibliographie. 2. Aufl., Schriftenr. Raumforsch. Raumpiang., **31**, 31 S., 4 Abb., 4 Kt., Klagenfurt 1984.
- UDIN, A.: Die Steinbrüche von St. Margarethen (Burgenland) als fossiles Biotop. I. Die Bryozoenfauna. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **173**, 383–439, Taf. 1–2, Wien 1964.
- UHLIG, H.: Die Altformen des Wettersteingebirges mit Vergleichen in den Allgäuer und Lechtaler Alpen. – Forsch. dtsh. Landeskd., **79**, 103 S., 7 Taf., Remagen 1954.
- UHLIG, V.: Ferdinand Freiherr von Richthofen †. – Almanach Akad. Wiss. Wien, **56**, 304–308, Wien 1906.
- : Der Deckenbau in den Ostalpen. – Mitt. geol. Ges. Wien, **2**, 462–491, Taf. 18, Wien 1909.
- ULRICH, R.: Die Entwicklung der ostalpinen Juraformation im Vorkarwendel zwischen Mittenwald und Achensee. – Geologica bavar., **41**, 99–151, 17 Abb., 1 Beil.-Taf., München 1960.
- UNGER, F.: Über den Einfluß des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirol. – XXIV, 368 S., 6 Tab., 1 Bild, 2 Taf. (1 Kt.), Wien (Rohrman & Schweigerd) 1836.
- : Reisenotizen vom Jahre 1838. – Steiermärk. Z., N. F. **5** (2), 75–128, 5 Abb., 2 Tab., Grätz 1838.
 - : Geognostische Skizze der Umgebungen von Grätz. – [In:] G. SCHREINER [Hrsg.]: Grätz. Ein naturhistorisch-statistisch-topographisches Gemählde; 69–82, 1 geogn. Farbkt., Graz (Ferstl) 1843 a.

- : Die Flora der Umgebungen von Grätz. – [In:] G. SCHREINER [Hrsg.]: Grätz. Ein naturhistorisch-statistisch-topographisches Gemälde; 82–96, 1 Tab., Graz (Ferstl) 1843 b.
- : Chloris protogaea. Beiträge zur Flora der Vorwelt. – CX + 150 S., 50 Taf., Leipzig (Engelmann) (1841–)1847.
- : Die fossile Flora von Parschlug. – Steiermärk. Z., N. F., **9** (1), 26–62, 2 Abb., 1 Tab., Grätz [Graz] 1848.
- : Die fossile Flora von Sotzka. – Dkschr. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **2**, 67 S. (130–197), 47 Taf., Wien 1850.
- : Iconographia plantarum fossilium. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **4**, IV Abt., 46 S., 22 Taf., Wien 1852.
- : Die fossile Flora von Gleichenberg. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **7**, IV Abt., 157–184, 8 Taf., Wien 1854.
- : Beiträge zur Kenntniss des Leithakalkes etc. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **14**, 13–38, 5 Abb., 3 Taf., Wien 1858.
- : Sylloge plantarum fossilium. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., 1. Teil, **19**, 48 S., 21 Taf., 1860; 2. Teil, **22**, 36 S., 12 Taf., 1864; 3. Teil, **25**, 76 S., 24 Taf., Wien 1866.
- UNGER, H. J.: Lagerstättenraum Zell am See, VII. – Archiv Lagerstforsch. Ostalpen, **14**, 15–53, 14 Abb., Leoben 1973.
- : Lagerstättenraum Zell am See, IX. – Archiv Lagerstforsch. Ostalpen, **15**, 85–100, 2 Taf., Leoben 1975.
- UNGER, H. J. & SCHWARZMEIER, J.: Die Tektonik im tieferen Untergrund Ostniederbayerns. – Jb. oberöstr. Mus.-Ver., **127/I**, 197–220, 10 Abb., Linz 1982.
- UNKART, R. [Hrsg.]: Rohstofforschung und Rohstoffversorgungssicherung, Raumordnung in Kärnten, **15**, 99 S., etl. Abb., Klagenfurt (Amt Kärntner Landesreg.) 1981.
- URL, W.: Über Schwermetall-, zumal Kupferresistenz einiger Moose. – Protoplasma, **46**, 768–793, 16 Abb., 1 Tab., Wien 1956.
- URLICHS, M.: Ostracoden aus den Kössener Schichten und ihre Abhängigkeit von der Ökologie. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21**, 661–710, 8 Abb., Taf. 1–4, 1 Beil., Innsbruck (1972) 1973.
- URLICHS, M. & HAGN, H.: Weißlofer-Bach. – Geologica bavar., **82**, 135–141, 1 Abb., München 1981.
- USSAR, M. & FELBERMEIER, W.: Emissionssituation in der österreichischen Zementindustrie. – Beitr. Umweltschutz etc., Forsch.ber. **1979/8**, Wien (Bu.mium Gesundh. etc.) 1979.
- : Emissionssituation in ausgewählten Bereichen der österreichischen Industrie. – Beitr. Umweltschutz etc., Forschber. **1980/2**, Wien (Bu.mium Gesundh. etc.) 1980.
- VACEK, M.: Über österreichische Mastodonten und ihre Beziehungen zu den Mastodonten Europas. – Abh. geol. R.-A., **7** (4), 1–47, Taf. 1–7, Wien 1877.
- : Über Vorarlberger Kreide. – Jb. geol. R.-A., **29**, 659–758, 4 Abb., 3 Taf., (18–19 a), Wien 1879.
- : Todesanzeige Dr. Adolf v. Pichler. – Verh. geol. B.-A., **1900**, 333–334, Wien 1900.
- : Über Säugethierreste der Pikermifauna vom Eichkogel bei Mödling. – Jb. geol. R.-A., **50** (1900), 169–186, Taf. 7–8, Wien 1901.

- VAI, G. B.: Ricerche geologiche nel gruppo del M. Coglians e nella zona di Volaiia (Alpi Carniche). – *Giorn. Geol.*, (2) **30** (1962), 137–183, 7 Abb., Taf. 8–14, Bologna 1963.
- : Le Devonien inférieur biohermal des Alpes Carniques Centrales. – *Coll. sur le Devonien inférieur Rennes* 1964. – *Mém. BRGM*, **33**, 28–30, Paris 1967.
- : Geologische Forschungen (1946–1967) im Paläozoikum der Karnischen Alpen (Italienischer Anteil). – *Carinthia II*, Sdh. **27**, 13–18, Klagenfurt 1969.
- : Diskussionsbeitrag zu den Vorträgen über das „Variszikum der Ostalpen“ – *Z. dt. geol. Ges.*, **122** (1970), 169–172, 1 Abb., Hannover 1971 a.
- : Ordovicien des Alpes Carniques. – *Mem. Bur. Rech. Géol. Min.*, **73**, Colloque ordovicien-silurien Brest 1971, 437–446, 2 Abb., Taf. 3–4, Paris 1971 b.
- : Rasprostraneniye predstavitelej roda Karpinskia etc. – *Trudy 3. meshdunar. Simpos. Silura/Devona*, **2**, 75–79, Leningrad 1973.
- : Stratigrafia e paleogeografia ercinica delle Alpi. – *Mem. Soc. geol. ital.*, suppl. 1 al vol. **13**, 7–37, 10 Abb., 1 Taf., Pisa 1974.
- : Una palinspastica permiana della catena paeleocarnica. – *Rend. Soc. geol. ital.*, **1978** (1), 29–30, 1 Abb., Roma 1979.
- : Southern Alps. – *Newsletter*, **2**, IGCP-Project 5, 104–108, 3 Abb., Padova 1980.
- VALLAZZA, E.: Morphologie des Westteiles des Toten Gebirges. – *Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien*, 171 S., 113 Abb., 10 Beil., 4 Kt., 3 Prof., Wien 1967.
- VALVASOR, J. W.: Die Ehre deß Hertzogthums Crain. – 4 Bd.; 696, 836, 732, 675 S., 516 Kupferstich-Abb., 1 Tab., 4 Titelkupfer, 15 Taf., 10 Kt., Laybach (W. M. Endter/Nürnberg) 1689.
- VANDEMBERG, J.: Palaeomagnetic data from the western Mediterranean: A review. – *Geologie en Mijnbouw*, **58**, 161–174, 8 Abb., 6 Tab., s'Gravenhage 1979.
- VANDEMBERG, J. & WONDERS, A.: Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-basin. – *Tectonophysics*, **33**, 301–320, 9 Abb., 2 Tab., Amsterdam 1976.
- : Paleomagnetism of Late Mesozoic Pelagic Limestones From the Southern Alps. – *J. geophys. Res.*, **85**, No. B 7, 3623–3627, 5 Abb., 1 Tab., Washington 1980.
- VASICEK, W.: Perm von Zöbing. – *Führer Arbeitstagg. geol. B.-A.* 1977, Waldviertel. 16–18, Wien (Photodruck Geol. B.-A.) 1977.
- : 280 Millionen Jahre alte Spuren der Steinkohlenwälder von Zöbing. – *Katalog Krauhuletz-Mus.*, **4**, 15–50, 9 Abb., 6 Taf., Eggenburg (Krauhuletz-Ges.) 1983.
- VAVRA, N.: Cyclostome Bryozoen aus dem Badenien (Mittelmiozän) von Baden bei Wien (Niederösterreich). – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **147**, 343–375, 3 Abb., Stuttgart 1974 a.
- : Cyclostomatous Bryozoa from the Austrian Miocene. – *Docum. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, H. S. **3** (2), 519–533, 2 Abb., Taf. 1–2, Lyon 1974 b.
- : Bryozoa tertiaria. – *Catalogus fossilium Austriae*, **V b/3**, 210 S., 3 Abb., Wien (Österr. Akad. Wiss./Springer Verl.) 1977.
- : Die Frondiporidae (Cyclostomata, Bryozoa) des österreichischen Neogens. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **81**, 237–252, Taf. 1–2, Wien 1978 a.
- : *Bobiesipora* n. g. – eine neue Gattung der Cyclostomata (Bryozoa) aus dem österreichischen Neogen. – *Ann. nathist. Mus. Wien*, **81**, 229–235, Taf. 1–2, Wien 1978 b.

- : Bryozoen aus dem Paleozän von Michelstetten (Waschbergzone, Niederösterreich). – Verh. geol. B.-A., **1978**, 97–108, Taf. 1–2, Wien 1978 c.
- : Die Bryozoenfaunen des österreichischen Tertiärs. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **157**, 366–392, 2 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1979 a.
- : Bryozoa from the Miocene of Styria (Austria). – [In:] G. P. LARWOOD & M. B. ABBOTT [Hrsg.]: Advances in Bryozoology, System. Assoc., spec. vol. **13**, 585–610, 1 Abb., Taf. 1–2, London (Acad. Press) 1979 b.
- : Tropische Faunenelemente in den Bryozoenfaunen des Badenien (Mittelmiozän) der Zentralen Paratethys. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **189**, 49–63, Taf. 1–2, Wien 1980.
- VAVTAR, F.: Gefügeanalytische Untersuchungen der Magnesitlagerstätte Bürgelkopf-Weißenstein bei Hochfilzen, Tirol. – Verh. geol. B.-A., **1976**, 147–182, 4 Abb., 19 Diagr., Wien 1976.
- : Drei Kupfer-Lagerstätten in den Kitzbüheler Alpen etc. – Veröff. Mus. Ferdinandeum, **57**, 153–162, 6 Abb., Innsbruck 1977.
- : Ein polymetallisches Erzlager in Paragneisen des Wörgetales (Öztaler Kristallin). – Tschemm. miner. petr. Mitt., (3) **26**, 175–185, 5 Abb., Wien 1979 a.
- : Syngenetische, metamorphe Erzgefüge der Kies- und Kupferlagerstätte Tschingl bei Feichten im Kaunertal (Ötztalkristallin). – Veröff. Mus. Ferdinandeum, **59**, 151–163, 7 Abb., Innsbruck 1979 b.
- : Syngenetische metamorphe Kiesanreicherungen in Paragneisen des Ötztal-Kristallins (Kaunertal, Tirol). – Veröff. Mus. Ferdinandeum, **61**, 151–169, 6 Abb., Innsbruck 1981.
- : Serneskopf und Rauher Kopf. – Zwei metamorphe Kieskonzentrationen im Ötztalkristallin (Platzer Tal, Tirol). – Arch. Lagerst.forsch. geol. B.-A., **6**, 101–108, 10 Abb., Wien 1985.
- VECCHI, G. DE & BAGGIO, P.: The Pennine zone of the Vizzo region in the Western Tauern Window (Italian Eastern Alps). – Boll. Soc. geol. ital., **101**, 89–116, 10 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Roma 1982.
- VECCHI, G. DE & MEZZACASA, G.: Carta geologico-petrografica del Gruppo del Mesule (Alto Adige). – 1:12.500. Consigl. naz. delle ricerche. Firenze (Lithogr. Artistica Cartogr.) 1981.
- VEDER, CH.: Rutschungen und ihre Sanierung. – XII, 231 S., 116 Abb., Wien etc. (Springer) 1979.
- VÉGH-NEUBRANDT, E.: Triassische Megalodontaceae. – 526 S., 236 Abb., 18 Tab., Budapest (Akad. Kiadó) 1982.
- VEIT, E.: Molasse und alpin-karpatischer Überschiebungsrand in Niederösterreich und Südmähren. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **97**, 149–188, 11 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1953.
- : Der Bau der südlichen Molasse Oberbayerns auf Grund der Deutung seismischer Profile. – Bull. Ver. schweiz. Petrol. Geol. Ing., **30**, 15–52, 17 Abb., Zürich 1963.
- VEJNAR, Z.: Grundfragen des Moldanubikums und seine Stellung in der Böhmisches Masse. – Geol. Rdsch., **60**, 1455–1465, 5 Abb., Stuttgart 1971.
- VENDEL, M.: Geologische Karte der Umgebung von Sopron, 1:25.000. – Sopron 1928.

- : Die Geologie der Umgebung von Sopron, II. Teil: Die Sedimentgesteine des Neogen und des Quartär. – Erdészeti Kísérletek, **32**, 157–236, 355–437, 23 Abb., 2 Taf., Sopron 1930.
- : Daten zur Geologie von Brennberg und Sopron. – Bányamérn. Erdómérn. Főiskola bány. koh. oszt. közl. [Mitt. berg- u. hüttenm. Abt. Hochsch. Berg- u. Forstwesen], **5**, 386–412, Sopron 1933.
- : Zur Entstehung der Thermen des Wiener Beckens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **55** (1962), 183–208, Wien 1963.
- : Skizze des geologischen Aufbaues der Stadt Sopron und ihrer Umgebung (W-Ungarn). – 28 S., 1 Tab., 1 Kt., Budapest (Ungar. Geol. Anst.) 1973.
- VENTURINI, C., FERRARI, A., SPALLETTA, C. & VAI, G. B.: La discordanza ercinica il tardorogeno e il postorogeno nella geologia del Passo di Pramollo. – [In:] A. CASTELLARIN & G. B. VAI [Hrsg.]: Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale, 305–319, 11 Abb., Bologna (Soc. Geol. Ital.) 1982.
- VERDAM, J.: Geologische Forschungen im nördlichen Rätikon. – Diss. phil. Fak. II Univ. Zürich, 86 S., 4 Beil., Zürich (Leemann & Co.) 1928.
- VERGINIS, S.: Zur Abhängigkeit der Klambildung von der Kluftverwitterung am Beispiel von Klammern im Strudengau. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **114**, 110–114, 3 Abb., Wien 1977.
- VERGINIS, S. & RABEDER, G.: Die Kluftabhängigkeit der fossilführenden Höhlen und Spalten im Karstgebiet der Hainburger Berge (Niederösterreich). – Die Höhle, **36**, 110–119, 8 Abb., 1 Tab., Wien 1985.
- VESELÁ, M.: On the stratigraphical position of Granulites in the Moldanubicum. – Krystalinikum, **5**, 137–152, 5 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Prag 1967.
- VETTER, H.: Zwickmühle Zwentendorf. – 384 S., 72 Abb., 44 Tab., Wien (Ueberreuter) 1983.
- VETTERS, H.: Die Fauna der Juraklippen zwischen Donau und Thaya. – Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ung. Orients, **17**, 223–259, 3 Abb., Taf. 21–22, Wien 1905.
- : Die geologischen Verhältnisse der weiteren Umgebung Wiens etc. – 106 S., 14 Abb., 1 geol. Kt., Wien (Österr. Lehrmittel-Anstalt) 1910.
- : Die „Trofaiachlinie“ – Verh. geol. R.-A., **1911**, 151–172, 2 Abb., 1 Kt., Wien 1911.
- : Die Braunkohlenvorkommen bei Neulengbach, Starzing und Hagenau in Niederösterreich. – Jb. geol. B.-A., **73**, 39–61, Taf. 2–3, Wien 1923.
- : Über kretazeische Korallen und andere Fossilreste im nordalpinen Flysch. – Jb. geol. B.-A., **75**, 1–18, 2 Abb., Taf. 1, Wien 1925.
- : Aufnahmebericht über das Flysch- und Kalkalpengebiet auf Blatt Ybbs (4754). – Verh. geol. B.-A., **1928**, 47–51, Wien 1928.
- : Aufnahmebericht über die Flyschzone und das Kalkalpengebiet auf Blatt Ybbs (4754) etc. – Verh. geol. B.-A., **1929**, 41–45, Wien 1929.
- : Geologische Karte von Österreich und seinen Nachbargebieten, 1: 500.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1933.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte von Österreich und seinen Nachbargebieten. – 351 S., Tab. (S. 304–312), Wien (Geol. B.-A.) 1937.
- : Über die Möglichkeiten von Erdölvorkommen in der nordalpinen Flyschzone Österreichs. – Bohrtechniker-Ztg., **56**, 65–73, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1938.

