

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. SUSS, 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 Bergbauerfahrung

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).

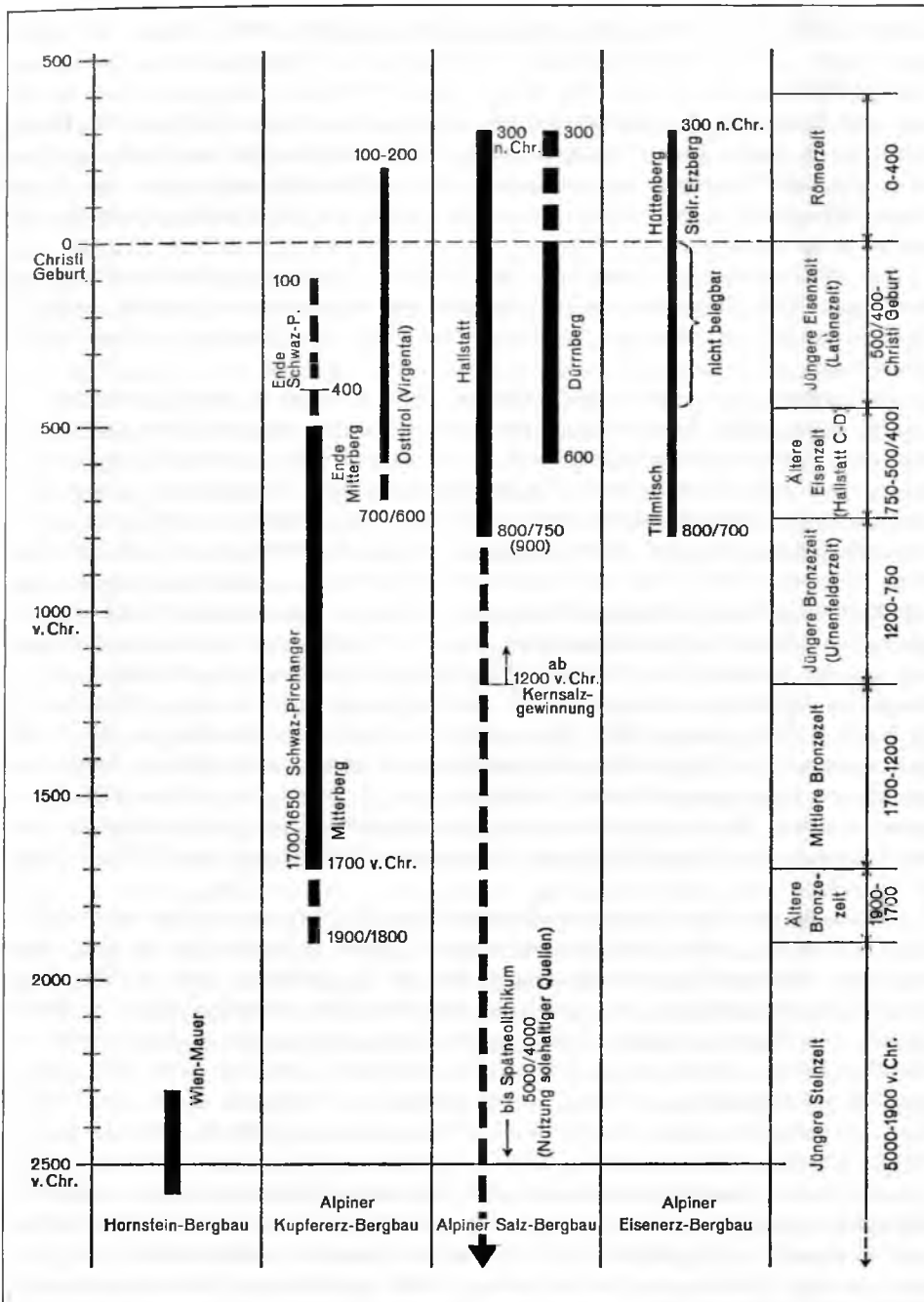
In der Römerzeit wurden in Österreich im wesentlichen nur fünf Elemente bergmännisch genutzt: Eisen (vgl. Bd. I, S. 556: Steirischer Erzberg; S. 270: Hüttenberg), Kupfer, Zinn, Salz; hinzu kam der Run auf das – vor 4000 Jahren bereits entdeckte – Gold der Tauern der „Norischen Alpen“ im Jahr 130 v. Chr.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

