

- WEST, O. VAN: Geology of the San Benito Islands and the SW-Part of Cedros Island, Baja California, Mexico. Unpublizierte thesis. Geologisches Institut, Pomona College. 1957.
- WHITTEN, C. A.: Measurements of Earth Movements in California. Calif. Div. of Mines Bull. 171, 1955.
- WHITTEN, C. A.: Crustal Movement in California and Nevada. Transact. Americ. Geophys. Union 37, 1956.
- WILLIAMS, H.: Pliocene Volcanoes of the Navajo — Hopi Country. Geol. Soc. America Bull. 47, 1936.
- WOODFORD, A. O., SCHOELLHAMER, J. E., VEDDER, J. G. und YERKES, R. F.: Geology of the Los Angeles Basin. Calif. Div. of Mines Bull. 170, II, 1954.
- WRIGHT, L. A. und TROXEL, B. W.: Geologic Guide for the Western Mojave Desert and Death Valley Region, Southern California. Calif. Div. of Mines Bull. 170, 1954.

Trias, Jura und tiefe Kreide bei Kaisers in den Lechtaler Alpen (Tirol)

VON REINHOLD HUCKRIEDE, Hannover

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	44
II. Begrenzung des behandelten Gebietes	45
III. Die Schichtenfolge:	45
1. Skythische Rauhacken	45
2. Anisische Stufe	46
3. Ladinische Stufe	51
4. Karnische Stufe	53
5. Tuvalischer Kalk im Liegenden des Hauptdolomits	56
6. Hauptdolomit	56
7. Oberröhrliche bis unterstrhätische Kalke und Dolomite	58
8. Kössener Schichten	60
9. Oberrhätalk; Oberrhätischer-tiefstliassischer Kalk	62
10. Liasbasiskalk	67
11. Allgäuschichten	67
12. Ältere Radiolarit-Serie	71
13. Aptychenkalke	73
14. Jüngere Radiolarit-Serie	75
15. Jura in Schwellenfazies	76
IV. Überblick über die Faziesverteilung in Obertrias und Jura	84
Zusammenfassung	86
Literaturverzeichnis	87

I. Einleitung

Da bei der Erforschung der Lechtaler Alpen seit einem halben Jahrhundert mehr tektonische als stratigraphische Gesichtspunkte im Vordergrund standen, ist über die Schichtenfolge dieses Gebirges viel weniger bekannt als über die vieler anderer alpiner Gebiete. Gerade dieser schlechte Stand der stratigraphischen Kenntnisse gab zu mancherlei unrichtigen tektonischen Deutungen Anlaß. Möge deshalb vorliegende Untersuchung zu einer besseren Kenntnis der Lechtaler Trias- und Jurabildungen und ihrer faziellen Gliederung beitragen.

Sie behandelt ein Gebiet, in dessen nördlichen und mittleren Teilen marine Schichten von einer Gesamtmächtigkeit von 2—2,5 km den Zeitabschnitt vom obersten Skyth bis zum Cenoman vertreten und dessen südlicher, in der Nachbar-

schaft des zentralalpinen Metamorphikums liegender Bereich von der Obertrias bis in die tiefe Unterkreide hinein einer Schwellenregion angehörte. Sie bietet, da das Gebiet sich vom Lech bis zum südlichsten Hauptdolomit am Kalkalpensüdrand erstreckt, fast ein ganzes Fazies-Querprofil durch die Lechtaler Alpen. Die überaus mannigfaltige Gesteinsserie kann natürlich von einem einzelnen Mann nicht erschöpfend behandelt werden, und so wird sie auch in späteren Zeiten der stratigraphischen Forschung noch manchen Anreiz und manches Problem bieten.

Über die Kreideschieferbildungen (Apt bis Unteres Cenoman) wurde an anderer Stelle berichtet (HUCKRIEDE, 1958); in die Tektonik des Gebietes gibt der Kalkalpenquerschnitt von HUCKRIEDE und JACOBSHAGEN (1958) Einblick, ferner ist eine Veröffentlichung über die Tektonik der Umgebung von Kaisers in Arbeit, die auch eine Neukartierung bringen soll.

Für das Verständnis der vorliegenden Arbeit sind die geologischen Kartenblätter Parseier-
spitzgruppe und Arlberggebiet von AMPFERER, HAMMER und REITHOFER (1932) unentbehrlich.

II. Begrenzung des behandelten Gebietes

Das Gebiet wird im N durch den Lech, im S durch den Hauptdolomit des Kalkalpensüdrandes im Stanzertal begrenzt. Die Westgrenze verläuft über Pimigspitze und Almajurtal zum Fallersteiß-Kopf. Die Linie Dürrenau—Peischelspitze—Sulzertal—Gulflespitze—Vorderseespitze—Vordersee bildet die östliche Begrenzung.

III. Die Schichtenfolge

1. Skythische Rauhwacken

Während skythische Gesteine zwischen Krabach- und Almajurtal weit verbreitet sind, treten solche im behandelten Gebiet nur spärlich auf.

Im Schutt und in den Schottern des Almajurtales stößt man häufig auf gelbe, grobporöse, kalkige Rauhwacken, die aus der benachbarten Krabachmasse stammen und im Volksmunde Tuffstein genannt werden. Anstehend treten die gleichen, stets gelben und grobporösen Rauhwacken in einem nur wenige Meter messenden tektonischen Span im Kern des Fallesin-Pilzsattels am WNW-Grat des Gloggers auf. Sie sind hier intensiv mit unteranischen dünnplattigen Dolomiten verschuppt. In Aussehen und Eigenschaften gleichen sie den Rauhwacken des Kalkalpensüdrandes nordwestlich von Pettneu, die dort zwischen anisischen Kalken und Dolomiten und dünnschichtigen skythischen Quarziten liegen. Allerdings führen die südlichen Rauhwacken mehr Quarzkörner als die des Arbeitsgebietes.

Skythische Rauhwacken könnten sich auch in den gelblichen, ausgewalzten Myloniten an der Kaisertal-Überschiebung am Hinterseejochl verbergen, die hydaspischen Dolomit vom liegenden Hauptdolomit trennen.

Die Einstufung der beschriebenen Rauhwacken in die skythische Stufe ist allerdings nicht ganz gesichert, da in ihnen keine Fossilien gefunden worden sind und aus der weiteren Umgebung des behandelten Gebietes nur die von SKUPHOS (1893, S. 150) angegebenen (AMPFERER, 1932, S. 52) Fossilien vorzuliegen scheinen: *Myophoria costata* Zenker, *Modila böhmi* SKUPHOS und *Myacites* sp. aus den mit gelben Rauhwacken verbundenen, sandigen, lockeren Mergelkalken von Flirsch im Stanzertal. Die im germanischen Faziesbereich für Röt charakteristische *Myophoria costata* findet sich aber nach ROSENBERG (1954, Tafel 1) auch im ins mittlere Unteranis gestellten Gutensteiner Kalk (vgl. aber PIA, 1930b,

S. 136) und nach OGIIVIE-GORDON (1928, S. 8) im „unteren alpinen Muschelkalk“ des Ennebergs, ist also kein Leitfossil für das höhere Skyth allein, wie allgemein angenommen wird (PIA, 1930b, S. 134).

Durch einen Vergleich unserer Rauhacken mit den in den Nördlichen und Südlichen Kalkalpen an der Wende Skyth/Anis weit verbreiteten Rauhacken gewinnt man keinen Anhaltspunkt für das genaue Alter; denn diese Vorkommen sind von den verschiedenen Forschern verschieden eingestuft worden (PIA, 1923, S. 42; ROSENBERG, 1954, S. 13, 1955, S. 204, 205).

2. Anisische Stufe

Kannte AMPFERER im behandelten Gebiet nur das Anis-Vorkommen am Hinterseejochl (1924, S. 13, 1932, S. 49), so stellte die Neukartierung anisische Gesteine von dort längs des ganzen Kaisertales bis zum Miwald und im Kern des Fallesin-Pilzsattels fest.

a) *Zum Namen „Muschelkalk“.* Schon seit langem weiß man, daß die in der alpinen Trias mit dem Namen „Muschelkalk“ belegten Bildungen nur einem Teil des germanischen Muschelkalks entsprechen, daß dieser Name somit für die alpinen Schichten widersinnig ist und leicht zu Mißverständnissen führen kann. Manche Geologen (z. B. TORNUST, 1896; BITTNER, 1897, S. 104), hielten es dazu noch für berechtigt, den Begriff „Muschelkalk“ im weiten Sinn auch auf jüngere alpine Bildungen, wie z. B. Wettersteinkalk, Partnachschichten oder Buchensteiner Schichten, anzuwenden, wo er natürlich völlig unbrauchbar (BENECKE, 1895) und mit unlösbaren Problemen und Schwierigkeiten verbunden ist. Da man ferner in den letzten Jahrzehnten davon abgegangen ist, die alpine Trias in das germanische Schema einordnen zu wollen und für alpine und außer-alpine Trias die allgemeine Stufengliederung in der Fassung von PIA (1930b, S. 97) anstrebt, auch seit Jahrzehnten in der alpinen Trias nicht mehr von „Kohlenkeuper“ spricht, sollte man den auch im beschreibenden Sinne unpassenden (SPENGLER, 1951, S. 307) Namen „Muschelkalk“ nicht mehr in der Alpengeologie verwenden.

b) *Hydasp und Pelson.* Die mächtige Serie liegt meist als Dolomit vor. Man findet aber auch Partien dünnplattiger bis dickbankiger Kalke, zum Teil mit Hornsteinkauern versehen. Dolomit und Kalk können aber auch lebhaft wechseln wie im Obenor, so im Kaisertal nahe Götsch und Roter Gande und am Glogger-Hang.

Zwischen Hinterseejochl und Furglerspitze ist die ganze Serie dolomitisch, ja sogar das Illyr liegt zu einem Teil mit Hornsteinkauer dolomiten, nicht mit Hornsteinkauer kalke vor.

Einen guten Einblick in die Gesteine des Hydasp und Pelson gibt das Anis-Profil südlich Hinterseejochl. Schon AMPFERER (1924, S. 13, 1932, S. 49) gibt von dort ein Profil, bei dem aber die Altersverhältnisse nicht ersichtlich sind, auch die Spezialtektonik nicht berücksichtigt worden ist.

Das Profil läuft am Osthang des Berges vom Hinterseejochl bis zum nördlichsten Illyr-Vorkommen.

1. Hauptdolomit der Vorderseespitz-Schuppe.

Im Schutt, der vom Joch hinunterzieht, liegen vereinzelt faustgroße Stücke eines an Kössener Schichten gemahnenden Kalkes, wohl tektonische Fetzen von der Überschiebungsfäche.

2. Kaisertalüberschiebung.

3. 6 m Mylonit, dolomitisch, gelblich, plattig bis stenglig gewalzt. Vielleicht handelt es sich um eine ursprüngliche skythische Rauhacke.

4. Etwa 14 m Dolomite, dünn-schichtig bis papierdünn. Die Schichtflächen, die oft sehr viel hellen Glimmer führen, sind des öfteren auch sanft rötlich bis violett gefärbt. Eingelagert sind 1,5—4 m mächtige Partien bankiger Dolomite mit Quarzgrand-Lagen. Auf das Auftreten von klastischen Gesteinen im kalkalpinen Anis hat schon LEUCHS (1926, S. 152, 1948, S. 46) hingewiesen. Ohne Lokalitäten anzugeben, erwähnt er „terrigen Einschwemmungen in Form von biotitreichen Quarzsandsteinen“. Auch in den Zentralalpen ist am Jaggl entsprechend klassisches Anis ausgebildet (HAMMER 1922, S. 70, 71). Glimmerstreuung ist im Anis weit verbreitet; auf Schichtflächen und Mergelzwischenlagen ist sie des öfteren ziemlich stark, so in Reutte am Lech.
5. Etwa 2,5 m Dolomit, grau, wechselhaft gebankt (0,005—0,3 m starke Bänke); eingeschaltete Lagen von grauen, dolomitischen Rauh-wacken. Durch die stets grauen Farben unterscheiden sie sich von den zum Skyth gestellten Rauh-wacken.
0,85 m von der Basis: Einsetzen von *Dadocrinus gracilis* (BUCH) (Stielglieder).
6. Etwa 7 m Dolomit, grau, dünnplattig; Schichtflächen oft glimmerreich und sanft rötlich bis violett-rötlich; eingeschaltete vereinzelt Bänke von grauer Rauh-wacke; häufig Stielglieder von *Dadocrinus gracilis* (BUCH).
7. Etwa 20 m Dolomit, grau, gut gebankt (Bänke 0,04—0,5 m stark); massenhaft *Dadocrinus*- und *Encrinus*-Stielglieder.
8. 11 m Dolomit, grau, dickbankig, vereinzelt mit Hornsteinkonkretionen.
9. Etwa 10 m Dolomit, grau, gebankt, mit geringer Glimmerstreuung und *Dadocrinus* und *Encrinus*; Schichtflächen sind manchmal rötlich.
10. 80—90 m Dolomit, grau, massiv, zum größten Teil dem norischen Hauptdolomit äußerst ähnlich.
11. Etwa 3 m Tonschiefer, seltener Mergelschiefer, schwarz, mit eingelagerten Bänken schwarzen Dolomits mit *Encrinus* = Grenzniveau Pelson/Illyr.
12. Etwa 8 m Dolomit, knollig-wellig geschichtet nach Art der Wurstelbänke, mit Hornsteinkonkretionen = Illyr, langsam übergehend in
13. 5—6 m Dolomite, grau, ebenmäßig gebankt = Illyr.
14. Etwa 10 m Hornsteinknauerkalke, dezimeterbankig, hellgrau. Eine etwa 6 m von der Basis entfernt entnommene Probe ergab Fischzähne, *Gondolella navicula* HUCKRIEDE, *Hindeodella petrac-viridis* HUCKRIEDE und *Ozarkodina* sp. = Illyr.
Das Illyr bildet hier den Kern einer schnell nach E wegtauchenden und nach N überkippten Mulde. Auf Schicht 14 folgen im anderen Muldenflügel Schicht 11 und dann gebankte bis massige pelsonische Dolomite, die hier in den jüngsten Lagen reichlich Hornsteinknauern führen. Nirgendwo sonst im behandelten Gebiet ist die Serie des Hydasp und Pelson so vollständig erhalten geblieben wie hier am Hinterseejochl.

Eine Trennung von Hydasp und Pelson gelingt in der Umgebung von Kaisers nicht.

Dadocrinus gracilis (BUCH) beginnt schon sehr tief im Hydasp und geht bis ins höchste Pelson. Da Funde ganzer Crinoidenkelche zu den größten Seltenheiten in der alpinen Trias gehören, ein Kelch von *Dadocrinus gracilis* bisher nur ein einziges Mal in den Nordalpen gefunden worden ist (GASCHE, 1939; im Hydasp der Kasberggruppe, Oberösterreich), ist es wohl verzeihlich, bei Kaisers die Art nur nach Stielgliedern bestimmt zu haben.

Entgegen der Ansicht von PIA (1927, S. 194, 195) und HILDEBRAND und PIA (1929), die *Dadocrinus gracilis* in den Alpen allein in das Unteranis (Hydasp) verweisen, tritt auch GASCHE (1939, S. 85, 86; siehe auch ROSENBERG, 1954, S. 15) für eine vertikale Verbreitung vom Unterhydasp bis ins Pelson ein, allerdings „unter der Voraussetzung, daß sich die Art nach den Stielgliedern bestimmen läßt“. ROTHPLETZ (1888, S. 417) erwähnt *Dadocrinus gracilis* sowohl im Gastro-poden- als auch im Brachiopodenhorizont des Karwendelgebirges, somit aus Hydasp und Pelson.

AMPFERER (1924, S. 13, 1932, S. 49) führt aus dem Anis des Hinterseejochls neben „Retzien und Waldheimien“, deren Fund nicht wiederholt werden konnte, auch *Encrinus liliiformis* SCHLOTHEIM auf, dessen Vorkommen in so tiefem Niveau aber zu bezweifeln ist (vgl. PIA, 1927, S. 195).

Im allgemeinen kann man, abgesehen von gewissen Crinoidenschichten und der mergeligen Grenzschicht gegen das Illyr, Hydasp und Pelson der Lechtaler Alpen als fossilarm bezeichnen. Während z. B. im fast nur kalkigen Pelson von Reutte am Lech (Sintwag und Am Rohne) reiche Muschel- und Brachiopodenlagen auftreten, die an jene des germanischen Muschelkalks erinnern, und auch eine reiche Mikrofauna von Foraminiferen, Gastropoden, Echinodermen, Fischzähnen, Selachierresten und Conodonten, findet man in der Umgebung von Kaisers nichts davon.

Nordnordwestlich vom Kridlonsee fanden sich in den tiefsten anisischen Dolomiten grobe Kriech- oder Grabs Spuren. Der massige unter- bis mittelanisische Kalk mit schwarzen Hornsteinknauern von Götsch im Kaisertal ist erfüllt von ungeheuren Mengen von Tetraxoniernadeln, so daß wohl die Kieselsäure der Hornsteinkonkretionen von diesen Spongienskeletten herrühren wird.

Den Übergang zum Illyr bildet eine um 4 m mächtige Serie von knollig-wellig geschichteten schwarzen Kalken, die voneinander durch dünne bis 0,15 m starke schwarze Mergelschiefer getrennt werden. Am Hinterseejöchl (Schicht 11 des Profils) weist dieser Horizont statt der Kalke nur Dolomite auf. Nach freundlicher, dankenswerter Mitteilung von E. KOCH liegt auch im nördlichen Teil der Krabachmasse diese dunkle, mergelig-kalkige Serie zwischen Pelson und Illyr und führt daselbst schon *Rhynchonella trinodosi* BITTNER, die für Illyr leitend sein soll. Im Kaisertal, östlich der Kaisersteinspitze, fand sich in diesem Horizont allerdings noch *Dadocrinus*. Die Fauna ist hier ziemlich reichhaltig:

Ammodiscus sp.
Tolypammina sp.
Nodosaria sp.
 Triaxonier-Skelettreste
Encrinurus sp.
 Seeigelstachel
 Terebratuliden- und Rhynchonelliden-Schill
Nucula sp.
 winzige Gastropoden
 cf. *Promathilda*
 zahlreiche Fischreste (Zähne, Schuppen, Knochenstücke)
 Selachierplacoidorgane
Polyacrodus sp.
Gondolella navicula HUCKRIEDE
Ozarkodina tortilis TATGE
Prioniodella decrescens TATGE
Apatognathus zieglerei DIEBEL.

Ferner fand sich ein stachel förmiger Hautzahn oder Ichthyodorolith, der noch nirgendwo beschrieben zu sein scheint und sonst noch aus dem Illyr von Kazmalı, Kleinasien, vom Asklepieion, Argolis, von Han Bulog in Bosnien, vom Lärcheck bei Hallein und von der Schiedlingshöhe bei Hallstatt, also nur aus ein und derselben Unterstufe vorliegt.

Die dunkle Mergel-Kalk-Serie des Grenzniveaus Pelson/Illyr, in der sich ab und zu heller Glimmer und Quarzkörnchen eingestreut finden, ist oft tektonisch ausgemerzt, da sie eine gute Bewegungsbahn zwischen den starren anisischen Dolomitmassen und dem illyrischen Hornsteinknauerkalk ergibt. So findet man sehr häufig den illyrischen Kalk dem anisischen Dolomit aufgeschoben, was z. B. gut im Bachriß nordwestlich der Jägerlärche zu beobachten ist.

c) *Illyr*. Auch die nächst jüngeren Lagen, die den Übergang zu den hangenden hellen Hornsteinknauerkalken bilden: knollig-wellige, knubbelige, dunkelgraue Kalke (Wurstelbänke), die stark an entsprechende Bildungen in tieferen anisi-

schen Niveaus erinnern (z. B. an die im Pelson von Reutte, Am Röhne), sind häufig im Kaisertal tektonisch ausgemerzt. Gut zu beobachten sind sie im nördlichen Teil der Krabachmasse, im Westen des behandelten Gebietes.

Darüber folgen die für das Lechtaler Oberanis so typischen dezimeterbankigen Hornsteinknauerkalke, aus denen oft bizarr die Hornsteinkonkretionen auswittern. Fast stets ist der Kalk hellgrau; in den jüngeren Bänken wird er sahnig-grauweiß. Ein Dünnschliff eines hellgrauen Hornsteinknauerkalkes aus dem Pietra-verde-Niveau des obersten Kaisertales zeigt dichte Grundmasse, karbonatisierte Spongiennadeln und ?Radiolarien, ferner zierliche Molluskenschalen.

Während an verschiedenen Lokalitäten in Tirol in diesem Niveau reiche Faunen, insbesondere Cephalopoden, gefunden wurden, ergab das Kaisertal-Gebiet keine Megafossilien. Mikrofossilien sind aber recht häufig, besonders Conodonten. Leider ist der Erhaltungszustand nicht so gut, wie man ihn von anderen illyrischen Conodontenfaunen der Alpen gewohnt ist. Die Conodonten sind fast stets von winzigen, dicht aufeinanderfolgenden Scherrissen durchsetzt oder verstümmelt (HUCKRIEDE, 1958b, Taf. 11, Fig. 12), ein Maßstab dafür, wie sehr die Gesteine dieses Teiles der Lechtaler Alpen bis ins kleinste durchbewegt worden sind. Es fanden sich

Gondolella navicula HUCKRIEDE
Polygnathus tethydis HUCKRIEDE
Hindcodella petrae-viridis HUCKRIEDE
Prioniodella pectiniformis HUCKRIEDE
Ozarkodina tortilis TATGE
Ozarkodina saginata HUCKRIEDE
Prioniodina kochi HUCKRIEDE
Lonchodina venusta HUCKRIEDE
Apatognathus sp.
Fischzähnen
Ostracoden, besonders Formen von *Bairdia* (verkiegelt)
Nodosaria oder *Nodosinella* sp.
Tolypammia sp.

Westlich des behandelten Gebietes, am Flexenpaß, führen die gleichen illyrischen hellen Hornsteinknauerkalke neben Conodonten so massenhaft zierliche Muschelschälchen (? Jugendformen von Daonellen) und Ostracoden (vorherrschend *Bairdia*-Arten), daß man von einem Lumachellen-Ostracodenkalk sprechen kann. Ein gleicher Kalk fand sich auch im dunklen illyrischen Kalk des Oefenbachgrabens bei Saalfelden in Salzburg, 1 m über dem Steinalmkalk.