- VIDAL, H.: Neue Ergebnisse zur Stratigraphie und Tektonik des nordwestlichen Wettersteingebirges und seines nördlichen Vorlandes. – *Geologica bavar.*, **17**, 56–88, 8 Abb., München 1953.
- VINASSA DE REGNY, P.: Graptoliti carniche. – *Atti Congr. nat. ital.*, 28 S., Milano 1906 a.
- : Sull'estensione del Carbonifero superiore nelle Alpi Carniche. – *Boll. Soc. geol. ital.*, **25**, 221–232, 4 Abb., Roma 1906 b.
- : Fauna di calcari con *Rhynchonella Megaera* del Passo di Volaja. – *Boll. Soc. geol. ital.*, **27**, 547–592, 1 Abb., Taf. 20, Roma 1908 a.
- : Fossili dei monti di Lodin. – *Palaeontogr. ital.*, **14**, 171–189, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 21, Pisa 1908 b.
- : Fossili ordoviciani nel nucleo centrale carnico. – *Alti Acc. Gioenia Sci. nat. Catania*, Jg. **87** (5) **3**, Mem. 12, 48 S., 3 Taf., Catania 1910.
- : Piante neocarbonifere del Piano di Lanza (Carnia). – *Riv. ital. Paleont.*, **18**, 12–17, Taf. 1, Parma 1912.
- : Fossili ordoviciani del Capolago (Seekopf) presso il Passo di Volaja (Alpi carniche). – *Palaeontogr. ital.*, **21**, 97–116, 1 Tab., Taf. 12–13, Pisa 1915.
- : Coralli mesodevonicici della Carnia. – *Palaeontogr. ital.*, **24** (1918), 59–120, 3 Abb., 1 Tab., Taf. 6–12, Modena 1919.
- VINASSA DE REGNY, P. & GORTANI, M.: Fossili carboniferi del M. Pizzùl etc. – *Boll. Soc. geol. ital.*, **24**, 461–605, 12 Abb., 2 Tab., Taf. 12–15, Roma 1905.
- VINZENZ, M.: Geostatistik. Anwendung geostatistischer Verfahren in Bergbau und Exploration am Beispiel der Braunkohlenlagerstätte Trimmelkam, OÖ. – 39 S., 10 Abb., Leoben (Forsch.ges. Joanneum) 1984.
- VISSCHER, H. & BRUGMAN, W.: Ranges of selected palynomorphs in the Alpine Triassic of Europe. – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **34**, 115–128, 5 Tab., 1 Taf., Amsterdam 1981.
- VISSCHER, H. & ZWAN, C. VAN DER: Palynology of the Circum-Mediterranean Triassic etc. – *Geol. Rdsch.*, **70**, 625–634, 3 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1981.
- VOELLMY, A.: Über die Zerstörungskraft von Lawinen. – *Schweizerische Bauztg.*, **73**, 3–24, 30 Abb., Zürich 1955.
- VOGELTANZ, R.: Einige eozäne Dekapoden vom Alpennordrand und aus Ägypten. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1965**, 41–54, 13 Abb., Stuttgart 1965.
- : Beitrag zur Kenntnis der fossilen Crustacea Decapoda aus dem Eozän des Südhelvetikums von Salzburg. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **130**, 78–105, 10 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1968.
- : Sedimentologie und Paläogeographie eines eozänen Sublitorals im Helvetikum von Salzburg (Österreich). – *Verh. geol. B.-A.*, **1970**, 373–451, 14 Abb., 5 Tab., 5 Taf., Wien 1970.
- : Scolicien-Massenvorkommen im Salzburger Oberkreide-Flysch. – *Verh. geol. B.-A.*, **1971**, 1–9, 4 Abb., Wien 1971.
- : Baugeologischer Bericht über den Ausbau des Bauloses „Lammeröfen“, Lammertal-Bundesstraße (Salzburg). – *Verh. geol. B.-A.*, **1975**, 131–136, 2 Abb., Wien 1975.
- : Geologie des Wartstein-Straßentunnels, Umfahrung Mattsee (Land Salzburg). – *Verh. geol. B.-A.*, **1977**, 279–291, 6 Abb., Wien 1977.

- : Straßenbau an einer geologischen Großstörung. – Felsbau, **1**, 36–40, 5 Abb., Wien 1983.
- VOHRA, K. G.: Synergistic effects of atmospheric releases of radioactive gases and SO₂ in inducing nucleation in the atmosphere. – [In:] Combined effects of radioactive etc. releases to the environment, Proceed. Ser. IAEA, SM **197**, 209–221, 5 Abb., 1 Tab., Wien (IAEA) 1975.
- VOHRZYKA, K.: Geologie und radiometrische Verhältnisse in den jungpaläozoischen Sedimenten von Zöbing, N.Ö. – Verh. geol. B.-A., **1958**, 182–187, 1 Abb., Wien 1958.
- : Zur Verteilung und Altersstellung des Urans in den Braunkohlen von Trimmelkam, O.-Ö. – Berg- u. hüttenm. Mh., **111**, 368–373, 8 Abb., Wien 1966.
- : Die Erzlagerstätten von Nordtirol und ihr Verhältnis zur alpinen Tektonik. – Jb. geol. B.-A., **111**, 3–88, 36 Abb., Taf. 1, Wien 1968.
- : Hydrogeologie von Oberösterreich. – 80 S., 11 Abb., 1 hydrogeol. Kt., Linz (Amt o.ö. Landesregierung) 1973.
- VOHRZYKA, K. & E.: Bericht 1959 über Aufnahmen auf Blatt Leonfelden, O.-Ö. – Verh. geol. B.-A., **1960**, A 90–A 92, Wien 1960.
- VÖLKL, G.: Karstwasser und Grundwasser in den Quellen der Leoganger Steinberge. – Geogr. Jber. Österr., **35** (1973–1974), 31–49, 2 Abb., Wien 1977.
- VOLL, G.: Seriengliederung, Gefügeentwicklung und Metamorphose in den Nördlichen Radstädter Tauern etc. – [In:] H. BÖGEL [Red.]: Geodynamics and Geotraverses around the Alp, 2 S., Salzburg u. München (gedr. Manus) 1977.
- : Ein Querprofil durch die Schweizer Alpen vom Vierwaldstätter See zur Wurzelzone – Strukturen und ihre Entwicklung durch Deformationsmechanismen wichtiger Minerale. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **160**, 321–335, Stuttgart 1980.
- VOLLMAYR, TH.: Die gefaltete Molasse zwischen Iller und Rhein. – Roemeriana, **1**, 183–194, 2 Taf., Clausthal-Zellerfeld 1954.
- VORTISCH, W.: Ist der Überschiebungsbau in den rhätischen und jurassischen Gesteinen der nordöstlichen Alpen zweifelhaft? – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1963**, 358–369, Stuttgart 1963.
- WAAGEN, L.: Zur Stratigraphie und Tektonik des Toten Gebirges. – Verh. geol. B.-A., **1924**, 51–71, 1 Abb., Wien 1924.
- : Das Kohlenbecken von Köflach-Voitsberg und seine Umgebung. – Verh. geol. B.-A., **1925**, 171–186, 1 Abb., Wien 1926.
- : Zur Mechanik der Brüche und Verwerfungen. – Z. prakt. Geol., **35**, 1–16, Halle/Saale 1927 a.
- : Die morphologische Analyse der Verwerfungen im Gebirge. – Z. Geomorphol., **2**, 319–327, Berlin 1927 b.
- : Geologische Kartierung in Österreich seit der Gründung der Geologischen Reichsanstalt 1849. – Mitt. Reichsamt Landesaufnahme Berlin, **1935**, 143–150, Berlin 1935.
- WACHTEL, G.: Zur Geologie des Pulkautales und seiner Umgebung (Moravikum, N.-Ö.). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 218 S., 63 Abb., 7 Taf., Wien 1975.

- WACHTEL, G. & WESSELY, G.: Die Tiefbohrung Berndorf 1 in den östlichen Kalkalpen und ihr geologischer Rahmen. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 137–165, 7 Abb., Taf. 1–3, Wien 1981.
- WAGENBRETH, O.: Die Entwicklung des geologischen Weltbildes in den letzten 200 Jahren. – Forsch. Fortschritte, **41**, 365–371, 9 Abb., Berlin 1967.
- : Die Geologie A. G. Werners und ihre Wirkung von der Aufklärung bis heute. – Z. geol. Wiss., **8**, 79–86, 2 Abb., Berlin 1980.
- : Die Wurzeln mobilistischer Vorstellungen in der älteren Geschichte der tektonischen Forschung. – Z. geol. Wiss., **10**, 313–332, 12 Abb., Berlin 1982.
- WAGNER, G.: Rund um Hochifen- und Gottesacker-Gebiet. – 116 S., 41 Abb., 80 Taf., Öhringen (Rau) 1950.
- WAGNER, G. A.: Spaltspurendatierung an Apatit und Titanit aus dem Ries. – Geologica bavar., **75**, 349–354, 2 Tab., München 1977.
- WAGNER, G. A., REIMER, G. & JÄGER, E.: Cooling ages derived by Apatite fission-track etc.: the uplift and cooling history of the Central Alps. – Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, **30**, 1–28, 4 Abb., 3 Tab., 11 Taf., Padova 1977.
- WAGNER, L.: Die Entwicklung der Mitteltrias in den östlichen Kalkvoralpen im Raum zwischen Enns und Wiener Becken. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 202 S., 11 + 164 Abb., 25 Taf., Wien 1970.
- : Geologische Charakteristik der wichtigsten Erdöl- und Erdgasträger der oberösterreichischen Molasse. Teil I: Die Sandsteine des Obereozän. – Erdoel-Erdgas-Z., **96**, 338–346, 13 Abb., Hamburg – Wien 1980.
- WÄHNER, F.: Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. – 1. Tl.: XIII, 356 S., 19 Taf., 1 Kt.; 2. Tl.: (& E. SPENGLER): XVI, 200 S., 29 Taf., 1 Kt., Leipzig/Wien (Deuticke) 1903/1935.
- WALACH, G.: Geophysikalische Arbeiten im Gebiet des Nordostsporns der Zentralalpen, I. – Publ. Zentralanst. Meteor. Geodyn., **215**, 22 S., 5 Abb., 4 Beil., Wien 1977.
- : Ein Beitrag zur Analytik sandiger Sedimente – dargestellt am Beispiel eines Profiles durch die Westflanke des Oststeirischen Beckens. – Mitt. österr. geol. Ges., **68** (1975), 143–161, 8 Abb., 3 Tab., Wien 1978.
- : Der derzeitige Stand der gravimetrischen Messungen im Fohnsdorfer Tertiärbecken. – Ber. Tiefbau Ostalpen, **8**, 27–32, 4 Abb., Wien (Zentralanst. Meteor. etc.) 1980.
- WALACH, G. & WEBER, F.: Ein Beitrag zur Hydrogeologie des Walgaues auf Grund geophysikalischer Messungen. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 201–208, 1 Abb., Wien 1977.
- WALDMANN, L.: Das Südende der Thayakuppel. – Jb. geol. B.-A., **72**, 183–204, 2 Abb., Wien 1922.
- : Vorläufiger Bericht über die Aufnahme des moravischen Gebietes südlich der Bahnlinie Eggenburg–Sigmundsherberg. – Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **61** (1924), 53–56, Wien 1925.
- : Umformung und Kristallisation in den moldanubischen Katagesteinen des nord-westlichen Waldviertels. – Mitt. geol. Ges. Wien, **20** (1927), 35–101, Wien 1929.
- : Zum geologischen Bau der Thayakuppel und ihrer Metamorphose. – Mitt. geol. Ges. Wien, **21** (1928), 134–152, Wien 1930.

- : Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Drosendorf. – 64 S., 1 Kt., Wien (Geol. B.-A.) 1931.
- : Bericht über geologische Aufnahmen im Raume des Blattes Horn (4555). – Verh. geol. B.-A., **1938**, 42–44, Wien 1938.
- : Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1: 75.000, Blatt Litschau und Gmünd. – Wien (Geol. B.-A.) 1950.
- : Das außeralpine Grundgebirge Österreichs. – [In:] F. X. SCHAFFER [Hrsg.]: Geologie von Österreich, 2. Aufl., 10–104, 1 Kt., Wien (Deuticke) 1951.
- : Studien über ältere Eisensteinbaue im nördlichen Waldviertel. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **C**, 49–55, Wien 1952.
- : Führer zu geologischen Exkursionen im Waldviertel. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **E**, 26 S., 1 Taf., Wien 1958.
- WALLACK, F.: Die Großglockner-Hochalpenstraße. – 2. Aufl., XVI, 238 S., 42 Abb., 21 Kt., Wien (Springer) 1960.
- WALLISER, O.: Conodonten aus dem oberen Gotlandium Deutschlands und der Karnischen Alpen. – Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**, 28–52, 3 Abb., 3 Tab., Wiesbaden 1957.
- : Conodontenchronologie des Silurs (= Gotlandiums) und des tieferen Devons etc. – Symposiums-Bd. 2. int. Arb.-tagg. Silur/Devon-Grenze 1960, 281–287, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart (Schweizerbart) 1962.
- : Conodonten des Silurs. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **41**, 106 S., 10 Abb., 2 Tab., 32 Taf., Wiesbaden 1964.
- WALLNER, V et al. [Red.]: Der große Kurortatlas Österreich. – 246 S., zahlr. Abb. u. Tab., Basel (Euler-Verl.) 1985.
- WALSER, P.: Zur Wirtschaftlichkeit der Bleiglanz-Zinkblende-Flußspat-Lagerstätte Achselalm bei Hollersbach/Salzburg. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **122**, H. 2 a, 73–77, 2 Abb., Wien 1977.
- : Praktische Erfahrungen beim Herstellen des Sondierstollens SÜD für den Bosruck-Straßentunnel. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **126**, 238–242, 3 Abb., Wien 1981.
- WALTER, H.: Allgemeine Geobotanik. – Uni-Taschenb., **284**, 256 S., 135 Abb., Stuttgart (Ulmer) 1973.
- WANDERER, E.: Beiträge zur Sedimentpetrographie des Flysch-Molasse-Randes zwischen Neulengbach und Sieghartkirchen. – Verh. geol. B.-A., **1969**, 73–98, 6 Abb., Wien 1969.
- WARD, B. & DUBOS, R.: Wie retten wir unsere Erde? – 2. Aufl., 276 S., Freiburg etc. (Herder) 1973.
- WEBER, E. (1): Ein Beitrag zur Kenntnis der Roßfeldschichten und ihrer Fauna. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. **B**, **86**, 247–281, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 12–16, Stuttgart 1942.
- WEBER, E. (2): Auswirkungen von baulichen Maßnahmen und der thermischen Belastung auf Selbstreinigungskraft der Donau. – Wasser u. Abwasser, **18** (1974), 55–64, 1 Abb., Wien 1975.
- WEBER, F.: Zur Geologie der Kalkalpen zwischen Traunsee und Almtal. – Mitt. geol. Ges. Wien, **51** (1958), 295–352, Taf. 1–3, Wien 1960.
- : Die refraktionsseismischen Messungen im Murtal zwischen Peggau und Eggenfeld etc. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **1969**, 5–25, 2 Abb., 4 Taf., Graz 1969.

- : Geophysikalische Verfahren zur Grundwassererkundung. – Österr. Wasserwirtsch., **27**, 34–43, 8 Abb., 2 Tab., Wien 1975.
- : Beiträge zur Anwendung geophysikalischer Methoden bei Problemen der Angewandten Geologie. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **36**, 3 (179)–48 (224), Beilage 1–26, Graz 1976.
- : Ein Beitrag zum Bau des Tertiärvorkommens von Kraubath-St. Stefan (Murtal) etc. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 189–199, 4 Abb., Wien 1977.
- : Die Rolle der angewandten Geophysik beim Erdölaufschluß in Österreich. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **19**, 139–146, 5 Abb., Wien 1980 a.
- : Anwendungsmöglichkeiten integrierter geophysikalischer Methoden bei der Suche nach alpinen Erzlagerstätten. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **125**, 598–602, Wien 1980 b.
- : Rohstoffforschung in der Steiermark. – Mitt. Abt. Geol. Landesmus. Joanneum, **40**, 223–228, 1 Abb., Graz 1980 c.
- : Möglichkeiten der modernen Geophysik im Bergbau. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **126**, 242–249, 5 Abb., Wien 1981.
- : Ergebnisse magnetischer Messungen in den Kalkalpen des Abschnitts Altenmarkt – Hieflau. – Mitt. österr. geol. Ges., **76**, 167–178, 1 Abb., 1 Taf., Wien 1983.
- WEBER, F., DUEBON, U. et al.: Jahresbericht 1981 über die geophysikalischen Messungen im Rahmen des Teilprojektes S 15/15. – Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15, **3**, 223–240, 4 Abb., Leoben 1982.
- WEBER, F., JANSCHKE, H. et al.: Activities of the Institute of Geophysics of the Mining University Leoben etc. – Res. Austr. Invest. Intern. Geodyn. Proj. 1972–1979; Geothermics: 52–55, 1 Abb., 1 Tab., Wien (Bu.-Mium. Wiss. Forsch.) 1981.
- WEBER, F., METZ, K. et al.: Jahresbericht 1977 über die geophysikalischen Messungen in den Niederen Tauern, Eisenerzer- und Ennstaler Alpen. – Geol. Tiefbau Ostalpen, **7** (1977/II), 37–50, 5 Abb., 1 Diagramm, Wien 1979.
- WEBER, F., SCHMID, CH. et al.: Jahresbericht 1976 über geophysikalische Messungen im Ostteil der Niederen Tauern etc. – Jber. geol. Tiefbau Ostalpen, **5**, 70–81, 5 Abb., Wien (Zentralanst. Meteor.) 1977.
- WEBER, F., SCHMÖLLER, R. & WALACH, G.: Jahresbericht 1982 über die geophysikalischen Untersuchungen etc. – Jber. 1982 Hochschulschwerpkt. S 15, **4**, 201–209, 1 Abb., 1 Tab., Leoben 1983.
- WEBER, F., STROBL, E. & SCHMID, CH.: Magnetische Messungen am Alpenostrand. – Jber. Hochschulschwerpkt. S 15, **2** (1980), 197–200, 1 Abb., Leoben 1981.
- WEBER, J.: Untersuchungen zum Metamorphoseablauf der Metapelite im Wolfsberger Fenster an der Koralpenbasis. – Unveröff. Diss. formal- u. natwiss. Fak. Univ. Wien, 121 S., Wien 1982.
- WEBER, L.: Die Kahlenberger Schichten in einem Steinbruch am Leopoldsberg bei Wien (Flyschzone). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **22** (1973), 61–69, 6 Abb., Wien 1974.
- : Alter und Genese der Eisenspat-Eisensilikatvererzung im Westteil der Gollrader Bucht (Stmk.). – Berg- u. hüttenmänn. Mh., **122**, H. 2 a, 78–80, 5 Abb., Wien 1977 a.
- : Die Stellung der stratiformen Blei-Zinkvererzung im Grazer Paläozoikum etc. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **38**, 269–287, 3 Abb., Graz 1977 b.

- : Untersuchung der Erzlagerstätten im Bereich von Stiwooll-Kher (Grazer Paläozoi-kum). – Arch. Lagerstforsch. geol. B.-A., **1**, 97–111, 6 Abb., Wien 1982.
- : The Stratiform Lead-Zinc Mineralisation of the "Paleozoic of Graz" (Styria, Au-stria). – [In:] H.-J. SCHNEIDER [Hrsg.]: Min. Depos. of the Alps, 81–87, 3 Abb., Berlin (Springer) 1983.
- WEBER, L., PAUSWEG, F. & MEDWENITSCH, W.: Zur Mitterberger Kupfervererzung (Mühlbach/Hochkönig, Salzburg). – Mitt. geol. Ges. Wien, **65** (1972), 137–158, 3 Abb., 2 Taf., Wien 1973.
- WEBER, L. & WEISS, A.: Verwendung und Verbreitung mineralischer Rohstoffe. – [In:] G. STERK [Hrsg.]: Grundlagen der Rohstoffversorgung, **1**, 3–134, 6 Abb., 10 Tab., Wien (Bu.-Mium. f. Handel etc.) 1981.
- : Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. – Archiv Lagerstforsch. geol. B.-A., **4**, 1–317, 110 Abb., 174 Tab., Wien 1983.
- WEIDICH, K.: Über die mittlere Kreide der Bayerischen Kalkalpen (Ohlstadt. Obb.). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **162**, 373–387, 3 Abb., Stuttgart 1982.
- : Feinstratigraphie, Taxonomie planktonischer Foraminiferen etc. der tieferen Oberkreide der Bayerischen Alpen. – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., N. F. **162**, 1–151, 51 Abb., 21 Taf., München 1984 a.
- : Über die Beziehungen des „Cenomans“ zur Gosau in den Nördlichen Kalkalpen etc. – Geol. Rdsch., **73**, 517–566, 11 Abb., Stuttgart 1984 b.
- : Neue stratigraphische Ergebnisse aus der Süddeutschen Kreide. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **169**, 187–224, 16 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1984 c.
- : Stratigraphie der Branderfleck-Schichten (Untercenoman – Untercampan) in den Bayerischen Kalkalpen. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **7**, 221–261, 13 Abb., 4 Taf., Wien – N.Y. 1985.
- WEIGERT, U.: Zur Mikrofazies und Paläogeographie der Zlambachschichten etc. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21** (1972), 279–288, Taf. 1–3, Innsbruck 1973.
- WEIGL, M.: Therme Bad Radkersburg. – Prakla-Seismos Report, **1978**, H. 4, 5–9, 6 Abb., Hannover 1978.
- WEINBERGER, L.: Exkursion durch das österreichische Salzachgletschergebiet etc. – Verh. geol. B.-A., Sdh. **D**, 7–34, 1 Abb., Taf. 2, Wien 1955.
- WEINFURTER, E.: Die oberpannonische Fischfauna vom Eichkogel bei Mödling. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **159**, 37–50, Taf. 1–2, Wien 1950.
- : Otolithen aus miozänen Brack- und Süßwasserschichten des Lavanttales in Kärnten. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **161**, 141–148, Wien 1952 a.
- : Die Otolithen aus dem Torton (Miozän) von Mühldorf in Kärnten. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **161**, 149–172, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 1–2, Wien 1952 b.
- : Die Otolithen der Wetzelsdorfer Schichten und des Florianer Tegels (Miozän, Steiermark). – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **161**, 455–498, 2 Tab., Taf. 1–5, Wien 1952 c.
- : Die miozäne Otolithenfauna von St. Veit an der Triesting, NÖ. – Ann. nathist. Mus. Wien, **71**, 381–393, Taf. 1–2, Wien 1967.
- WEINHANDL, R.: Stratigraphische Ergebnisse im mittleren Miozän des Außer-alpinen Wiener Beckens. – Verh. geol. B.-A., **1957**, 120–130, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1957.