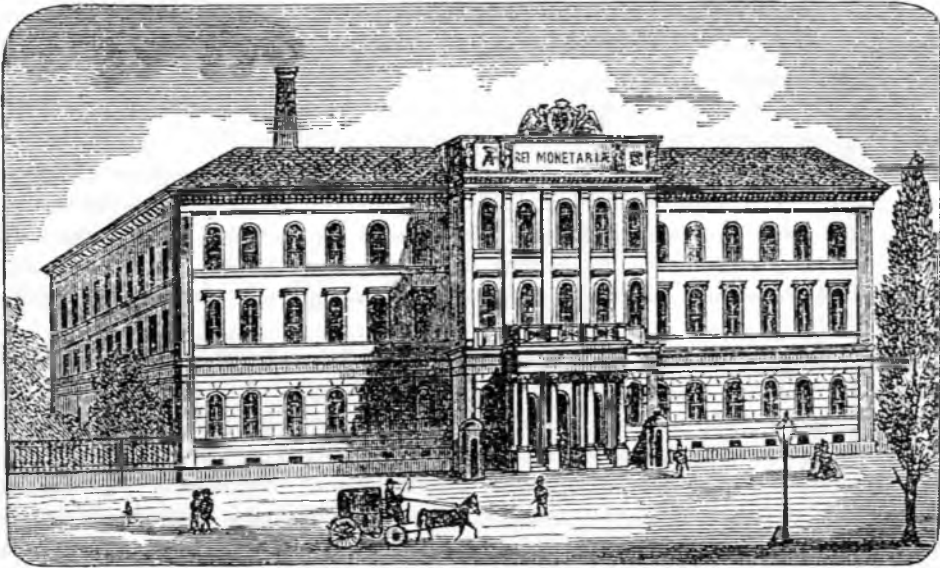


Abb. 4: Das k. k. Haupt-Münzamtsgebäude auf dem Glacis der Landstraße war ursprünglich Sitz der 1849 gegründeten Geologischen Reichsanstalt in Wien; aus W. v. HAIDINGER (1869, Abb. 1).

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 aufs 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 Präsidenschaft 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 Tauertunnel, durch G. GEYER, F. TELLER und F. KOSSMAT der Bosruck-, 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 Dobrogea, für Th. FUCHS nach Italien, für F. TOULA seine Balkanstudien, für G. v. BUKOWSKI und V. HILBER deren Kleinasienforschung, 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 österreichischen Wissenschaft bezeichnet werden. In dieser Epoche wirkte alles zusammen, 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 bildete 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 anders ausgerichtet, nämlich auf die Sektoren Forschung und Lehre. Die Gründung des ersten erdwissenschaftlichen Institutes in Österreich, des Geologischen Institutes an der Universität Wien am 15. Oktober 1862, erfolgte durch einen Handstreich 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 abgeschlossenen Hochschulstudiums einen scheinbar unüberwindlichen formalen Riegel vorgeschoben hatte.

Suess, von einer protestantischen Pastorenfamilie in Vogtland, Sachsen, abstammend, 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. DIENER, 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.