Die Mächtigkeit der oben behandelten illyrischen Kalke mag um 25 m liegen.

d) *Tuffe im Illyr (Pietra verde)*. In die höheren Teile der illyrischen Kalke schalten sich mehrere Lagen von grünlichen Tuffen bzw. Tuffiten ein. AMPFERER (1932, S. 50, 51) hat sie als Pietra verde beschrieben. Es handelt sich um ein schiefrig-blättriges, hellgrünlich-graues, feinstkörniges Gestein. Da es tektonisch stark beansprucht ist, bricht es nach glattpolierten, sanft glänzenden s-Flächen, die dem Grüngestein ein Aussehen verleihen, das man häufig als „porzellanartig“ bezeichnet hat (AMPFERER, 1932, S. 50; VIDAL, 1953, S. 63).

Profil durch die Pietra verde-führende Serie nördlich Kridlonsee, südöstlich Höhenpunkt 1950:

1. (jung) 0,6 m Hornsteinknauerkalk, hellgrau, fest, splitterig brechend, mit reicher Conodontenfauna. Die einzelnen Bänke gehen nach oben und unten in Pietra verde über, so daß sich 7 dünne Tuff-Zwischenlagen von meist 2—4 cm Mächtigkeit einschalten.
2. 0,65 m Pietra verde, hellgrünlich, bräunlich anwitternd, feinstkörnig und schiefrig-blättrig.

3. 0,7 m Hornsteinknauerkalk wie in Schicht 1, mit 5 dünnen, bis 0,5 cm starken Pietra verde-Zwischenlagen.
4. (alt) 0,3 m Pietra verde wie in Schicht 2, grünlichbraun anwitternd.
Ob in den höheren und tieferen, meist nur millimeterdünnen Mergelfugen zwischen den Kalkbänken noch Tuffmaterial steckt, konnte nicht ermittelt werden.

Vor kurzem hat VIDAL (1953) eingehend gleichartige und -alte Tuffe im Wettersteingebirge bearbeitet und stellt sie auf Grund des Mineralbestandes und -gefüges „als Produkt intermediärer bis basischer Magmen in die Reihe der Andesit- bzw. Porphyrituffe“ (S. 66). Er unterscheidet drei Arten dieses Tuffes: 1. Kristalltuff, 2. Aschentuff, 3. Tuffite. Im Kaisertal-Gebiet fand sich aber keine Pietra verde, die den Definitionen der ersten beiden Gruppen genügen würde. Stets besteht der Tuff bzw. der Tuffit aus sehr feinkörnigen Massen, die man mit den vom Geologen allgemein nur beherrschten einfachen optischen Methoden im Dünnschliff nicht deuten kann,

Pietra verde-Tuffe mit großen, gut mit dem freien Auge erkennbaren Mineralen, wie sie VIDAL aus dem Wettersteingebirge beschreibt oder wie man sie in der Innsbrucker Gegend (z. B. bei der Martinswand) beobachten kann, sind nach einer freundlichen mündlichen Mitteilung von E. KOCH im benachbarten Krabachjoch-Gebiet verbreitet. Am Flexenpaß findet man die Pietra verde des öfteren verkieselt, was aber im bearbeiteten Gebiet nicht der Fall ist.

In den Nördlichen Kalkalpen weist man im allgemeinen die als Pietra verde bezeichneten oder mit ihnen verglichenen Tuffe oder Tuffite — VIDAL (1953, S. 68, 69) hat in seiner Behandlung der Altersfrage dieser Bildungen die in der Literatur festgehaltenen Vorkommen zusammengestellt — ins oberste Anis bzw. in den „oberen alpinen Muschelkalk“.

In den Südalpen dagegen scheint die Hauptmasse der Pietra verde in ladinischen Schichten, in der *Protrachyceras reitzi*-Zone, zu liegen (OGILVIE-GORDON, 1928, S. 12); ja HUMMEL (1932, S. 425 ff.) hält sie sogar für das Charakteristikum der unteren Buchensteiner Schichten (Zone des *Protrachyceras reitzi* BOECKH = Unterfassen).

MORETTI (1935, S. 3) führt bei Cordevole die Pietra verde im unteren Ladin auf. Auch in den Tessiner Kalkalpen (Monte San Giorgio) stecken nach WIRTZ (in PEYER, 1945, S. 62) Tufflagen, deren Chemismus und petrographische Struktur nach VIDAL (1953, S. 69) große Ähnlichkeit mit den Tuffen des Wettersteingebirges haben, im Ladin.

HUMMEL (1932, S. 435) wertet die Pietra verde-artigen Tuffe in den Nördlichen Kalkalpen und am Plattensee als gleichaltrig und gleichartig mit denen im südalpinen Fassan und setzt Beginn des Fassan und Beginn der Eruptionsserie gleich. Ähnlich entscheidet auch VIDAL (1953, S. 69, 70); denn er benutzt die Pietra verde-Gesteine als stratigraphischen Leithorizont und legt in den Nördlichen Kalkalpen die Grenze Anis—Ladin dort, wo die ersten Lagen von Pietra verde auftreten. Das würde zur Folge haben, daß ein Teil der oben als Illyr beschriebenen Hornsteinkalke ins Ladin zu stellen wären. Folgende Tatsachen beweisen aber, daß die nordalpine Pietra verde doch illyrisch ist:

Pietra verde liegt an der Martinswand bei Innsbruck im roten Schusterbergkalk. An der Clessinsperre (Oefenbachgraben) bei Saalfelden in Salzburg beginnt die Pietra verde in den obersten 6 m der dunklen Hornsteinknauerkalke (Reiflinger Kalke) und hat ihre Hauptverbreitung in den 6 m mächtigen roten Schusterbergkalken. In den Ramsadolomiten daselbst findet man keine Pietra verde mehr. Das illyrische Alter des Schusterbergkalkes ist durch die Funde

von Cephalopodenfaunen mit *Paraceratites trinodosus* (MOJS.) bei Innsbruck (Schusterberg, Kaminspitzen, Wildanger; HAMMER, 1897) belegt. Auch an der Clessinsperre bei Saalfelden fand sich in den Pietra verde-führenden roten Schusterbergkalken ein *Proarcestes extralabiatus* (MOJS.), ein Ammonit, der in der Trinodosus-Zone der Alpen und des Balkans weit verbreitet ist (SCHNETZER, 1934, Taf. zu S. 151). Aus dem Ladin ist er noch nicht gemeldet worden, wenn man von der Erwähnung eines *Proarcestes cf. extralabiatus* im tiefen Wettersteinkalk des Wettersteingebirges (REIS, 1901) absieht, den ARTHABER (1906, S. 291) und DIENER (1916, S. 430) auf Grund der Cephalopodenfauna aber auch noch für anisisch halten, während LEUCHS (1947, S. 450) doch für ein ladinisches Alter eintritt. Die von BROILI (1924) an der Clessinsperre entdeckte und von SCHNETZER (1934) bearbeitete illyrische Cephalopodenfauna der Hauptfossilbank zwischen Steinalmkalk und illyrischen dunklen Hornsteinknauerkalken (Reiflinger Kalk) enthält ebenfalls *Proarcestes extralabiatus* und liegt etwa 17 m unter dem Beginn der Pietra verde-Führung.

Nach CORNELIUS (1952, S. 29) haben sich in einem nordalpinen Pietra verde-Vorkommen „oberstanische Algen“ gefunden; er verweist daher alle diese Bildungen an die Obergrenze des Anis.

Auch in den Südalpen beginnt die Pietra verde-Tuff-Förderung schon im Illyr:

TORNQUIST (1901, S. 112; 1902, S. 256) erwähnt Pietra verde im *Sturia san-sovini*-Horizont im Tretto. Selbst HUMMEL gibt im gleichen Jahre, in dem seine oben behandelte Ansicht vertreten wird (1932b, S. 68), dünne Tufflagen in der *Annulatissima*-Zone Südtirols zu. PIA (1937, S. 67) schreibt, daß man die Tuffe von Kaltwasser bei Raibl in den Julischen Alpen als oberanisisch betrachtet, ohne freilich zwingende Beweise dafür zu haben, und läßt (S. 68) die Frage offen, ob die durch die Pietra verde-Einschaltungen und Hornsteinführung charakterisierten Buchensteiner Schichten bei Prags und überhaupt auch in die anisische Stufe hinunterreichen.

LOCZY (1916, S. 128) fand, daß die tuffigen Mergel bei Aszofö und Oervényes im Balatongebiet schon im „Muschelkalk“ auftreten (PIA, 1937, S. 67).

Daß in den Nordalpen keine Äquivalente der südalpinen ladinischen Pietra verde-Tuffe vorliegen, sollte nicht verwundern. Von dem kleinen, mit Laven verbundenen Vorkommen von Tuffen bei Lech in Vorarlberg abgesehen, fehlt ja auch hier jede Spur der in den Dolomiten bedeutsamen Tuffserien des Langobard, Cordevol und Jul.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die alpinen Pietra verde-Tufferuptionen sowohl in den Nord- als auch in den Südalpen im Illyr beginnen. Während sie aber in den Südalpen ihr Maximum im Ladin haben, bleibt in den Nördlichen Kalkalpen die Pietra verde auf das Illyr beschränkt.

3. Ladinische Stufe

Über den hellen Hornsteinknauerkalken des Illyr folgen — manchmal nach einer geringen Wechsellagerung — milde, schwarzgraue bis schwarze Mergelschiefer, die sanft bräunlichgrau anwittern und zum Teil massenhaft *Bactryllium striolatum* HEER führen: die Partnachschiefer.

In den jüngeren Lagen werden die Schiefer kalkärmer und schwärzer, auch glänzender, und gehen ohne scharfe Grenze über in die schwarzen Raibler Tonschiefer mit Sandsteinlagen. Leider fand sich in den Partnachschiefern wie auch in den ladinischen Kalken nicht ein leitendes oder bezeichnendes Fossil.

Die Schiefer, deren Mächtigkeit um 65 m liegt, enthalten oft kleine Linsen schwarzer Mergelkalke, die leicht rehbraun anwittern, und Linsen und Lagen schwarzgrauen Kalkes; ja es treten mächtige Kalkpartien in ihnen auf, von denen eine bis 25 m mächtige Platte im Hang des Kaisertales eine steile Wand bildet.

Manchmal sind die Kalke etwas dolomitisch. Bemerkenswert ist eine stellenweise und lagenweise auftretende Hornsteinführung, die aber schon in den gleichalten Kalken und Dolomiten am Kalkalpensüdrand direkt südlich des behandelten Gebietes zu fehlen scheint. In dezimeterbankigen dunkelgrauen Kalken findet man sie oft als gekräuselte dünne Hornsteinlagen, die dann auf den angewitterten Schichtflächen wie Schlingen hervortreten. Diese Eigenschaft ist neben der Farbe des Kalkes für lose Blöcke ein gutes Mittel, von illyrischen Hornsteinkalken zu unterscheiden, in denen der Hornstein fast stets knauerartig steckt.

In einem solchen Hornsteinkalk von südlich Gfällkopf fanden sich:

Nodosaria sp. (Aufbereitung mit Monochloressigsäure)

Involutina sp.

Trocholina sp. [Es handelt sich um das älteste bisher bekannt gewordene alterssichere Vorkommen dieser Gattung, da HENSON (1947, S. 457) bei seiner Form aus Irak nicht entscheiden konnte, ob sie triassisch oder permisch ist, und die von OBERHAUSER (1957) beschriebenen Trocholinen erst aus dem Karn stammen.]

durch Karbonatisierung unkenntlich gewordene Foraminiferen

winzige Karbonatkügelchen (Radiolarien?)

Triaxonier- und Tetraxoniernadeln

winzige, aber erwachsene Muscheln in Steinkernerhaltung, darunter *Cardium* sp.

winzige erwachsene Gastropoden.

Der dunkelgraue ladinische Hornsteinkalk an der Jägerlärche ergab neben den oben erwähnten Karbonatkügelchen einige Conodonten:

Gondolella navicula HUCKRIEDE und *Lonchodina*.

Im Dünnschliff sieht man in einer dichten Grundmasse zahlreiche karbonatisierte Sphaerellarien und Spongiennadeln. Radiolarien und Spongien haben also die Kieselsäure für die Hornsteinkonkretionen geliefert.

Die gleiche Fauna, dazu karbonatisierte Steinkerne von *Ostracoden* und *Nodosaria* sp. ergab ein ladinischer Hornsteinkalk im Kern des Fallesin-Pilzsattels, nördlich Ochsenhütte.

Ein dunkler ladinischer Kalk von nahe der Roten Gande zeigt im Schliff: Subklastische Struktur (VORTISCH, 1926, S. 36—38) mit diffus verteilten bis körnigen, kohligen Partikeln und einzelne Foraminiferen (z. B. *Nodosaria*), *Ostracoden*, abgerollte Echinodermenbruchstücke. Aufbereitet ergab das Gestein mehrere *Ostracoden*steinkerne aus Dolomit und reichlich Dolomitgrus.

Subklastische Struktur des Gesteins und die nach WICHER (1952) für den Riffbereich im weitesten Sinn charakteristischen *Involutinen* und *Trocholinen* sprechen für Bildung im flachen Wasser oder in Riffnähe. Ausgesprochene Riffgesteine dieses Alters findet man ja auch in der Nähe im Wettersteinkalk bzw. -dolomit des Kalkalpensüdrandes vom Imsterberg bis zum nahen Schnann (AMPFERER, 1932, S. 45; KOCKEL, 1954, S. 524) und im korallenführenden Arlbergkalk am Kriegerhorn bei Lech. Dem hier besprochenen Gebiet fehlen aber echte riffige Gesteine des Ladin. Mit seiner Partnachschiefer-Vorherrschaft und seinen Hornsteinknollenkalken wird es im allgemeinen mehr einem tieferen Meeresteil angehört haben, als jene Teile, in denen sich zur gleichen Zeit Arlbergkalk und Wettersteinkalk abgelagerten.

Profil durch Anis, Ladin und Karn nördlich Kreuzkopf

1. (oben) einige Meter Kalk, dunkel, massig, mit vereinzelt Hornsteinkonkretionen, nach oben in Dolomit übergehend = Tuvalischer Kalk im Liegenden des tuvalisch-norisches Hauptdolomits.
2. Maximal um 15 m mächtige Serie von schwarzen Tonschiefern mit Sandsteinbänken, dunklen, gelb anwitternden Mergelkalken, Gastropoden-Mergelkalken, Austernschiltschichten mit *Ostrea montis caprillis* KLIPSTEIN und *Odontoperna bouéi* (HAUER) = Tuval, Torer Niveau.
3. 4–10 m Kalk, grau, massig bis gebankt, stellenweise porös, nach unten in gelblich anwitternde Mergelkalke übergehend. Diese Kalkbank ist stark tektonisch zertrümmert und zerrissen und verstürzt = Karn.
4. 30–35 m Tonschiefer, schwarz, feinstsandig; auf Schichtflächen Glimmerstreuung; eingeschaltet sind häufig Bänke und Linsen von grauem quarzitischem Sandstein. Bei etwa 14 m von Basis: rostiggelb anwitternde Bank eines dunklen Kalkes von 0,32 m Mächtigkeit = Raibler Schichten, Karn.
5. 0,3 bis um 6 m Kalk, massig bis bankig, schwarzgrau, hell anwitternd, bituminös, von sehr vielen Calcitadern durchsetzt = Karn.
6. 0–3 m Kalk bis Mergelkalk, schwarz, braungelb anwitternd, allmählich übergehend in Schicht 5 = Karn.
7. 29–30 m Tonschiefer, schwarz, meist mit glänzenden s-Flächen, zum Teil auch sandig; eingeschaltet sind Bänke von bis 0,55 m mächtigen grauen bis grünstichig grauen quarzitisches Sandsteinen = Raibler Schichten, Karn.
8. Um 55 m schwärzliche Mergel- und Tonschiefer = Partnachschiefer, Ladin.
9. Um 6,5 m Kalk, massig bis dezimeterbankig, grau, mit Lagen von Hornsteinkonkretionen; eingelagert sind Lagen von typischen Partnachschiefern, in denen wieder schwarzgraue Kalklinsen stecken = Ladin.
10. 3,7 m Mergelschiefer mit schwarzen, sanft rehbraun anwitternden Mergelkalklinsen, im Oberteil auch mit schwarzgrauen Kalklinsen = Partnachschiefer, Ladin.
11. 5–5,5 m Hornsteinknauerkalk, hellgrau = Illyr.
— Störung —
12. 6,5 m Dolomit, grau, gebankt = Hydasp + Pelson.
13. (unten) Schutt.

4. Karnische Stufe

Raibler Schichten (im gewöhnlichen Sinne der nordalpinen Geologen, einschließlich der Haller Schichten von ROTHPLETZ (1894, S. 72), mit Ausnahme der zum Hauptdolomit überführenden Hornsteinknollenkalke und -dolomite).

Wie fast überall in den Nordkalkalpen bilden die Raibler Schichten einen vielgestaltigen Gesteinskomplex. Im Kaisertal-Gebiet entwickeln sie sich als schwarze Tonschiefer, ohne daß man eine Schichtlücke erkennen kann, aus den Partnachschiefern heraus. Somit sind Spuren einer präkarnischen Hebung (vgl. MUELLER-DEILE, 1937; LEUCHS und MOSEBACH, 1936) nicht vorhanden.

Stratigraphisch brauchbare Faunen liegen nur aus den höheren Teilen der Serie vor, die dem Niveau (Tuval) der Südalpen entsprechen. Zur genauen Altersstellung der tieferen und mittleren Serien kann also kein Beitrag geliefert werden, auch nicht zur Frage, ob die „Raibler Schichten“ der nordalpinen Geologen mit den schon Sandsteine-führenden „Haller Schichten“ von ROTHPLETZ noch ins Cordevol hinunterreichen.

Die Grenze gegen die Partnachschiefer wurde dort gelegt, wo die ersten Sandsteinlagen in den schwarzen Tonschiefern erscheinen, fußend auf den Erkenntnissen von WOEHRMANN (1889, S. 242, 255) über die Lage und begleitende Fauna der tieferen Sandsteineinschaltungen in den betreffenden Schichten der Nordalpen.

Die Hauptmasse der Raibler Schichten bilden schwarze Tonschiefer mit Einlagerungen von quarzitisches Sandsteinen, auf denen sich gern die kieselsäureliebende Flechte *Rhizocarpon geographica* ansiedelt. Eingelagert sind in ihnen

auch vereinzelt Bänkchen oder Linsen von schwarzen Mergelkalken, Kalken, auch oolithischen Kalken, die gelblich anwittern, oder schwarzen, festen, gelb anwitternden Kalken mit *Sphaerocodium bornemanni* ROTHPLETZ, seltener Diploporiden, *Isocrinus tirolensis* (LAUBE) und Cidaritenstacheln. Ein Dünnschliff eines solchen Sphaerocodiengesteins (von zwischen Miwald und Götsch) zeigt:

subklastische bis pseudoolithische Struktur,
Sphaerocodium bornemanni ROTHPLETZ, Geröllchen oder
 Molluskenschalenreste unwachsend
 Muschelreste (*Cardita?*)
Isocrinus tirolensis (LAUBE)
 Echinodermenreste, zum Teil abgerollt
 Kleinforaminiferen, darunter *Cornuspira* sp.

Das Schliffbild ähnelt denen, die HAGN (1955, Taf. 7) von Raibler Kalken gibt. Im Aufbereitungsrückstand fand sich nur *Tolypammina* sp.

Die Raibler Schiefer werden zerteilt durch Kalkzüge, von denen man im Kaisertal zwei oder drei zählt. Sie können bis 20 m mächtig werden. Im Kern des Fallesin-Pilzsattels liegen diese oft nur als tektonische Linsen vor; auch im Kaisertal sind diese Kalkbänke stellenweise zerrissen oder tektonisch unterdrückt.

Der Kalk ist meist grauschwarz bis schwarz, kann massig und auch feinschichtig sein. Verbreitet, insbesondere im Fallesin-Pilzsattel, ist eine rhythmische Feinschichtung im schwarzen Kalk. Die einzelnen Schichten messen meist zwischen 0,1—0,5 mm.

Mit Ausnahme eines kleinen Muschelrestes am Kridlon fand sich in den Kalken kein Fossil. Ab und zu kommen in den karnischen Kalken, auch in denen mit rhythmischer Feinschichtung, dunkle Hornsteinknauer vor. Einmalig ist dieses Vorkommen von Hornsteinen in Raibler Kalken in den Kalkalpen nicht. Auch KLEBELSBERG (1935, S. 59) erwähnt solche aus dem Kaisergebirge, und in den Kalkalpen bei Wien (SPITZ, 1910, S. 363; SOLOMONICA, 1934, S. 8; ROSENBERG, 1954, S. 17) erscheinen Hornsteine in den Opponitzer Kalken.

Conodonten wurden in den hornsteinführenden Kalken, wie auch sonst in den karnischen Schichten der Umgebung von Kaisers nicht gefunden. Als Rückstand bleiben bei der Aufbereitung mit Monochloressigsäure massenhaft Dolomitenkriställchen.

Profil nördlich Griesskopf

1. (oben) 3—5 m Kalk, schwarzgrau, massig, bituminös, von vielen Calcitadern durchzogen; geht nach oben in den tuvalisch-norischen Dolomit über = Tuvalischer Kalk im Liegenden des tuvalisch-norischen Hauptdolomits.
2. 0,35 m Mergelschiefer, schwarz.
3. 1,6 m Mergelschiefer, grünlich-braungrau, gelb anwitternd.
4. 1,6 m Austernschill-Bank mit *Ostrea montis caprillis* KLIPSTEIN und *Odontoperna bouéi* (HAUER).
5. Um 4 m Tonschiefer, schwarz, mit Bänkchen quarzitischem Sandsteins, oben in Wechselagerung mit Linsen und Platten von Austern-Mergelkalk.
6. 3—9 m Kalk, dickbankig, schwarzgrau, bituminös.
7. Um 18 m Tonschiefer, schwarz, scharf brechend, mit schwarzen, gelb anwitternden Kalklinsen und oben Sandsteinbänkchen.
8. 0—2 m Kalk, dickbankig, dunkelgrau, bituminös, durchsetzt von vielen Calcitadern.
9. 2—3 m Tonschiefer, schwarz, und Sandsteinbänkchen.
10. Um 8 m Kalk, meist feinschichtig, schwarz, durchsetzt von vielen Calcitadern.
 — Störung —
11. 0—3 m Tonschiefer, schwarz, mit Sandsteinbänkchen und -linsen = Raibler Schichten.
12. Um 25 m Tonschiefer, schwarz, ohne Sandstein = Partnachschiefer.
13. (unten) Schutt.