- WEISE, O.: Das Periglazial. – VIII, 199 S., 97 Abb., 6 Tab., Berlin – Stuttgart (Borntraeger) 1983.
- WEISS, A.: Die Anfänge der geologischen Durchforschung der Steiermark. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**, 201–214, Wien 1982 a.
- : Rohstoffsuche im 19. Jahrhundert etc. – Österr. Kalender f. Berg, Hütte u. Energie, **1982**, 138–143, 1 Abb., Wien (Montan Verl.) 1982 b.
- WEISS, E. H.: Vajont. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **1963/64**, 11–36, 10 Abb., Graz 1964.
- : Der moderne Verkehrswegebau aus ingenieurgeologischer Sicht. – 100 Jahre Hochsch. f. Bodenkult. Wien, **5** (1), 25–56, 9 Abb., Wien 1973.
- : Die baueologische Prognose für den Schnellstraßentunnel durch den Arlberg, Tirol–Vorarlberg. – Rock Mechanics, Suppl. **5**, 133–156, 9 Abb., Wien 1976 a.
- : Die geologischen Verhältnisse und die baueologischen Erfahrungen im Katschbergtunnel. – [In:] J. VILANEK [Hrsg.]: Tauernautobahn, 513–528, 2 Abb., 2 Tab., Salzburg (Tauernautobahn-AG.) 1976 b.
- : Geologische Erfahrungen beim Bau des Arlberg Straßentunnels. – Österr. Ing.-Z., **21**, 395–402, 3 Abb., 2 Tab., Wien 1978.
- WEISS, W.: Korrelation küstennaher und küstenferner Faziesbereiche in den Unteren Gosauschichten (Oberkreide, Österreich) nach Foraminiferen. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1977**, 289–302, 5 Abb., Stuttgart 1977.
- WEISSENBACH, N.: Gesteinsinhalt und Seriengliederung des Hochkristallins in der Saualpe. – Clausth. geol. Abh., Sdb. **1**, 61–114, 4 Abb., 5 + 3 Taf., Clausthal 1975.
- : Geologische Karte der Saualpe, Nord und Süd (Kärnten). – 2 Blätter, 1:25.000, Wien (Geol. B.-A.) 1978.
- WENDELBERGER, G.: Zur Soziologie der kontinentalen Halophytenvegetation. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, natw.-math. Kl., **108** (5), 180 S., 16 Abb., 14 Tab., 3 Taf., Wien 1950.
- : Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes. – [In:] E. JANCHEN [Hrsg.]: Festschr. f. Erwin Aichinger, Bd. **1**, 573–634, 5 Tab., Wien (Springer) 1954.
- : Sand- und Alkalisteppen im Marchfeld. – Jb. Landeskd. Niederösterreich, N. F. **36** (II), 942–964, 1 Tab., Wien 1964.
- : Die Serpentinpflanzenvorkommen des Burgenlandes in ihrer pflanzengeographischen Stellung. – Wiss. Arb. Burgenld., **53**, 5–20, 1 Tab., Eisenstadt 1974.
- WENDT, J.: Stratigraphie und Paläogeographie des Roten Jurakalks im Sonnwendgebirge (Tirol, Österreich). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **132**, 219–238, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 21–25, Stuttgart 1969.
- : Stratigraphische Kondensation in triadischen und jurassischen Cephalopodenkalken der Tethys. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1970**, 433–448, 13 Abb., Stuttgart 1970.
- : Die Typlokalität der Adneter Schichten (Lias, Österreich). – Ann. Inst. geol. publ. hungar., **54** (2), 105–116, 4 Abb., Budapest 1971.
- : Genese und Fauna submariner sedimentärer Spaltenfüllungen im mediterranen Jura. – Paläontographica, A, **136**, 121–192, 20 Abb., 7 Tab., Taf. 15–18, Stuttgart 1971 c.
- WENGER, H.: Stellung und Genese des Eisen- und Kupferkiesvorkommens bei der Krautalm, Kelchsau. – Veröff. Mus. Ferdinandeum, **57**, 163–169, 2 Abb., Innsbruck 1977 a.

- : Horizontgebundene Eisen-Kupferkies-Vererzung in der Innsbrucker Quarzphyllitzone. – Veröff. Mus. Ferdinandeum, **57**, 171–184, 9 Abb., Innsbruck 1977 b.
- : Metamorphe Erzmobilisation im Zentralgneis des Stillupptales (Zillertal, Tirol). – Veröff. Mus. Ferdinandeum, **61** (1981), 171–186, 8 Abb., Innsbruck 1981.
- WENINGER, H.: Die österreichischen Flußspatvorkommen – Übersicht und genetische Stellung. – Carinthia II, **79**, 73–97, Klagenfurt 1969.
- : Die alpinen Kluftminerale der österreichischen Ostalpen. – Der Aufschluß, Sdh. **25**, 168 S., 64 Abb., 5 Farbt., 11 Faltt., Heidelberg 1974.
- : Seltene Erden (SEE) in einigen Fluorititen der österreichischen Ostalpen. – Tschermarks. miner. petr. Mitt., (3) **27**, 267–283, 1 Abb., Wien 1980.
- : Mikrothermometrische Untersuchungen an ostalpinen Lagerstätten. – Tschermarks. miner. petrogr. Mitt., (3) **29**, 127–149, 12 Abb., Wien 1981.
- WENZ, W.: Zur Fauna der pontischen Schichten von Leobersdorf und vom Eichkogel bei Mödling. – Senckenbergiana, **10**, 5–9, 2 Abb., Frankfurt/M. 1928.
- WENZ, W. & EDLAUER, A.E.: Die Molluskenfauna der oberpontischen Süßwassermergel vom Eichkogel bei Mödling, Wien. – Arch. Molluskenkd., **74**, 82–98, Frankfurt/M. 1942.
- WEPFER, E.: Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. **27**, 1–71, 7 Abb., Taf. 1–2, Stuttgart 1909.
- WERNECK, W.: Faciesdifferenzierung und Erzvorkommen im oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen zwischen Traun und Enns (Oberösterreich). – Berg- u. hüttenm. Mh., **119**, 211–221, 7 Abb., Wien 1974.
- : Oberösterreichs Rohstoffvorkommen in Raum und Zeit. – Jb. öö. Mus.-Ver., **125/I**, 183–222, 11 Abb., 6 Tab., Linz 1980.
- WERNER, H.: Leben auf dem Aussterbe-Etat. – [In:] O. SCHATZ [Hrsg.]: Was bleibt den Enkeln? – 133–164, Graz etc. (Styria) 1978.
- WERTHMANN, E.: Die Blei-Zink-Lagerstätten Hochgleirsch (Nördliche Kalkalpen) und Obernberg (Brennermesozoikum), ein Vergleich. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Innsbruck, 82 S., Innsbruck 1966.
- WESSELY, G.: Geologie der Hainburger Berge. – Jb. geol. B.-A., **104**, 273–349, 5 Abb., Taf. 19–24, Wien 1961.
- : Ein Fossilfundpunkt im Lias von Groisbach (N.-Ö.) und seine geologische Stellung. – Verh. geol. B.-A., **1967**, 37–50, 2 Abb., Wien 1967.
- : Rand und Untergrund des Wiener Beckens etc. – Mitt. geol. Ges. Wien, **66-67** (1973–1974), 265–287, 1 Abb., Taf. 1–3, Wien 1975.
- : Zur Geologie und Hydrodynamik im südlichen Wiener Becken und seiner Randzone. – Mitt. österr. geol. Ges., **76**, 27–68, 8 Taf., Wien 1983.
- : Der Aufschluß auf kalkalpine und subalpine Tiefenstrukturen im Untergrund des Wiener Beckens. – Erdoel-Erdgas, **100**, 285–292, 4 Abb., Hamburg – Wien 1984.
- WESSELY, G. et al.: Structure and development of the Vienna Basin in Austria. – Mem. amer. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa/Oklah., in press.
- WESSELY, G., SCHREIBER, O. S. & FUCHS, R.: Lithofazies und Mikrostratigraphie der Mittel- und Oberkreide des Molasseuntergrundes im östlichen Oberösterreich. – Jb. geol. B.-A., **124**, 175–281, 5 Abb., 20 Fototaf., 3 Beil., Wien 1981.

- WESTRUP, J.: Das Fenster von Gerstruben und seine tektonische Stellung in den Allgäuer Kalkalpen. – *Geologica et Palaeontologica*, **1**, 35–47, 7 Abb., 1 geol. Kt., Marburg/L. 1967.
- : Geologie der südlichen Lechtaler Alpen zwischen Schnann und Imsterau (Tirol). – Diss. natw. Fak. Univ. Marburg/Lahn, 152 S., 27 Abb., Anhang, 2 Taf., Marburg/Lahn (Fotodruck Symon) 1970.
- WETTSTEIN, R. v. et al.: Gedenkfeier für Eduard Sueß. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **7**, 1–32, 1 Abb., Wien 1914.
- WETZENSTEIN, W.: Die Mineralparagenese der Blei-Zinklagerstätte St. Veit (Heiterwand-Gebiet, östliche Lechtaler Alpen, Tirol). – *Verh. geol. B.-A.*, **1972**, 288–298, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1972.
- WEYNSCHENK, R.: Beiträge zur Geologie und Petrographie des Sonnwendgebirges (Tirol), besonders der Hornsteinbreccien. – *Schlern-Schr.*, **59**, 66 S., 7 Abb., 15 Taf., 3 Beil.-Taf., Innsbruck 1949.
- WICHE, K.: Glazialmorphologische und -geologische Beobachtungen aus dem nördlichen Salzkammergut. – *Geogr. Jber. Österr.*, **23**, 125–145, Taf. 10–12, Wien 1949.
- : Zur Morphogenese der Gesäuseberge. – *Geographische Studien, Festschr. J. Sölch*, 201–224, Taf. 13, Wien (Geogr. Ges.) 1951.
- : Die Flächentreppe des mittleren Burgenlandes. – *Wiss. Arb. Burgenland*, **44**, 5–38, 8 Abb., 1 Faltaf., Eisenstadt 1970.
- WIDERHOFER, R.: Felsmechanische Stabilitätsuntersuchungen beim Schachtkraftwerk Kühtai der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz. – *Mitt. Techn. Univ. Graz, Inst. Bodenmech.*, **6**, 115–145, 3 Abb., 12 Beil., Graz 1983.
- WIDMANN, R.: Gründungsprobleme bei der Bogenmauer Zillergründl. – *Felsbau*, **1**, 99–106, 11 Abb., Wien 1983.
- WIEDEN, P.: Der Kaolin von Mallersbach (Niederösterreich). – *Ber. dt. keram. Ges.*, **37** (10), 453–466, Bad Honnef 1960.
- : Kaolinlagerstätte Mallersbach. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **57** (1), 169–179, 3 Abb., Wien 1964.
- : Die Bedeutung der technischen Gesteinskunde für den Straßenbau. – *Schr. Ver. Verbr. natw. Kenntn. Wien*, **116**, 45–67, 8 Abb., 3 Tab., Wien 1976.
- [Red.]: Die Hohen Tauern. Mineralogie und Petrologie. Exkursionsführer. – 41 S., Salzburg 1977.
- : Genese und Alter der österreichischen Kaolinlagerstätten. – *Schriftenr. geol. Wiss.*, **11**, 335–342, 1 Abb., Berlin 1978.
- WIEDEN, P. & KAPPEL, F.: Untersuchungen an Gesteinsmaterialien hinsichtlich Abriebverhalten etc. – *Straßenforsch.*, **2**, 84 S., 48 Abb., 29 Tab., Wien (Bumium Bauten etc.) 1973.
- WIEDEN, P. & PONAHL, J.: Beitrag zur Bestimmung der Rundflächigkeit von Gesteinskörnungen. – *Straßenwesen*, **1970** (2), V, 27 S., 5 Abb., 32 Tab., Wien 1970.
- WIEDEN, P. & SCHMIDT, W. J.: Der Illit von Fehring. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **5**, 284–302, 12 Abb., 10 Tab., Wien 1956.
- WIEDMANN, J.: Ammoniten-Nuclei aus Schlammproben der nordalpinen Obertrias etc. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **21**, 561–622, 21 Tab., Taf. 1–6, Innsbruck 1973.

- : Eine paläogeographisch interessante Ammonitenfauna aus der alpinen Gosau (Santon, Becken von Gosau, Oberösterreich). – *Eclogae geol. Helv.*, **71**, 653–675, 3 Abb., Taf. 1–2, Basel 1978.
- : Die Ammoniten der NW-deutschen, Regensburger und Ostalpinen Oberkreide etc. – [In:] J. WIEDMANN [Hrsg.]: *Aspekte der Kreide Europas*. IUGS, Ser. A, Nr. **6**, 335–350, 6 Tab., Stuttgart (Schweizerbart) 1979.
- : Grundzüge der kretazischen Subsidenz-Entwicklung etc. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **165**, 5–31, 10 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1983.
- WIEDMANN, J., FABRICIUS, F. et al.: Über Umfang und Stellung des Rhaet. – *Newsl. Stratigr.*, **8**, 133–152, 6 Abb., 2 Tab., Berlin – Stuttgart 1979.
- WIESBÖCK, I.: Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen in Österreich. 1: 500.000. – Wien (Österr. Ges. Raumplan. Raumforsch. & Geol. B.-A.) 1966.
- WIESENER, H.: Zur Lithogenese des Matzener Sandes. – *Erdoel-Z.*, **74**, 403–405, 2 Abb., Wien – Hamburg 1958.
- : Das Wiener Becken als Erdölprovinz. – *Erdöl u. Kohle*, **12**, 533–537, 2 Abb., 2 Tab., Hamburg 1959 a.
- : Entwicklung und Stand der österreichischen Erdölindustrie. – 37 S., 13 Tab., Wien (Xerokopie des Manus) 1958 b. Erschienen in ital. Sprache in der ital. Erdölencyklopädie, Abschnitt „Austria“, S. 614–626, 5 Abb., 5 Tab., Rom 1959 b.
- : Ergebnisse sedimentologischer und sedimentpetrographischer Untersuchungen im Neogen Österreichs. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **52** (1959), 213–223, 26 Fig., Wien 1960.
- : Zur Petrologie der Flyschgesteine des Wienerwaldes. – *Verh. geol. B.-A.*, **1962**, 273–281, 4 Tab., Wien 1962 a.
- : Zur Deutung sedimentärer Strukturen in klastischen Sedimenten. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **54** (1962), 249–260, 1 Tab., Taf. 1–4, Wien 1962 b.
- : Die Erdöl-Muttergesteinsfrage im Wiener Becken. – *Erdoel-Z.*, **80**, 479–486, 3 Abb., 1 Tab., Wien – Hamburg 1964.
- : Vulkanite im Untergrund der Molassezone Niederösterreichs. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **10**, 157–169, 5 Abb., Wien 1965.
- : Die Beziehung der Granitoide im Untergrund der Nordalpen zum moldanubisch-moravischen und alpin-karpatischen Kristallin. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, (3) **11**, 459–474, 4 Abb., 2 Tab., Wien 1966.
- : Zur Petrologie der ostalpinen Flyschzone. – *Geol. Rdsch.*, **56**, 227–241, 4 Abb., Stuttgart 1967.
- : Genesis und Speichereigenschaften des alpinen Hauptdolomites. – *Erdoel-Erdgas-Z.*, **84**, 434–438, 5 Abb., Wien – Hamburg 1968.
- : Neue Aspekte zur Geochemie der Erdöl- und Erdgaslagerstätten des Wiener Beckens. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **65** (1972), 159–170, 4 Abb., Wien 1973.
- : Die Entstehung von Erdöl und Erdgas und seine Anreicherung zu nutzbaren Lagerstätten. – [In:] F. BRIX & O. SCHULTZ [Red.]: *Erdöl und Erdgas in Österreich*: Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **19**, 5–18, 3 Abb., Wien 1980.
- WIESENER, H. & BRIX, F.: Erdöl- und Erdgaslagerstätten der ÖMV-AG im Wiener Becken (Niederösterreich). – *Fortschr. Miner.*, **59**, Beih. 2, 89–94, 3 Abb., Stuttgart 1981.