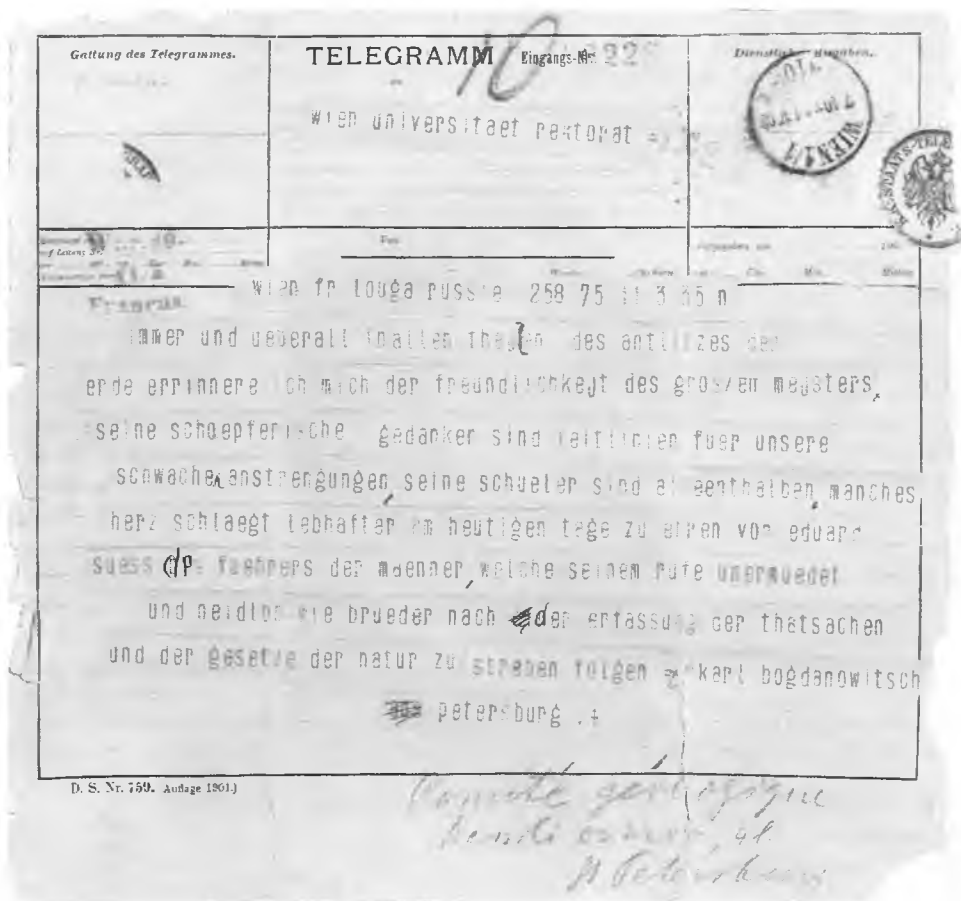


Abb. 7: Glückwunschtelegramm von Prof. K. BOGDANOWITSCH aus Petersburg an E. SUESS anlässlich der Sueß-Stiftungsfeier an der Wiener Universität im Jahre 1902. Wie aus diesem Telegramm spricht auch aus hunderten ähnlichen Glückwünschen zu verschiedenen Anlässen die große Verehrung, die dem Altmeister der Geologie allenthalben in der Welt entgeggebracht 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 herausgebildet, 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. KÖLBL, 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 Kristallgeologie 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. RUSSEGGER 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. FICHEL (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. FICHEL, Sohn des „Mitbegründers der Geologie“ J. v. FICHEL (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

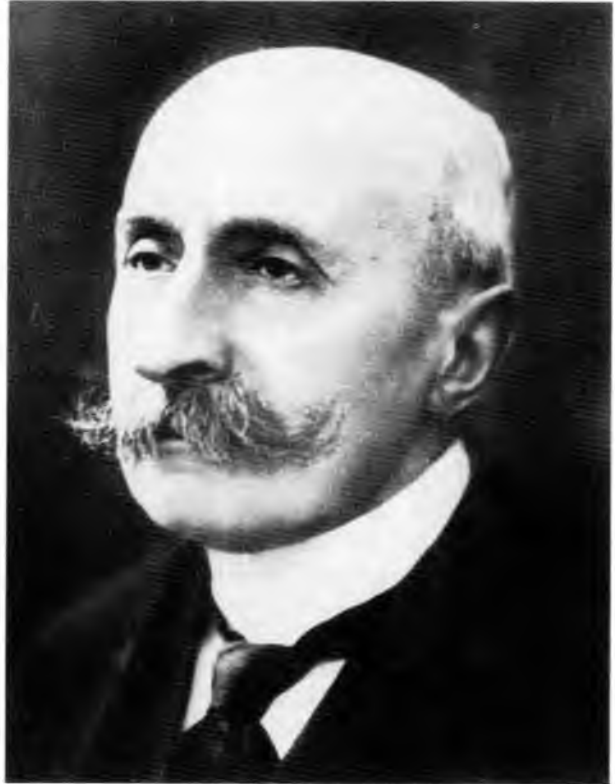


Abb. 8: P. TERMIER (3. 7. 1859/Lyon–23. 10. 1930) – ein Leben geweiht der Wissenschaft, der Humanität und Gott.