Wechselhaft wird das Profil in den oberen Raibler Schichten, in dem Torer Niveau.

Profil nördlich Kridlonsee, nördlich Höhenpunkt 2210

1. (oben) Tuvalisch-norischer Dolomit (Hauptdolomit).
2. Moräne; darunter verdeckt und seitlich hervortretend:
um 6 m Kalk, dickbankig, schwarz, bituminös, im Unterteil vereinzelt faustgroße Knollen und auch kurze Lagen von schwarzem Hornstein führend. Der Kalk geht allmählich in den hangenden Dolomit über. Im Kalk mit Hornsteinen: massenhaft Triaxioniernadela und stengelige Quarzkriställchen = Tuvalischer Kalk im Liegenden des tuvalisch-norischen Hauptdolomits.
3. Um 4 m Mergel, schwarzgrau und bankige und knollige graue Kalke mit häufigen Sphaerocodien. Auf den Kalken wittern kleine Stellen, besonders die Sphaerocodien, sanft rosa an.
4. 2,7 m Kalk, massig, schwarzgrau; hellgrau anwitternd.
5. 2,7 m Mergel, dünnplattig; hellgelb anwitternd.
6. 3 m Schillkalk mit massenhaft *Ostrea (Alectryonia) montis caprillis* KLIPSTEIN, ferner
Ceripora cnemidium (KLIPSTEIN)
Isocrinus tirolensis (LAUBE)
Odontoperna bowei (HAUER)
Myophoria whateleyae (BUCH)
Gonodon (Schafhaeutlia) mellingi (HAUER)
Dentalium arctum PICHLER
7. Beobachtungslücke von 0,2—0,3 m.
8. Einige Dezimeter gelb anwitternde Kalkplatten mit unzähligen Snelgliedern und -teilen von *Isocrinus tirolensis* (LAUBE),
ferner: vereinzelt Muschelreste
cf. *Tolypammina*
cf. *Saurichthys*-Zahn = Tuval.
9. (unten) Schutt.

Nordwestlich vom Kridlonsee (westnordwestlich Punkt 2210) findet man in einer stark tektonisch durcheinandergebrachten Serie von schwarzen Ton-schiefern, Sandsteinen, gelb anwitternden Kalken, tektonisch zugestutzten Schollen der *Ostrea montis caprillis*-Schillbank und noch jüngeren, plattigen, gelb anwitternden Mergelkalken die utvalischen „Gastropodenoolithen“ (ROSENBERG, 1954, S. 17). Sie bilden den unteren Teil eines mindestens 1,7 m unter den Schillkalken liegenden Paketes gelb anwitternder, dunkler Kalke und Mergelkalke und sind bis 0,45 m mächtig. Oolithisch ist das Gestein nicht. Was bei angewitterten Schichtflächen auf den ersten Blick entfernt daran erinnert, sind unzählige, dicht beieinander liegende kleine Gastropodengehäuse, unter welchen *Cylindrobullina alpina* (KLIPSTEIN) vorherrscht. Sonst sind noch häufig: *Loxonema* sp. und *Dentalium arctum* PICHLER. Vereinzelt tritt auf: *Placunopsis fissistriata* (WINKLER).

An der Unterkante der Gastropodenschichten findet man ein Muschelpflaster und zahlreiche, zum Teil heftig abgerollte Fischreste:

zahlreiche Ganoiden-Knochenreste
Gyrolepis-Schuppen
Palaeonisciden-Zähne, wohl vorherrschend von *Gyrolepis*
cf. *Semionotus*-Schuppen
Polyacrodus minimus (AGASSIZ)
Acrodus lateralis AGASSIZ.

Ein im Schutt nördlich Kridlonsee gefundenes Stück *Cylindrobullinenkalk* mit *Dentalium arctum* PICHLER führt kleine Gerölle aus Brauneisen. Mit den abgerollten Fischresten und den Brauneisengeröllen (man beachte, daß die Bohnerzkonkretionen des Schlernggebietes in Südtirol [OGILVIE-GORDON, 1928, S. 121]

auch in den höheren Raibler Schichten liegen) zeichnet sich wohl eine starke Verflachung des Meeres ab.

Ob ein ungefähr in der Mitte des wahrscheinlich gestörten Profils von Raibler Schichten bei Götsch liegender sandiger, dunkler, braun anwitternder Kalk voller Echinodermencalcitspäte mit

Colospongia sp.

Fischresten

Polyacrodus sp. (0,9 mm lang)

und einem Zahn vom *Sphaerodus*-Typ

zum Tuval gehört, ist ungewiß. Er liegt um 10 m tiefer als ein Bankrest von Austernschillkalk (1,5 m), dessen Stellung auch fraglich ist. Um 5 m höher als dieser liegt erst die Basis der obersten, in die Raibler Schiefer eingelagerten, eine um 20 m steile Wand bildenden Kalkserie.

In der Krabachmasse, westlich des behandelten Gebietes, so am Wanderweg östlich Fanggekar, sieht man graue Rauhacken mit den schwarzen Raibler Schiefnern im sedimentären Verband. Dergleichen wurde im Arbeitsgebiet nicht beobachtet. Ferner vermißt man auch die in den Kalkalpen häufig in diesem Niveau angegebenen Gipse.

Anzeichen von Vulkanismus wurden in der Raibler Serie wie auch im Ladin nicht beobachtet. Es wurde hierauf besonders geachtet, weil der Vulkanismus von Lech zeitlich noch in die Raibler Schichten hineinreicht, wie Tuffe, bzw. Tuffite südlich des Schutzhauses Bühl (heute „Goldener Berg“) in Ober-Lech beweisen, die in einer dolomitisch-kalkigen Serie mit sandsteinführenden schwarzen Tonschiefnern (Raibler Schiefer) stecken.

5. Tuvalischer Kalk im Liegenden des Hauptdolomits

Überall da, wo der normale Schichtverband erhalten geblieben ist, findet man unter dem Hauptdolomit eine Kalkserie, die in ihren jüngeren Horizonten durch Zunehmen des Dolomitgehaltes in den Dolomit hinüberleitet.

Stellenweise, z. B. nahe des Gfällkopfes oder nördlich des Kridlonsees, besteht sie aus recht dickbankigen, dunklen bis schwarzen, aber hell anwitternden Kalken, die besonders im Unterteil dunkle Hornsteinknauer führen. Ihre maximale Mächtigkeit mag bei 20 m liegen (geschätzt am Gfällkopf), kann aber auch nur einige Meter betragen. An Fossilien fanden sich nur Tetraxoniernadeln. Die Spongienkalken beweisen eine Vertiefung des Meeres gegenüber den liegenden tuvalischen Flachwassersedimenten.

Im Fallesinbachtal und nördlich Frömmles Wänd sind es schwarze, rhythmisch feingeschichtete Kalke mit vereinzelt schwarzen Hornsteinlinsen, die in schwarze bis dunkelgraue, rhythmisch geschichtete Dolomite überführen. Mega- und Mikrofossilien fanden sich in ihnen nicht.

6. Hauptdolomit

In den tiefen Niveaus dieses allbekanntes Dolomites erscheinen stellenweise (z. B. am Grat nordöstlich Großkar) ausgedehnte Partien und Bänke rau und bräunlich anwitternder, grauer bis schwarzgrauer Dolomite. Sie sind oft von groben Dolomitspäten durchsetzt und etwas luckig. In Klüften, Hohlräumen und auf Schichtflächen sieht man des öfteren rostbraune bis rostrote oder schwärzliche Verfärbungen. Ein heller, weiß anwitternder Dolomit ist in den älteren Niveaus häufig feinkristallin. Rhythmische Feinschichtung ist in den tiefen

Partien des Dolomits sehr verbreitet, findet sich aber durch das ganze Nor hindurch. Besonders fallen solche rhythmisch feingeschichteten schwarzen bis dunkelgrauen Dolomite im SW-Teil des Fallesin-Pilzsattels auf, wo sie aus gleichartigen tuvalischen Kalken hervorgehen.

Graue Rauhdecken bzw. Dolomitasche wurden östlich Stiege in älterem Hauptdolomit kartiert. Es sind, wenn man von Stücken grauer Rauhdecke absieht, die von einer von mir nicht erkletterten, sicher kleinen Stelle im Dolomit des Grieskopfes heruntergefallen sind, die einzigen Vorkommen im bearbeiteten Gebiet.

Der Fazies nach ist man geneigt, die eben geschilderten Bildungen noch ins Karn zu stellen, doch rechnet man in den Nordkalkalpen die in diesem Niveaubereich vorkommenden Rauhdecken auch zum Teil zum Nor (ROSENBERG, 1954, S. 18).

Selbst wenn sichere Grundlagen für ein karnisches Alter der tieferen Dolomitserie vorlägen, wäre eine Trennung vom wirklich norischen Hauptdolomit kartiertechnisch recht schwierig, weil die Hauptmasse des Gesteins doch wie der sicher norische Hauptdolomit aussieht.

Nach einer Megalodontenbank mit Megalodonten aus der Gruppe des *Megalodus triqueter* WULF. und *M. cf. böckbi* HOERN., wie sie oberhalb des nahen Flexenpasses an der Basis des Hauptdolomits liegen (ZAPPE, 1950, S. 243) und dem Megalodusdolomit von Vöslau nahe Wien (unterer Teil der lacischen Stufe nach ROSENBERG, 1954, S. 18) entsprechen soll, wurde vergeblich gesucht.

Zum sicheren norischen Hauptdolomit sei folgendes erwähnt:

Wie Dünnschliffe zeigen, sind trotz der starken Umkristallisation noch subklastischer Aufbau und allerdings undeutliche Kleinforaminiferen erkennbar. Die Deutung des Hauptdolomits als ursprünglichen „Foraminiferen-Kalkschlick“ (LEUCHS, 1928, S. 426; KOCKEL, RICHTER, STEINMANN, 1931, S. 27) ist nicht zutreffend, sondern der Hauptdolomit ist eine typische Bildung der Flachsee (vgl. TRUSHEIM, 1928, S. 292; M. RICHTER, 1937, S. 50), wofür die subklastische Struktur des Gesteins und die unten behandelten Fossilien sprechen.

An mehreren Stellen fanden sich Sphaerocodien. Diese Kalkalgen, die hier selbst in zuckerkörnigen Dolomit umgewandelt sind und nur durch die Anwitterung kenntlich werden, erfüllen mächtige Dolomitbänke des auf rhätische und jurassische Gesteine aufgeschobenen Hauptdolomits der Aplespleisspitze. Sie fanden sich, ebenfalls das ganze Gestein erfüllend, in Hauptdolomit-Blöcken im Moränenschutt südwestlich Stierlahnzug. Dicht an dicht liegen kugelige Gebilde mit konzentrischen Lagen in Dolomitbänken des Ober-Griesstals, südwestlich Punkt 2225. Hier ist ihre Deutung als Sphaerocodien allerdings nicht sicher, man könnte auch an große Ooide denken.

Sphaerocodien scheinen bisher noch nicht aus dem Hauptdolomit bekannt geworden zu sein, während sie im obernorischen Plattenkalk schon an einer Stelle im Karwendelgebirge durch ROTHPLETZ und an zwei Stellen im Kaisergebirge (LEUCHS, 1926, S. 154) festgestellt worden waren. LEUCHS hatte aus diesen Funden vermutet, daß sie wohl auch für die Frage der Entstehung des Hauptdolomits von Bedeutung sein würden, was sich nun bestätigt hat.

Es treten ferner durch die Dolomitisierung aber schwer kenntlich gemachte Dasycladaceen auf: kleine Röhrchen von bis 1,5 cm Länge in dünnplattigem dunklem Dolomit des Ober-Griesstals nördlich Punkt 2217 und in grauem Dolomit, der im Schutt zwischen Ochsenhütte und Frömmles Wänd gefunden wurde und große „Chemnitzien“ führt. Auch in Mittelbünden sind im Haupt-

dolomit „Diploporen“ bekannt geworden; EUGSTER (1923, S. 37) erwähnt sie in der Ducangruppe.

Gastropoden fanden sich im Hauptdolomit an vielen Stellen. Sie sind aber meist sehr umkristallisiert und unbestimmbar. Reich an Gastropoden und Muscheln ist der tiefere Hauptdolomit nordöstlich der Fallesinspitze (Gfäll), ebenfalls dunkler, feingeschichteter Dolomit mit Sphaerocodien. Vorherrschend sind kleine Neritiden oder Naticiden und „Chemnitzien“.

Fischreste (Ganoidschuppen und kleine Zähnchen, darunter solche vom „*Sphaerodus*“-Typ) fanden sich in dunklem, bituminösem Hauptdolomit an der unteren Straße bei Kaisers, westnordwestlich Bühel, Grabgangausfüllungen von 6 bis 9 mm Breite auf Dolomitstücken, die im Schutt östlich Hahnle und nordöstlich Schlag (nördlich zwischen 1680 und 1652) lagen.

Es zeigt sich also, daß der Hauptdolomit keineswegs so arm an Fossilien ist, wie allgemein angenommen wird. Auch wenn man die Literatur durchsieht, kommt eine Reihe von Fossilfunden im nordalpinen Hauptdolomit zusammen, mehr als TRUSHEIM (1930, S. 21) und KLEBELSBERG (1935, S. 64) in ihren Zusammenfassungen aufführen.

Es kommen im Hauptdolomit auch kohlschwarze Dolomite vor. Sie wurden nur im Griesstaler- und im Burkopf-Sattel beobachtet, wo sie durch die Straßen nach Kaisers trefflich angeschnitten sind. Ohne Erfolg wurden sie auf Sporomorphenföhrung untersucht. Die Farbe des Gesteins rührt von winzigen, diffus im Gestein verteilten schwarzen Flocken kohligter Substanz her.

Endostratische Breccien, wie sie LEUCHS (1928, S. 411—413, Taf. 36, Abb. 1) beschreibt, findet man an vielen Stellen. Sie fallen besonders auf, wenn sich die eckigen Komponenten durch Farbe, Anwitterung und Körnigkeit von dem dolomitischen Bindemittel unterscheiden.

7. Obernorische bis unterstrhätische Kalke und Dolomite

Im Isartalgebiet hat ALBRECHT (1953, S. 90) die Plattenkalkgrenze erst über der letzten Dolomitlage gezogen. So wurde eine Übergangszone mit Kalklagen bzw. eine wenige bis 20 m mächtige Kalkzone im Dolomit (SCHMIDT-THOMÉ, 1950, S. 7) noch in den Hauptdolomit gestellt. Würde im Kaisertalgebiet ebenfalls die Grenze über der letzten Dolomitlage gelegt, so bliebe keine oder kaum eine ausscheidbare Obernorzone übrig; denn Dolomitlagen erscheinen noch ganz hoch im vorherrschend dickbankigen, kalkigen Obernor, ja sogar noch vereinzelt in den Kössener Schichten. So wurde entgegengesetzt die erste Kalkbank im obernorischen Bereich als Grenze angenommen, so daß z. B. im Gufel-Sattel und beim Aplespleis-Sattelsystem beträchtliche Massen von Dolomit und kalkigem Dolomit in diese Ausscheidung einbezogen worden sind.

Im Hahnlestal (in Kaisers nur als „Freidental“ bekannt), im Burkopfsattel, liegt nur eine schwächige Übergangszone zwischen Hauptdolomit und Kössener Schichten von nur 10 m vor. Ihre ältere Hälfte besteht aus schwarzen Tonschiefern vom Kössener Typ, in die Bänken von Dolomit, dolomitischem Kalk und Kalk eingelagert sind. Die jüngere Hälfte zeigt Wechsellagerung von Dolomit (mit „*Chemnitzia*“) mit schwarzgrauem Lumachellenkalk vom Kössener Typ und dolomitischen Kalken. Darüber folgen die Kössener Schichten in charakteristischer Ausbildung.

Am Griesstaler Sattel scheint ein kalkig-dolomitisches Obernor kaum sehr mächtig gewesen zu sein, wie geringe Reste nördlich Wilder Kaiser vermuten lassen.

Am Miwald, im Gufle-Sattel, in den Aplespleis-Sätteln und bei der Leutkircher Hütte, also in den mittleren und südlichen Teilen des bearbeiteten Gebietes, liegt eine beträchtliche, vorherrschend kalkige Serie vor, die mehrere Meter mächtige Kalkpakete aufweisen kann, die zerschrattten und verkarsten und mit ihrer reichen Megalodontenfauna von zum Teil riesigen Formen (30 cm Durchmesser!), vereinzelt, allerdings kleinen Korallenstöcken sehr an Dachsteinkalk erinnern. Aus diesem Grunde wurde auch von der in Bayern und Tirol üblichen Bezeichnung „Plattenkalk“ abgegangen.

An tierischen Resten ist die Serie reicher als der Hauptdolomit. Neben den schon erwähnten Formen treten große „Chemnitzien“ und Schnecken auf, die der kartierende Alpengeologe meist mit dem GUEMBELschen Sammelnamen *Rissoa alpina* (GUEMBEL, 1861, S. 355) zu bezeichnen pflegt. Diese liegen stets grob calcitisiert vor und lassen kaum mehr ihre ursprünglichen Skulpturen erkennen.

Ihre Höhe beträgt 5—13 mm, durchschnittlich 8—10 mm. Bis 8 Windungen wurden beobachtet. Ein Exemplar (von südwestlich Guflespitze, ostnordöstlich Punkt 2348) läßt feine Längsstreifen, und zwar auf der wahrscheinlich 7. Windung erkennen. Von der Naht gegen die jüngere Windung bis zu einem Kiele, der ungefähr in der Mitte des Umganges liegt, laufen vier (vielleicht auch fünf) feine Längsstreifen. Der vierte bzw. fünfte liegt auf dem Kiel. Auch der Oberteil der Windung scheint längsgestreift zu sein, wahrscheinlich weniger stark. Vom Kiel zur älteren Naht fällt die Schale steiler ab. Leicht gebogene Querrippen verlaufen fast über den ganzen Umgang. GUEMBEL erwähnt bei *Rissoa alpina* nur im oberen, stark zur älteren Naht abfallenden Teil des Umganges schwache, stark gekrümmte Querstreifen. Nur am letzten Umgange bemerkt man auch Spuren von Querstreifen im unteren, allein längsgestreiften Teil der Schale.

Für AMMON (1878, S. 65) schien die Oberfläche des Gehäuses von *R. alpina* glatt gewesen zu sein. An einigen Exemplaren sah er allerdings auch schwache querstreifenartige Erhebungen, meinte aber, sie dürften durch ungleichmäßige Abwitterung der Oberfläche entstanden sein.

Auf den Oberflächen der hell- bis dunkelgrauen, stets hell anwitternden Kalke fallen in großer Zahl kleine, bis 0,7 mm messende, herausgewitterte Calcitlinsen auf. Dünnschliffe zeigen, daß es sich um stark umkristallisierte Foraminiferen handelt, und zwar um *Involutina liasina* (JONES) (selten), *Involutina turgida* KRISTAN (1957) und *Trocholina (Trochonella) crassa* KRISTAN. Sie liegen in einem subklastischen Gestein, das daneben noch einige unbestimmbare Foraminiferen, *Spirophthalmidium sp.* und Gastropodenreste enthält. *Involutina turgida* kommt übrigens in kleinen Exemplaren häufig neben Trocholinen schon im Jul vor: im Hallstätter Kalk der Zone des *Trachyceras austriacum* MOJS. vom Feuerkogel am Röhelstein (Steiermark).

Am Wanderweg zur Kaiserjoch-Hütte findet man im Obenor der oberen Abadon Sphaerocodien.

Die jüngsten Teile der Serie mögen schon zum Rhät gehören; denn die obersten Bänke gehen des öfteren seitlich in Kössener Mergelschiefer mit Lumachellenkalken über (Aplespleis-Sättel), wie das auch WAEHNER (1903, S. 88) im Sonnenwendgebirge fand.

Schon AMMON (1878, S. 46, 47) hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Fazies der Plattenkalke in das Rhät hineingreift; denn in ihren höheren Lagen stellen sich bereits Rhätfossilien ein, wie

Pteria (Avicula) contorta (PORTLOCK)

Gervillia praecursor QUENSTEDT (TRUSHEIM, 1930, S. 28)

Modiola minuta GOLDFUSS (WAEHNER, 1903, S. 88)

Noch mehr bekräftigt wird diese Erkenntnis durch den Fund von *Myophoria postera* QUENSTEDT in den höheren Teilen der Serie (südwestlich Guflespitze,

ostnordöstlich Punkt 2348); denn diese Muschel wurde nach M. SCHMIDT (1938, S. 98) im Bereich der germanischen Fazies nur im Rhät gefunden.

Rhythmische Feinschichtung ist in den Kalken und Dolomiten der Serie recht häufig. Eine dolomitische, wohl endostratische Breccie am westlichsten Oberrnorkommen am Griesskopf enthält nur eckige Komponenten aus feingeschichtetem Dolomit bis zu einer Größe von 28 cm. Hier fand sich auch im Schutt ein Block von stark durchbewegtem Dolomit mit großen, bis 1,5 cm dicken Flatschen von schwarzem Hornstein.

KRAUS (1949, S. 62) entdeckte westlich der Leutkircher Hütte eine bunte Mergel- und Mergelkalk-Einlagerung und nahm zu ihrer Erklärung „Landeinschwemmung von Süden“ an. Da hier die kalkige Fazies wohl recht tief in das Oberrnork hinunterreicht, sei auch auf die bunten Schiefer-, Ton- und Mergel-Einlagerungen im Hauptdolomit der Allgäuer (REISER, 1922, S. 77; RICHTER, M., 1923, S. 164; RICHTER, D., 1954, S. 64), der Schlierseer (DACQUE, 1912, S. 19), der Chiemgauer Berge (NOETH, 1926, S. 431), des Karwendels (TRUSHEIM, 1930, S. 19) und der Nähe von Wien (SPITZ, 1910, S. 363, 364; ROSENBERG, 1954, S. 18) hingewiesen.