- WIESENER, H., FREILINGER, G. et al.: Der kristalline Untergrund der Nordalpen in Österreich. – Geol. Rdsch., **65**, 512–525, 5 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1976.
- WIESENER, H. & MAURER, I.: Ursachen der räumlichen und zeitlichen Änderung des Mineralbestandes der Sedimente des Wiener Beckens. – *Eclogae geol. Helv.*, **51**, 1155–1172, 11 Abb., Taf. 1, Basel 1958.
- WIESENER, H. & SCHARBERT, S.: Ein Latit-Tuffit in der Laaer Serie („Helvet“) des Wiener Beckens. – *Tschemm'sk. miner. petrogr. Mitt.*, (3) **14**, 159–167, 6 Abb., Wien 1970.
- WIESENER, H. & ZIRKL, E. J.: Glastuffit von Linenberg bei Zistersdorf (Niederösterreich). – *Verh. geol. B.-A.*, **1957**, 136–145, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1957.
- WILCKENS, O.: Der Deckenbau der Alpen. – *Fortschr. natwiss. Forsch.*, **10** (1), 62 S., 40 Abb., Berlin – Wien (Urban & Schwarzenberg) 1914.
- WILDI, W.: Isohypsenkarte der quartären Felstäler in der Nord- und Ostschweiz etc. – *Eclogae geol. Helv.*, **77**, 541–551, 1 Abb., 1 Taf., Basel 1984.
- WILL, M.: Ergebnisse refraktions-seismischer Messungen im Nordteil der Geotraverse IA. – *Geol. Rdsch.*, **65**, 733–747, 8 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1976.
- WILLE-JANOSCHEK, U.: Stratigraphie und Tektonik der Schichten der Oberkreide und des Alttertiärs im Raume von Gosau und Abtenau (Salzburg). – *Jb. geol. B.-A.*, **109**, 91–172, 3 Abb., Taf. 1–11, Wien 1966.
- WILLE, U.: Die Foraminiferenfauna des Eozäns von Schorn bei Abtenau (Salzburg, Österreich). – *Jb. geol. B.-A.*, **111**, 213–291, 3 Abb., Taf. 1–16, Wien 1968.
- WILMERS, W.: Geologie des Ostendes der Mulde von Thiersee westlich Kufstein in Tirol. – *Z. dt. geol. Ges.*, **113** (1961), 426–445, 4 Abb., Hannover 1962.
- WILSON, J. L.: Carbonate Facies in Geologic History. – XIII, 471 S., 183 Abb., etl. Tab., 30 Taf., Berlin etc. (Springer) 1975.
- WILTHUM, E.: Der morphotektonische Bauplan der zentralen und westlichen Dachsteingruppe. – *Mitt. geogr. Ges. Wien*, **96**, 257–306, 10 Abb., 4 Bilder, 1 Taf., Wien 1954.
- WINKLER, H. G. F.: Experimentelle Gesteinskunde. – *Schr. Ver. Verbreit. natw. Kenntn. Wien*, **113**, 1–27, 3 Abb., 2 Tab., Wien 1973.
- : *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. 4. Aufl., 334 S., zahlr. Abb. u. Tab., New York (Springer) 1976.
- WINKLER, W., WILDI, W. et al.: Wägital-Flysch et autres flyschs penniques en Suisse Centrale. – *Eclogae geol. Helv.*, **78**, 1–22, 6 Abb., 2 Tab., Basel 1985.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Das Eruptivgebiet von Gleichenberg etc. – *Jb. geol. R.-A.*, **63**, 403–502, 19 Abb., Taf. 15–19, Wien 1913 a.
- : Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des steirischen Tertiärs. – *Jb. geol. R.-A.*, **63**, 501–620, 7 Abb., 2 Tab., Taf. 21–22, Wien 1913 b.
- : Über die Beziehungen zwischen Sedimentation, Tektonik und Morphologie etc. – *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I*, **132**, 343–430, Wien 1924.
- : Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, 1: 75.000, Blatt Gleichenberg. – Wien (Geol. B.-A.) 1926 a.
- : Das jüngere Entwicklungsbild der Ostalpen. – *Z. Ges. Erdkd. Berlin*, **1926**, 381–398, Berlin 1926 b.

- : Zur geomorphologischen und geologischen Entwicklung der Ostabdachung der Zentralalpen in der Miozänzeit. – Geol. Rdsch., **17**, 36–68, Berlin 1926 c.
- : Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Gleichenberg. – 164 S., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1927 a.
- : Zur Morphologie des Ostalpenrandes. – Z. Geomorph., **2** (1927), 278–293, Leipzig 1927 b.
- : Der jüngere Vulkanismus am Ostrande der Alpen. – C. r. 14e Congr. géol. intern., **4**, 1439–1445, 3 Taf., Madrid 1928 a.
- : Über neue Probleme der Tertiärgeologie im Wiener Becken. – Cbl. Miner. etc., **1928**, Abt. B, 65–76, 161–174, 236–251, 307–320, 5 Abb., Stuttgart 1928 b.
- : Über Studien in den inneralpinen Tertiärablagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **137**, 183–225, 6 Abb., Wien 1928 c.
- : Der Bau des „Radelgebirges“ in Südweststeiermark. – Jb. geol. B.-A., **79**, 479–530, 5 Abb., Taf. 14–15, Wien 1929 a.
- : Das Tertiärgebiet der Ennstaler Alpen im Gesäuse. – Mitt. geol. Ges. Wien, **20** (1927), 152–154, Wien 1929 b.
- : Über Probleme ostalpiner Geomorphologie. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **72**, 159–188, Wien 1929 c.
- : Die jungtertiären Ablagerungen am Nordostsporn der Zentralalpen und seines Südsaumes. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **142**, 81–102, 1 Abb., Wien 1933 a.
- : Ergebnisse über junge Abtragung und Aufschüttung am Ostrande der Alpen. – Jb. geol. B.-A., **83**, 233–274, Taf. 7, Wien 1933 b.
- : Das Miocänbecken des unteren Lavanttales (Ostkärnten). – Zbl. Miner. etc., Abt. B, **1937**, 101–108, 113–129, 1 Abb., Stuttgart 1937.
- : Geologischer Führer durch das Tertiär- und Vulkanland des steirischen Beckens. – Samml. geol. Führer, **36**, 209 S., 27 Abb., 1 Photo, 3 Taf., Berlin (Borntraeger) 1939.
- : Die Alpen des Großdeutschen Reiches und ihr Vorland. – Geol. Jber., **2**, B 1, 184–216, Berlin 1940 a.
- : Die jungtertiäre Entwicklungsgeschichte der Ostabdachung der Alpen. – Zbl. Min. etc., **1940**, Abt. B, 217–231, Stuttgart 1940 b.
- : Tertiäre Ablagerungen und junge Landformung im Bereiche des Längstales der Enns. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **159**, 255–280, 7 Abb., Wien 1950 a.
- : Zum Entstehungsproblem und zur Altersfrage der ostalpinen Oberflächenformen. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **92**, 171–190, Wien 1950 b.
- : Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. – [In:] F. X. SCHAFFER [Hrsg.]: Geologie von Österreich, 2. Aufl., 414–524, 20 Abb., Wien (Deuticke) 1951 a.
- : Die jungtektonischen Vorgänge im steirischen Becken. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, **160**, 37–69, 4 Abb., 2 Taf., Wien 1951 b.
- : Die Basaltlager Österreichs und ihre Bedeutung für Bodenwirtschaft und Bauwesen. – Carinthia, **143** bzw. (II) **63**, 157–172, 2 Abb., Klagenfurt 1953.

- : Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum etc. – Denkschr. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **110**, 1. Abh., VIII, 180 S., 26 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Wien 1955.
- : Geologisches Kräftespiel und Landformung. – XX, 822 S., 120 Abb., 5 Taf., Wien (Springer) 1957.
- : Zur Geologie des südweststeirischen Tertiärbeckens. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **88**, 233–245, 1 Abb., Graz 1958 a.
- : Geologisch-geomorphologische Studienergebnisse aus den nördlichen Karawanken etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **106**, 1–44, 3 Abb., Stuttgart 1958 b.
- : Über weitere Beobachtungen in Nordslowenien und im österreichischen Anteil der Nordkarawanken. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **96**, 9–24, Wien 1959.
- : Zur Frage der Beziehungen zwischen Tektonik und Landformung. – Geol. Rdsch., **50**, 273–290, Stuttgart 1960.
- : Die jungtertiäre [etc.] Auffüllung des Pullendorfer Beckens [etc.] – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **171**, 143–192, 5 Abb., Taf. 1–5, Farbt. 1–3, Wien 1962.
- WIRTH, E.: Der geologische Bau des Funtenseegebietes (Steinernes Meer). – N. Jb. Min., Beil.-Bd. **62**, Abt. B, 333–370, 16 Abb., Taf. 18–20, Stuttgart 1929.
- WITTIBSCHLAGER, L.: *Mesobalina* nov. gen. (Potamididae, Gastropoda) aus dem Oligo/Miozän Mitteleuropas. – Beitr. Paläont. Österr., **10**, 15–79, 14 Abb., 1 Tab., Taf. 1–7, Wien 1983.
- WOLETZ, G.: Schwermineralanalysen von klastischen Gesteinen aus dem Bereich des Wienerwaldes. – Jb. geol. B.-A., **94** (1949–1951), 167–194, Taf. 11, Wien 1950.
- : Zur schwermineralogischen Charakterisierung der Oberkreide- und Tertiärsedimente des Wienerwaldes. – Verh. geol. B.-A., **1962**, 268–272, 2 Abb., Wien 1962.
- : Charakteristische Abfolgen der Schwermineralgehalte in Kreide- und Alttertiär-Schichten der nördlichen Ostalpen. – Jb. geol. B.-A., **106**, 89–119, 4 Abb., 18 Tab., 1 Taf., Wien 1963.
- : Schwermineralvergesellschaftungen aus ostalpinen Sedimentationsbecken der Kreidezeit. – Geol. Rdsch., **56**, 308–320, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1967.
- WOLF, H.: Die Stadt Oedenburg und ihre Umgebung. – Jb. geol. R.-A., **20**, 15–64, 8 Abb., Taf. 3 (Kt.), Wien 1870.
- WOLFF, H.: Gastropodenfauna und Biotope des Oberalpb (+ Vraconnien) vom Tennboden (Bayerische Kalkalpen, Chiemgau). – Diss. natw. Fak. Univ. München, 208 + XXVIII S., 21 Abb., 7 Taf., München (Photodruck) 1970.
- WOLFSTRIGL-WOLFSKRON, M. v.: Die Tiroler Erzbergbaue 1301–1665. – 473 S., etl. Tab., Innsbruck (Wagner Univ.-Buchhdl.) 1903.
- WOLF-TIMP, M.: Morphologische Untersuchungen des Dunkelsteiner Waldes und seiner Randzone. – Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 190 S., 44 Abb., 44 Prof., 7 Taf., 3 Kt., Wien 1968.
- WOLTER, L., THIEDIG, F. et al.: Geologie und Tektonik des Krappfeld-Mesozoikums (Ebersteiner Trias) in Kärnten/Österreich. – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **53**, 207–248, 9 Abb., 2 Tab., 3 Taf., 4 Anl., Hamburg 1982.
- WOOLHOUSE, H.: Toxicity and Tolerance in the Responses of Plants to Metals. – [In:]

- A. PIRSON et al. [Hrsg.]: *Encyclopedia of Plant Physiology*, N. S., vol. **12 C**, 245–300, 10 Abb., 11 Tab., Berlin etc. (Springer) 1983.
- WOPFNER, H.: *Neue Beiträge zur Geologie der Gosauschichten des Muttekopf-Gebietes (Tirol)*. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **100**, 11–82, 9 Abb., 5 Diagr., Taf. 5–8, 4 Beil., Stuttgart 1954.
- WORSCH, E.: *Geologie und Hydrologie des Murbodens*. – *Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum*, **32**, 107–215, 7 Tab., Taf. 1–15, Graz 1972.
- WUNDERLICH, H.: *Zur tektonischen Synthese der Ost- und Westalpen etc.* – *Geologie en mijnbouw*, **43**, 33–51, s'Gravenhage 1964.
- WURM, A.: *Über den Stand der erdgeschichtlichen Forschung im Kristallin des Moldanubikums und Saxothuringikums Mitteleuropas*. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1964**, 65–82, Stuttgart 1964.
- WURM, D.: *Mikrofazies, Paläontologie und Palökologie der Dachsteinriffkalke (Nor) des Gosaukammes, Österreich*. – *Facies*, **6**, 203–296, 32 Abb., Taf. 27–41, Erlangen 1982.
- WURZER, E.: *Die Bedeutung des Grundwassers für die Wasserwirtschaft*. – *Österr. Wasserwirtschaft.*, **29**, 279–287, Wien – N.Y 1977.
- : *Fakten und Perspektiven des Gewässerschutzes in Österreich etc.* – 23. Arbeitstagg. intern. Arbgem. Donauforsch., 17–28, Wien (Österr. Akad. Wiss.) 1983.
- WYSSLING, G.: *Palinspastische Abwicklung der helvetischen Decken von Vorarlberg und Allgäu*. – *Jb. geol. B.-A.*, **127**, 701–706, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1984.
- ZACHER, W.: *Fazies und Tektonik im Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen*. – *Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, N. F. **44**, 85–92, 2 Abb., Stuttgart 1962 a.
- : *Zur tektonischen Stellung der Vilser Alpen*. – *Z. dt. geol. Ges.*, **113** (1961), 390–408, 6 Abb., Hannover 1962 b.
- : *Geologische Karte des Osterach-Gebietes*, 1 : 25.000 (Beilage bei CUSTODIS, A. et al. 1965). – München (Bayer. Landesst. Gewässerkd.) 1964.
- : *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern*, 1 : 25.000, Blatt 8429 Pfronten (1963). – 208 S., 44 Abb., 4 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. L.-A.) 1966 a.
- : *Die kalkalpinen Kreide-Ablagerungen in der Umgebung des Tannheimer Tales (Nordtirol)*. – *Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. etc.*, **6**, 213–228, 4 Abb., München 1966 b.
- : *Molasse*. – [In:] MURAWSKI, H. [Hrsg.]: *Deutsches Handwörterbuch der Tektonik*, 3. Lief., S. 1–2, Hannover (B.-A. Bodenforsch.) 1971.
- : *Geologische Karte von Bayern*, 1 : 100.000, Blatt 670, Oberstdorf. Mit Profiltaf. München (Bayer. Geol. L.-A.) 1972.
- : *Das Helvetikum zwischen Rhein und Iller (Allgäu – Vorarlberg)*. – *Geotekt. Forsch.*, **44**, I–II, 1–74, 12 Abb., 6 Tab., 4 Taf., 5 Beil., Stuttgart 1973.
- ZADORLAKY-STETTNER, N.: *Neue geologische Beobachtungen aus dem Wienerwald*. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien*, **11**, 111–116, Taf. 16–17, Wien 1960.
- ZALLINGER, F. v.: *Abhandlungen von den Ueberschwemmungen in Tyrol*. – XXXIII, 203 S., 1 Taf., Innsbruck (Trattner) 1779.
- ZAMBONI, J. F. v.: *Rede von der Nothwendigkeit, die Leichtgläubigen vor den Kunstgriffen einiger neueren Geologen zu warnen*. – 48 S., Wien (F. Wimmer) 1823.

- ZANFERRARI, A. & PANAJOTTI, M.: Osservazioni sul Permo-Trias affiorante a Planca di Sotto (Dobbiaco) lunga la Linea della Pusteria. – *Boll. Soc. geol. ital.*, **95** (1976), 567–576, 7 Abb., Roma 1977.
- ZANINETTI, L.: Les Foraminifères du Trias. – *Riv. ital. Paleont. Strat.*, **82**, 1–258, 12 Abb., 3 Tab., Taf. 1–24, Milano 1976.
- ZANKL, H.: Die Geologie der Torrener-Joch-Zone in den Berchtesgadener Alpen. – *Z. dt. geol. Ges.*, **113**, 446–462, 7 Abb., Hannover 1962.
- : Holothuriel-Sklerite aus dem Dachsteinkalk (Ober-Trias) der nördlichen Kalkalpen. – *Paläont. Z.*, **40**, 70–88, 3 Abb., Taf. 5–7, Stuttgart 1966.
- : Die Karbonatsedimente der Obertrias in den nördlichen Kalkalpen. – *Geol. Rdsch.*, **56**, 128–139, 1 Abb., Stuttgart 1967.
- : Der Hohe Göll. Aufbau und Lebensbild eines Dachsteinkalk-Riffes in der Obertrias der nördlichen Kalkalpen. – *Abh. Senckenberg. natf. Ges.*, **519**, 1–123, 74 Abb., 15 Taf., Frankfurt/M. 1969.
- : Upper Triassic Carbonate Facies in the Northern Limestone Alps. – [In:] G. MÜLLER [Hrsg.]: *Sedimentology of parts of Central Europe*, 147–185, 20 Abb., Frankfurt/M. (W. Kramer) 1971.
- ZAPPE, H.: Die altpleistozänen Bären von Hundsheim in Niederösterreich. – *Jb. geol. B.-A.*, **91** (1946), 95–164, 4 Abb., 9 Tab., Taf. 1–3, Wien 1948 a.
- : Neue Funde von Raubtieren aus dem Unterpliozän des Wiener Beckens. – *Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I*, **157**, 243–262, 3 Abb., 5 Tab., Wien 1948 b.
- : Die Säugetierfauna aus dem Unterpliozän von Gaiselberg bei Zistersdorf in Niederösterreich. – *Jb. geol. B.-A.*, **93** (1948), 83–97, 1 Abb., Wien 1949.
- : Die Fauna der miozänen Spaltenfüllung von Neudorf a. d. March (ČSR.). *Carnivora*. – *Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I*, **159**, 51–64, 9 Abb.; 109–141, 17 Abb., Wien 1950.
- : Pliopithecus-Funde aus der miozänen Spaltenfüllung von Neudorf an der March. – *Verh. geol. B.-A., Sdh. C*, 126–130, Wien 1952.
- : Zur Altersfrage der Braunkohle von Langau bei Geras in Niederösterreich. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **98**, 12–16, 2 Abb., Wien 1953 a.
- : Das geologische Alter der Spaltenfüllung von Neudorf an der March (ČSR.). – *Verh. geol. B.-A.*, **1953**, 195–202, Wien 1953 b.
- : Vorzeitliche Meere im Wiener Becken. – *Universum. Natur und Technik*, **9**, 468–476, 18 Abb., Wien 1954.
- : Die geologische Altersstellung österreichischer Kohlenlagerstätten nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.*, **101**, 71–81, 1 Tab., Wien 1956.
- : Primatenfunde im Jungtertiär des Wiener Beckens und anderer Fundorte in Österreich. – *Veröff. nathist. Mus., N. F.*, **1**, 1–5, 4 Abb., Wien 1958.
- : Faziesfragen des nordalpinen Mesozoikums. – *Verh. geol. B.-A.*, **1959**, 122–128, Wien 1959.
- : Die Primatenfunde aus der miozänen Spaltenfüllung von Neudorf an der March etc. – *Schweizer paläont. Abh.*, **78**, II, 293 S., 115 Abb., 55 Tab., Basel 1960.
- : Das Mesozoikum in Österreich. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **56** (1963), H. 2, 361–399, 2 Tab., Wien 1964 a.

- : Das Meer der alpinen Gosauformation. – Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F., **5**, 111–117, Abb. 137–146, Wien 1964 b.
- : Eduard Suess zum 50. Todestag. – Ann. nathist. Mus. Wien, **67**, 169–173, Wien 1964 c.
- : Die Fauna der Zlambach-Mergel der Fischerwiese bei Aussee, Steiermark. – Ann. nathist. Mus. Wien, **71**, 413–480, 1 Abb., Taf. 1–9, Wien 1967.
- : Rhaetomegalodonten aus dem Dachsteinkalk der niederösterreichischen Voralpen. – Ann. nathist. Mus. Wien, **73**, 141–159, 4 Abb., Taf. 1, Wien 1969 a.
- : Primates. – Catalogus Fossilium Austriae, 16 S., 1 Abb., 1 Tab., Wien (Österr. Akad. Wiss./Springer-Verl.) 1969 b.
- : Index Palaeontologicorum Austriae. – Catalogus Fossilium Austriae, **15**, 140 S., Wien (Österr. Akad. Wiss./Springer-Verl.) 1971.
- : Mesozoikum in Österreich. – Mitt. geol. Ges. Wien, **65** (1972), 171–216, 9 Abb., Wien 1973.
- : Trias in Österreich. – Schriftenr. erdwiss. Komm. österr. Akad. Wiss., **2**, 245–251, 1 Tab., Wien 1974.
- : Eduard SUESS als Paläontologe. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75** (1981/82), 17–26, 2 Abb., Wien 1981.
- ZAPFE, H. & HÜRZELER, J.: Die Fauna der miozänen Spaltenfüllung von Neudorf a. d. March (C. SR.). Primates. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **166**, 113–123, Taf. 1, Wien 1957.
- ZAPFE, H. & KÖNIG, H.: Neue Reptilienfunde aus der Mitteltrias der Gailtaler Alpen (Kärnten, Österreich). – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natwiss. Kl., Abt. I, **189**, 65–82, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1980.
- ZARRABI, A.: Zur Geologie der Moravischen Zone im Thayatal zwischen Schloß Karlslust und Hardegg (Niederösterreich). – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 167 S., 48 Abb., 8 Beil.-Taf., Wien 1973.
- ZAUNER, H.: Ferntransport von Erdöl und Erdgas. – [In:] F. BACHMAYER [Hrsg.]: Erdöl und Erdgas in Österreich, Veröff. nathist. Mus. Wien, N. F. **19**, 108–112, 4 Abb., 1 Taf., Wien 1980.
- ZAYDAN, A.: Petrologie und Geochemie der Paragneise und Amphibolite östlich von Persenbeug. – Unveröff. Diss. formal-natw. Fak. Univ. Wien, 136 S., 37 Abb., 31 Tab., Wien 1982.
- ZAYDAN, A. & SCHARBERT, H.: Petrologie und Geochemie moldanubischer metamorpher Serien im Raume Persenbeug (südwestliches Waldviertel). – Jb. geol. B.-A., **126**, 181–199, 19 Abb., 11 Tab., Wien 1983.
- ZDARSKY, A.: Die miocäne Säugetierfauna von Leoben. – Jb. geol. R.-A., **59** (1909), 245–288, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 6–8, Wien 1910.
- ZEIL, W.: Die Kreidetragression der Bayerischen Kalkalpen zwischen Iller und Traun. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **101**, 141–226, 13 Abb., 1 Tab., Taf. 18–26, Stuttgart 1955.
- : Zur Kenntnis der höheren Unterkreide in den Bayerischen Kalkalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **103**, 375–412, 8 Abb., Taf. 17–19, Stuttgart 1956 a.
- : Untersuchungen in der kalkalpinen Kreide Bayerns. – Z. dt. geol. Ges., **106** (1954), 468–477, Hannover 1956 b.