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-

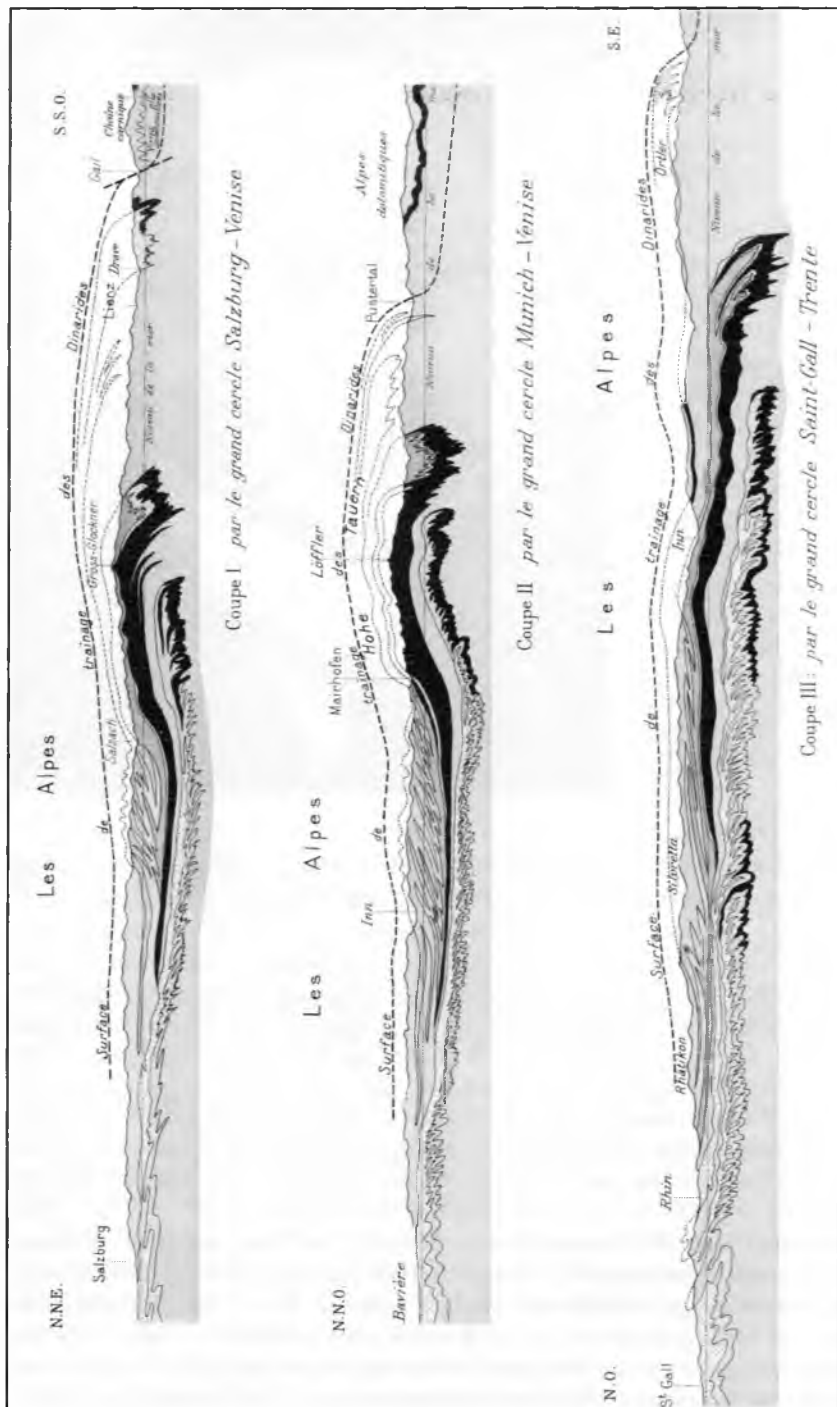


Abb. 9: Profile aus P. TERMIERS „Synthese des Alpes“ von 1904, Taf. 22, im Bereich der Ostalpen. Der Fernschub der Kalkalpen, das Engadiner und Tauern-Fenster, der Deckenbau in der penninischen Schieferhülle der Tauern, die großräumige Überschiebung der Molasse und viele weitere grundlegende großtektonische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