Profil durch die in der typischen oberrnorkischen Kalk- und Dolomit-Wechselagerung eingeschalteten mergeligen Partie westlich der Leutkircher Hütte:

1. (oben) Dolomit, grau, meist gelblichweiß, zum Teil auch grau oder weiß anwitternd.
2. 0,00—0,05 m Mergel, gelblich.
3. 0,3 m Bank, die unten mit violettrottem Kalkmergel beginnt, dann im oberen, mehr kalkigen Teil lagenweise verschiedene hellere rötliche, gelbliche und graue Färbungen annimmt und lagenweise mit Lumachellen erfüllt ist.
4. 0,20—0,25 m Mergel, weich, leicht verwitterbar, weinrot, violettrot, auch grünlich und gelblich. Eine Schlammprobe erwies sich als fossilifer.
5. 1,45 m Bank aus hellgrauem, zerschrattetem Kalk.
(Unten.)

Im hohen Niveau der oberrnorkisch-unterstrhätischen Serie liegt am Hang der Guflespitze bei etwa 2360 m eine schwächere, kalkige Rauhackeneinschaltung. In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, daß sich in den Kalkalpen bei Wien gegen das Rhät zu kalkige Gitterdolomite einstellen (ROSENBERG, 1954, S. 18).

8. Kössener Schichten

Diese rhätische Serie liegt in der für Bayern und Nordtirol typischen, allbekannteren Ausbildung vor. Mit ihrer Wechsellagerung von Kalkbänken und -bänken mit weichen Mergeln und Tonschiefern wirkt sie den tektonischen Kräften gegenüber sehr plastisch und ist deshalb häufig ausgedünnt, ja ausgemerzt oder zusammengestaucht worden. Prachtvolle Faltenbilder genießt man in ihr bei den Aplespleis-Wänden, die so sehr im Gelände auffällig sind, daß der Volksmund für sie den Namen „Gedrahte Gifle“ geprägt hat.

Fossilien findet man fast stets in den Gesteinen. Besonders reich daran ist das Gebiet der Aplespleis-Wände und an der Guflespitze. Ohne Zeit für das Sammeln zu opfern, kamen zusammen:

cf. *Steinmannia*

Amblysiphonella lörentheyi VINASSA DE REGNY

Die vorliegenden Exemplare von oberhalb der Aplespleiswand, nordwestlich Hochtagweid und südöstlich Kreuzkopf, schließen sich in ihren Maßen gut den von KUEHN (1942, S. 115) gegebenen der wenigen bisher im alpinen Rhät gefundenen *Amblysiphonellen* an, die HERAK (1944, S. 115, 116) alle zu *A. lörentheyi* stellte.

Maße des größten Stückes:

maximaler Durchmesser: 117 mm
maximaler Durchmesser des Zentralrohres: 79 mm
Wanddicke: 2—3 mm

Die Segmente sind manchmal stark, manchmal fast gar nicht mit Blasengewebe ausgefüllt. Die Höhe der Segmente schwankt zwischen 1 und 2,5 cm.

Stromatomorpha rhaetica KUEHN h

Thamnasteria rectilamellosa (WINKLER) h

Astracomorpha confusa (WINKLER) h

Montlivaultia sp.

Isocrinus propinquus (MUNSTER)

Seeigelstachel

Rhynchonella fissicostata (Suess) h

Spiriferina austriaca (Suess)

Terebratulula (Terebratulula) pyriformis SUESS

Terebratulula (Rhaetina) gregaria SUESS

Anomia fissistriata WINKLER, bildet am Grat südöstlich der Guflespitze in den älteren Kössener Schichten ganze Muschelbänke

Placunopsis alpina WINKLER h

Ostrea (Alectryonia) haidingeriana EMMRICH

viele Pectiniden

Oxytoma inaequivalve (Sow.) h

Pteria (Avicula) contorta (PORTLOCK)

Nucula, Lumachellen bildend

Modiola minuta GOLDFUSS

Myophoria postera QUENSTEDT

dicke Prismenschichten von Muscheln

Chemnitzia

Loxonema

Cylindrobullina und andere meist winzige Gastropoden

2 Placodontierzahn-Reste

Knochenstücke, wahrscheinlich eines Reptils.

Zahlreich sind Fischreste, und zwar liegen sie nicht in einem Bonebed vor, sondern finden sich überall in der ganzen Serie zusammen mit rein marinen Fossilien, wie Korallen, Echinodermen und Brachiopoden. Man kann also KUEHN (1942, S. 149) nicht beipflichten, wenn er *Hybodus*-, *Semionotus*-, *Saurichthys*- und *Sargodon*-Formen der Kössener Schichten als Süßwasserfische auffaßt und bei Mitvorkommen mariner Mollusken an Umlagerung der Fischzähne aus terrigenen Sedimenten denkt.

DEECKE stellt (1927, S. 188, 189) wie JAECKEL (1889, S. 275) fest, daß auffällig wenig Fischreste in der alpinen Trias gefunden worden seien. Er fragt: „Sollte das an der Art des Sammelns liegen, oder ist die Ammonitenfacies der Fischfauna ungünstig gewesen?“ Man kann nur den ersteren Grund bejahen. Auch NOETH (1926, S. 440) irrt, wenn er schreibt, Selachierreste seien im alpinen Rhät sehr selten.

Die Fischfauna:

Polyacrodus minimus (AGASSIZ)

Polyacrodus keuperianus (AGASSIZ)

massenhaft Bruchstücke von Fischknochen

Fischwirbel

Zähne vom „*Sphaerodus*“- und *Lepidotus*-Typ

Colobodus sp.

Sargodon tomicus PLIENINGER

Schuppen vom Typ *Lepidotus* / *Pholidophorus* und *Semionotus*

Gyrolepis sp.

Gyrolepis alberti AGASSIZ

Palaeonisciden-Zähne, vorherrschend wohl

zu *Gyrolepis* gehörend

Saurichthys sp.

Fischzähne.

Mergelschiefer, in denen sonst keine Fossilien zu finden sind, sieht man häufig erfüllt von unzähligen *Bactryllien*, unter denen

Bactryllium striolatum HEER

Bactryllium deplanatum HEER erkannt wurden.

Kössener Kalke können auch pseudoolithisch und oolithisch sein. Manche Bänke zeigen die in der Trias weit verbreitete Feinschichtung. Dunkle Kalk- und Tonschieferpartien werden manchmal auch durch hellgelbe Anwitterungs-farben eines eingeschalteten Bänkens belebt. So ein Bänkchen stellt sich manchmal als dolomitisch heraus, so am Wanderweg nördlich der Kaiserjoch-Hütte.

Südlich Kienberg und im Hahnlestal — also nur im nördlichen Arbeitsgebiet —, wo die Fazies der Kössener Schichten bis zum Beginn des Jura reicht, liegen 8—10 m rötliche, violettstichige, manchmal auch grünliche, feinblättrig-schiefrige Mergel mit allerfeinsten Glimmerschüppchen dicht unter dem Lias-Hornsteinkalk. Mega- und Mikrofossilien scheinen zu fehlen. Diese Tatsache und die Höhe dieser Mergelschiefer im Rhätprofil (vgl. RICHTER, M., 1924, S. 28, 29) machen eine Zuordnung zur Schattwalder Schicht unmöglich. Die roten Mergelschiefer könnten dagegen ein Äquivalent derjenigen sein, die D. RICHTER (1954, S. 70) an mehreren Stellen bei Hindelang an der Grenze Rhät zum Jura gefunden hat, da wo kein Oberrhätalk entwickelt ist.

Unter der Lias-Hornsteinkalk-Wand des Saurückens kleben etwa 3,5—4 m dunkelgraue bis schwärzliche Crinoidenspatkalk mit kleinen Pectiniden und Seeigelstacheln. Grünliche Mergelschiefer bilden ihr Liegendes und nur wenig mächtige, mergelige, dunkle Kalke und Mergelzwischenlagen mit Terebratuliden (cf. *Waldheimia* [*Zeilleria*] *norica* SUSS) ihr Hangendes. Aus letzterem entwickeln sich dann unter Zurücktreten der Mergel die Lias-Hornsteinkalke. Die Crinoidenspatkalk führen bis einige Zentimeter große Gerölle grünlicher und violettgrauer Mergelkalke, die nur aus dem Rhät stammen können, und manchmal Brauneisengeröllchen (bis 3 mm groß). Somit ist die Liste grobklastischer Vorkommen im nordalpinen Rhät (LEUCHS, 1928, S. 72—75; ROSENBERG, 1954, S. 20) um ein weiteres Vorkommen bereichert.

Südlich der Furglerspitze fallen in den obersten Kössener Schichten grün-violettstichige, dunkle Crinoidenkalke auf. Sie schließen sich nach oben zu massigen Partien zusammen und leiten zum Oberrhätalk über.

In schwarzen Tonschiefern der Kössener Schichten in der Pazin nordnordwestlich der Kaiserjoch-Hütte treten Schmitzen von Ocker auf, der nach mündlicher Mitteilung von Herrn IGNAZ LORENZ, Kaisers, dem für vielerlei wichtige Auskünfte gedankt sei, in vergangenen Jahrhunderten von den Bewohnern von Kaisers zur Herstellung von Farben verwandt wurde.

9. Oberrhätalk; oberrhätischer-tiefstliassischer Kalk

Die in den Kössener Schichten schon manchmal recht beachtlichen Korallenkalkbänke schließen sich im höheren Rhät zu einer mächtigen Kalkzone zusammen oder verschmelzen sogar zu einem mächtigen, einheitlichen, hell anwitternden Riffkalk, der als Oberrhätalk, Thecosmilienkalk, Rhätischer Grenzkalk, Weißer Riffkalk oder Weißer Kalk bezeichnet wird.

An größeren Fossilien findet man vorherrschend Thecosmilien, Montlivaultien und bis 5 mm dicke Prismenschichten von Muscheln.

In den nördlichen Strukturen bis einschließlich Bladenmahdsattel ist dieser Riffkalk — abgesehen von altersfraglichen Vorkommen tektonischer Späne hel-

len Riffkalkes bei der Rotschrofenspitze —, wie auch der bunte Liasbasiskalk, nicht entwickelt.

Die in diesen Gebieten von GUEMBEL (1858, Blatt Sonthofen) und AMPFERER (1932, Blatt Arlberggebiet) ausgeschiedenen und bei RICHTHOFEN (1862, S. 122) erwähnten Vorkommen entsprechen nicht den Tatsachen, ebenfalls nicht die von AMPFERER kartierten Vorkommen am Hang der Pimigspitze bei Gsteig, die im Profil der Erläuterungen (1932, nach S. 104) schon zu Wettersteinkalk werden. RICHTER, M. (RICHTER und SCHOENENBERG, 1954, S. 62, Abb. 5) stellt hier, wohl vertrauensvoll AMPFERER folgend, ebenfalls wieder Oberrhätalkalk in Kössener Schichten dar, obwohl an dieser Stelle nur Kreideschiefer (mit typischer Albfauna) anstehen, was man auch von Kaisers aus gut mit dem Fernglas sehen kann.

In diesem nördlichen Gebiet entwickelt sich der Hornsteinkalk der älteren Allgäuschichten (Lias) aus den Kössener Schichten heraus; in den übrigen Teilen des Kaisertalgebietes ist der Oberrhätalkalk aber weit verbreitet, scheint aber auch hier manchmal primär zu fehlen. So vertritt zwischen dem klotzigen Riff der Aplespleisspitze und dem bei Langenböden die Kössener Fazies sicherlich auch das oberste Rhät; denn roter Liasbasiskalk liegt hier normal auf einer schwächtigen Kössener Kalkbank.

Die Verzahnung von oberrhätischen Kössener Schichten mit den massigen Riffkalken ist gut am Grieskopf oberhalb vom Kälberloch zu sehen (wenn man z. B. vom Wanderweg am Katzenkritzer hinüberschaut).

Auch in die Riffkalke selbst können sich wieder Lagen der Kössener Fazies einschalten, wie man am leichtesten am Felsriegel bei Punkt 1634 im Kaiserbach-Einschnitt sehen kann. Sie führen hier

Rhynchonella fissicostata SUESS und
Rhynchonella cornigera-karpatica ZUGMAYER.

In den südlichen Gebieten sind dem Oberrhätalkalk des öfteren bunte Mergelkalke, Mergel und Schiefer eingelagert, wie sie AMPFERER und ASCHER (1925, S. 372) vom Spullersee aufführen. Der Wanderweg Leutkircher Hütte—Hirschpleiskopf führt über eine solche bis 4 m mächtige Linse roter, violetter, auch gelblicher Mergel und gebankter Mergelkalke, die fossilieer zu sein scheinen. (Vergleichbare Bildungen stecken daselbst in nächster Nähe in den Kössener Schichten.)

Weinrote Mergelschieferlagen von 1—1,5 m Mächtigkeit findet man dem Riffkalk des Schindlekopfes eingelagert. Sie führen reichlich hellen Glimmer und dünne, weinrote bis graugrünliche Kalkbänkchen und -linsen mit unbestimmbaren Echinodermen-, Brachiopoden-, Muschel- und Gastropodenresten und Ganoidenschuppen. Verbunden mit ihnen sind hier bis 0,5 m mächtige Bänke gelblich anwitternden, feinschichtigen Dolomits. Grünlich-violettstichige Lagen in ihnen sind etwas kieselig. Dolomitbänkchen findet man des öfteren in den südlichsten Oberrhätalkalken. Zu einer beträchtlichen Dolomitisierung von Rhät-Riffkalken, wie in den Kalkalpengebieten zwischen Walchensee und Traun (DACQUE, 1912, S. 25; HAHN, 1915, S. 117; OSSWALD, 1925, S. 124; EDER, 1925, S. 25; NOETH, 1926, S. 440; HABER, 1934, S. 64; LUTYJ-LUTENKO, 1951, S. 15), kommt es allerdings nirgends.

Feinschichtung (Schichten zwischen 0,05 und 0,6 mm) ist in den südlichen Oberrhätalkalk-Vorkommen weit verbreitet, ein Zeichen, daß nicht stets Korallenriffkalke vorliegen. Am Schindlekopf findet man ein Resediment aus aufgeblät-

terten Feinschichten. (Ähnliche Erscheinungen kann man auch im Hauptdolomit beobachten, allerdings sind sie dort nicht so ausgeprägt wie hier.)

Hier am Schindlekopf findet man auch mitten in den weiß anwitternden, massigen, dunkelgrauen Oberrhätkalken, die stellenweise rhythmische Feinschichtung zeigen, rosarote bis rote, manchmal auch gelblich anwitternde „Schwimmende Scherben“, wie man sie gewöhnlich in den Dachsteinkalken antrifft. Hierbei kann es sich nicht um aufgearbeitete und umgelagerte Stücke eines schon vorher verfestigten rötlichen Gesteins handeln; denn sie stecken oft wie lange Schlieren im grauen Kalk oder senden in diesen lange „Apophysen“, die bei klastischer Entstehung auf jeden Fall abgebrochen wären. Färbungsstreifen in den „Scherben“ biegen oft nahe der „Scherben“-Ränder in deren Richtung ein.

In den tieferen Teilen des Oberrhätkalkes südlich der Furglerspitze ist der Kalk zum Teil gänzlich mit runden und pentagonalen Crinoidenstielgliedern und Seeigelstacheln erfüllt. Bänke dieses Gesteins erscheinen hier auch schon in den obersten Kössener Schichten. Im Crinoidenkalk erkennt man, daß Thecosmilien gänzlich aufgelöst worden sind und ihr Raum wieder mit Crinoidenkalk ausgefüllt worden ist. Eine gleiche Erscheinung hat auch WAEHNER im Weißen Riffkalk des Sonnwendgebirges beobachtet (SPENGLER in WAEHNER, 1935, S. 48).

Im Hangenden der roten Mergeleinlagerung am Wanderweg Leutkircher Hütte—Hirschpleiskopf findet man brecciöse Kalke. Die Komponenten aus grauem Oberrhätkalk mit winzigen Echinodermenspäten (10 cm und mehr Durchmesser wird erreicht) stecken in einer hellen grauen kalkigen Grundmasse, die ebenfalls winzige Echinodermenreste führt.

Geringe Hornsteinführung beobachtet man im weißen Kalk bei Langenböden. beträchtliche im etwas feinspätigen, massigen Kalk im Murmental, der sich seitlich aus einem Kalk voller Thecosmilien entwickelt (siehe unten: Profil Murmental). Es sei erwähnt, daß auch OSSWALD (1925, S. 124) aus Oberem Thecosmilienkalk des Risserkogelgebietes Hornsteinlagen beschreibt und auch AMPFERER (1925, S. 36) Hornsteine in den oberen Teilen der Rhätkalke der Lechtaler Alpen angibt.

Die Bildung massiger, heller Kalke mag sich an vielen Stellen noch in den Lias fortgesetzt haben. Im Gelände kann der kartierende Geologe wegen Mangel an kennzeichnenden Fossilien aber nicht stets den liassischen Anteil erkennen oder gar abtrennen. Die Grenze Rhät/Lias ist in den Alpen ja auch noch nicht biostratigraphisch bearbeitet worden.

Unter großen Oberrhätkalkblöcken, die verstürzt im Hinterberger Wald liegen, fiel ein um 6×2 m großer Block eines hellgrauen, massigen Kalkes auf, den man sofort als Oberrhätkalk bezeichnet hätte, wären auf der Oberfläche nicht als Querschnitte sichtbar, angewitterte Ammoniten, Belemniten, ein Orthoceratide und kleine Megalodonten sichtbar gewesen. Leider sind die Cephalopoden unbestimmbar. Dünnschliffe und Säureproben ergaben aber eine überaus reiche Mikrofauna:

Rhabdammina
Ammodiscus

massenhaft, wegen Art der Aufbereitung nur als Steinkerne erhalten geblieben, die folgenden 6 Gattungen:

Dentalina
Nodosaria
Marginulina
Cristellaria (Lenticulina)
Fronicularia
Vaginulina
Lingulina testudinaria FRANKE

Involutina liasina (JONES)
calcitisierte Spongiennadeln
Seeigelstachel
Echinodermenreste
Ostracodensteinkerne
Fischzähne.

Es kann kein Zweifel bestehen, daß hier trotz der Megalodonten und des Orthoceratiden Lias vorliegt.

Das Hinaufreichen von massigen Kalken vom Typ Oberrhätkalk-Dachsteinkalk scheint im Bereich der alpinen Geosynklinale weit verbreitet zu sein. Einen Übergang von rhätischen in liassischen „Weißen Riffkalk“ hat WAEHNER (1903, S. 105—109) aus dem Sonnwendgebirge beschrieben (vgl. auch SPENGLER, 1951, S. 314, 320, und DIENER, 1903, S. 358, 359). Schon vorher war auf Grund einer Gastropodenfauna liassischen Gepräges von AMMON (1892, S. 161, 162) behauptet worden, daß auf der Hochfellenspitze die Dachsteinkalkfazies im Niveau der untersten Lias-Schichten auftritt (vgl. auch BOEHM, 1910, S. 717, 718, und NOETH, 1926, S. 452). BOESE (1893, S. 627, 628) hatte für diesen „Lias in Facies des Dachsteinkalkes“ vom Hochfellen und für ein Vorkommen nördlich Hindelang den Namen „Hochfellenschichten“ vorgeschlagen.

In den Südalpen wird vielfach angenommen, daß Dachsteinkalk bis in den Lias reicht und kennt sicher liassische Gesteine, die dem Dachsteinkalk recht ähnlich sehen (HERITSCH und KUEHN, 1951, S. 252). Von unterliassischen Kalkstein vom Dachsteinkalktypus im südlichen Bakony schreibt VADASZ (1910).

Wie alt sind nun die Übergangsschichten im Hinterberger Wald? Das unten gegebene Profil hat keine Klarheit gegeben, weil hier keine Cephalopoden gefunden worden sind.

Nach FRANKE (1936, S. 64) tritt *Lingulina testudinaria* FRANKE im niedersächsischen Lias γ , nach BARTENSTEIN und BRAND (1937, S. 151) ebenfalls nur im Lias γ (Capricornuschichten) auf. Ältere Vorkommen scheinen meines Wissens in der deutschen Literatur nicht erwähnt worden zu sein. In den Nordkalkalpen liegt die Form in mehreren Exemplaren aber aus einem viel tieferen Niveau, und zwar aus dem Lias α 3 von Adnet vor: aus Adneter Kalk mit *Charmassiceras* sp. und Adneter Kalk mit *Arietites* sp. Die Art ist aber noch älter. So fanden sich Steinkerne dieser typischen Form in einem rötlichen, feinspätigen Cephalopodenkalk, der nach dankenswerter mündlicher Mitteilung von Prof. SCHOENENBERG jüngstaniisch ist und von der Südseite des Dobratsch (Gailtaler Alpen, Kärnten) stammt.

Involutina liasina (JONES) ist nach WICHER (1952, S. 274) noch im höchsten Lias γ beobachtet worden, hat aber ihre Hauptverbreitung im unteren Lias. Die in dieser Arbeit aus dem Obnorn erwähnten sind die bisher ältesten Funde dieser Art. WICHERS (1952, S. 274) tiefste Funde stammen aus den alpinen *Choristoceras*-Mergeln, jene von KRISTAN (1957) ebenfalls aus dem alpinen Rhät. Ja, wir werden sicherlich eine recht alte Form vor uns haben, die unter dem Namen *Involutina carbonica* SCHWAGER (SCHWAGER, 1887, S. 992, Taf. 128, Fig. 7—9) schon aus dem „Upper Productus-Limestone“ der Salt Range beschrieben worden ist. MARSCHALLS *Cornuspira liasina* TERQUEM aus den Cardita-schichten Mittelkärntens mag dagegen keine *Involutina* sein, da ihre Schale feinagglutiniert sein soll (1941, S. 210).

Nach WICHER (1951, S. 274) treten ab Lias β erstmalig Trocholinen neben den *Involutinen* auf, um sie alsbald zu ersetzen. Da nun im Hinterberger Wald *Involutina liasina* ohne Trocholinen vorzuliegen scheint, könnte man an ältere

Horizonte als Lias β denken. Diese Annahme ist aber unberechtigt: Trocholinen treten viel früher auf als im Lias β . Sie erscheinen zusammen mit *Involutina liasina* in den Adneter Kalken mit *Charmassiceras* (Lias α 3) von Adnet ebenfalls mit dieser zusammen in Oberrhätalk des Murmentals und im Oberror-Unterstrhät bei Ober Aplespleis, ja sie liegen schon aus dem Ladin des betrachteten Gebietes und aus dem Esinokalk von Esino vor, so daß auch das von WICHER (1952, S. 724) bezweifelte Vorkommen in frühmesozoischen Schichten des Mittleren Ostens“ (nach HENSON, 1947, S. 457, in Kalksteinen triadischen oder permischen Alters) stimmen mag.