- : Zur Deutung der Tektonik in den deutschen Alpen zwischen Iller und Traun. – Z. dt. geol. Ges., **111** (1959), 74–100, 8 Abb., Hannover 1959.
- : Merkmale des Flysch. – Abh. dt. Akad. Wiss. Berl., Kl. III, H. 1, 206–215, 7 Abb., Berlin 1960.
- : Zur Frage der Faltungszeiten in den deutschen Alpen. – Z. dt. geol. Ges., **113** (1961), 359–366, 1 Abb., Hannover 1962.
- ZEDNICEK, W.: Dazite aus den Karnischen Alpen. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **83**, 185–192, Graz 1953.
- ZEHNERT, J.: Die Mineralquellen Tirols. – Z. Mus. Ferdinandeum, (3) **37**, 141 S., etl. Tab., Innsbruck 1893.
- ZEMAN, J.: The new tectonic map of the Bohemian Massif – some problems of its concept. – Sbornik geol. věd geol., **26**, 35–42, Praha 1974.
- : Granulites of the Bohemian Massif related to its deep structure and development. – Krystalinikum, **15**, 81–102, 4 Abb., 3 Tab., Prague 1980.
- ZETINIGG, H.: Die artesischen Brunnen der Südweststeiermark. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **26**, 124 S., 3 Taf., Graz 1973.
- : Grundwasseruntersuchungen in der Steiermark. – Mitt. Abt. Geol. Landesmus. Joanneum, **39**, 109–139, Graz 1978.
- : Die artesischen Brunnen im steirischen Becken. – Mitt. Abt. Geol. etc. Landesmus. Joanneum, **43**, 211 S., 1 Abb., 19 Tab., 10 Taf., Graz 1982.
- : Folgerungen aus den Grundwasserverhältnissen für die Dimensionierung von Grundwasserschutzgebieten im Mur- und Mürztal. – Österr. Wasserwirtsch., **35**, 1–12, 1 Tab., Wien 1983 a.
- : Die Messungen der Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers im Mur- und Mürztal. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **62**, 83 S., 2 Taf., Graz 1983 b.
- ZETINIGG, H., GRIESSLER, W. et al.: Die Quellen des Schöcklgebietes. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **60**, 122 S., etl. Abb., Kt., Graz (Amt Steiermk. Landesreg.) 1982.
- ZETINIGG, H. & KASPER, W.: Grundwasserschongebiete [Steiermark]. – Ber. wasserwirtsch. Rahmenplang., **36**, 75 S., 4 Abb., 1 Kt., Graz (Amt Steiermk. Landesreg.) 1977.
- ZEZULA, G., BRÜGGEMANN, H. et al.: Schotterstudie Krems – Steyr – Teichl etc. – Arch. f. Lagerst.forsch., **3**, 99–118, 10 Abb., 1 Tab., Wien 1983.
- ZIEGLER, A. M. et al.: Paleozoic Paleogeography. – Ann. Rev. Earth Planet. Sci., **7**, 473–502, 8 Abb., Chicago 1979.
- ZIER, CH.: Nachweis von Oberdevon und Karbon in der Hochlantschfazies nördlich des Röthelstein bei Mixnitz (Grazer Paläozoikum). – Mitt. natw. Ver. Stmk., **111**, 65–74, 4 Abb., Graz 1981.
- : Die Devon-Karbon-Grenze in der Hochlantsch-Fazies des Grazer Paläozoikums. – Mitt. natw. Ver. Steiermark, **113**, 39–42, 3 Abb., Graz 1983.
- ZIJDERVELD, J., HAZEU, G. et al.: Shear in the Tethys etc. – Tectonophysics, **10**, 639–661, 11 Abb., 3 Tab., Amsterdam 1970.
- ZIJDERVELD, J. & VOO, R. v. D.: Palaeomagnetism in the Mediterranean Area. – [In:] D. TARLING & S. RUNCORN [Hrsg.]: Implications of Continental Drift to the Earth Sciences, **1**, 133–161, 9 Abb., 3 Tab., London – N.Y (Acad. Press) 1973.

- ZIMBURG, H.: Auf den Spuren der Eiszeit in Bad Gastein. – Bad Gasteiner Badeblatt, **20** (6), 53–56, 8 Abb., Bad Gastein 1960.
- ZIMMER, E.: Zur Geochemie des Fluors im Oberen Wettersteinkalk (alpine Mitteltrias) der Ostalpen. – Diplomarb. Fachber. Geowiss. Freie Univ. Berlin, 78 + XVI S., 11 Abb., 16 Tab., Berlin 1976.
- ZIMMERMANN, A. [Hrsg.]: Naturführer Bärenschützklamm. – Graz 1982.
- ZIRKL, E. J.: Beitrag zur Kenntnis der Basaltvorkommen vom Pauliberg und Oberpuldendorf etc. – Burgenländ. Heimatbl., **15** (3), 135–142, 3 Abb., Eisenstadt 1953.
- : Der Melaphyr von Hallstatt. – Jb. geol. B.-A., **100**, 139–178, Taf. 11–14, Wien 1957.
- : Vorläufiger Bericht über die mineralogischen Untersuchungen einiger Graphitvorkommen aus dem niederösterreichischen Waldviertel. – Verh. geol. B.-A., **1961**, 99–101, Wien 1961.
- : Neues über den Basalt von Kollnitz im Lavanttal, Kärnten. – Tschermarks miner. petrogr. Mitt., (3) **8**, 96–139, 15 Abb., 11 Tab., Wien 1962.
- ZISCHINSKY, U.: Bewegungsbilder instabiler Talflanken. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **17** (1966), 127–167, 7 Abb., Taf. 8–14, Wien 1967.
- : Über Bergzerreißung und Talzusub. – Geol. Rdsch., **58**, 974–983, 7 Abb., Stuttgart 1969.
- : Bruchformen und Standfestigkeit von Stollen im geschichteten Gebirge. – Felsbau, **2**, 125–132, 22 Abb., Salzburg 1984.
- ZISWILLER, V.: Bedrohte und ausgerottete Tiere. – X, 134 S., 74 Abb., Berlin etc. (Springer) 1965.
- ZITTEL, K. v.: Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts. – Gesch. Wiss. Dtsch. Neuere Zeit, **23**, 868 S., München u. Leipzig (Oldenbourg) 1899.
- ZÖBELEIN, H.: Funde von Land- und Süßwasserschnecken in der chattischen und aquitanischen Bunten Molasse des bayerischen Allgäus. – Z. dt. geol. Ges., **105** (1953), 384–395, Hannover 1955.
- ZOJER, H.: Untersuchungen zur Frage des Wasserverlustes an der mittleren und unteren Feistritz. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **24**, 11–45, 7 Abb., Graz 1972.
- : Untersuchung der geothermischen Tiefenstufe mittels Temperaturmessungen bei artesischen Brunnen in der Oststeiermark und im südlichen Burgenland. – Verh. geol. B.-A., **1977**, 393–403, 2 Abb., 2 Tab., Wien 1977.
- : Vergleiche von Ergebnissen der Anwendung von Isotopenmethoden in alpinen Karstgebieten. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **30**, 127–139, 7 Abb., Graz 1978.
- : Beitrag zur Kenntnis der Thermalwässer von Warmbad Villach. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **32**, 153–170, 9 Abb., 1 Tab., Graz 1980.
- : Geothermie Waltersdorf. – Steir. Beitr. Rohstoff- u. Energieforsch., **4**, 39–43, 1 Abb., 1 Tab., Graz 1984.
- ZOJER, H. & ZÖTL, J.: Hydrogeologische Untersuchungen im Bereich der Großbrutschung des Gradenbachtals bei Döllach/Kärnten. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **27**, 65–84, 10 Abb., 1 Tab., Graz 1975.
- ZOLLITSCH, B.: Soziologische und ökologische Untersuchungen auf Kalkschiefern in hochalpinen Gebieten. Teil I: Ber. bayer. bot. Ges., **40**, 67–100, 11 Abb., 1 Tab.,

- München 1967/68. Teil II a: Jb. Ver. Schutz Alpenpfl. Tiere, **33**, 100–120, 16 Abb., München 1968. Teil II b: Ibid., **34**, 167–205, 44 Abb., München 1969.
- ZÖTL, J.: Landformung und Talentwicklung im Flußgebiet der Waldaist. – Jb. öö. Musealver., **96**, 35 S., 3 Abb., 4 Taf., Linz 1951.
- : Hydrologische Untersuchungen im östlichen Dachsteingebiet. – Mitt. natwiss. Ver. Steiermark, **87**, 182–205, Taf. 13–16, Graz 1957.
- : Die Hydrographie des nordostalpinen Karstes. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **1960/61**, H. 2, 54–183, 16 Abb., 9 Taf., Graz 1961.
- : Das Grundwasser im Leibnitzer Feld (Steiermark). – Steir. Beitr. Hydrogeol., **20**, 99–151, 25 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Graz 1968.
- : Wasser und Gewässer in Steiermark. – [In:] B. SUTTER [Red.]: Die Steiermark, Land, Leute, Leistung, 2. Aufl., 94–141, 38 Abb., 12 Photos, 9 Tab., 2 Taf., Graz (Steierm. Landesreg.; Druck Styria) 1971.
- : Studie von Quell- und Grundwässern im Raume Grafendorf – Hartberg (Oststeiermark) etc. – Ber. wasserwirt. Rahmenplang., **21**, 21–45, etl. Abb., Graz 1972.
- : Karsthydrogeologie. – 291 S., 114 Abb., 2 Taf., Wien etc. (Springer) 1974.
- : 25 Jahre Steirische Beiträge zur Hydrogeologie etc. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **34/35**, 139–157, Graz 1983 a.
- : Tiefe Grundwässer im Oststeirischen Becken (Österreich). – Z. dt. geol. Ges., **134**, 857–870, 1 Abb., 3 Tab., Hannover 1983 b.
- ZÖTL, J. & BRANDECKER, H.: Unveröff. Studie über die Erfassung der Karstwasservorräte des Toten Gebirges. – Ber. Bundesmin. Land- u. Forstw., Wien 1977.
- ZOUBEK, V [Hrsg.]: Regional Geology of Czechoslovakia, Part I. The Bohemian Massif. – 668 S., 120 Abb., 28 Tab., 20 Falttaf., 100 Phototaf., Prague (Czechosl. Acad. Sci.) 1966.
- ZOUBEK, V., MALKOVSKÝ, M. et al.: The Bohemian Massif. – [In:] M. MAHEL [Hrsg.]: Tectonics of the Carpathian Balkan Regions, 407–430, 10 Abb., Bratislava (Geol. Inst.) 1974.
- ZSCHOCKE, K. & PREUSCHEN, E.: Das urzeitliche Bergbaugebiet von Mühlbach-Bischofs-hofen, Salzburg. – Mater. Urgesch. Österr., **6**, S. I–IX, 1–287, 6 Kt., 28 Taf., Wien (Anthropol. Ges.) 1932.
- ZSUTTY, G.: Stratigraphische Studien im Neogen der Mattersburger Bucht. – Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 138 S., 8 Abb., 2 Tab., 1 Kt., 2 Beil., Wien 1964.
- ZUKRIGL, K.: Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand. – Mitt. forstl. Bundes-Versuchsanst. Wien, **101**, 418 S., 60 Abb., 14 Tab., Wien 1973.
- ZWART, H. J. [Koord.]: Metamorphic map of Europe 1:2,500.000, sheet 10. – Leiden u. Paris (UNESCO, Subcomm. Cart. Metam. Belt World) 1973.
- ZWITTKOVITS, F.: Geomorphologie der südlichen Gebirgsumrahmung des Beckens von Windischgarsten etc. – Geogr. Jber. Österr., **29** (1961–1962), 40–74, 3 Abb., Tf. 5–9, Wien 1963.
- : Geomorphologische Forschung in Österreich. – Österr. in Geschi. u. Liter., **1965**, 386–395, 4 Photos, Wien 1965.
- : Klimabedingte Karstformen in den Alpen, den Dinariden und im Taurus. – Mitt. österr. geogr. Ges., **108**, 72–97, 4 Abb., Wien 1966.

- : Alters- und Höhengliederung der Karren in den Nördlichen Kalkalpen. – Geol. Rdsch., **58**, 378–395, 2 Abb., Stuttgart 1969.
- ZWITTNIG, L.: Die Beeinflussung des Grundwassers durch Mülldeponien. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **15/16**, 91–106, 10 Abb., 4 Tab., Graz 1964.
- ZYLKA, R. & JACOBSHAGEN, V.: Das Karhorn bei Lech/Vorarlberg – eine Deckscholle. – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 387–398, 3 Abb., Wien 1980.

REGISTER

Ergänzend hierzu möge auch das alphabetische Verzeichnis der etymologisch analysierten geologischen Begriffe aus Österreich auf S. 406–433 beachtet werden.

- Aaredonau 221 f., 225
 Aaremassiv 157
 Aare-Schwelle 222
 Absdorf 177
 Abtenau 12, 256, 285
 Abwinden 325
 Ackerldecke 86, 109 f.
 Ackerlhöhe 109
 Ackerlkristallin 60, 103, 109
 Aderklaa 226
 Aderklaa-Bockfließ-Bruchsystem 226
 Aderklaaer Mulde 227
 Admont 169, 177, 256, 399
 Aflenz 196
 Aflenzler Becken 216
 Ager 296, 360
 Aggsbach 169, 171, 231, 389
 Ahrntal 120
 Ahrntalstörung 130
 Aichfeld 367
 Alföld 67
 Allentsteig 371
 Allerheiligen 201, 285, 350
 Almfluß 291
 Almhaus-Serie 50
 Almtalstörung 131
 Alpenkalk 4, 14 f., 30
 Alpenostrand 215, 233, 394
 Alpenvorland 233 f., 281
 Alpin-dinarische Naht 68
 Alpiner Verrucano 73, 76
 Altaussee 285, 371
 Altdonau 219
 Altenmarkt 337
 Altenwörth 228, 297, 325
 Älterer Deckenschotter 245
 Altes Dach 94
 Altkimmerische Phase 91
 Alz-Kaltzeit 242
 Ambras 9
 Amdener Mulde 66
 Amering-Kogel 195
 Ammer-Richtung 176
 Amper-Kaltzeit 242
 Amstetten 221
 Amstettener Schwelle 222 f.
 Andelsbuch 285, 321
 Andrychow 70
 Anger 108
 Angerkristallin 107 f.
 Anif 292
 Ankogel-Decke 35
 Annabrücke/Drau 326
 Antönierstörung 130
 Apetlon 399
 Appenzell 66
 Arbesbach 201
 Arbestaler Hügelland 217
 Ardagger 230
 Arlberg 232, 327
 Arlbergtunnel 307, 329 f.
 Arnoldstein 139, 374
 Arosa 65, 81
 Arriach 400
 Artstetten 230
 Aschach 230, 367
 Aspern 303
 Asten 228, 325
 Atter-Kaltzeit 242
 Attersee 256, 283
 Äuernigschichten 51, 58
 Augensteinlandschaft 85, 189, 215 f.
 Austrische Phase 90
 Austroalpine Phase 88, 90, 98, 121
 Außeralpines Wiener Becken 203
 Avers 65
 Bad Aussee 147, 250, 256, 287
 Bad Deutsch Altenburg 245, 272, 285 ff.
 Baden 160, 169, 285, 287, 298, 402
 Bad Fischau 169, 285 f., 298, 368
 Bad Gastein 258, 285
 Bad Gleichenberg 284 ff., 381
 Bad Goisern 250, 256, 285, 287
 Bad Grünmoos 285
 Bad Hall 285, 287
 Bad Haller Störung 169
 Bad Ischl 250, 256 f., 285, 287, 378
 Bad Kleinkirchheim 285
 Bad Leogang 285
 Bad Loipersdorf 295, 303
 Bad Mitterndorf 285 f.
 Bad Pirawarth 285, 287
 Bad Rothenbrunn 285
 Bad Schallerbach 285, 287
 Bad Schönau 285
 Bad Tatzmannsdorf 285
 Bad Vellach 285, 287
 Bad Vöslau 11, 285 f., 298
 Bajuvarikum 35, 80
 Bakony 67, 71, 74, 157
 Barbarabad 285
 Bärenschützklamm 379
 Barentalkonglomerat 215
 Bärnkopf 202
 Bartholomäberg 379
 Baumkirchen 249
 Berchtesgaden 12
 Berchtesgadner Magnetanomalie 148, 150
 Bergamo 140
 Bergell 66, 197
 Berndorf 304
 Berndorf/Triesting 86
 Bernina 60, 81, 89
 Bernstein 81, 389, 391
 Biber-Kaltzeit 242
 Biele Karpaty/Krynica-Decke 71
 Binderberg 303
 Birkfeld 108
 Bisamberg 224
 Bisambergstörung 131
 Bischofswald bei Siezenheim 367 f.