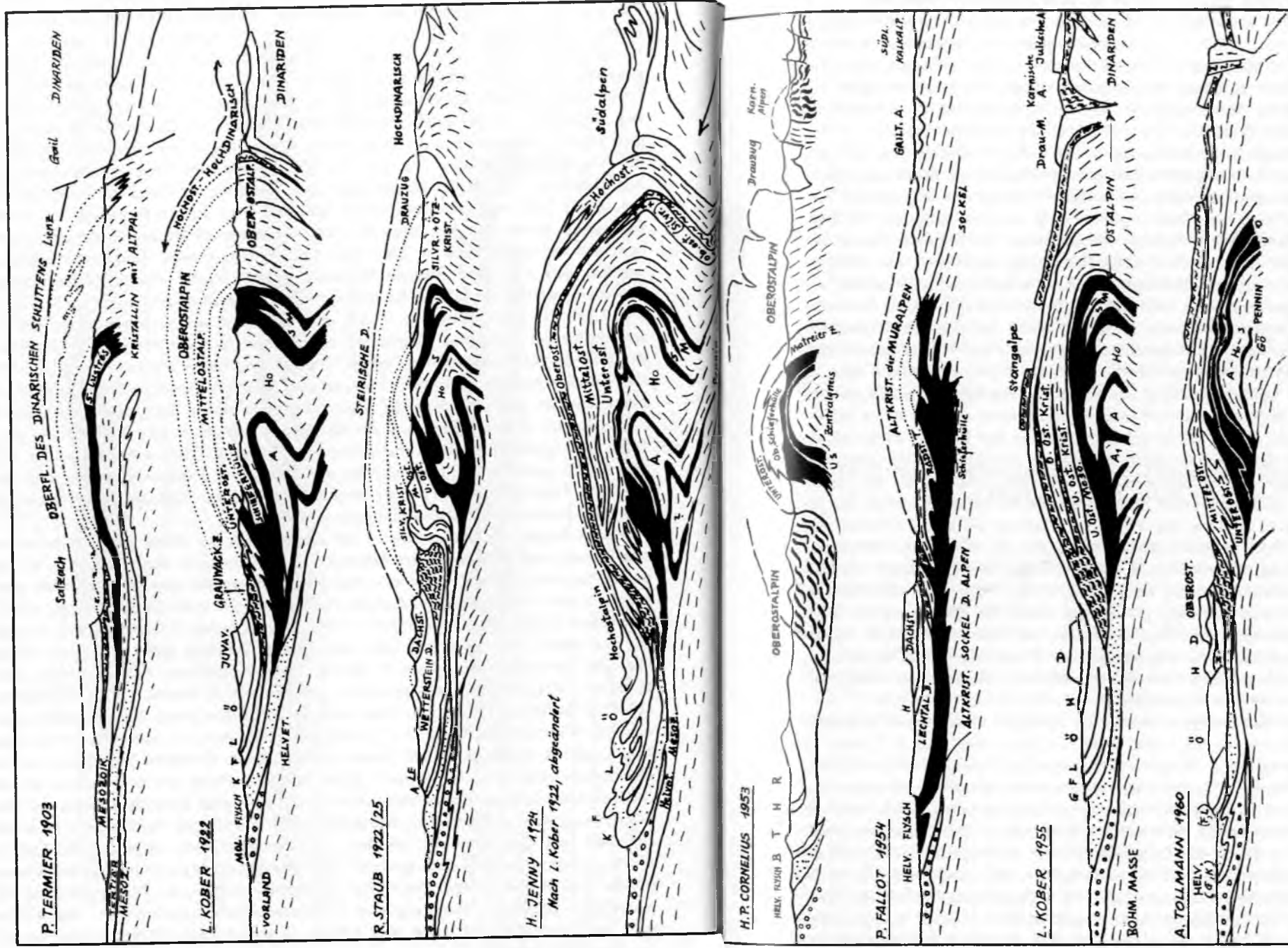


Abb. 10: Ostalpensynthesen im Profil; aus A. Tollmann, 1963 a, Abb. 23. Signatur: gestrichelt – Kristallin, gewellt – Paläozoikum, schwarz – penninische Schieferhülle, weiß – Mesozoikum i. a., punktiert – Flysch, geringelt – Molasse. – Abkürzungen: A, A, Ankogel-Decke, B Bajuvarikum, D Dachstein-Decke, F Frankenfelsener Decke, G Grestener Zone, Gó Gößgrabenkern, H Hallstätter Decke, Ho Hochalm-Decke, K Klippen-Decke (Grestener Decke), L Lunzer Decke, LE Lechtal-Decke, M Modereckdecke, O Obere Schieferhülle-Decke, Ö Ötscher-Decke, R Retteralm-Decke, S Sonnblickdecke, U Untere Schieferhülle-Decke, US Untere Schieferhülle, Z Zlambachdecke.

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 erhellet 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 Lustbühel 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 ENTWICKLUNGSGESCHICHTE

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 Südtail 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).