Nach dankenswerter persönlicher mündlicher Mitteilung (Jänner 1956) hatte Prof. WICHER in letzter Zeit auch in Nordwestdeutschland Trocholinen in älteren Liasschichten als Lias β gefunden, so daß HAGN (1955, Taf. 17, 2) aus dem Zusammenvorkommen von *Involutina liasina* und Trocholinen nicht ohne weiteres auf Lias β schließen dürfte.

Stratigraphisch wichtige Mikrofossilien konnten wegen der Art der Erhaltung in der Fauna von Hinterberger Wald nicht ausgemacht werden. Die Ähnlichkeit der Mikrofauna mit der des Adneter Lias spricht aber für dieses Niveau.

Profil Hinterberger Wald

1. (oben) Schutt von oberrhätisch-tiefliassischem Kalk (Oberrhätalk).
2. Mergel der Allgäuschichten, weich, grauschmutzigfarben, sich langsam entwickelnd aus:
3. Um 6 m Kalk, gebankt, mit Hornsteinlagen, hellgrau, manchmal sahnfarben, in den jüngeren Lagen dunkelgrau, stark von Calcitadern und Manganhäutchen durchzogen; in der Mitte Ostracodensteinkern = Liashornsteinkalk.
Übergang 3 zu 4 nicht aufgeschlossen.
4. 8 m Liasbasiskalk, graurot bis grünlich-hellgrau, mit Bänkchen von durchschnittlich 7—9 cm Mächtigkeit; rote Mergelzwischenlagen mit Fucoiden.
In den jüngsten Lagen:
(Säureaufbereitung)
Rhabdammina sp.
Tolypammina sp.
Ammodiscus sp.
Textularia sp.
5. Um 2,5 m Liasbasiskalk, gebankt, sahnfarben-hellgrau; jüngste Lagen rosastichig grau und mit:
(Säureaufbereitung)
Rhabdammina sp.
Ammodiscus sp.
Spiroplectammina sp.
Nodosaria sp.
Dentalina sinemuriensis TERQUEM
Cristellaria (Astacolus) sp.
Ostracodensteinkern
6. Aufgeschlossen um 2 m: oberrhätisch-tiefliassischer Kalk, massig, grobe Bankung angedeutet, hellgrau, mit Echinodermenresten (-späten) und Muschelsteinkern bei 1,4 m von Oberkante; massenhaft Steinkerne (Säureaufbereitung!) der Gattungen
Nodosaria
Dentalina
Marginulina
Vaginulina
Fronicularia
Cristellaria (Lenticulina)
ferner
Dentalina sinemuriensis TERQUEM
Lingulina testudinaria FRANKE
Involutina liasina (JONES)
Ostracodensteinkerne
Seeigelstachel
Fischzähne

Der Dünnschliff zeigt auch häufig Echinodermenreste.

10. Liasbasiskalk

Der untere Lias, wahrscheinlich nur Lias α , wird in den mittleren und südlichen Teilen des Kartiergebietes im allgemeinen vertreten durch die roten, rosafarbenen bis gelblichen, auch grauen Kalke vom Typ der Adnetter Schichten. Meist sind sie dünnbankig, seltener auch dicker gebankt, oft mergelig. Die Diagenese hat aus ihnen recht häufig ein knollig-flasriges Gestein gemacht, das intensiv von rotbraunen Brauneisenhäutchen und Suturen durchzogen ist.

Im Schutt nördlich des Kridlonsees fand sich ein Block roten Liasbasiskalks mit roten Hornsteinkonkretionen. Auch am Kalkalpensüdrand kommen Hornsteinkonkretionen und -bänkchen im tiefen Lias vor.

Winzige Echinodermenreste und Foraminiferen sind meist recht verbreitet, auch Ammoniten (meist Phylloceraten) und Belemniten. Die Ammoniten findet man oft diagenetisch verunstaltet und innig mit dem Gestein verwachsen, daß die Anwitterung nur Anschnitte von ihnen auf den Gesteinsaußenflächen hervorbringt. Bestimmbare Ammoniten bot die Umgebung von Kaisers nicht. Mehrfach wurden auch Nautiliden gefunden.

Der Liasbasiskalk am Kalkalpensüdrand, wo der ganze Lias in Cephalopodenfazies vorliegt, wird im Abschnitt über den Schwellenjura abgehandelt.

In den nördlichen Gebieten, wo der Oberrhätalk fehlt, vermißt man auch den Liasbasiskalk. Er wird hier durch Hornsteinkalk der älteren Allgäuschichten ersetzt, die im Hinterberger Wald in geringer Mächtigkeit auch noch das Hangende des Liasbasiskalks bilden, weiter südlich dann aber zu fehlen scheinen.

11. Allgäuschichten

Der auch heute noch viel gebrauchte Name „Allgäuschichten“ sollte die nichtssagende Bezeichnung „Fleckenmergel“ ersetzen; denn Flecken führen allein im betrachteten Gebiet auch Gesteine des Malm, der Unterkreide und des Cenoman, des öfteren sogar noch häufiger als die „Fleckenmergel“. Bei Reutte am Lech gibt es Fleckenkalke selbst im Unteranis.

Auch führt der Name zu Mißverständnissen, versteht doch zum Beispiel FURLANI (1921) in der Karwendelmulde bei Landl unter „Fleckenmergel“ unterkretazische Gesteine; ja der Name „Fleckenmergel“ taucht sogar in der norddeutschen Zechsteinstratigraphie auf (RICHTER-BERNBURG, 1955, Taf. 37).

Während es V. JACOBSHAGEN (1957 und in HUCKRIEDE und JACOBSHAGEN, 1958) im Allgäu gelang, in dieser mächtigen und für Tektonik und Morphologie bedeutsame Serie mehrere kartierfähige Gruppen auszuscheiden und diese altersmäßig festzulegen, wurde bei Kaisers wegen großer petrographischer Eintönigkeit und Fossilarmut meist die ganze Serie bei der Kartierung zusammengefaßt. Eine beträchtliche tektonische Durcharbeitung, Zerlinsung und Zerflaserung des Gesteins und eine weit verbreitete Reduzierung der Serie auf manchmal nicht mehr in der Karte 1:25.000 oder 1:12.500 darzustellende Reste kommen noch dazu und machen eine stratigraphische Gliederung nicht allzu verlockend.

Nur in den nördlicheren Gebieten konnten eine ältere, häufig hornsteinführende Kalkgruppe und eine jüngste, wohl in den Dogger zu stellende, meist wechselreiche Serie abgegliedert werden. Sonst liegen Gesteine vor, wie sie im Teilabschnitt B beschrieben werden.

A. Hornsteinführende Kalke der älteren Allgäuschichten (Liashornsteinkalk)

In den obersten Kössener Schichten des Oberrhätalk-freien nördlichen Gebietes folgen dunkle Kalkbänke dicht aufeinander, getrennt durch schwarze Mergellagen. Unter Zurücktreten dieser Zwischenmittel entwickeln sich allmählich hieraus die dezimeterbankigen Hornsteinkalke des unteren Lias. Gut ist dieser Übergang im Bladenmahdsattel und im Hundskopftal zu beobachten. Biostratigraphisch ist die Grenze aber nicht zu fassen.

Die Serie der Hornsteinkalke ist im Hahnlestal um 50 m mächtig, mag an anderen Stellen jedoch noch mächtiger sein. Sie bilden gern Steilzonen im Gelände, aber, wie CHRISTA (1932, S. 6) treffend bemerkt, nicht wie der Aptychenkalk eine gleichmäßige fortlaufende, sondern mehr eine von Pfeilern, Erkern und Runsen unterbrochene Wandstufe. Die Wände des Saurückens und des östlichen Pimigspitz-Hanges, wo beträchtliche Gesteinsmassen dieses Kalkes zusammengeschoppt worden sind, bilden die besten Beispiele. Hier hat AMPFERER Aptychenkalk kartiert, wohl weil hier die Kalke stellenweise sauber heller grau und fleckenlos sein können und hellgrau bis weißgrau anwittern. Meist ist er mittel- bis dunkelgrau und zeigt vereinzelt dunkle Flecken und den fast für alle Allgäukalke typischen sanft bräunlichen Farbhauch. Tektonisch zerscherter Hornsteine sind in ihnen häufig, wie auch der Kalk meist etwas kieselig ist. Letzteres ist auch aus der Art der Anwitterung ersichtlich; denn durch das schnellere Verwittern von Calcitadern entstehen rauhe, von Rillen scharf durchfurchte Flächen.

Westlich Kitztal wurden Crinoidenstielglieder und Querschnitte von großen Ostracoden beobachtet. Eine mit Monochloressigsäure aufbereitete Probe dieses Gesteins ergab keine Fossilreste. Dagegen erbrachte schwarzer Hornsteinkalk von südwestlich Saurücken

Nodosaria sp.
Spongiennadeln
Ostracoden.

Ammoniten wurden trotz eifrigen Suchens nicht gefunden. Welche Zonen des Unteren und Mittleren Lias die Serie im betrachteten Gebiet vertritt, kann daher nicht gesagt werden.

B. Hauptmasse der Allgäuschichten

Es ist eine eintönige, mächtige Serie von dünnbankigen und -schichtigen Kalken, Mergelkalken und Mergelschiefen. Ihre Farbe ist meist dunkel schmutziggrau mit bräunlichem Farbton. Auch bei helleren Farben vermischt man den bräunlichen Hauch selten, was ein gutes Unterscheidungsmerkmal gegen die oft den Allgäuschichten ähnlichen, etwas kieseligen, ältesten Aptychenkalke ist. Dunkle Flecken oder Schlieren sind weit verbreitet. Ein schmutziges Aussehen haben auch meist die Anwitterungsflächen, die bräunlich hellgrau bis braunschwarz sein können und fleckenweis schwärzlich bis rostig angehaucht erscheinen. Dünne Lagen von dunklen Manganverbindungen trennen oft die Kalkschichten. Fast stets sind die Kalke etwas kieselig, so daß die unter A beschriebenen Anwitterungseigentümlichkeiten weit verbreitet sind.

Fossilien findet man ganz selten, am ehesten noch Belemniten, die aber stets verdrückt und verzerrt sind. Mikrofossilien scheinen nur in reineren Kalken erhalten geblieben zu sein. Ein Dünnschliff eines hellen Kalkes von südlich des Saurückens ergab:

Dentalina sp.
Seeigelstachel
Echinodermerreste.

Um 12 m mächtige, den üblichen Allgäu-Kalken eingelagerte Kalke von westsüdwestlich Rotschrofenspitze, südwestlich Punkt 2440, sind kieselig, massig, heller grau und führen neben Belemniten viele Crinoidenstielglieder.

Weit verbreitet sind, besonders im Bladenmahdsattel, wo sie gute Mäher ergeben, weiche, feinschichtig brechende, schmutziggraue Mergel. Sie wittern gelblichgrau an und sind durchsetzt von dunklen, schlierigen Streifen und Flecken. Die Natur der dunklen Flecken ist gut in gleichartigen Bildungen an der Roten Gande zu erkennen. Es handelt sich um dunkle Fukoiden und um lange, finger- bis daumenbreite Grabgänge, deren dunkle Ausfüllungen des öfteren wiederum von kleineren Organismen wirt durchgraben sind. Im Dünnschliff erkennt man in den Flecken kugelige Zusammenballungen tiefschwarzer, winziger Bällchen von 5 bis 10 Durchmesser: vermutlich Kotballen, und *Dentalina* sp.

Hier an der Roten Gande liegt auch das größte und auffälligste Vorkommen roter Allgäuschiefer. Ihre Farbe ist dunkelbacksteinrot, so daß AMPFERER hier Radiolarit kartierte. In den weichen, dünnschichtigen Mergeln findet man aber auch ungerötete Partien; ferner sind Linsen und Knollen eines hellgrauen, festen, muschlig brechenden Kalkes eingelagert, der winzig dunkle Flecken und nach Dünnschliff spärlich Foraminiferenreste und calcitisierte Radiolarien führt. Eine Schlammprobe der roten Mergel ergab keine Fossilien.

Verfolgt man die rote Serie im Streichen nur einige zehn Meter weiter nach N oder S, so verblaßt die Rotfärbung recht schnell, und es tritt die gewohnte gelblich-braungraue Färbung der weichen Allgäuschiefer mit reicher Flecken- und Grabgang-Führung wieder ein.

Weitere Vorkommen roter Allgäuschiefer liegen im Bachanriß südwestlich Gfällkopf, im Scheibiger Wald; ein winziges mit roten und grünlich-gelben Mergeln liegt im Hahnlestal ziemlich dicht über dem Liashornsteinkalk. Im Streichen gehen diese Vorkommen schnell wieder in Allgäuschiefer mit gewöhnlicher Färbung über. Rote und grünliche Lagen treten auch an der Aplespleispitze und an der Guflespitze auf.

Die in den Lechtaler Alpen weit verbreiteten, schwarzen bis zimtbraunen, mürben Manganschiefer, die man allgemein in den Lias ϵ stellt, sind meist tektonisch ausgemerzt oder verbergen sich unter Schutt und Bewuchs. Die besten Aufschlüsse findet man an der Peischelspitze und zwischen Rotschrofen- und Guflespitze. Auch an der Bachfalle ist ein schmales Band erkennbar. Angeschnitten sind sie auch in Mächtigkeit von über 6 m in den sehr zugestutzten Allgäuschichten an der unteren Straße westnordwestlich Feldele bei Kaisers.

Südlich des Bladenmahdsattels wurden keine Manganschiefer mehr beobachtet.

C. Jüngere Allgäuschichten einschließlich Kiesalk- und Spatkalk-Serie

In den jüngsten Teilen der Allgäuschichten wird in den nördlichen Gebieten einschließlich des Bladenmahd-Sattels die Gesteinsfolge vielgestaltiger. Es treten Kiesalken, neben grauen auch gelbliche, grünliche, rote und violettrote (letztere grüngesfleckt) Mergel und darüber eine rege Wechsellagerung von Kiesalbänken mit Kiesalken, feinspätigen Kalken und groben Spatkalken auf, aus der dann unter Zurücktreten der Kalke sich die Radiolarite des Oxford entwickeln.

Über der eintönigen Allgäuschiefer-Serie liegen am S-Hang des Falmedonkopfes:

1. (oben) Wechsellagerung von Kieselbänken mit Spatkalken, im alleruntersten Niveau mit grünen, glimmerreichen, dünnen Mergelzwischenlagen = Kieselkalk-Spatkalk-Serie.
2. Um 3,5 m Wechsellagerung von grauen, grünlichen, zum Teil Fukoiden führenden Kalken, Kieselkalkbänken und gelblichen, gelblichgrünen, roten und grauen schiefrigen Mergeln.
3. 1,8 m Mergel, schiefrig, kieselig, schwarz und schwarzgrau.
4. Um 1,2 m Kalke, kieselig, grau.
5. Mergel, plattig, grau.
6. (unten) Übergang zur Hauptmasse der Allgäuschiefer.

Profil östlich Kuhköpfe, Bacharriß

1. (jung) Heller, typischer Aptychenkalk.
2. 2,4 m Aptychenkalke, feingeschichtet, aber zu massigen Partien verbunden, rot, in den jüngeren Lagen rosa.
3. 2,8 m Radiolarite, rot, zum Teil braun.
4. 0—0,9 m Radiolarite, grün.
5. 2,8 m Kieselbänken, braungrau, in Wechsellagerung mit dunklen Kieselkalken, grauen Mergelschiefern und Spatkalken: Kieselkalk-Spatkalk-Serie.
6. 1,15 m Mergelschiefer, rot mit gelblichen Lagen und gelbgrünlichen Streifen und Flecken.
7. (alt) Mergelschiefer, schmutzig gelblichgraubraun, gelblich anwitrnd.

Schmutzig-grünliche Mergelschiefer mit verzerrten Belemniten aus der bunten Mergelserie unter den Spatkalken der Felswand im Xanderle-Wald ließen im Dünnschliff ein Gemenge aus Echinodermenfragmenten, Foraminiferen (unter anderem *Nodosaria sp.* und *Cristellaria sp.*) und zierlichen Muschel- und Terebratulidenschälchen erkennen. Das Ausschlämmen der Mikroorganismen gelang nicht.

Bunte Gesteine treten auch im Allgäu an vielen Stellen in den obersten Allgäuschichten auf (HAMANN, 1956, S. 31). RICHTER (KOCKEL, RICHTER, STEINMANN, 1931, S. 60) erwähnt grünliche Mergel mit roten Schieferzwischenlagen im oberen Teil der Allgäuschichten der Lahnwiesmulde. Rote und grüne Mergel und Ton-schiefer führt D. RICHTER (1954, S. 82) zwischen Kohlstatt-Kieselschiefern und Doggerkalk im Hindelanger Gebiet auf.

Selbst in den Südalpen liegen nach STEINMANN (1925, S. 441) zwischen *Sowerbyi*-Zone und dem Radiolarit in einer kalkig-mergeligen Serie neben Hornsteinieren und -schnüren lilarote oder graugrüne Tone und bunte Mergel.

Die Kieselkalk-Spatkalk-Serie ist wohl überall in den nördlichen Teilen des bearbeiteten Gebietes entwickelt, besonders gut aber im Bladenmahdsattel erhalten geblieben. Sie schließt sich, allerdings in geringerer Mächtigkeit, den gleichartigen Vorkommen der Holzgauer Mulde und der nördlich davon gelegenen Allgäuer Berge an.

Am Falmedonkopf ist sie nur etwas über 6 m mächtig und führt in den tiefen Lagen noch Mergelinschlaltungen. Durchschnittlich 10 bis 30 cm dicke braungraue Kieselbänke wechsellagern mit grauen Kieselkalken, Spatkalken und kieseligen Mergelschiefern. Die Spatkalke können manchmal Bänke bis über 1 m bilden.

Nördlich Eggle sind kaum Kieselbänke vorhanden, und der feine Spatkalk schließt sich zu mehrere Meter mächtige Pakete zusammen, die von kieseligen Mergeln mit dünnen Spatkalkbänken getrennt werden.

Auch im Xanderle-Wald treten Kieselbänke zurück, so daß eine zum großen Teil reine Spatkalkserie vorliegt. Die Bänke erreichen auch hier Mächtigkeiten von mehreren Dezimetern bis zu 1 m. Die Gesamtmächtigkeit der Serie mag hier um 20 m liegen, doch ist diese Zahl ungenau, da die Gesteine stark verfaltet

sind. Das Liegende bilden auch hier die roten und grünen Mergel und grauen Mergelkalke.

An den groben Spatkalken erkennt man leicht, daß die Calcitspäte zerbrochene Echinodermenreste sind. Sonst wurden durch Säureaufbereitung aus groben, grauen Spatkalken von zwischen Falmedonkopf und Falmedonjöchl nur vollkommen verwalzte und verzerrte Fischzähne gewonnen.

Konglomeratische Lagen, wie sie nördlich des Kartiergebietes im Lechtal in den Spatkalken auftreten, wurden hier nicht beobachtet, wohl sandige Spatkalke und starke Glimmerstreuung auf Schichtflächen.

In den Spatkalken des Lechtales (neuer Steinbruch an der Lech-Straße zwischen Dürrenau und Hägerau, am Reutles-Wald), außerhalb des bearbeiteten Gebietes, enthält der Spatkalk, besonders aber die Mergelzwischenlagen, viel Glimmer; auch ist er recht sandig. Gerölle, die stets aus grauem Kalk (wohl Lias-Kalk) bestehen, erreichen Durchmesser von 6 cm. Häufig sind auch zersetzte Glaukonitkörner und Kieselschwammnadeln. Neben den häufigen Echinodermenresten (Seeigelstacheln und vor allem Crinoiden) fanden sich

Fischzähne
Hybodus sp.
Belemniten
Holzreste.

Im Dünnschliff sieht man, daß die Calcitkristalle zum Teil abgerollt, zum Teil eckig sind und unter Bildung von Drucksuturen ineinander dringen. Crinoidenstielglieder sind häufig erkennbar. Geröllchen von grauem Kalk führen Kieselschwammnadeln.

Die Spatkalke bei Holzgau und Hägerau waren schon ESCHER v. D. LINTH (1845, S. 554) bekannt.

Die Altersstellung der Spatkalke ist nicht sicher, doch zögert man im allgemeinen nicht, sie im Allgäu und Nordtirol wegen des engen Verbandes mit den Radiolariten, entfernter Ähnlichkeit mit Crinoidenkalken sicheren Dogger-Alters und der Unterlagerung durch oberliassische Allgäuschichten (ALBRECHT, 1953, S. 93) in den Dogger zu verweisen. BAUBERGER (1954, S. 32) nennt sie „Dogger-spatkalk“. Wahrscheinlich gehört auch die in diesem Abschnitt besprochene Mergelserie zum Dogger. Zu beweisen war es allerdings nicht.

Bei In den Köpf leiten bis 25 m schmutzig-schwarzbraune Kieselbänkchen, Kieselkalke und Kieselmergel in die Radiolarite über. Spatkalke sind hier nicht mehr entwickelt. Der tiefere Teil ist feinschichtig, dünnchiefrig, zerfällt gern in polyedrische Stückchen und ist fleckig. Die oberen 6 m sind mehr dünnbankig wie der Radiolarit, schmutzig-schwarzbraun, noch fleckig und wittern schwärzlich oder auch gelblich an.

In der Umgebung des Gfällkopfes und nordöstlich Gfäll liegen in großer Mächtigkeit (wohl zusammengeschoppt) schwarze Kieselschiefer und Kieselkalke vor. Die Grenze gegen die Radiolarit-Gruppe legt man hier nur mit Gewissensqualen; so verschwommen ist sie.

Am Steig vom Kaisertal nach Gfäll trifft man in dunklen, kieseligen Mergeln auch rote, zum Teil gelbgrün gefleckte Mergel.

12. Ältere Radiolarit-Serie

(Im Sinne von TRAUTH, 1948, S. 185) = Untermalm nach W. QUENSTEDT (1951, S. 57, 59; 1951 b, Tabelle) = „vornehmlich Oxford bis Kimmeridge“ (TRAUTH, 1948, S. 185; daselbst auch weitere Angaben).

Aussehen, Erscheinungsformen und Eigenschaften dieser sehr charakteristischen Serie sind aus Allgäu und den Lechtaler Alpen häufig beschrieben worden, so daß diese allgemein bekannt sind. Über die Frage der Absatzbedingungen der Radiolarite haben sich erst vor kurzer Zeit GRUNAU (1947) und CORNELIUS (1951) ausgelassen.