- Bittnersche Linie 178
 Blässeneckporphyroid 50, 53 f., 74
 Bleiberg 178, 180, 269, 285, 361, 374
 Bleiburg 178
 Bludenz 155, 288
 Bodensee 255, 283, 288
 Bodensee-Rheintal 283, 288
 Böhmerwald 236
 Böhmisches Masse 43, 277
 Böhmischer Massivrand 202
 Bosrucktunnel 22, 329
 Bozen 137, 139 f.
 Brandenburg 155 f.
 Bratschenhänge 232
 Braunau/Inn 245
 Braunsberg 378
 Bregenz 288
 Bregenzer Ache 288, 321
 Bregenzer Wald 66, 232
 Breitenau 350
 Breitensee 226
 Brenner 69, 120
 Brennerflachbahntunnel 327
 Brennerfurche 232
 Brenner-Mesozoikum 124
 Brennkogelbrekzie 91
 Brennkogeldecke 66
 Brennkogelfazies 69, 80 f.
 Bretsteinstörung 131, 172
 Bretsteinmarmor 55
 Bretstein-Serie 50
 Briançonische Schwellenfazies 69
 Briançonnais 66 f., 80, 89
 Brixlegg 285
 Brucker Pforte 227
 Buchdenkmal 60
 Buchdenkmalgranit 86
 Bucklige Welt 70, 73, 146, 194
 Bühl 237, 242, 251
 Bükk-Gebirge 71, 74, 157
 Bündner Schiefer 66, 69, 398
 Burgstall 198
 Bystrica 71
 Bystrica-Einheit 72

 Campo-Kristallin 66, 124
 Canaletalstörung 131
 Carnuntum 160, 229
 Cenomanrandschuppe 73, 93
 Chiemsee 138
 Choč 65, 73 f.
 Choč-Decke 67, 71, 157
 Christofberg 155 f.
 Comagena 230
 Czorzstyn 71

 Dachstein 65, 81, 89, 155, 205 f., 211, 280, 378
 Dachstein-Decke 35, 97
 Dachsteingruppe 295
 Dachsteinkalk 78, 80, 129
 Dachsteinkalk-Fazies 65, 81
 Dachsteinmassiv 291
 Dachsteinplateau 190, 208, 251
 Dachsteinstock 280
 Dachstein-System 204
 Dalaaser Tunnel 329
 Daun 237, 242, 251
 Davos 387
 Debantstörung 130
 Defferegger Gebirge 60
 Deutenhausener Schichten 190
 Deutschgoritz 286, 348
 Deutschlandsberg 349
 Deutsch Wagram 216, 224, 226
 Diendorfer Störung 131, 134, 147, 169 f., 231, 318, 325
 Dießbachspeicher 325
 Dobragneis 53
 Dobratsch 377
 Dobratsch-Bergsturz 166
 Dobrau 326
 Döbriacher Störung 131
 Donau 219, 252, 275, 361
 Donau-Eiszeit 242
 Donaufeld 228
 Donauinsel 300
 Donaukanal 361
 Donau-March-Thaya-Nationalpark 377
 Donaustörung 127, 131, 169
 Donautal 229 f., 282
 Donnerskirchen 169
 Dorffertal 379
 Dornbirn 255, 305
 Dornbirner Ache 360
 Drachenwand 203
 Drau 326
 Draugletscher 236, 239, 249
 Draukalkalpen 215
 Drautal 247, 251, 290
 Drauzug 59, 65, 68, 74, 89, 215
 Draxel-Serie 94

 Dreierherrenspitze 120
 Drosendorf 4
 Drosendorfer Decke 62
 Ducan 65, 81, 89
 Dunkelsteiner Wald 60, 200, 202, 378, 389
 Dürnberg 7, 287
 Dürnröhr 177, 353, 364
 Dürnstein 231
 Dürntal 209
 Duttendorf/Salzach 251

 Ebenfurth 169, 174, 368
 Ebensee 250, 257, 362
 Eberndorf 169
 Ebriach 285 f.
 Echernstand 251
 Echerntal 255
 Eckhartsau 226
 Edelstal 285
 Edling 326
 Eferding 264
 Eferdinger Becken 282 f., 295
 Eggesen-Stradial 240, 242, 251
 Eggenburg 60
 Ehrenhausen 294
 Eibenstein 378
 Eichkogel bei Mödling 217, 378
 Eisacktal 120, 328
 Eisenberg 73
 Eisenerz 57, 205
 Eisenerzer Alpen 147
 Eisenkappel 150, 169, 178, 285 f.
 Eisenstädter Becken 216, 261, 300
 Eisriesenwelt 211
 Elendgraben 266, 268
 Elmsee 213
 Endach bei Kufstein 289
 Engadin 89
 Engadin-Loisach-Linie 167
 Engadiner Dolomiten 65, 81, 124
 Engadiner Fenster 32, 66, 71, 82
 Engadiner Linie, -Störung 130, 168, 176
 Engelhartstettener Bruch 226
 Enns 282
 Ennsgletscher 239, 249, 256
 Ennstal 93, 147, 251, 294
 Ennstaler Alpen 147

- Ennstalstörung 131, 169
 Ennstal-Tertiär 190, 236
 Entachen 155
 Enzersdorfer Hochzone 226
 Erlaf 261, 359
 Erlafmündung 228
 Erlaufklause 321
 Erpfendorf 289
 Err 60
 Err-Bernina-Decke 65 f.
 Eschenlohe 137, 143
 Eyweggstörung 131
- Faakersee 283, 374
 Fähnernspitze 66
 Falkenstein 402
 Falkensteiner Störung 131
 Falknis 81, 89
 Favianis 230
 Feistritz 218, 285, 295
 Felbertal 147
 Feldaist 367
 Feldbach 284, 303 f.
 Feldkirch 176, 288
 Feldkirchen 367
 Fentsch 285 f.
 Ferlach 178
 Fieberbrunn 285
 Fimber-Einheit 65, 81
 Findelserie 94
 Firnfeldniveau 196, 215
 Fische 217
 Fische-Dagnitz-Quelle 298
 Fischamend 224, 298
 Fischauer Berge 198, 206, 298
 Fischbacher Fenster 108
 Fischdorf 367
 Fischening 228
 Flachautal 147
 Flattnitz 81, 109
 Fleonsschichten 50
 Fliegenspitz-Synklinale 66
 Flitzenbachschlucht 379
 Flyschzone 66, 90, 92, 281
 Foederata-Serie 65, 71, 73
 Foelik 135
 Fohnsdorf 196, 216
 Fohnsdorfer Becken 147, 233
 Foianastörung 130
 Forstautal 122
 Frankenfesler Decke 35, 71, 73, 93
 Frankenfesler Fazies 81
 Franz-Josefs-Höhe 253
 Frauenalm 109
- Frauenberg 283
 Frauenmauerhöhle 211
 Freibachtal 248
 Freiberg 13
 Frein 279
 Freispitz-Synklinorium 232
 Freistadt 146
 Friaul 170, 178
 Friauler Beben 179 ff., 184
 Friesach 6, 60
 Fritzbachtal 318
 Frohnleiten 169
 Frojach 294
 Fuchsleitengraben 378
 Fulpmes 337
 Fürstenbrunn 291 f.
 Fürstenfeld 218, 284, 295, 303 f., 365
 Fürstenfelder Becken 147
 Fuscher Fazies 80
 Fuschlsee 378
 Fuschlstörung 131
- Gailtal 151, 178, 180, 290
 Gailtaler Alpen 81, 183
 Gailtal-Kristallin 60, 105, 114
 Gailtalstörung 131
 Gaishorn 379
 Gallneukirchen 201
 Gams bei Hieflau 285
 Gamsgrube 377
 Gams ob Frauental 285, 287
 Gänserndorf 226, 234, 378
 Gänserndorfer Terrasse 225, 259
 Garmisch-Partenkirchen 176
 Gastein 11, 287
 Gasteiner Decke 94
 Gasteiner Tal 147
 Gegendtalstörung 131
 Geinberg 305 f.
 Gelbhorn 65, 89
 Gemeriden 65, 67, 71, 73 f., 89, 157
 Gemona 180
 Gepatschspeicher 325
 Gerasdorf 226, 228
 Gerlos-Paß 120
 Gesäuse 232, 256, 378
 Gesäuseberge 291
 Gesäuseeingang 251
 Gesäusestörung 131, 169, 177
 Gföhler Decke 43, 46, 57, 116
 Glan 360
 Glanegg 292
- Glashüttener Niveau 195
 Gleinalm 50, 53
 Gleinalpe 55, 60
 Gleinalpenstörung 131
 Gleisdorf 218
 Glockner 10, 89, 146
 Glocknerdecke 66, 82, 86
 Glocknerfazies 69, 80 f.
 Glocknergruppe 196, 214
 Glockner-Hochalpenstraße 307, 378
 Gloggnitzer Bucht 233
 Gmünd 86, 169
 Gmunden 250, 256 f., 315
 Gnas 304
 Goberling 286
 Goisener Stand 251
 Goldberg 217
 Goldwörth 367
 Göll 378
 Golling 256, 293
 Gols 283, 367, 401
 Göpfritz 371
 Görtschitztalstörung 127, 131, 169, 178
 Gosau 12, 83, 85, 92, 155 f., 266, 268
 Gosaubecken 11, 83, 266
 Gosaugebiet 378
 Gößgrabenkern 35
 Gößkar 94
 Göß-Kern 94
 Gössendorf 369
 Gösting 146
 Göstling 125
 Göstlinger Alpen 298
 Göstlinger Grenzblatt, -Störung 131 f.
 Gotthard 197
 Gotthardtunnel 329
 Gotzen-Niveau 193, 204, 206
 Götzis 288, 379
 Grabs 66
 Gracheralm-Grenzblatt 132
 Gradener Serie 105
 Grafenstein 290
 Graslhöhe 209
 Gratkorn 362
 Gratkorner Becken 294
 Grauwackenzone 57, 59 ff., 71, 125, 381
 Graz 16, 26, 31, 50, 334, 361, 376
 Grazer Bergland 206, 210, 294
 Grazer Feld 282, 294, 367 f.

- Grazer Paläozoikum 54, 57,
 60 f., 156, 279
 Greifenstein 325
 Greifensteiner Decke 70 f.
 Grestener Decke 35
 Grestener Fazies 65, 81
 Grestener Klippenzone 35,
 70 f.
 Gries 285
 Griebkirchen 305
 Griffen 57, 65, 81
 Griffener Schichten 51, 59
 Grins 285
 Grödener Schichten 51, 59
 Grödig bei Salzburg 369
 Großarlal 400
 Große Ache 289
 Grobenzersdorf 228
 Großer Kamp 201
 Große Saualpe 195
 Großes Fleißtal 314
 Große Ungarische Tief-
 ebene 229
 Großglockner 212, 253, 377
 Grünbach 378
 Grundlsee 256
 Grundlsee Furche 378
 Grünschacher 191, 193
 Grünsee 377
 Gschnitz 237, 242, 251
 Gsollerkogel 378
 Gstatterboden 283
 Gudenushöhle 254
 Guggenberg 400
 Gulsen 389
 Gumpoldskirchen 402
 Günz 237
 Günz-Eiszeit 242, 245
 Günz/Mindel-Interglazial 246
 Gurhofgraben 378, 389, 391
 Gurk 178, 361
 Gurktal 141 f.
 Gurktaler Alpen 177, 193, 196
 Gurktaler Decke 51, 59, 61,
 86, 94, 101 f., 104, 112, 126
 Gurktalstörung 131
 Güssing 286
 Gutensteiner Kalk 76
 Guttaring 379

 Habach-Fazies 60
 Habachserie 61 f.
 Hadersdorf/Kamp 298
 Hafnergruppe 196
 Hagenbrunn 373
 Hagengebirge 211
 Haid 367
 Hainburg 112, 229, 363, 366,
 378
 Hainburger Berge 71 f., 174,
 233
 Hallein 5, 255, 257, 285, 291,
 293, 360
 Hall in Tirol 167 f., 176, 283,
 287, 289
 Hallstatt 4–7, 12, 250, 257 f.,
 371
 Hallstätter Becken 129
 Hallstätter Decke 35, 71, 97
 Hallstätter Fazies 80
 Hallstätter Gleitschollen 95
 Hallstätter Kalk 30, 40, 129
 Hallstätter Kanäle 78, 81
 Hallstätter Schichten 78
 Hallstätter See 257
 Hallstätter Zone 75
 Harracher Berg 217
 Hartberg 218
 Hartenstein 254
 Haschendorf 368
 Haselgrabenstörung 131
 Hauptdolomit-Fazies 65, 80 f.
 Hausruck 196, 202, 221, 223,
 261
 Hausruckschotter 225
 Heilbrunner Störung 131
 Heilham 367
 Helbersbergtunnel 334
 Helfbrunner Terrasse 218
 Helvetikum 65, 67, 78, 80, 89,
 92
 Helvetische Phase 90
 Hermagor 128, 400
 Hermannshöhle 210
 Heukuppe 193
 Hieflau 151
 Himmelberger Quarzit 50
 Hinteres Langbath-Grenz-
 blatt 132
 Hinternaßwald 337
 Hintertux 285
 Hirschegger Störung 131
 Hirschstein 109
 Hochalm 94
 Hochalm-Decke 35
 Hochalmgneis 94
 Hochfeind-Fazies 65, 80 f.
 Hochfeindgruppe 122
 Hochfilzen 168, 357
 Hochgrößen 56, 62
 Hochkönig-Niveau 193, 204,
 206
 Hochlantsch 108
 Hochmundestörung 176
 Hochpiemontais 69
 Hochreichart 195
 Hochschwab 65, 81, 205,
 210 f., 236, 280, 282, 291,
 298
 Hochsteg 89
 Hochstegen-Entwicklung 69
 Hochstegenfazies 66, 80 f.
 Hochstegenschwelle 67, 80
 Hochstegenserie 71
 Hochstradener Niveau 195
 Hochstradener System 194
 Hochtor 232
 Hochwechsel 195
 Hochwipfelflysch 51
 Hochwurtten 323
 Höflein/Donau 144 f.
 Hohe Kugel 378
 Hohenems 288
 Hohenemser Decke 86
 Hoher Freschen 378
 Hoher Göll 12
 Hohe Tauern 6, 21, 32, 40,
 45, 56, 71, 81, 94, 122, 135,
 147, 151, 167, 181, 196 f.,
 212, 214, 253, 255, 377
 Hohe Wand 199, 298, 378
 Hollabrunner Schotter-
 kegel 203
 Hollenburg-Fächer 203
 Hollerberg-Serie 60
 Hölltal-Quelle 299
 Horn 4
 Horner Becken 146
 Höttinger Brekzie 246
 Hundsheim 217
 Hundsheimer Berg 378
 Hundstodstörung 130
 Hüttenberg 6 ff.

 Ilgental 294
 Illdelta 288
 Illmitz 399
 Illtal 288
 Ilz 147
 Ilz-Plateau 200
 Iztal 295
 Imst 311
 Imsterau/Tirol 287
 Inn 222, 282
 Inngletscher 238

- Innlinie 167
 Innsbruck 15, 27, 31, 137,
 140, 146, 167, 176, 183, 246,
 283, 289
 Innsbrucker Quarzphyllit-
 Serie 61
 Inntal 146, 289
 Inntalstörung 130, 176
 Insubrische Linie 157
 Inzeller Gletschergarten 255
 Isarstörung 130, 176
 Ischler Strand 251
 Iselsberg 285
 Iselsbergstörung 130
 Iselstörung 130
 Ivreazone 141

 Jassnitzgraben 350
 Jauntal 290
 Jenbach 168, 177, 289
 Joachimstal 4
 Judenau 167
 Judenburg 140, 169, 172, 255,
 294, 361
 Judendorf 146
 Judicarienlinie 130
 Julische Alpen 65
 Jungkimmerische Phase 91
 Juvavikum 80

 Kahlenberger Decke 71 f.
 Kainacher Gosau 155
 Kainachtal 367
 Kaintaleck 53
 Kaintaleck-Kristallin 60, 106,
 108
 Kaintaleck-Schollenreihe 105
 Kaiserbrunnen 299
 Kaisergebirge 92, 232, 378
 Kalkstein 81, 285
 Kalsdorf 147, 284 f.
 Kalter Gang 217
 Kalwanger Konglomerat 53,
 106
 Kambühelkalk 83
 Kammspitze 280
 Kamp 201
 Kamplinie 161
 Kamptal 201, 363, 402
 Kaprun 321
 Karawanken 51, 60 f., 215,
 397
 Karawankentunnel 22, 309
 Karlgraben 337
 Karlschacht 352, 355
 Karlstift 200 f.
 Karlwandschuppe 109, 112 f.
 Karnische Alpen 48, 50 f.,
 52 ff., 56–61, 156, 215, 398
 Karwendel 378
 Katrin 378
 Katschberg 196
 Katschberglinie 232
 Katschtal 107
 Kaumberger Schichten 86
 Kaunsertalstörung 130
 Kelchalpe 5
 Kellerjoch 60
 Kellerjochgneis 51, 124
 Kellerwand 48
 Kematen 306, 361
 Kindberg/Mürz 167, 169, 172,
 183, 350
 Kirchberg/Wechsel 169, 210
 Kirchbichl 289
 Kirchkogel bei Bruck/Mur 389
 Kirchkogel 389
 Kirchschatz 285
 Kitzbühel 5, 8, 146, 149,
 356 f., 381, 393
 Kitzbühler Schwelle 60
 Klafferessel 377
 Klagenfurt 112, 146, 265, 367,
 376
 Klagenfurter Becken 215, 290
 Klammkalkfazies 80 f.
 Kleine Karpaten 72
 Kleiner Kamp 201
 Kleiner Wagram 228
 Kleine Ungarische Tief-
 ebene 229
 Kleinpöchlarn 228
 Kleylehof 367
 Klöcher 381, 402
 Klosterneuburg 224
 Klostertaler Alpen 232
 Klostertalstörung 130, 168
 Kobernauber Schotter 225
 Kobernauber Wald 221
 Koblach 378
 Köfels 266
 Köflach 352
 Koglhof/Salzburg 291
 Kohfidisch 81
 Kohleck 306
 Kohlentl-Grenzblatt,
 -störung 130, 132
 Kollnitz 303
 Kölnbreinsperre 326
 Königswiesen 201, 285
 Kopfstetten-Bruch 226
 Koppenbrüller Höhle 280
 Koralm, Koralpe 52, 56, 60,
 110 f., 194 f., 402
 Koralm-Kristallin 51
 Koriden, -Decke 52, 56, 80,
 110
 Korides Kristallin 60
 Korneuburg 373 f.
 Korniveau 194 f.
 Kössen 289
 Kötschach-Mautern 178
 Krain 9
 Kraldorf 367
 Krappfeld 104, 156, 290
 Kraubath 56, 62, 294, 389,
 391
 Kraubather Serpentin 150
 Kreischberg 109 f.
 Krems/NÖ. 221 ff., 230 f.,
 243 f., 261, 296, 401
 Krems/OÖ. 296
 Kremser Schießstätte 244 f.,
 261
 Kremsmünster 296
 Kremsmünster-Nagelfluh 246
 Kremstal 201, 247
 Kremsvorland 246
 Kreuzeck 60, 326
 Kreuzeckgruppe 159
 Krieglach 172
 Krimmler Achtal 378
 Krimmlertal 147
 Krížna 65
 Krížna-Decke 67, 71 ff.
 Krumau 326
 Kuchalm 109
 Kuchl 293
 Kufstein 138, 148, 177
 Kuhalm 107
 Kühtai 323
 Kundl 177, 289
 Kysuca-Einheit, -Zone 71 f.