Obwohl nach AMPFFERER (1932, S. 34) in den Lechtaler Alpen und nach D. RICHTER (1954) im Hindelanger Gebiet eine regelmäßige Folge der verschiedenen Färbungen nicht vorliegen soll, konnte im Kaisertal-Gebiet aber stets die Reihenfolge

schwarze — grüne — braunrote und rote Radiolarite — bunte Aptychenkalke festgestellt werden. Wo die Reihenfolge nicht vorliegt, ist immer Tektonik im Spiele. Ab und zu findet man rote Farbflecken in grünen, grüne in roten Radiolariten.

Kieselig-mergelige Schiefer bilden dünne Zwischenmittel in den dünnbankigen Radiolariten, die auch einmal durch rote Kieselkalke ersetzt sein können.

Statt in zeitraubender Arbeit Dünnschliffe anzufertigen, wurden von den Radiolariten hauchdünne Splitterchen abgeschlagen. In ihnen waren Radiolariten fast stets nur als hellere, pigmentfreie, kugelige Partien in einer dichten, feinstkörnigen Kieselmasse sichtbar. Gittergerüste sind nur noch selten erhalten und reichen nie zu einer Bestimmung aus. In manchen roten Kieselkalken und Radiolariten liegen die Radiolarien auch als helle Karbonatkügelchen vor. Das bloße Auge sieht sie als helle Pünktchen, die dicht nebeneinander liegen. Vereinzelt treten auch zierliche Spongiennadeln auf. Man vermißt gänzlich Foraminiferen, Tintinniden, Flagellaten, Hystrichosphaeriden und andere Mikroorganismen. Auch Aptychen und Rhynchotheuten wurden nicht gefunden, obwohl nach ihnen gesucht wurde. In mergeligen Zwischenmitteln von roten Kieselkalken fand sich ein verdrückter Belemnit.

Die Mächtigkeit der Älteren Radiolarit-Serie liegt gewöhnlich um 35 m (siehe Profile unten). Auf die Mächtigkeitsverringerungen und das Auskeilen des Radiolarits am Südrand der Kalkalpen wird noch im Abschnitt über den Schwellenjura eingegangen werden.

Profil In den Köpf

1. (oben) typische graue Aptychenkalke.
2. 1 m Kalk, zentimeterschichtig, rosa = tiefe Aptychenkalke.
3. 8 m Kalk, dünnschichtig bis schiefrig, rot = tiefe Aptychenkalke.
4. 12 m Radiolarite und splitterige Kieselkalke, rot.
5. 21 m Radiolarite, grün, unten sehr schwarz.
6. (unten) schwarze Radiolarite und splitterige Kieselkalke.

Profil Scheibinger Wald, am unteren Weg

1. (jung) Kalke, reingrau, manchmal etwas kieselig, mit grauen Hornsteinschnüren, gut (5—10 cm) gebankt. Sie gehen nach oben in die typischen reinen, hellen Aptychenkalke über = Aptychenkalk.
2. Um 16,5 m kieselige Kalke, grünlich, grünlichgrau, manchmal rötlichgrau, stets reinfarben. Bankung durchschnittlich 3—10 cm, oft mit dünnen Schnüren von grünlichen, rosafarbenen oder grauen Hornsteinen = älterer Aptychenkalk.
3. Um 3 m kieselige Kalke, Bänkchen 5—10 cm, doch diese oft in einzelne schiefrige Lagen aufblätterbar, rot = älterer Aptychenkalk.
4. (alt) um 10,5 m rote Radiolarite, bzw. splitterige Kieselkalke; Bankung gewöhnlich 3—15 cm mächtig.
Um 1 m tiefer folgen die grünen Radiolarite.

13. Aptychenkalke

(Kimmeridge bis ? Barrême)

Zwei Gesteine sind es vor allem, die dem Geologen im bearbeiteten Gebiet schon bei Betrachtung aus der Ferne einen schnellen Überblick der tektonischen Züge gewähren, sozusagen die Leitlinien bilden. Es sind der Hauptdolomit und der Aptychenkalk, der markante, oft lang anhaltende Wandstufen und Felsrippen bildet.

Im normalen Zustand ist die Hauptmasse der Aptychenkalke zentimeter- bis dezimeterbankig. Dünne, nur mehrere Millimeter starke Schichten schließen sich aber oft so eng zusammen, daß der Eindruck eines massigen Gesteins entsteht. Die einzelnen Kalklagen sind durch Häute von schwarzen Manganverbindungen getrennt. Meist sind die Aptychenkalke aber tektonisch verwalzt, wodurch sie aber keineswegs an Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung verloren haben. Diese zerfaserten, dünngepreßten, von Calcitadern, von manganverfärbten Tonhäutchen und Drucksuturen innigst durchsetzten Kalke sind dann, da Aptychen keineswegs häufig sind, nicht leicht von tektonisch verfaserten grauen Kalken der Allgäuschichten zu unterscheiden, zumal auch sie dunkle Flecken führen und dunkelgrau sein können.

Beim Kartieren gewinnt man einige Erfahrung in den Unterscheidungsmöglichkeiten: Die Farben der Aptychenkalke sind meist rein und gleichmäßig gefärbt. Vorherrschend sind sie mittel- bis hellgrau, grünstichig hellgrau, weißlich, elfenbeinweiß bis sahnefarben, nie bräunlich, während bei den Kalken der Allgäuschichten die Farbe nie so gleichmäßig sanft bleibt und fast stets ein bräunlicher Hauch auffällt. Wenn man von den tiefen Lagen der Aptychenkalke absieht, so ist in den Aptychenkalken gewöhnlich viel weniger Kieselsäure fein verteilt als in den Kalken der Allgäuschichten. Die Anwitterung ist folglich auch viel sanfter und milder. Calcitadern treten oft auf den Anwitterungsflächen erhaben hervor oder wittern gleich schnell wie der Kalk zurück. Bei den Allgäukalken ist dagegen die schon oben beschriebene rillige, rissige, scharfe Anwitterung verbreitet. Auch im Bruch bestehen Unterschiede.

Die Färbung der Anwitterungsflächen ist bei den Aptychenkalken vorherrschend hell bis weiß, während sie bei den Allgäukalken vorherrschend schmutzig gelblich-bräunlich ist.

Schwieriger wird die Unterscheidung, wenn in den älteren Aptychenkalken das Gestein recht kieselig wird und ebenfalls schmutzig gelbbraun und rissig anwittert und diese mit Kalken der Allgäuschichten verfalzt und verschuppt sind, ohne daß Radiolarite dazwischen erhalten geblieben sind, wie z. B. am Hirschpleiskopf. Da mag vielleicht hie und da beim Kartieren eine Verwechslung geschehen sein, was auf das Kartenbild und die tektonische Deutung wegen der Winzigkeit dieser Vorkommen aber kaum Einfluß haben wird. Selbst ein hervorragender, jahrzehntelang mit den alpinen Gesteinen vertrauter Geologe wie AMPFERER hat beim Kartieren des öfteren beide Gesteinsgruppen verwechselt.

Die sichersten Mittel zur Unterscheidung sind natürlich die Lagerungsverhältnisse und die Fossilführung:

Aus den roten Radiolariten entwickeln sich die bunten Aptychenkalke (siehe Profil oben), die zwischen 4 und 20 m mächtig sein können. Es sind zuunterst rote, zentimeterschichtige, oft etwas kieselige Kalke und schiefrige Mergelkalke, in denen vereinzelt langgezogene dunkle Flecken auftreten können. In dieser tiefen Partie sind Funde von *Lamellaptychus* (spezifische Bestimmung war stets

wegen schlechter Erhaltung zu gewagt) am häufigsten. Diese roten Kalke mögen der Rotschrofenspitze den Namen eingebracht haben.

Höher im Profil treten rosafarbene und grünliche und grünlichgraue Kalke auf, die dann allmählich in die typischen hellen Aptychenkalke übergehen. Zentimeterstarke bunte, blättrige Mergelzwischenlagen findet man recht häufig. Nördliche Eggle fand sich in grünlichen Kalken ein Belemnit.

Dünnschliffe in den roten und grünen Aptychenkalken zeigen massenhaft calcitisierte Radiolarien (vorherrschend Sphaerellarien), Aptychenreste, *Calpionella alpina* LORENZ und *Stomiosphaera moluccana* WANNER (1941, S. 76—78, Abb. 1—18, Taf. 1 und 2; HAGN, 1955, Taf. 20, Fig. 1 und 2).

Nach DEFLANDRE (1952, S. 318) ist die Gattung *Calpionella* erst ab Tithon verbreitet und geht bis ins Valanginien. Auch COLOM (1948, S. 255, 256) führt sie nur aus diesen Stufen an.

Nach den stratigraphischen Auffassungen von W. QUENSTEDT (1951, S. 59) ist man geneigt, diese tiefen roten Aptychenkalke ins Kimmeridge zu stellen. Auch GRUNAU (1947, S. 40) erwähnt in der roten Kalk- und Mergelserie zwischen Biancone (mit *Nannoconus steinmanni* KAMPTNER und *Calpionella alpina* LORENZ) und den wohl unseren Radiolariten entsprechenden Hornsteinen im Südtessin „spärliche Belemniten, die im Kimeridgien vorkommen“. Auch RICHTER (in KOCKEL, RICHTER, STEINMANN, 1931, S. 65) fand *Calpionella alpina* recht tief: in einem kalkigen Radiolarit, den er bei der Serie der Radiolarite beschreibt. Abgesehen von der Erwähnung der *Calpionella alpina* im Lias (LEUCHS, 1927, S. 72) — der Art- oder Schichtbestimmung steht man kritisch gegenüber — scheinen im Älteren Radiolarit die ältesten Funde vorzuliegen. Wahrscheinlich beginnt *Calpionella alpina* im unteren oder mittleren Malm.

Im grauen bis weißen Kalk, der die Hauptmasse der Aptychenkalke bildet, treten häufig Knauer, Schnüre, ja dünne Bänkchen von grauem Hornstein auf, der sich stellenweise zu echtem Radiolarit entwickeln kann (siehe Abschnitt „Jüngere Radiolarit-Serie“). In einer Hornsteinlage fanden sich in Pyrit bzw. in Brauneisen erhaltene Radiolariengerüste.

Aptychen sind in den Kalken recht spärlich: *Lamellaptychus* sp.

In den Dünnschliffen erkennt man stets massenhaft Radiolarien. Diese haben meist ihre Kieselsäure an das Nebengestein abgegeben und dafür Calcit aufgenommen. Gittergerüste sind nur selten erhalten geblieben, ab und zu in Brauneisen. Zu bestimmen war davon nur

Rhopalastrum sp.

Calpionella alpina LORENZ, *Calpionella elliptica* CADISCH sowie *Stomiosphaera moluccana* WANNER sind in manchen Schliffen häufig, fehlen in anderen aber wieder gänzlich. Foraminiferen — wenn man *Stomiosphaera* nicht dazu rechnet — sind auffällig selten:

Lagenidenreste

? *Cornuspira* sp.

Die jüngsten Lagen des Aptychenkalkes sind dunkler grau als gewöhnlich die tieferen Kalke sind, manchmal auch etwas grünstichig und enthalten dunkle Flecken wie die der liassischen Allgäuschiefer. Ihre Fauna scheint, wie Dünnschliffe zeigen, nur aus umcalcitisierten Radiolarien zu bestehen, so daß die Frage, welche Unterkreidestufen noch durch Aptychenkalke vertreten werden, unbeantwortet bleiben muß. Da aber aus ihnen sich Gesteine des Apt entwickeln, darf man wohl an ein Hinaufreichen in das Barrême glauben.

Die jüngsten Kalke mit Flecken gemahnen an die an vielen Stellen der Alpen eng mit den Aptychenkalken verbundenen grauen Fleckenkalke oder -mergel der Unterkreide. CORNELIUS hat 1921 (S. 21) eine Reihe solcher Vorkommen aufgeführt. Weiteres lese man bei RICHTER (KOCKEL, RICHTER, STEINMANN, 1931, S. 78, 79). NOETH (1926, S. 463—467) wies im Hochfellen-Gebiet in ihnen Fossilien des Valendis, Hauterive und Barrême nach.

Wegen ihrer Schmächtigkeit und innigen Verbindung und Ähnlichkeit mit den älteren reinen Aptychenkalken wurden die fleckenführenden Kalke noch zum Aptychenkalk gezogen, wie es auch AMPFERER und HANIEL (1911, S. 9) getan haben. In der Mulde von Holzgau, also nördlich des betrachteten Gebietes, kann man aber mindestens 40 m Fleckenkalke von den eigentlichen Aptychenkalken abtrennen.

Die sich aus den Aptychenschichten ohne Diskordanz entwickelnden Lechtaler Kreideschiefer (Apt bis Unteres Cenoman) wurden in einer gesonderten Arbeit behandelt (HUCKRIEDE, 1958a).

14. Jüngere Radiolarit-Serie

Am Stanskogel, am leichtesten zwischen Schwarzem Grat und Punkt 2703 erreichbar, steckt in typischen hellen Aptychenkalken eine um 10 m mächtige Serie von Radiolariten. Manchmal wird sie durch sich sedimentär einschiebende Aptychenkalkbänke in zwei oder drei Bänke geteilt. Die Radiolarite sind hier besonders stark zerklüftet und mit Calcitadern durchsetzt. Fast stets sind sie grün; stellenweise treten aber auch mitten in ihnen mehrere rote Bänder auf, die meist schnell wieder ausklingen. Auch rote Kieselkalke liegen vor. Das Fehlen der Farbfolge der Älteren Radiolarite ist also ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gegen diese.

An vielen Stellen kann man erkennen, besonders wenn die Radiolarite nur dünne Lagen bilden, daß sie aus den normalen gelblich-grauen Hornsteinkonkretionen des Aptychenkalkes hervorgehen und sich wieder in ihnen verlieren. Von tektonischer Einschuppung älterer Radiolarite in jüngere Aptychenkalke kann nicht die Rede sein.

Die Jüngeren Radiolarite scheinen in der Umgebung von Kaisers auf das Stanskogel-Gebiet beschränkt zu sein. Nur noch im Almajurtal, im Sulzkarwald, fand sich eine maximal 1,3 m starke und 4,2 m lange Linse grünen Radiolarits (mit Radiolarien) mit leicht angedeuteter Schichtung sedimentär dem Aptychenkalk eingelagert. Sie geht ebenfalls aus normalen Hornsteinkonkretionen hervor.

Im Handstück sind die Jüngeren Radiolarite nicht von denen des Oxford zu unterscheiden. Die Kieselmasse und die Art der Erhaltung und Einbettung der Radiolarien unterscheiden sich von denen der Älteren Radiolarite nicht. In einem tektonisch recht stark verschuppten und verfalteten Gebiet besteht also die Möglichkeit der Verwechslung, vor allem am Hirschpleiskopf.

Das genaue Alter der Jüngeren Radiolarite im Stanskogel-Gebiet ist nicht zu ermitteln. Sie liegen aber ziemlich hoch in den Aptychenkalken in der Nähe der Kreideschiefer. Ein 30 cm von den Radiolariten entfernt entnommener heller typischer Aptychenkalk wies im Dünnschliff

häufige calcitisierte Radiolarien

? Ostracodenschälchen

vereinzelt Echinodermenreste

Foraminiferenbruchstücke

Stomiosphaera moluccana WANNER

und *Tintinnopsella* cf. *carpathica* (MURGEANU und FILIPESCU)

auf. Calpionellen wurden nicht erkannt.

Die Gattung *Tintinnopsella* beginnt nach COLOM (1948, S. 261) im Tithon, hat ihre Hauptverbreitung auf Mallorca in der Unterkreide und geht sogar bis ins Barrême (S. 246). Nach DEFLANDRE (1952, S. 319) ist ihre Verbreitungszeit Valendis bis Barrême. *Tintinnopsella carpathica* fand sich auf Mallorca vom Berrias bis Barrême. „Its presence without *Calpionella alpina* or *C. elliptica* indicates Neocomian strata“ (COLOM, 1948, S. 259).

Nach diesen Befunden und der hohen Lage der Radiolarite in den Aptychenkalken mag es berechtigt sein, die beschriebenen Jüngeren Radiolarite der Unterkreide zuzuweisen.

Im Murmental, also im Gebiet des unten besprochenen Schwellenjuras, liegt zwischen Aptychenkalk und der Kreideschiefer-Serie eine dünne Lage eines grünen Kieselgesteins.

Die Serie der Jüngeren Radiolarite war bislang noch nicht aus den Lechtaler Alpen bekannt. Das alpengeologische Schrifttum kennt aber mehrfach jüngere Radiolarite (LEUCHS, 1927, S. 73; TRAUTH, 1948, S. 182, 186), besonders in den Schlierseer und Benediktenwand-Bergen, wo sie über dem Aptychenkalk liegen sollen (DACQUÉ, 1912, S. 30, 31; AIGNER, 1912, S. 364; HAHN, 1915, S. 120; TRAUTH, 1948, S. 186), was aber von SAERCHINGER (1939, S. 395) als Irrtum bezeichnet wird. Wenn die Kieselgesteine schwächtlich bleiben, pflegt man sie nur als Hornsteine zu bezeichnen: CUSTODIS und SCHMIDT-THOMÉ, (1939, S. 396) sahen in den Aptychenkalken bei Pfronten „dunkle bis grünliche, sehr radiolarienreiche Hornstein-Schnüre oder -Lagen, die bis 10 cm dick werden“. Auch nach FURLANI (1921, S. 10, 11) liegen in der Karwendelmulde bei Landl Radiolarite sedimentär über den Aptychenkalken. D. RICHTER (1954, S. 87) fand in Neokom-Fleckenkalken des Hindelanger Gebietes „intensiv grün gefärbte Hornstein-Schnüre“.

Im Simmenflysch erscheinen Radiolarite selbst im Cenoman (GRUNAU, 1947, S. 41; 1947b, S. 257).

15. Jura in Schwellenfazies

Zeigt die Lias- und Dogger-Serie im Allgäu eine maximale Mächtigkeit von etwa 1500 m (JACOBSHAGEN, 1957, S. 48), im Nordteil des hier besprochenen Gebietes eine von mindestens 300 m (genaue Zahlen lassen sich wegen der intensiven Tektonik nicht angeben), so liegt am Kalkalpensüdrand eine nur wenige 10 m mächtige, im W des Zuges noch schwächtigere Serie von Cephalopoden- oder Riffkalken vor. Auch die Radiolarit-Gruppe ist beträchtlich reduziert, erreicht kaum 3 m, ja sie fehlt in dem westlichen Jura-Streifen des Südrandes gänzlich oder mag durch Kalke vertreten sein.

Die im allgemeinen zwischen 100 und 200 m mächtigen Aptychenkalke (AMPFERER, 1932, S. 32, gibt sogar eine Mächtigkeit von 200—300 m für die Lechtaler Alpen an) sind hier nur durch gewöhnlich 2—5 m mächtige Aptychen-spatkalke vertreten, die im W dann auch gänzlich zu verschwinden scheinen.

Die Schwellsedimente seien nun von E nach W betrachtet (siehe auch die Fazieskarte, Abb. 1):

Am Malatschkopf ist die Serie noch am mächtigsten und zeigt in den mittleren Bereichen des Lias noch Ähnlichkeit mit der Allgäu-Fazies. Diese Bereiche liegen am Schindlkopf schon als reine graue Kalke vor, um im Gstans-Pazin schon durch rote Cephalopodenkalke ersetzt zu sein, so daß hier eine geschlossene rote Kalkserie vom Liasbasiskalk bis wahrscheinlich Dogger vorliegt.

Ab Gaißwasen fehlen Radiolarite; Aptychenspatkalk entwickelt sich direkt aus roten Jurakalken.

Die roten Jurakalke gehen im Murmental seitlich in grauen, massigen, oft feinspätigen Kalk vom Typ des Oberrhätkalkes über, mit dem nun der Aptychenspatkalk verschmilzt. Letzterer scheint dann im Murmental auszuweichen oder ab hier tektonisch ausgemerzt zu sein. So liegt nun bis zum Fallersteißkopf zwischen Kössener Schichten und Kreideschiefern ein heller, massiger Kalk vom Typ des Oberrhätkalkes, in dessen wohl beträchtlichem Jura-Anteil sehr häufig rote Partien mit Liasfauna auftreten, die weiter unten behandelt werden.

Westlich Fallersteißkopf stellen sich dann wieder um 2 m rote Jura-Cephalopodenkalke über dem massigen grauen Kalk ein und erlangen außerhalb des behandelten Gebietes in Richtung auf Valluga wieder größere Bedeutung.

Man wird nicht fehlgehen, wenn man hier am Kalkalpensüdrand für die ganze Zeit des Jura einen Schwellenbereich mit geringer oder zeitweilig wohl gänzlich aussetzender Sedimentation bzw. Fortdauer der Riffbildung vom Rhät bis weit in den Lias hinein annimmt.

Für kurze Unterbrechung der Sedimentation könnte das häufige Auftreten von Brauneisenschwarten und -knollen auf Schichtflächen sprechen.

Der Bereich mit geringster Sedimentation (soweit aufgeschlossen) liegt zwischen Murmental und Fallersteißkopf.

Die Verhältnisse östlich des Murmentales ähneln denen im Flexenpaß-Jura sehr, wo AMPFERER (1930, S. 109; 1932, S. 31, 32) ähnlich gering mächtigen Schwellenjura aus Lias, Dogger und tieferem Malm ins „Tithon“ gestellt hat. Ein oberjurassisches Alter hat in der Serie aber nur der oberste Teil, von dem die grauen Spatkalke unseren Aptychenspatkalken entsprechen.

Die Ältere Radiolarit-Serie ist am Flexenpaß (z. B. Steinbruch an der Straße südwestlich von Zürs; vgl. auch KRAUS, 1949, S. 53) angedeutet durch Linsen von rotem Hornstein in roten feinspätigen Kalken und Mergeln mit Glimmerstreuung, etwas Glaukonit und zahlreichen Selachier- und anderen Fischresten. An der Trittmalm östlich Zürs schließen sich diese roten Hornsteinlinsen an einer Stelle zu Bänkchen zusammen, die nach petrographischer Ausbildung, Führen von reichlich Spongiennadeln und Radiolarien, Höhe im Profil und Vergleich mit den Vorkommen im Gebiet bei Kaisers nichts anderes sein können als der Radiolarit im Unteren Malm. Die Serie an der Trittmalm wird zur Zeit eingehend von E. KOCH untersucht.

Ob Teile dieser Schwelle zeitweilig landfest wurden, überhaupt Festland in der Nähe war, ob die hier behandelte Schwellenregion nur ein Teil einer großen zentralalpiner Schwelle war, mag man vom kleinen bearbeiteten Gebiet aus nicht beantworten. Sandführung ist innerhalb der hier besprochenen Region der Schwelle nicht beobachtet worden; auch Glimmerstreuung ist, abgesehen von den Lagen unter dem Älteren Radiolarit nicht vorhanden. Brecciöse Einlagerungen kommen mehrfach, aber nur in kleineren Partien im hellen massigen Kalk in der Umgebung der Leutkircher Hütte vor. Der unten aufgeführte Phyllitblock mag durch Treibholz, Algen- oder Tangmassen hierher verfrachtet worden sein, da der ihn beherbergende Liaskalk sonst keinerlei klastische Komponenten enthält.

Weiter im Osten, am Kalkalpenrand bei Flirsch, liegt allerdings eine so beträchtliche Geröllschüttung in Trias und Jura vor, daß man für die Bildungszeit starke über- oder wenigstens untermeerische Reliefunterschiede in der näch-

sten Umgebung annehmen muß. Die groben Breccien liegen hier allerdings nicht in Schwellensedimenten, sondern in der normalen Lechtaler Fazies. Sie erlangen an der Eisenspitze eine ungeheure Mächtigkeit, besonders im Hauptdolomit, im Oberhär, Lias und Dogger bis zur Basis des Älteren Radiolarits, führen selbst Kalk- und Dolomitblöcke von mehreren Metern Durchmesser, so daß AMPFERER (1920; 1932, S. 94) in ihnen Gosaubildungen zu sehen glaubte und falsche tektonische Schlüsse zog. (HUCKRIEDE, 1959).

Die Faziesfragen am Südrand der Lechtaler Alpen verlangen auf jeden Fall nach einer eingehenden speziellen Bearbeitung.

Detaildaten im Schwellenjura, von E nach W betrachtet Profil südöstlich Malatschkopf, östlich 2205, Schwein-Grüble

1. (jung) Mergelschiefer, schwarz = Kreideschiefer-Serie.
 2. 0,1 m Kalkbank, schwarzgrau, mit etwas Echinodermen-Calcitspäten = Kreideschiefer-Serie, wohl Apt.
 3. 0,2 m Beobachtungslücke.
 4. Um 2,8 m Spatkalk, massig, grau, mittelgrob- bis feinspätig, Calcitspäte sind des öfteren als Crinoidenreste erkennbar; jüngste Schicht mit geringen Brauneisenknöllchen und -schnüren; *Lamellaptychus* = Aptychenspatkalk.
 5. Innig verwachsen mit 4:
1,85 m Kalk, massig, ältere Partie läßt noch Schichtung erkennen, rosafarben bis reingrau, mit feinen Echinodermen-Calcitspäten = Aptychenspatkalk.
 6. 0,25 m Kalke und Kalkmergel, rot bis violettstichig rot, Schichten 2—3 cm dick, mit kleinen roten Hornsteinknöllchen und Echinodermen-Calcitspäten.
Lamellaptychus sp.
Belemniten
Fischzähne
Placoidorgan
? *Cristellaria* sp.
Glaukonit
heller Glimmer = Aptychenspatkalk
 7. Um 0,15 m Radiolarite, rot = Ältere Radiolarit-Serie.
 8. 1,6 m Radiolarite, grün, mit Bänken von durchschnittlich 4—5 cm Dicke = Ältere Radiolarit-Serie.
 9. 0,15 m Kieselbänken und Kieselkalke, grünlich oder rosagrünlich.
 10. 0,26 m Mergelschiefer, rot, und Kieselkalke, rot; Bänken von 2—5 cm Stärke.
 11. 1,0 m Kalk, unregelmäßig schichtig, sich zu einer Bank zusammenschließend, grünlichgrau bis braungrau, auch rosagrau, mit Echinodermen-Calcitspäten. Grüne, glimmerführende Tonhäute durchziehen das Gestein. Häufig sind rostig anwitternde Brauneisenkonkretionen.
Nodosaria sp.
Fischzähne = „Rostknollenbank“, wohl Dogger
Am Malatschkopf fand sich in dieser Bank ein *Nautilus*.
 12. 0,5 m Kalke, flasrig, dünn-schichtig und Mergel, rot, mit feinen Echinodermen-Calcitspäten und vereinzelt Brauneisenknöllchen.
 13. Um 4 m Mergel, dünn-schiefrig, oft ebenplattig, ziegelrot, mit feinen Echinodermen-Calcitspäten. Am nahen Malatschkopf führt diese Schicht Fucoiden = „Ziegelrot-Serie“. In einer gleichartig ausgebildeten und im gleichen Niveau liegenden Schicht fand E. KOCH (dankenswerte mündliche Mitteilung) in der von AMPFERER als Tithon kartierten Felswand oberhalb der Tritalm bei Zürs *Hildoceras bifrons* (BRUGIÈRE) und *Phylloceyas nilsoni* (HÉBERT), so daß auch hier für die „Ziegelrot-Serie“ ein Alter um Lias ϵ angenommen werden kann.
- Geringfügige Störung —
14. Um 3 m Kalk, rosarot bis grünlichgelb, feinspätig, selten mit kleinen rosafarbenen Hornsteinen; Fischzähnen und Kalkmergel, wechselnd gelblich oder rötlich anwitternd. Am Malatschkopf fand sich in diesem Niveau ein weitnabeliger, 28 cm großer Ammonit, wohl *Lytoceras*.
Allmählicher Übergang in
 15. Allgäukalk-ähnliche graue Kalke, die zum Teil kieselig sind, und dunkelgraue, gelblichgrau anwitternde Mergelkalke, deren Liegendes roter Liasbasiskalk ist = wohl Mittlerer Lias.

Am Malatschkopf fand sich in den grauen Kalken (wie Schicht 15 oben) etwa 12 m unter den jüngeren roten Kalken eine kleine Zahl schlecht erhaltener Ammoniten:

Grammoceras sp.

und *Grammoceras* oder *Sequenziceras* sp. = wohl Mittlerer Lias

Ein Dünnschliff durch feinen Aptychenkalk vom Malatschkopf zeigt zahlreiche karbonatisierte Radiolarien und Echinodermenreste.

An der Höhe 2396, südöstlich Bergleskopf, findet man im tiefen Lias massigen, mittelspätigen, grauen, oft etwas rosastichigen Kalk. In ihm treten nicht nur Hornsteinknauer auf, sondern auch unregelmäßige Hornsteinbänke von 5 bis 15 cm Stärke.

Zwischen der „Rostknollenbank“ und dem Radiolarit des Unteren Malm liegt hier eine bis 5 cm starke Brauneisenschwarte. Die Brauneisenkonkretionen in der „Rostknollenbank“ erreichen 7 cm Durchmesser.

Die auf Oberhäralk liegenden grauen, etwas rosastichigen tiefliassischen Kalke mit Hornsteinknauern und -bänken sind im Tälchen nordöstlich Schindlekopf 8 m mächtig. Im Unterteil haben sie Bänke von um 40 cm; höher sind sie fast ungebant. Mittelpartien sind stellenweise rötlich. Hangendes ist grauer Lias-Cephalopodenkalk mit Hornsteinknauern.

Kombiniertes Profil am Wanderweg nördlich und nordwestlich Schindlekopf

1. (oben) Kreideschiefer des Alb.
Allmählicher Übergang 2 zu 1.
2. Um 2,2 m Kalke und Mergelkalke, plattig, schmutzig braungrau anwitternd, voller Crinoiden-Calcitspäte und auf den Schichtflächen herauswitternder, schwarzer Selachierzähne, ferner:
Nodosaria in Glaukonitsteinkernerhaltung
Seeigelstachel
Glaukonit = Kreideschiefer-Serie, Apt bis ? Unteralb
3. 0—0,035 m Kieselbänkchen, grünlichgrau.
4. 2 m Aptychenkalk, hellgrau, eine Bank bildend, zum Teil feinspätig. An der Grenze gegen 3 kleine Brauneisenkonkretionen in feinspätigem Kalk.
Rhabdammina sp.
Foraminiferen
Fischzähne
5. 0,65 m Kalk- und Kieselkalkbänkchen, hellgrau, durchschnittlich 5—6 cm stark, mit bräunlichgrauen, grünlichgrauen, unten fleischroten und grünen Hornsteinlagen, die den größten Teil der Bänkchen bilden können und dann an Radiolarit-Bänkchen gemahnen. Zwischengeschaltet sind auch apfelgrüne Mergelschiefer.
6. 0,12 m Kieselkalk-Bänkchen, dünn, rot.
7. Um 0,5 m Radiolarite, rot, zum Teil grünfleckig, dünnbankig.
8. Um 1,1 m Radiolarite, grün, dünnbankig.
9. 0,1—0,2 m Beobachtungslücke.
10. 1,5 m Kalk, rosarot, wellig-knollig geschichtet, feinspätig, besonders im Oberteil sich zu einer Bank zusammenschließend, enthält rostig anwitternde Brauneisenknöllchen.
Rhabdammina sp.
Ammobaculites sp.
Fischzähne
Pflacidorgan = „Rostknollenbank“, wohl Dogger
11. Um 2,8 m Wechsellagerung von dünnen Kalkbänkchen und schiefrigen Mergeln, ziegelrot; in den Mergelschiefern manchmal diagenetisch entstandene Kalkknöllchen, ferner Grabgänge und Fucoiden; feine Glimmerstreuung.
Echinodermenreste
Seeigelstachel
Ostracoden
winzige Gastropoden
Haplophragmoides sp.
Tolypammmina sp.
Rhabdammina sp. = „Zieglerot-Serie“, um Lias ε

12. 0,95 m Kalke, unregelmäßig geschichtet, sich stellenweise zu einer Bank zusammenschließend, rosarot, feinspätig; vereinzelt kleine Brauneisenlinsen.
13. 1,9 m Wechsellagerung rosaroter bis ziegelroter Mergelschiefer und dünnplattiger Kalke.
14. Um 10 m Kalke, rosarot bis sanft rot, unten auch gelblich grau, mit dünnen ziegelroten Mergelzwischenlagen. In den Kalken:

Crinoiden-Calcitspäte
Echinodermereste
Ostracoden
Bairdia sp.
Tolypammina sp.
Ammodiscus sp.

Ammoniten und Belemniten sind in den Kalken recht häufig, sind aber so fest mit dem Gestein verbunden, daß die Anwitterung sie nur anschneidet. Aus den oberen 4 m:

Grammoceras oder *Hildoceras*
= Mittlerer oder Oberer Lias

15. Hornsteinkalke, dezimeterbankig, grau.
Fortsetzung nach unten siehe im folgenden Profil.

Profil am Grat und Wanderweg nordwestlich Schindlekopf

1. (oben) Kreideschiefer.
2. Störungszone: unterste Kreideschiefer auf zertrümmerten Kalk- und Radiolarit-Resten (etwa 0,1—0,15 m).
3. 0,3 m Mergelschiefer, ziegelrot, besonders oben gelb verwitternd = „Ziegelrot-Serie“, um Lias e.
4. 6 m Kalke, rosarot, unregelmäßig gebankt und sich auch zu dickeren Bänken zusammenschließend, so liegt im Oberteil eine Bank mit Brauneisenknollen und innig mit dem Kalk verwachsenen Ammoniten.
5. 1,5 m Bänke rosafarbener bis rosagrauer, auch grünlich-rosagrauer Kalke mit Hornsteinen in Knollen und Lagen. Unbestimmbare, fest im Gestein steckende Ammoniten und Belemniten. Von der Unterkante *Anseiteis* = *Atractites* sp. in feinspätigem rosa-grünlichstichigem Kalk.

Fischzahn
Ostracoden
Ammodiscus sp.

6. 21,4 m Kalk mit Hornsteinknuern und -lagen, grau, reinfarben, dezimeterbankig, mit dünnen Mergelzwischenlagen, braungrau; in den untersten 35 cm gelb; Kalke mit Belemniten, *Nautilus*, Schnecke; manchmal mit Grabgangsausfüllungen und Fucoiden 8,5 m von Basis: grauer, reiner Kalk mit zahlreichen Exemplaren von *Echioceras*.

Ammodiscus sp.
Spirophthalmidium sp., zahlreich
Schwammnadeln
Ostracoden = Lias β

Die Mergellagen im Niveau der *Echioceras*-Funde sind sehr fossilreich. Schon mit bloßem Auge erkennt man

große Ostracoden
Schalenstückchen von Terebratuliden
Echinodermereste
Crinoidenstielglieder
Nodosaria sp.

Im Schliff sieht man

Foraminiferen (u. a. *Cristellaria*)
calcitisierte Radiolarien
calcitisierte Spongiennadeln
Schalenreste von Terebratuliden
Ostracoden.

Überhaupt sind die Mergel in den tieferen 11,5 m reich an Kleinf fauna.

7. 3,5 m Liasbasiskalk.

oben: Kalk, gebankt, flasrig-knollig, von Suturen durchzogen, rosafarbig
unten: Kalk, flasrig-knollig, feinspätig, rosafarbig, von roten Mergelschiefern durchzogen
Basis: Beginn der Rosafärbung; Ostracode *Rhabdammina* sp.

8. Kalk, massig, grau, feinspätig, mit Hornsteinknauern.

Rhabdammina sp.
? *Tolypammina* sp.
Psammosphaera sp.

(unten)

= Oberrhätisch-tiefliassischer Kalk

Profil bei Gstans-Pazin

1. Kreideschiefer.

Tektonische Grenze, nicht gut aufgeschlossen.

2. Um 3,3 m Aptychenspatkalk, hellgrau, feinspätig, massig, zerschrottend, hell anwitternd, mit geringen Hornsteinkonkretionen.

3. Um 1,5 m Beobachtungslücke.

4. 2,7 m Radiolarite, grünlich, mit Kieselmergelzwischenlagen.

Allmählicher Übergang von 5 zu 4.

5. 0,3 m schiefrige Mergel mit viel hellem Glimmer,

oben: grünlich,
Mitte: rostbraun,

unten: mit rostig aussehenden Brauneisenknollen.

6. Um 1 m Kalk, rosafarben, im Oberteil rostbraun anwitternd, durchzogen von rostbraunen Häutchen, mit rostig anwitternden Brauneisenknollen = „Rostknollenbank“, wohl Dogger.

Allmählicher Übergang 7 zu 6.

7. Um 4 m Mergelkalke und Mergel, ziegelrot, ebenschichtig, aber auch von Tonhäuten knollig-flasrig durchzogen; Brauneisenknollen im Oberteil; mit feinen Echinodermen-Calcitspäten = „Ziegelrot-Serie“, um Lias ε.

8. 8 m Kalke, rot bis rosafarben, feinspätig, mit ziegelroten Mergelzwischenlagen. Der Kalk ist derartig von rotbraunen Tonhäutchen (Suturen) durchsetzt, daß knollig-flasrige Struktur entsteht. Tonhäutchen umlaufen oft Steinkerne und Kammerscheidewände von Ammoniten und Nautiliden. Ammoniten und Belemniten sind häufig, aber nicht bestimmbar, da nur als Anschnitte vorliegend. An der Oberkante: kleine Brauneisenknöllchen. Der Kalk ist feinspätig. Säureaufbereitung:

Rhabdammina sp.
Ammodiscus sp.
Ammodaculites sp.
Spiroplectammina oder *Textularia* sp.
Ostracodensteinkern
Crinoidenstielglied
Echinodermenreste
Fischzähne.

9. Um 4 m Kalk, rosafarben; flasrige, durch Tonhäutchen und -lagen getrennte flasrige Bänke schließen sich zusammen; einige rosafarbene Hornstein- bzw. Kieselkalklagen.

10. 2,7 m Kalk, sahnig-grau, auch rosafarbig und grünstichig, mit durchschnittlich 4—15 cm starken Bänken, die durch gelbliche Mergellagen getrennt werden. Vereinzelt Lagen eines gelblichbraunen bis gelblichgrauen Hornsteins.

0,6 m über der Basis: (Säureaufbereitung)

Rhabdammina sp.
Ammodiscus sp.
Hormosina sp.
Haplophragmoides canariensis (D'ORB.)
Spiroptthalmidium sp.
Vaginulina sp.
Fischzahn.

11. Um 3,5 m Kalk, grau, durchzogen von Tonhäutchen und dünnen, schlierigen Tonschieferlagen, feinspätig; bei 2 m über Basis schlierige, gelblich anwitternde Hornsteinkonkretionen 0,8 m von Basis: (Säureaufbereitung)

Reophax sp.
? *Tolypammina* sp.
? *Nodosinella* sp.
Involutina liasina (JONES)
Dentalina sp.
Nodosaria sp.
Marginulina sp.

Cristellaria sp.
Echinodermenreste
Seeigelstachel
Ostracodensteinkerne
winzige Gastropoden
Fischzähne = wohl Unterer Lias.

An der Basis:

Rhabdammina sp.
Ostracodensteinkern
Placoidorgan
Allmählicher Übergang 12 zu 11.

12. 4,5 m Kalk, grau, massig, feinspätig, zerschrattend, mit Linsen und Lagen von bräunlich-grauem Hornstein, der oft Bänke von 0,2—0,25 m Stärke bildet. Der Kalk zeigt einen feinen rosa Farbhauch.
An der Basis: *Rhabdammina* sp.
13. 3 m Kalk, massig, feinspätig, grau, zerschrattend = Oberrhätisch-? tiefstliassischer Kalk.
14. 0,9 m Bänke dolomitischen Kalkes, gelblich anwitternd, und Kalk mit dolomitischen, gelb anwitternden Lagen = Oberrhätikalk.
15. Typischer Oberrhätikalk, grau, zum Teil mit Feinschichtung.

Beim „w“ von „Gaißwasen“ der Karte:

Zwischen Aptychenspatkalk und roten Jurakalken sind keine Radiolarite entwickelt. Die roten ?Dogger- und Liaskalke gehen direkt aus rotem Liasbasis-Suturenkalk mit

Belemniten
Rhabdammina sp.
Tolypammina sp.
Ammodiscus sp.
Textularia sp.
Nodosaria sp.
Dentalina sp.
Fronicularia sp.
Involutina liasina (JONES)
Echinodermenreste
Placoidorgane (Säureaufbereitung) = Unterer Lias

hervor.

Profil im Murmental bei Gaißwasen:

1. Kreideschiefer.
2. Zerrissene Sandsteinbank von maximal 0,3 m = Kreideschiefer-Serie.
3. Einige Zentimeter Kreideschiefer.
4. 0,01—0,07 m Kieselmergel, dunkelgrau.
5. Brauneisenhaut.
Grenze Aptychenspatkalk/Kreideschiefer zum Teil tektonisch gestört.
6. 0,7—2,1 m Aptychenspatkalk, feinspätig, grau, etwas rosastichig, mit schlierigen, grünlich-grau anwitternden Bändern von rotgrünem, gröber spätigem Kalk von 1—85 mm Stärke.
7. Stellenweise 0,02—0,05 m Mergel, rot und gelb; an anderen Stellen allmählicher Übergang von 8 in 6.
Radiolarite sind nicht entwickelt!
8. 6,7 m Kalk, rot, von Tonhäuten durchzogen, knollig-flasrig, und Mergelkalke, rot. In der oberen Partie eine um 0,75 m mehr mergelige, ziegelrote Partie = ? „Ziegelrot-Serie“ um Lias ε.
9. Kalk, massig, grau, hell anwitternd, im Oberteil noch leicht rosafarbig und von Tonhäuten flasrig durchzogen. Noch im rosastichigen Teil liegen in einem Niveau in 1,4 m Erstreckung mehrere Stücke eines Chlorit-Sericit-Phyllits. Das größte Stück ist 39 cm lang und maximal 17 cm hoch. Wahrscheinlich stammen alle Stücke von einem größeren zerfallenen Block, der vielleicht durch Treibholz in den Ablagerungsraum des sonst an klastischen Komponenten (auch Quarzkörnchen und Glimmer) freien Kalkes geraten ist. Im Niveau der Phyllitstücke:

Rhabdammina sp.
? *Tolypammina* sp.
Ammodiscus sp.

Echinodermenreste
Fischzähne
Bruchstück eines Lamnidenzahns = Lias

10. (unten) Schutt.

Die Fortsetzung des Profils nach unten findet man im Profil an der Stelle, wo der Wanderweg den Jura schneidet:

1. Rote Jurakalke.
2. 8 m Kalk, massig, grau, von der Erscheinung des Oberrhätalks.
3. Kalk, massig, grau, mit Knauern und unregelmäßigen kurzen Schnüren von bräunlich-grauen Hornsteinen (innig verbunden mit 1 und 3). 10 m seitlich (westlich) hört im gleichen Niveau die Hornsteinführung auf, und der Kalk ist erfüllt mit großen Thecosmilien.

In den unteren hornsteinführenden Partien späterer, grauer Kalk mit:

etwas Glaukonit
Psammosphaera sp.
die folgenden 6 Gattungen wegen Säurebehandlung nur als Stein-
kerne vorliegend:
Dentalina
Vaginulina
Frondicularia
Marginulina
Cristellaria (*Lenticulina*)
Trocholina
Involutina liasina (JONES)
Tetraxoniernadeln
Echinodermenreste
winzige Muschel
Ostracodensteinkerne = wohl Oberrhätalk.

4. 10 m Kalk, grau, massig, hornsteinfrei = Oberrhätalk.
5. Kössener Schichten.

Vom Murmental an nach W werden die roten Cephalopodenkalke durch helle, massige Kalke vom Typ Oberrhätalk ersetzt. Inmitten dieser grauen, massigen, zerschrattenden Kalke treten des öfteren Partien rosafarbener bis roter Kalke auf. Sie gehen meist ohne scharfe Grenze über leicht rosafarbenen aus dem grauen Kalk hervor. Manchmal sind sie aber auch durch Brauneisenhäute scharf vom grauen Kalk abgesetzt.

In den roten, oft viele Meter messenden Kalkpartien findet man Brauneisenkonkretionen in Form von Knollen- Schlieren und Häuten, ferner scharf begrenzte, dunkler rote oder braunrote „Schwimmende Scherben“ mit Farbfällungsringen. Die „Schwimmenden Scherben“ senden wie die beim Oberrhätalk beschriebenen lange spitze Fortsätze ins Nebengestein, die längst abgebrochen wären, handelte es sich um aufgearbeitete Gesteine.