 Laa 285
 Laaber Decke 71 f.
 Laakirchen 361
 Labinische Phase 91
 Lafnitz 218
 Lago Lagorai 137, 143
 Laibacher Beben 180
 Lainach 285
 Lamac-Schieferserie 60
 Lammer 291
 Lammergebiet 291

- Lammertal 318
 Landeck 114, 176
 Landecker Phyllit 114
 Landseer Bucht 216, 261
 Längenfeld 285
 Langenlois 169
 Lanzenkirchen 263
 Laramische Phase 90, 92
 Larstig-Stadium 252
 Lassece 175, 226
 Lassece-Graben 226
 Lasseer Senke 216, 227, 282
 Laterns 285
 Laussastörung 131
 Lavamünd 326
 Lavant 360
 Lavanter Flysch 61
 Lavanttal 141 f., 170, 290, 303
 Lavanttaler Becken 132, 290
 Lavanttalstörung 127, 131,
 169, 172, 178
 Lechtal 289
 Lechtaldecke 35, 88
 Lechtaler Alpen 154, 167, 232
 Leibnitz 349
 Leibnitzer Feld 282, 294,
 267 f.
 Leiserberge 194, 203
 Leitha 361
 Leithagebirge 174, 216, 402
 Leithalinie 170
 Leithaprodersdorf 287
 Lend 374
 Lenzing 361 f., 373 f.
 Leoben 8, 27 f., 167, 172, 294
 Leoganger Steinberge 177, 291
 Leonsberg-Grenzblatt,
 -Störung 131 f.
 Leopoldsdorf 226
 Leopoldsteinersee 294
 Lermoos 155
 Leutaschtal 289
 Licische Fazies 59, 65, 80 f.,
 86
 Licische Zone 71
 Licium 80, 89
 Liebenstein 65
 Lienz 146, 289
 Lienzer Dolomiten 81
 Liezen 205, 256, 283
 Lindach 306
 Linz 201, 229 f., 282, 296,
 361, 367, 374, 376
 Linzer Donauefeld 228
 Linzer Sande 281
 Lobau 228
 Lofer 154 f., 168
 Loferer Steinberge 177
 Loiblpaß 146
 Loisach-Richtung 176
 Loisachstörung 130, 168, 176
 Lünzersee 255
 Lungau 172, 196, 233, 290,
 378
 Lunzer Decke 35, 71, 73, 93
 Lunzer Fazies 73, 81
 Lunzer Schichten 78
 Lurnfeld 146, 290
 Machland 201, 228, 282, 296
 Madrisazone 115
 Magdalensberg 57
 Magdalensbergserie 112
 Magdalensberg-Trog 60
 Magura-Flyschdecken 70 f.
 Mailberger Bruch 169, 177
 Mailberger Buchberg 203
 Mailberger System 160
 Maltakraftwerk 326
 Maltastollen 94
 Maltatalsperre 352
 Maltern 146
 Mammuthöhle 211
 Mannersdorf 285, 287
 Manin 65, 71
 March 205, 360 f., 398
 Marchegg 226
 Marchfeld 135, 216, 227 f.,
 296, 298, 367 f., 398, 399
 Markgrafneusiedl-Bruch 226
 Matrei 285
 Matscher Störung 130, 168
 Matzener Bruchsystem 175
 Mauerbach 167
 Mauer bei Wien 4, 7
 Mauerkirchen 264
 Mauls 81
 Maulser Trias 114
 Mautern/Donau 378
 Mauterndorf 169, 172, 258
 Mecsek 67, 157
 Mediterrane Phase 88, 90
 Medraz 285
 Mehrerau 288
 Meidling im Tale 389
 Meliata 65, 67
 Meliata-Decke 74
 Meliatazone 71 f.
 Melitzenscholle 112 ff.
 Melk 230 f., 318, 325
 Melker Sande 281
 Mellach 354 f.
 Mesokimmerische Phase 91
 Metnitz 112, 170, 178
 Metnitztal 107, 110
 Michaelerkirche 167
 Mieming 155
 Mieminger Alpen 154
 Mieminger Plateau 176
 Millstatt 60
 Millstätter Alpe 314
 Millstätter See 283
 Mindel 237
 Mindel-Eiszeit 246
 Mindel/Riß-Interglazial 246
 Minichhof 265
 Mistelbach-Hollabrunner Schot-
 terkegel 223
 Mistelbacher Scholle 198
 Mistelbacher Schotter 223
 Mittelostalpin 33 ff., 45, 50 f.,
 53, 56, 58, 62, 65 f., 73, 86,
 94 f.
 Mittelpennin 66, 69
 Mittenwald 146
 Mitterberg 5
 Mitterbergtunnel 329
 Mitterkirchen 325
 Mitterndorf 172, 298
 Mitterndorfer Becken 251
 Mitterndorfer Senke,
 -Trog 135, 168, 174 f., 185,
 216 f., 227, 282, 296, 298,
 300, 368 f.
 Mitterndorfer Störung 131
 Mittersill 285, 357
 Mixnitz 379
 Modereckdecke 35
 Molassezone 32, 70 f.
 Moldanubikum 50 f., 54, 56
 Moldavische Phase 90
 Moldavit 266
 Möllbrücke 319 f.
 Moln 169, 170, 177, 362
 Mölltal 326
 Mölltalstörung 130, 159, 168,
 178
 Mondsee 203, 256
 Moosbierbaum 60
 Moosbrunn 217, 298, 300
 Moravikum 61
 Moravosilesische Zone 47
 Mörbisch 301
 Mühlau/Innsbruck 265, 289
 Mühl/Rodl-Plateau 200

- Mühlviertel 200 ff., 277
 München 222
 Münchendorf 169
 Munderfinger Schotter 225
 Münzkirchener Störung 131
 Mur 172, 218, 360 f.
 Murán 71, 73 f.
 Murau 106, 109, 160, 166,
 169, 172, 178, 183
 Murau-Eisenerzer Schwelle 60
 Murauer Decke 102 f., 106,
 109 f.
 Murauer Kalk 107
 Murboden 367
 Mureck 294
 Murfeld 282
 Murgletscher 236, 249
 Muriden 56, 86
 Mur-Mürz-Linie 170, 172 ff.
 Murнау 137, 139 f.
 Murtal 146 f., 247, 251, 255,
 291, 294, 349, 367
 Mürz 294
 Mürzalpendecke 71, 86
 Mürz-Decke 81
 Mürz-Fröschnitz-Furche 233
 Mürzlinie 161
 Mürzschlucht 279
 Mürztal 81, 172, 291, 349,
 393 f.
 Mürztaler Grobgnais 60
 Mürz(tal)störung 131, 169
 Mürzzuschlag 169, 172
 Myrtengraben 356
- Naab 225
 Naarn 228, 367
 Nagy Kanizsa 160
 Namlos 168, 176
 Nassereith 168, 170, 176
 Navistal 120
 Nettingsdorf 361
 Neuberg/Mürz 337, 391
 Neudörfel 367
 Neufeld 367
 Neukirchen/Großvenedi-
 ger 349
 Neulengbach 160 f., 166,
 169 f., 177, 183
 Neulengbacher Beben 161,
 165
 Neumarkt 172, 178
 Neumarkter Sattel 147, 169
 Neunkirchner Schotter-
 kegel 298
- Neusiedl 283, 301, 367
 Neusiedlersee 300 f., 377, 399
 Neusiedlersee-Becken 227,
 283, 300
 Neusiedlersee-Bucht 135, 216
 Nibelungengau 230
 Niedere Tauern 56, 60, 214,
 255, 377 f.
 Niederwölz 294
 Nieselach 248
 Nockfläche 196
 Nöfels 285
 Nordkarawanken 65, 81
 Nördlinger Ries 223, 266
 Nordpennin 66 f.
 Nordpenninische Fazies 65
 Noreia 6
 Noreialinie 131, 178
 Norische Decke 53, 57, 105,
 108
 Norische Furche 214, 216
 Norische Senke 172, 174, 178,
 196, 233 f.
 Norisches Paläozoikum 60
 Nötsch 51, 114, 156
 Nötschbach 361
 Nötscher Karbon 57, 60, 114
- Obdach 169, 172, 178
 Obdacher Beben 173
 Obdacher Störung 131, 172,
 174
 Obere Schieferhüll-Decke 35
 Oberhof 109 f.
 Oberhofer Fenster 109 f., 112
 Obernberg/Inn 305
 Oberostalpin 66
 Oberpiesting 378
 Oberriet 168
 Oberschützen 286
 Oberseebrekzie 82
 Obersiebenbrunn 226
 Obersiebenbrunner Mulde 227
 Obersulzbach 147
 Ober-Tilliach 178
 Obertraun 280
 Obertrumsee 256, 378
 Oberweiden 259, 378
 Oberwölz 147, 169, 172
 Obladis 285
 Ochsenstand 113
 Oeder Hochflur 202
 Oehninger Schichten 223
 Oggau 301, 367 f.
 Ortler 123
- Ossiacher See 283, 290
 Ossiacher Störung 131
 Osterhorn 155
 Osterhorngruppe 154, 210,
 248
 Osterhornsüdrandstörung 131
 Östliche Thermenlinie 174
 Ostrong 202
 Ötscher 378
 Ötscher-Decke 35, 71, 93
 Ötscherland 212, 298
 Ottenschlag-Störung 131
 Ottensheim 230, 325
 Ötzaldecke 114 f.
 Öztaler Alpen 52, 54, 56,
 148, 252
 Öztaler Kristallin 60, 122,
 156
 Öztaler Masse 122
 Öztalstörung 130
- Paaler Schuppe 109 f.
 Pack 329
 Packalpe 60
 Palten-Schober-Furche 223
 Paltenstörung 131
 Palental 283
 Pannonisches Becken 67, 141,
 181, 205, 233, 303, 305
 Parndorf 227, 301
 Parndorfer Platte 217, 227,
 300
 Partnachbecken 129
 Partnachschichten 78
 Passail 108
 Passailer Becken 294
 Passau 223, 230
 Passaiertalstörung 130
 Pasterze 253, 377
 Pauliberg 159
 Peggau 108, 146
 Peilsteinstörung 131
 Penkenbrekzie 91
 Pennin 36, 67, 78, 121
 Perchtoldsdorf 402
 Perfuß 285
 Perg 296
 Periadriatische Granitoide 51
 Periadriatische Linie
 (Naht) 52, 57, 67 f., 99,
 114, 130, 135, 140, 150, 156,
 167, 178, 181
 Periadriatischer Bogen 58
 Peripenninisches Linea-
 ment 170, 174

- Pernitz 199
 Perwang 95
 Perweis 371
 Petronell 300
 Petneu 176
 Petzenkirchen 367
 Pfaffenberg 217
 Pfaffenkogel 378
 Pfahl 169
 Pfälzische Phase 91
 Pfändertunnel 334
 Pfannbauernquelle 299
 Pfannock 60, 81
 Pfannockgneis 103, 105
 Pfannockschuppe 112 f.
 Pfitschtal 120
 Pfunder Einheit 81
 Phyllitgneiszone 60, 105,
 114 f.
 Piemontais 66 f., 80, 89
 Pieniden, Pieninen 65, 67,
 71 ff., 157
 Pienidische Klippenzone 69,
 71
 Piestingtal 199
 Piesting-Triesting-Schotter-
 kegel 199
 Piller 114
 Pinkafeld 314, 352
 Pinzgauer Becken 60
 Pirotoro 229
 Pitten 167, 173, 175, 360
 Pittental 300
 Plabutschunnel 332, 334
 Plankogel 195
 Plankogel-Serie 52, 62, 101 f.
 Planspitze 232
 Plassen 12, 81
 Platta 65, 81, 89
 Pleisling-Fazies 65, 80 f.
 Plesching 296, 367
 Plöckenpaß 146
 Plöckentunnel 337
 Pöchlarn 228
 Pöggstall 202, 230
 Pöller Störung 131
 Pöls 172
 Pölslinie 177
 Pölsstörung 131, 172
 Polsterquarzit 50
 Pontebba-Linie 178
 Porta Hungarica 227
 Pötschenkalk 78
 Pottenhofen 367
 Pottschach 172
 Pouzdřany-Zone 70 f.
 Prädonau 219–222
 Prag 10 f.
 Prambachkirchen 264 f.
 Prankerhöhe 109 f.
 Präpiemontesische Brekzienfa-
 zies 69
 Prähöhe 220 ff.
 Prätigau 89
 Prätigau-Halbfenster 66
 Preberstörung 131, 169
 Prebichl 6
 Prebichlschichten 51, 57
 Preblau 285 f.
 Pregarten 169 f.
 Preintalquelle 299
 Prellenkirchen 217, 227
 Prellenkirchener Flur 217
 Prienstörung 130
 Prochenberg 265
 Prottes 378
 Prutz 285 f., 311
 Puchberg 169
 Puchkirchen 306
 Purbach 285, 367
 Purkersdorf 378
 Pürnsteinstörung 131
 Puschlin 114
 Pustertal 54
 Pyhrnpaß 247
 Pyrenäische Phase 90, 92, 189
 Pyrkerhöhe 258
 Raabklamm 209, 378 f.
 Raasberg 108
 Raasdorf 226
 Rabenwald 108
 Rača-Einheit 70 f.
 Radegund 108
 Radegunder Kristallin 108
 Radenthein 113
 Radentheiner Serie 113
 Radkersburg 218, 284 ff., 294,
 303, 349, 381
 Radl 285
 Radlingstörung 131
 Radstadt 146
 Radstädter Quarzphyllit-
 Serie 61 f.
 Radstädter Tauern 21, 65,
 81 f., 89, 118, 122, 258, 279,
 328
 Raibler Schichten 78
 Rankweil 288
 Rannach 81
 Ranshofen 374
 Ranzenberg 288
 Rappoltserie 50
 Rappottenstein 201
 Rattenberg 289
 Rattendorfer Schichten 51
 Rauchenwarther Platte 217
 Rax 65, 81, 191 f., 205 f., 210,
 298 f.
 Raxlandschaft 187, 192 f., 206
 Rechnitz 70–73, 81, 401
 Rechnitzer Pennin 66, 150
 Rechnitzer Sporn 377
 Reichenfels 169, 178, 285
 Reiflinger Kalk 73, 78
 Reifnitz 285
 Reingrabener Wende 79
 Reisach 285
 Reisenberg 217
 Reißbeck 326
 Reißbeckgruppe 159, 196
 Reißgangstörung 131
 Reistal 337
 Reistalquelle 299
 Reiteralm-Decke 35
 Remschnig 156
 Rennfeld 108
 Rennfeldkristallin 108
 Ressen-Phase 90
 Ressenberg 12
 Reutte 289
 Rhätikon 255
 Rhein 282
 Rhein-Rhône-Linie 157
 Rheintal 255, 288, 303
 Rheintalbruch 305
 Rheintal-Querstruktur 176
 Rhenodanubische Flyschzo-
 ne 66, 71, 82 f.
 Rheno-Karpatischer Flysch 67
 Richardshoferrasse 198
 Ried/Innkreis 283, 305 f.
 Rienz 151
 Rieskrater 266
 Rinnen 155
 Riß 237
 Riß-Eiszeit 247
 Riß-Moränen 246
 Riß-Spätglazial 247
 Riß/Würm-Interglazial 247
 Rodlstörung 131, 169
 Rofanbrekzie 82, 96
 Rohrdorf 138
 Röhrerbichl 8, 357
 Rohrer Fazies 65, 73, 81

- Roppen 285
 Rosanital 378
 Rosannastörung 130
 Rosegg 65, 81, 178, 326
 Rosenbacher Schichten 215
 Rosenberg 363
 Rosenheim 138
 Rosental 290
 Roßfeld 90, 378
 Roßfeldschichten 82, 121
 Roßkogel-Decke 81
 Rudinger Störung 131
 Rußbach 12, 268, 360
 Rust 301
 Ruster Höhenzug 287
 Ruttenstein 201
- Saag 320
 Saalach 283
 Saalachstörung 130
 Saalfelden 291
 Saaz 285
 Saifen 218
 Salchauer Störung 131, 169
 Salza 299
 Salzach 222, 282
 Salzachbecken 255
 Salzachgletscher 236, 238, 256
 Salzachlängsstörung 318
 Salzachquerstörung 131
 Salzachtal 257
 Salzachvorland 246, 249
 Salzatal 378
 Salzburg 27, 204, 257, 290 ff., 376
 Salzburger Becken 290 ff.
 Salzerbad 285
 Salzkammerngut 11
 Salzofenhöhle 248
 Salzsteigstörung 131
 Sandberg 378
 Säntis 65
 Säntisdecke 66, 86
 Sattnitz 147
 Sattnitzkonglomerat 290
 Saualpe 55 f., 60, 62, 110, 112, 124
 Sauerbrunn (NÖ.) 285, 287
 Sauerbrunn (Stmk.) 285
 Sausal 156
 Sauwald 60, 200, 367
 Savaria 160
 Savische Phase 90, 92, 190
 Schabs 247
 Schaffen 60
- Schaitten 60
 Schalchen 285
 Schallerbach 283
 Schärding 283
 Scharlinz 367
 Scharnitz 168, 176, 285
 Scharnitzer Becken 289
 Scharten 285
 Scheibbs 170, 177
 Scheibbs-Linie 177
 Scheifling 169, 172
 Schemnitz 10
 Schladminger Tauern 52, 125
 Schlaipfenalm-Grenzblatt 132
 Schlegeis 144, 161
 Schlenkenbrekzie 131
 Schlenkendurchgangshöhle 248
 Schlern 251
 Schlögen 230
 Schmirntal 120
 Schneealpe 194, 291, 298
 Schneepalpenstollen 299, 328 f., 337
 Schneeberg 89, 236, 280, 299
 Schneebergdecke 71, 73, 97
 Schneeberger Kristallisation 118
 Schneeberger Zug 60, 118
 Schneeloch 212
 Schober 50, 60
 Schobergruppe 377
 Schöckel 294
 Schöckelkalk 209, 378
 Schöffelstein 378
 Schöpfl-Klippenzone 70 f.
 Schottwien 172
 Schrems 266
 Schützen 300
 Schwabeck 326
 Schwadorf 167, 169, 175
 Schwanberg 285
 Schwanenstadt 306
 Schwarz 298
 Schwarzach 311, 318
 Schwarzau 298
 Schwarzbergklambrekzie 96
 Schwarze Wand/Hüttenschlag 400
 Schwarzeckbrekzie 82, 91, 129
 Schwarzensee 213
 Schwarzwaag-Fazies 65, 73
 Schwaz 6 ff., 168
 Schwechat 217
 Schwechattalstörung 131
 Schwertberg 283
- Seckauer Becken 151
 Seebachtal 294
 Seebenstein 167, 175
 Seebensteiner Beben 175, 184
 Seeschlachtbach 228
 Seewinkel 300 f., 368, 399, 401
 Seibersdorf 367, 375 f.
 Seitenstetten 367
 Sella-Decke 66
 Sellrain 323
 Semmering 51, 89, 93, 167, 172 f., 236, 352, 356, 391, 393
 Semmering-Beben 173 f.
 Semmeringfazies 65, 81
 Semmeringgebiet 309
 Semmeringlandschaft 233
 Semmeringpaß 233
 Semmeringquarzit 73
 Semmeringserie 60
 Semmeringsystem 58, 73, 122
 Semmeringtunnel 329
 Semmering-Wechsel-System 71, 108
 Senftenberg 171
 Sengengebirge 378
 Sesia-Lanzo-Zone 66
 Seyring 217, 224, 226, 234, 373
 Seyringer Terrasse 225, 227
 Sieldorf 285 f.
 Siebenbrunner Senke 216
 Sieben-Quelle 299
 Sieding 172
 Siegraben 60
 Silesische Decke 69, 71
 Silica-Decke 74
 Silicikum 65
 Sillian 178
 Silltal 318
 Silltalstörung 167, 177, 232, 320
 Silvretta 50 ff., 54, 56, 60, 66, 148
 Silvrettadecke 115
 Silvrettakristallin 124
 Silz 289, 323
 Simplon 197
 Sinnersdorfer Schichten 315
 Slowakischer Karst 71, 73
 Söchau 304
 Sölker Störung 131, 169, 172, 178, 232
 Sollenau 303

- Sonnblickdecke 35
 Sonnwendgebirge 95
 Sotzka 381
 Speikserie 50, 52, 62, 101 f.
 Spittal 290
 Spitz 171, 230 f.
 Spitzer Berg 217, 227
 Spullersee 168
 Staatz 402
 Staatzer Fazies 65, 81
 Stadelberg-Niveau 195
 Stainach-Irdning 283, 294
 Stainach-Nöblach/Brenner 287
 Stainz 286, 402
 Stainzer Plattengneis 110 f.,
 125
 Stall 81
 Stams 35, 289
 Stangalm 57, 65, 81, 89, 113
 Stangalm-Mesozoikum,
 Trias 33, 71, 80, 109, 112
 Stanz 108, 285 f., 350
 St. Christophen 160, 167, 177
 St. Egidii 107
 St. Georgen 202
 St. Gotthard/Raab 218
 St. Jakob 326
 St. Leonhard 285
 St. Oswald 285
 St. Paul/Lavanttal 155
 St. Pauler Berge 156
 St. Pauler Trias 104
 St. Pöltener-Vorzone 70
 St. Stephan ob Leoben 172,
 367
 St. Thomas 201
 St. Veit 65, 367
 St. Veiter Klippenzone 71 f.
 Steinach 242, 251
 Steinacher Decke 94
 Steinacher Phyllit 60
 Steinamanger 160
 Steinberg b. Amstetten 287
 Steinbergbruch 169
 Steinerbach/Mondsee 247 ff.
 Steinernes Meer 210, 280,
 325, 378
 Steinkogel 357
 Steinkogelschiefer 50 ff., 124
 Steinplateausystem 204
 Steirische Phase 90
 Steirischer Erzberg 6 f., 270,
 353
 Steirisches Becken 198, 216,
 218, 233, 261, 282 ff., 294 f.,
 304
 Steirisches Randgebirge 60,
 193 f.
 Sterzing 120
 Steyr 146, 246, 367
 Steyermühl 361 f.
 Steyrersee 213
 Steyrtal 247
 Stillfried 248, 260
 Stillfrieder Komplex 260
 Stockerau 219, 225, 245,
 296 ff.
 Stolzalpe 106
 Stolzalpen-Trog 60
 Stolzalpendecke 102 f., 106,
 109 f.
 Stopfenreuth 226
 Stopfenreuther Au 363
 Storzdecke 86
 Stranzendorf 225, 244 f.
 Stranzendorfer Kies 219
 Straßburg/Gurk 178
 Straßhof 226
 Strengberge 245, 352
 Strobl am Wolfgangsee 378
 Strubbergbrekzie 96
 Strudengau 202, 230, 378
 Strážov 73
 Strážov-Decke 71
 Stubai 60
 Stubaier Alpen 65, 81, 89
 Stubaitalstörung 130, 168
 Stubalmserie 110
 Stubalpe 55 f., 60, 151
 Stubalpenkristallin 55, 124
 Stubenberg 314
 Stuhleck 194
 Stuhleck-Decke 81
 Stürzel-Lacke 135
 Subherzynische Phase 90
 Subsilesische Decke 69 ff.
 Südböhmischer Pluton 58
 Südkarawanken 57, 65
 Südpennin 66 f.
 Sulz 285
 Sulzbachdecke 93
 Sulzer Klippenzone 71 f.
 Sulzfluh 81, 89
 Szendrő 74
 Szombathely 160
 Taminastörung 130, 168
 Tamsweg 169, 172, 378
 Tamsweger Becken 233
 Tantalhöhle 211
 Tarntal 65, 81
 Tarntaler Brekzie 82, 91
 Tarvis 178
 Tasna 81
 Tasna-Granite 60
 Tasshof 199
 Tatrinen 60, 65, 67, 71 ff.
 Tattermann 81
 Tatzmannsdorf 286
 Taubenkarstand 251
 Tauernfenster 21, 31 ff., 66,
 69, 99, 121, 138, 148 f.
 Tauernkristallisation 92, 118
 Tauernnordrandstörung 130,
 168
 Tauernpennin 93, 118, 121
 Tauerntal 120
 Tauerntunnel 22, 197, 309
 Tauernzentralgranit 51
 Taugl 291
 Tauglbodenbrekzie 96
 Tauplitzalm 213
 Taxenbach 318
 Tegernsee 176
 Teichl-Hengst-Störung 131,
 169
 Teigischstörung 131
 Teisendorf 60
 Telfs 176
 Tennengebirge 12, 211 f., 291,
 378
 Tennen-Niveau 193, 204, 206
 Ternitz 172, 298, 368
 Thaler Becken 206
 Thalheim 285 f.
 Thaur 146
 Theben 227
 Thebener Pforte 227, 229
 Thermenalpen 394
 Thermenlinie 161, 167, 174,
 286, 298
 Thialspitze 81, 114
 Thörl 65, 81
 Thörler Mesozoikum 71
 Thurn 167
 Tillmitsch 7
 Tirano 66
 Tiroler Fazies 65, 81
 Tirolikum 80, 93
 Tobelbad 285
 Toplitzstörung 131
 Tormäuer 378
 Torrenbach 291

- Torschartenstörung 131
 Totalp 386
 Totes Gebirge 194, 205, 207, 212, 291, 295
 Totes Weib 279
 Tragöß 391
 Trahüttener Niveau 195
 Traiseck 60
 Traisen 261
 Traiskirchen 160, 167
 Traismauer 297
 Transdanubisches Gebirge 157
 Transsylvanische Decke 72, 74
 Trasattelstörung 131, 169
 Traun 255, 296, 360, 364
 Traun-Enns-Platte 296
 Traun-Enns-Vorland 202
 Traungletscher 239, 249, 251, 256
 Traunsee 255, 257, 362
 Traunsee-Grenzblatt 132
 Traunstein 378
 Trauntal 250, 257
 Trauntalstörung 131 f.
 Traunvorland 246
 Trebesing 285
 Tribulaun 81, 124
 Trieben 256
 Triestingfazies 73, 81
 Triestingtal 199
 Trimmelkam 355
 Trofaiacher Becken 233
 Trofaiachstörung 131, 169
 Trögener Klamm 377
 Trogkofel-Riffkalk 59
 Tröpolachstörung 131
 Tschera 65
 Tschirgant 314
 Tuffbach 285
 Tulln 160, 297
 Tullnerfeld 160, 203, 228 f., 276, 282, 296 f., 367 f.
 Türkenkogelbrekzie 82, 91, 129
 Tuxertal 120
 Twenger Kristallin 61, 122
 Twimberg 178

 Ultrahelvetikum 80
 Ultrapienidische(r) Rücken, Schwelle 65, 71, 80 f., 189
 Umhausen 168
 Unken 285
 Unkenere Brekzie 96
 Unkenere Mulde 232

 Untere Schieferhülledecke 35, 62, 69
 Unterengadin 81
 Unterer Murfeld 294
 Unterinntal 188, 289
 Unterlaussa 206
 Unterostalpin 65 f.
 Unterplanken 68
 Unterregau 373
 Untersberg 12, 206, 291
 Unterweißenbach 201
 Unzmarkt 255, 294
 Uppony 74
 Urdonau 219, 221 ff.
 Urenns 222
 Urfahrer Becken 296
 Urmain 223
 Urmannsau 37
 Urnaab 223
 Ursalzach 222

 Vajont 313, 351
 Valais 65 ff., 80, 89
 Vat 71 f.
 Veitsch 391
 Veitscher Decke 57, 101, 108
 Veitscher Karbon 60, 114
 Velden 169
 Veldener Störung 320
 Velky Bok 65
 Velky-Bok-Serie 71
 Vellacher Kotschna 377
 Venediger 147
 Venedigergruppe 196, 214
 Venetberg 115
 Veporiden 65, 67, 73
 Veporiden-Kristallin 71
 Verona 139, 146
 Vicenza 139 f.
 Vigaun 255, 291
 Viktring 110
 Viktringer Paläozoikum 112
 Viktringer Permotrias 112
 Villach 166, 169, 174, 178, 183, 285, 290, 377
 Villacher Becken 290
 Villány 67, 157
 Vils 176
 Vilshofener Störung 131
 Virgen 285
 Virgental 7, 120
 Vitiser Störung 131, 134, 169
 Vöckla 296
 Vöcklabruck 373
 Voitsberg 349, 354 f.

 Voitsdorf 306
 Volders 285
 Volderwildbad 285
 Völkermarkt 178, 367
 Vorarlberger Fazies 65, 81
 Vorarlberger Rheintal 288
 Vorchdorf 378
 Vordernberg 28
 Vorderriß 137, 181
 Vöstenhofer Schollenreihe 105
 Vrancea 75
 Vrancea-Beben 181
 Vysoká 65
 Vysoká-Decke 71 f.

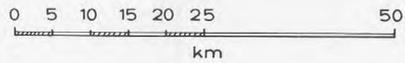
 Wachau 133, 147, 202, 230 f., 363, 379, 402
 Wägitäl-Flysch 66
 Wagram 229
 Waidhofen/Ybbs 298
 Walchenseestörung 130
 Wald 328
 Waldaist 200
 Waldegg 378
 Waldhausener Störung 131
 Waldviertel 43, 60, 200, 277, 368, 371
 Walgau 288
 Walgaustollen 327, 334
 Wallsee 228, 325, 364
 Waltersberg 252
 Waltersdorf 303 f.
 Wandfazies 81
 Warscheneck 81, 213
 Wartberg 172
 Waschberg 194
 Waschberg-Vorzone 70 f.
 Waschbergzone 69 ff., 90
 Wattens 289
 Wechsel 70, 236
 Wechseldecke 70, 81, 86, 150
 Wechselkristallin 62
 Wechselschiefer 62
 Wechselserie 60
 Weichtalstörung 131
 Weiden 401
 Weinviertel 201, 203, 261
 Weißbach 289
 Weißenbach 285
 Weißenkirchen 230 f.
 Weißensee 283
 Weißsee 323
 Weißwaag-Fazies 65, 73
 Weißwasser 155 f.
 Weiz 108, 209

- Weiztal 378
 Wels 285, 296, 367
 Welser Heide 296
 Werfen 11, 211, 334
 Werfener Kalk 79
 Werfener Schichten 11, 14
 Westendorf 138
 Westliche Thermenlinie 174
 Westpannonisches Becken 198
 Wettersteinkalk 78 f.
 Weyer 298
 Weyerer Bögen 38, 156, 212
 Wien 9 ff., 13, 15, 17, 20, 22, 25, 27, 31, 135, 160, 176, 184, 227, 229 f., 259, 261, 266, 271, 273, 275, 283, 296, 300, 335, 337, 361, 368, 372, 376, 379, 392, 402
 Wien Arsenal 217
 Wien Arsenal-Terrasse 224 f., 227
 Wien Donaustadt 369
 Wien Eichelhof 379
 Wiener Becken 13, 132, 148, 160, 174, 198, 203, 205, 216 f., 227, 233, 261, 271, 283, 286, 298, 303, 367 f., 401
 Wienerberg-Bruch 226
 Wienerberg-Terrasse 224 f.
 Wienerbruck 321
 Wiener Neustadt 135, 151, 160 f., 167, 169, 173 ff., 183, 263, 298
 Wiener Pforte 296
 Wiener Raum 224
 Wienerwald 72, 392
 Wien Floridsdorf 369
 Wien Grinzing 402
 Wien Hungerberg 225
 Wien Kahlenberg 402
 Wien Kobenzl 402
 Wien Laaerberg 217
 Wien Laaerbergschotter 227
 Wien Laaerberg-Terrasse 224 f.
 Wien Lainzer Tiergarten 378
 Wien Leopoldsberg 402
 Wien Liesing 224
 Wien Lobau 296, 299
 Wien Meidling 285
 Wien Neustift 402
 Wien Nußberg 217, 402
 Wien Nußdorf 198, 296, 299, 379, 402
 Wien Oberlaa 285, 287
 Wien Praterterrasse 224 f., 230
 Wien Rosenhügel 225
 Wien Schmelz 217, 224 f.
 Wien Simmering 217, 372
 Wien Stadterrasse 217, 225
 Wien Stammersdorf 224
 Wien Theresianum-Terrasse 225
 Wien Türkenschanze 225
 Wietersdorf 155
 Wildbad Einöd 285 f.
 Wildhauser Mulde 66
 Wildon 294
 Wildspitze 123
 Wilhering 325
 Willendorf 254
 Wimitzfenster 112
 Wimitzstörung 131
 Winden 367
 Windhaag-Störung 131
 Windischgarsten 378
 Winnebach 81
 Winnebacher Zug 68
 Wintertaler Nock 109
 Wocheinertunnel 22
 Wolfgangseestörung 131
 Wolfpassinger Schichten 82
 Wolfsberger Fenster 110 f.
 Wolfsthaler Granit 60, 229
 Wolscheneck-Niveau 195
 Wölzer Glimmerschiefer 55
 Wörgl 148, 155, 289, 349
 Wörschach 255, 283, 285
 Wörschachwald/Ennstal 314
 Wörth 378
 Wörthersee 290
 Wörtherseestörung 131
 Wulka 360
 Wulkabecken 300
 Wulkapforte 300
 Würm 237, 242
 Würm-Eiszeit 242, 247
 Würmgletscher 250
 Würm-Interstadial 248
 Würm-Spätglazial 251
 Xixsee 399
 Ybbs 230, 360
 Ybbsitz 265
 Ybbsitzer Klippenzone 71 f.
 Ybbstal 247
 Zagreb-Zemplin-Linie 75, 157
 Zala-Raab-Graben 160
 Zdanice-Einheit 69 ff.
 Zederhautal 328
 Zeiring 6
 Zell 285
 Zell/See 146
 Zeller See 283
 Zellpfarre 178
 Zeltweg 294
 Zemplin-Linie 67
 Zentralgneis 66, 71, 80
 Zentralgneisdecke 93 f.
 Zentralgranit 58, 60
 Zicksee 399
 Ziersdorf 147
 Zillergrund 147
 Zillergründl 323, 325 f.
 Zillertal 120, 146
 Zillertaler Alpen 144
 Zirbitzkogel 6
 Zirking 367
 Zistersdorf 86
 Zlambach 81
 Zlambachdecke 35
 Zlambachschichten 78
 Zlatten 285 f.
 Zöbing 51, 57
 Zwentendorf 164, 185, 228 f., 297, 320, 352, 364
 Zwettl 201
 Zwischenbergenstörung 130, 168

TEKTONISCHE KARTE VON ÖSTERREICH

1:500 000 – WEST TEIL

A. TOLLMANN 1986



- | | | | | | |
|--|--|---|---|--|---|
| <p>Gemeinsame Signatur:
 q Quartär im Gebirgsinneren
 T Jungtertiär
 t Terziär i.a.
 † Altertiär</p> <p>Böhmische Masse:
 Molasse:
 cb Karbonperm
 Spätvariszische Plutonite:
 eg Eisgarner Granit
 mg Mauthausener Granit
 Sg Schürdinger Granit
 wn Weinsberger Gneis
 wg Weinsberger Granit
 rg Rastenberger Granodiorit
 ga Granit i.a.</p> <p>Moravikum:
 bi Bittescher Gneis-Decke
 pl Plaising-Decke
 tS Schieferhülle von tg
 tg Thaya-Batholith</p> <p>Moldanubikum:
 gr St. Leonharder Einheit
 gf Gföhlergneis-Einheit
 re Raabser Einheit
 bs Mühldorfer Einheit (Bunte Serie)
 pg Östrog-Unit (Monotone Serie) einschließl. pg Perlgneis und gg Grobkorngneis</p> | <p>Nordalpen:
 Molassezone:
 o Vorlandmolasse und Aufgefaltete Molasse
 o- Subalpine Molasse und Waschberg-Vorzone
 o= Waschberg-Ernstbrunner-Steinitzer Klippenzone
 ou Molasse-Untergrund-Permomesozoikum</p> <p>Helvetikum s.l.
 h Helvetikum
 hy Helvetikum - Flysch
 h- Ultrahelvetikum</p> <p>Flyschzone:
 y Rhenodanubischer Flysch i.a.
 g Graifensteiner Decke
 l Laaber Decke
 ka Kahlenberger Decke
 stv St. Veiter Klippenzone = Ybbsitzer Klippenzone</p> <p>Pennin:
 Nordpennin:
 p Nordpennin i.a.
 py Nordpennin-Flysch</p> <p>Mittelpennin:
 p- Mittelpennin i.a.
 py- Mittelpennin-Flysch
 pa Parautochthone mesoz. Schieferhülle
 dd Altes Dach-Decken und Riffdecken
 ad Parautochthones Altes Dach
 z Zentralgneisdecken</p> | <p>Südpennin:
 p Südpennin i.a.
 py Südpennin-Flysch
 a Arosazone
 k Klammkalk-Decke
 ra Rauriser Zone (Tauernnordrahmenzone)
 ri Richbergerkogelserie
 gd Glocknerdecke
 mo Modereck-Decke (mit Fuscher Zone)
 pd (Untere Schieferhülle-Decke (Porphyrmateriale-Decke))</p> <p>Unterostalpin:
 u Unterostalpin i.a. samt Matreier Schuppenzone
 ip Innsbrucker Quarzphyllit
 rp Radstädter Quarzphyllit
 kp Katschbergphyllit
 up Pleisling-Decke
 ul Lanischfeld-Decke
 uh Hochfeind-Decke
 nd Norische Decke
 ug Grobgneisdecken des Semmeringssystems
 w Wechseldecke</p> | <p>Mittelostalpin:
 m Mittelostalpin-Kristallin
 mm Mittelostalpin-Permomesozoikum
 ö Ötztal-Decke
 kg Kellerjochgneis</p> <p>Oberostalpin:
 k Nördliche Kalkalpen
 ka/fd Allgäu (ka)-Frankenfelder (fd)-Decke samt Cenomanrandschuppe
 kl/lid Lechtal (kl)-Lunzer (ld)-Decke
 ki Inntal-Decke
 ks Karwendel-Schuppenzone
 kt Tirolikum
 su Sulzbach-Decke
 ud Unterberg-Decke
 kj Tiefjuvavikum
 Kj Juvavikum
 kj Hochjuvavikum
 d Dachstein-Decke
 k- Oberostalpin Permomesozoikum der Zentralalpen + Drauzug-N</p> <p>cb Karbon
 nd Norische Decke
 vd Veitscher Decke
 gz Grauwackenzone
 pa Paaler Schuppe
 ad Ackerldecke</p> | <p>Oberostalpin:
 sd Stalzalpen-Decke
 md Murauer Decke
 ap Altpaläozoikum i.a.
 stip Steinacher Decke
 lp Landecker Quarzphyllit-Zone
 wp Phyllitgneiszone
 tp Thurnthaler Phyllit
 gp Goldack-Phyllitzone
 gk Gailtal-Kristallin
 ag Anger-Kristallin</p> <p>Südalpen:
 t Tertiäre Plutonite (Tonalite etc.) beiderseits der PA. (Periodr. Linie)
 sm Südalpinisches O. Karbonpermomesozoikum
 π Bozener Quarzporphyr (Perm)
 sp Südalpinisches Paläozoikum (Voroberkarbon)
 bip Brixener Phyllit
 sp Südalpiner Phyllit
 vp Variszischer Plutonit
 sk Insubrisches Kristallin</p> | <p>Karpaten:
 o Molassezone
 o- Pouzdrany-Zone
 o= Steinitzer Klippenzone
 y Magura-Flyschzone
 pi Pieniden
 ky Klapý-Flysch
 kč Čač-Decke
 uk Krížna-Decke
 ta Tatriden-Hülle
 tk Tatriden-Kristallin</p> |
|--|--|---|---|--|---|

- Decken- u. Schuppenzone
- Bruch
- Sedimentärer Kontakt
- Antiklinale
- Deckengrenze
- Sedim. Grenze
- Periodratische Linie (PA)
- Österr. Staatsgrenze
- Alpenstrand
- Ostrand der Böhmisches Masse