Die roten Kalke sind meist knollig-brecciös oder als typische Breccien ausgebildet, die an Komponenten rote, rosafarbene, grüngraue und graue, also nur liassische, höchstens oberrhätische Kalke enthalten. Massenhaft liegen daneben Crinoidenstienglieder, auch, wie Dünnschliffe zeigen, Seeigelreste. Herausgelöst wurden ferner:

Reophax
Ammodiscus
Ammobaculites
Nodosinella
Lenticulina
Frondicularia
Marginulina
Lamnidenzähnenchen.

Mehrfach werden Belemniten gefunden, die bis 10 cm lang werden, auch unbestimmbare Gastropoden, u. a. *Trochus* sp.

Trotz eifrigen Suchens fanden sich in den ummantelnden grauen Kalken, bei denen auch ein liassisches Alter vermutet wird, keine Belemniten. Auch konnte keine Mikrofauna gewonnen werden. Megalodonten treten mehrfach auf, z. B. nur 65 cm entfernt von einer roten Liaspartie. Der graue Kalk führt an einer Stelle östlich Fallersteisskopf, wo man die roten Einlagerungen am besten untersuchen kann, kleine, gelb anwitternde Hornsteinkonkretionen. Stellenweise wird der graue Kalk auch von gelben Mergelschlieren durchzogen; auch wird er brecciös. Eingehende sedimentpetrographische Untersuchungen würden sich hier lohnen.

Wo in den grauen Kalken die Grenze Rhät/Lias liegt, muß vorerst unklar bleiben.

Westlich des Fallersteisskopfes stellen sich wieder um 2 m rötliche Cephalopodenkalke zwischen dem grauen massigen Kalk und den Kreideschiefern ein. Man ist versucht, in ihrer Mitte die „Ziegelrot-Serie“ zu erkennen. Bei den Begehungen verdeckte aber stets ein Schneefleck die größten Teile des Vorkommens, so daß auch über die Art des Wiedereinsetzens nichts ausgesagt werden kann. Vielleicht sind die Kalke auch schon etwas weiter im E entwickelt, aber zwischen Kreideschiefer und dem massigen Kalk vom Typ des Oberrhätkalles tektonisch ausgemerzt worden.

IV. Überblick über die Faziesverteilung in Obertrias und Jura

War es für die Zeit vom Skyth bis zum Karn wegen der geringen Verbreitung der betreffenden Gesteine nicht möglich, ein Bild der Faziesverteilung für das behandelte Gebiet zu gewinnen, so gelingt dieses ohne Mühe für die Zeit vom Nor bis ins Neokom. Man erkennt für diese Zeitspanne eindeutig eine Schwellenregion im S (Gebiet 3 der Übersichtskarte), nördlich davon anschließend eine Region eines wenig tiefen Meeres mit ausgedehnter riffiger Facies (Gebiet 2) und ein nördliches Gebiet (1), wo in Rhät und Lias und später wieder im Apt (HUCKRIEDE, 1958) ein Maximum der Meerestiefe im noch heute erhal-

- 1 Mächtiges kalkiges Oberrhät
- 2 Oberrhätisch-tiefliassisches Kalk
- 3 Geröllführung im Oberrhät
- 4 Liasbasiskalk
- 5 Hornsteinkalke der älteren Allgäuschichten
- 6 Spatkalke in den jüngsten Allgäuschichten (wohl Dogger)
- 7 Kieselige jüngste Allgäuschichten ohne Spatkalk (wohl Dogger)
- 8 Jura geringmächtig, vom Unterlias bis Dogger als meist rote Cephalopodenkalke entwickelt; in den mittleren Niveaus des Lias noch graue, im Osten etwas Allgäuschichten-ähnliche Kalke; schwächiger Radiolarit und Aptychenspatkalk
- 9 Lias und Dogger nur als geringmächtige rote Cephalopodenkalke entwickelt; schwächiger Radiolarit und Aptychenspatkalk
- 10 Lias und Dogger; geringmächtige rote Cephalopodenkalke; Aptychenspatkalk noch entwickelt, Radiolarit nicht abgelagert
- 11 Jura in Oberrhätkalk-ähnlicher Ausbildung mit Einlagerungen kleiner Vorkommen von roten Crinoidenkalken und Breccien; Aptychenspatkalk noch vorhanden, Radiolarit nicht abgelagert.
- 12 wie 11, Aptychenspatkalk fehlt
- 13 Auf Jura in Oberrhätkalk-ähnlicher Ausbildung liegen geringmächtige Cephalopodenkalke; Radiolarit und Aptychenspatkalk fehlen

tenen Lechtaler und Allgäuer Teil der kalkalpinen Geosynklinale geherrscht haben muß.

Für die faziellen Betrachtungen müssen leider gänzlich die Gebiete des Fallesin-Pilzsattels ausscheiden, denn bis auf geringe Mittelschenkelreste fehlt hier der allergrößte Teil der hier interessierenden Gesteine. Auch sonst hindern die starken tektonischen Schichtreduktionen sehr. Die Aufgabe, Karten oder Kurven der Schichtmächtigkeiten zu zeichnen, würde einen gewissenhaften Geologen zur Verzweiflung treiben.

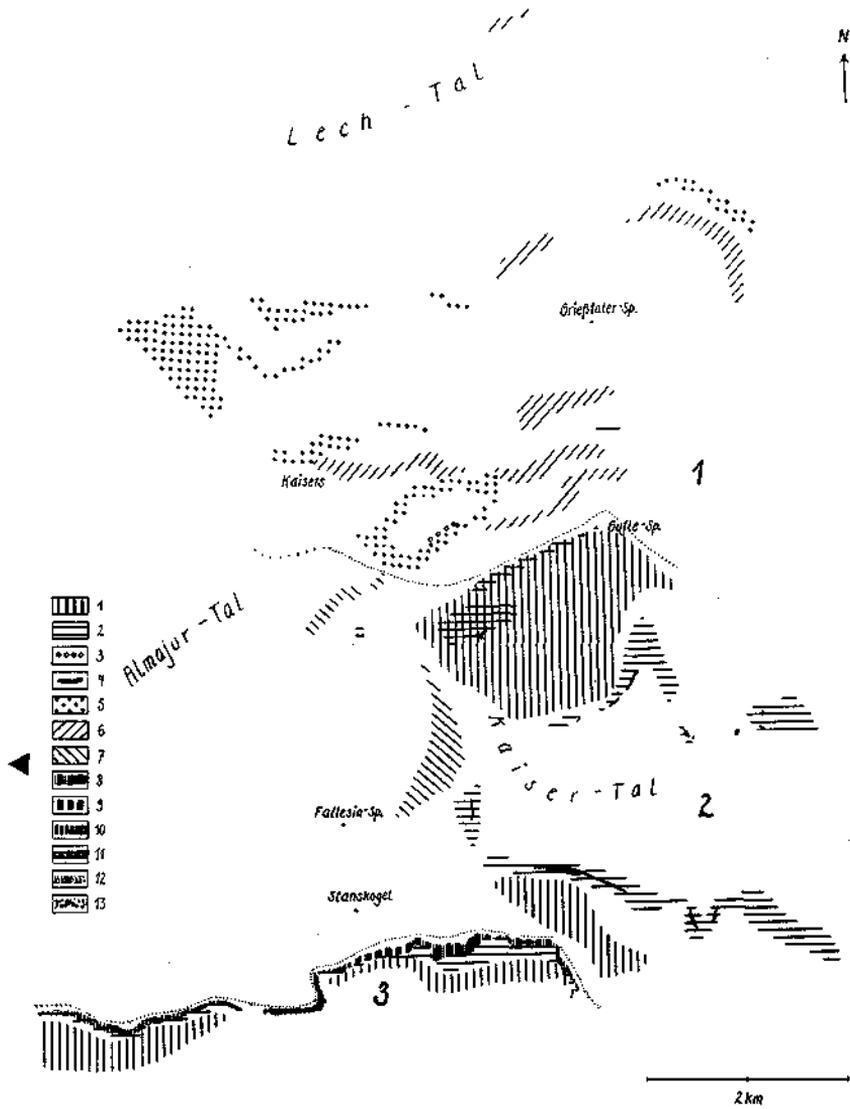


Abb. 1. Kartenskizze der drei Faziesbereiche für Obernor bis tiefere Unterkreide in der Umgebung von Kaisers (Lechtaler Alpen)

Der Hauptdolomit scheint im ganzen Gebiet, soweit nachzuprüfen ist, noch gleichmäßig ausgebildet zu sein. Daß er in mächtigen Serien schwarz und bituminös ist, wurde allerdings nur im Griesstalerspitz- und im Burkopfsattel, also im Gebiet 1, beobachtet.

Ein mächtiges kalkiges Oberrhät mit Anklängen an die Dachsteinkalkfazies findet man nur in den Gebieten südlich der Guflespitze. Seine Verbreitung deckt sich ungefähr mit jener des Oberrhätkalkes und des Liasbasiskalkes (Gebiet 2).

Nördlich davon (Gebiet 1) geht die tonig-mergelig-kalkige Sedimentation der Kössener Fazies durch das Oberrhät. Liasbasiskalke werden hier durch Kiesel-spongien-führende Hornsteinkalke der älteren Allgäuschichten vertreten.

Spatkalke mit Geröllen im Oberrhät wurden nur im südlichen Teil des Gebietes 1 beobachtet.

Die Grenze der Faziesgebiete 1 und 2 fällt am Guflespitzsattel zufälligerweise zusammen mit der Inntaldecken-Grenze AMPFERERS.

Eine Verschiebung des Gebietes mit maximaler Meerestiefe nach S bemerkt man im Dogger. Eine kieselige Serie ohne Echinodermenreste und klastische Komponenten liegt jetzt im Faziesgebiet 2, während Gebiet 1 mit seinen oft dickbankigen, sandigen Spatkalken zur Südregion des großen Allgäuer Spatkalkgebietes gehört. Diese Faziesverschiebung von N her mag mit Krustenbewegungen verbunden gewesen sein, die sich in weiter Verbreitung in den westlichen Nordkalkalpen durch klastische Schüttungen kundtun. Es sei in diesem Zusammenhang noch einmal auf das Konglomerat im Doggerspatkalk des Lechtales hingewiesen. In den Pfrontener Bergen fand REISER (1922, S. 130) an der Basis der Radiolarite über den Allgäuschichten Bänke von rotem Sandstein. In den Schlierseer und Kocheler Gebieten (RICHTER, CUSTODIS, NIEDERMAYER und SCHMIDT-THOMÉ, 1939, S. 685) kennt man im Liegenden der Radiolarite Breccien und Konglomerate. Aus gleichem Niveau beschreibt RICHTER, D. (1954, S. 85) Konglomerate im Hindelanger Gebiet. Bei SPENGLER (1924, S. 9 und 115) liest man von Konglomeraten in Verbindung mit Bajocien-Cephalopodenkalken in der Osterhorn-Gruppe und von wahrscheinlich dem Dogger angehörigen Breccien am Schneiderkogel bei Hallstatt.

Die hier behandelte Schwellenregion ist nur die östliche Fortsetzung jener von AMPFERER (1930, S. 109, 110) am Flexenpaß erkannten. Daß die Juraprofile sich recht ähneln, wurde schon angedeutet. Man muß die Kartierergebnisse von E. KOCH zwischen Almajurtal und Zürs abwarten, welche die Verbindungen aufzeigen werden. Es ist unmöglich, die Schwellenregion nach E zu verfolgen, weil die betreffenden Gesteine vom Kridlontal an und nach der Kartierung AMPFERERS bis in die Gegend von Flirsch tektonisch ausgemerzt worden sind.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Im bearbeiteten Gebiet liegt für Trias bis Unterkreide eine sehr mannigfaltige, maximal 2 km mächtige Schichtenserie vor, von der manche Stufen selbst noch nicht oder nur wenig bekannt waren. Die Folge geht praktisch ohne Unterbrechung vom Skyth bis in die neokomen Teile der Aptychenschichten und findet ihre Fortsetzung in den hier nicht behandelten Lechtaler Kreideschiefen, die vom Apt bis zum Unteren Cenoman reichen. Die Serie wird soweit wie möglich gegliedert, der mega- und mikropaläontologische Gehalt der Gesteine untersucht und Daten zur Entstehungsgeschichte der Gesteine gegeben. Faziesabänderungen werden eingehender besprochen und eine Reihe stratigraphischer Profile veröffentlicht. Das Alter der Pietra verde wurde als illyrisch

bestimmt. Es wurde an einigen Stellen faunistisch nachgewiesen, daß die Fazies heller, massiger Kalke vom Oberrhät bis in den Lias hineinreicht. Neu ist der Nachweis einer jüngeren Radiolarit-Serie in jüngeren Niveaus des Aptychenkalkes, deren Neokom-Alter durch Tintinniden belegt ist.

Wichtig ist eine starke fazielle Differenzierung des Gebietes für die Zeit Oberrhät bis Unterkreide: Im Oberrhät und tiefsten Rhät liegt in den südlichen und mittleren Gebieten eine kalkig-dolomitische Serie vor, die mit ihren dicken, zerschrattenden Kalkbänken, Korallen und Megalodonten Anklänge an die Dachsteinkalkfazies zeigt. Während in den südlichen und mittleren Gebieten das obere Rhät durch Oberrhätkalke vertreten wird, geht in den nördlichen Gebieten die Kössener Fazies durch das ganze Rhät hindurch und läßt ohne Einschaltung des Liasbasiskalks die Hornsteinkalke der älteren Allgäuschichten aus sich hervorgehen.

Im südlichsten Streifen des Gebietes, am Kalkalpensüdrand, findet man einen vom Normalprofil sehr abweichenden Jura. Liegt nördlich des behandelten Gebietes im Allgäu eine um 1500 m mächtige Serie von Allgäuschichten vor und sind die Allgäuschichten bei Kaisers noch um 300 m mächtig, so findet man am Kalkalpensüdrand nur eine wenige 10 m starke, im W der Vorkommen noch schwächere Serie von Cephalopoden- und Riffkalken. Auch die Älteren Radiolarite sind auf kaum 3 m reduziert und keilen sogar gänzlich aus oder werden durch Kalke vertreten. Die sonst im allgemeinen zwischen 100 und 200 m mächtigen Aptychenkalke sind durch nur 2—5 m Aptychenspatkalk ersetzt, die im W auch gänzlich zu verschwinden scheinen.

Zusammengefaßt kann man für das Arbeitsgebiet drei Faziesgebiete unterscheiden:

1. Im N Region der stärksten Absenkung, Übergangsserie Hauptdolomit/Kössener Schichten schwächig. Kein Oberrhätkalk entwickelt, dafür Kössener Schichten. Anstelle des Liasbasiskalks Hornsteinkalke der älteren Allgäuschichten. Größte Jura-Mächtigkeiten des Arbeitsgebietes.
2. Mittleres Gebiet: Mächtiges Oberrhät-Unterstrhät mit Anklängen an die Dachsteinkalkfazies. Oberrhätkalk verbreitet und mächtig. Massige helle Kalke und Liasbasiskalke vertreten gänzlich oder zum Teil die Hornsteinkalke der älteren Allgäuschichten.
3. Schwellenregion mit schwächtigen Juragesteinen. Oberrhätkalk und mächtiges riffiges Oberrhät-Unterstrhät.

Eine Verschiebung des Gebietes mit maximaler Meerestiefe nach S in das Gebiet 2, wohl im Zusammenhang mit in der alpinen Geosynklinale verbreiteten Bodenbewegungen, bemerkt man im Dogger. Gebiet 1 gehörte damals zur Südregion des Allgäuer Spatkalkgebietes.

Angeführte Schriften

- AIGNER, P. D.: Das Benediktenwandgebirge. — Landeskundl. Forsch. Geogr. Ges. München 16, zugleich Mitt. Geogr. Ges. 7, München 1912, 105 S., 2 Taf.
- ALBRECHT, F.: Das Synklinorium zwischen Isar und Schwarzenbach (Ross- und Buchsteingebiet bei Lenggries). — Geologica Bavarica 17, S. 89—98, 3 Abb., München 1953.
- AMMON, L. v.: Die Gastropoden des Hauptdolomites und Plattenkalkes der Alpen. — Abh. zool.-mineralog. Ver. Regensburg 11, S. 1—72, 1 Taf., München 1878.
- AMMON, L. v.: Die Gastropodenfauna des Hochfellakalks und über Gastropodenreste aus Ablagerungen von Adneth, vom Monte Nota und den Raibler Schichten. — Geogn. Jh. 5, S. 161—219, München 1892.

- AMPFERER, O.: Über die Breccien der Eisenspitze bei Flirsch im Stanzertal. — Jahrb. geol. Staatsanstalt 70, S. 1—10, 1 Taf., 3 Abb., Wien 1920.
- AMPFERER, O.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Österreich 1 : 75.000, Blatt Lechtal. 55 S., Wien (Geol. B.-A.) 1924.
- AMPFERER, O.: Über den Südrand der Lechtaler Alpen zwischen Arlberg und Ötztal. — Jahrb. Geol. B.-A. 80, S. 407—451, 35 Abb., Wien 1930 a.
- AMPFERER, O.: Aufnahmebericht über den kalkalpinen Anteil des Blattes Stuben. — Verh. Geol. B.-A., S. 51—54, Wien 1930 b.
- AMPFERER, O.: Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales und des Großen Walsertales. — Jahrb. Geol. B.-A. 81, S. 177—216, 27 Abb., Wien 1931.
- AMPFERER, O.: Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen 1 : 25.000, 125 S., 25 Taf., Wien 1932.
- AMPFERER, O. und ASCHER, H.: Über geologisch-technische Erfahrungen beim Bau des Spullersee-erkes. — Jahrb. Geol. B.-A. 75, S. 365—422, 27 Abb., Taf. 3—10, 1 geol. Karte, Wien 1925.
- AMPFERER, O., HAMMER, W. und REITHOFER, O.: Geologische Karte der Lechtaler Alpen 1 : 25.000, Blatt Parseierspitz-Gruppe. Wien 1932.
- AMPFERER, O. und REITHOFER, O.: Geologische Karte der Lechtaler Alpen 1 : 25.000, Blatt Arlberg-Gebiet, Wien 1932.
- ARTHABER, G. v.: Die alpine Trias des Mediterran-Gebietes. — *Lethaea geognostica* 2, Das Mesozoicum, 1, Trias, S. 223—472, Stuttgart 1906.
- BARTENSTEIN, H. und BRAND, E.: Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwestdeutschen Lias und Doggers. — Abh. Senckenberg. naturforsch. Ges. 439, S. 1—224, 20 Taf., 20 Abb., 5 Tab., Frankfurt a. M. 1937.
- BAUBERGER, W.: Geologische Neuaufnahme des bayerischen Gebietes östlich der Osterach von Bad Oberstdorf bis zum Giebel, mit einer mikroskopischen Beschreibung der Schichtglieder. Ungedr. Diplomarbeit, München 1954.
- BENECKE, E. W.: Bemerkungen über die Gliederung der obern alpinen Trias und über alpinen und außeralpinen Muschelkalk. — Ber. naturforsch. Ges. Freiburg i. Br. 9, S. 221—244, 1895.
- BITTNER, A.: Kurzreferat über A. TORNQUIST: Über den Fund eines *Ceratites nodosus* in der vicentinischen Trias und über die stratigraphische Bedeutung desselben. — Verh. Geol. R.-A., S. 102—104, Wien 1897.
- BÖHM, J.: Der Hochfelln. — Ztschr. d. deutsch. Geol. Ges. 62, S. 717—722, 2 Abb., Berlin 1910.
- BÖSE, E.: Die Fauna der liassischen Brachiopodenschichten bei Hindelang (Allgäu). — Jahrb. Geol. R.-A. 42, S. 627—650, Wien 1893.
- CHRISTA, E.: Über naturgetreue Darstellung orogen-tektonischer Erscheinungsformen. — Jahrb. Geol. B.-A. 82, S. 1—16, 1 Taf., Wien 1932.
- CORNELIUS, H. P.: Die kristallinen Schollen im Retterschwangtal im Allgäu. — Mitt. d. Geol. Ges. in Wien 14, S. 1—83, 5 Abb., 1 geol. Karte, 1 Taf., Wien 1922.
- CORNELIUS, H. P.: Die Geologie des Mürztalesgebietes (Erläuterungen zu Blatt Mürzzuschlag 1 : 75.000). — Jahrb. Geol. B.-A., Sonderband 4, 94 S., Wien 1952.
- COLOM, G.: Fossil Tintinnids: loricated Infusoria of the order of the Oligotricha. — J. Paleontol. 22, S. 233—263, 14 Abb., Taf. 33—35, 1948.
- DACQUÉ, E.: Geologische Aufnahme des Gebietes um den Schliersee und Spitzingsee. — Landeskundl. Forsch. Geogr. Ges. München 15, zugleich Mitt. Geogr. Ges. München 7, 69 S., 2 Taf., München 1912.
- CUSTODIS, A. und SCHMIDT-THOMÉ, P.: Geologie der bayerischen Berge zwischen Hindelang und Pfronten im Allgäu. — N. Jahrb. Mineral. etc., Beil. Band 80 B, S. 307—463, 19 Abb., 3 Taf., 1939.
- DEECKE, W.: Über die Triasfische. — Paläontol. Z. 8, S. 184—198, Berlin 1927.
- DEFLANDRE, G.: Embranchement des Ciliés. In Piveteau: *Traité de Paléontologie* 1, S. 317 bis 321, 29 Abb., Paris (Masson) 1952.
- DIENER, C.: Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. — 646 S., 6 Taf., Wien (Tempsky) 1903.
- DIENER, C.: Die marinen Reiche der Triasepoche. — Denkschr. Ak. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 92, S. 405—549, 1 Karte, Wien 1916.
- EDER, W.: Das Heuberggebiet und sein Vorland. — N. Jahrb. Mineralog., Geol. Paläontol. Beil.-Bd. 52, S. 1—70, 2 Taf., Stuttgart 1925.
- EUGSTER, H.: Geologie der Ducangruppe (Gebirge zwischen Albulas und Landwasser). — Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F. 49, 33 Abb., 4 Taf., Bern 1923.
- FRANKE, A.: Die Foraminiferen des deutschen Lias. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. 169, 138 S., 9 Taf., Berlin 1936.

- FURLANI, M.: Zur Stratigraphie der Jura- und Neokom-Schichten der Karwendelmulde bei Landl in Nordtirol. — Ak. Anz. Wien 1921, 3 S., Wien 1921.
- GASCHE, E.: Ein Crinoidenkeln aus dem Hyasp (der untersten Mitteltrias) der Nördlichen Kalkalpen Oberösterreichs. — N. Jahrb. Min. Beil.-Bd. 80 B, S. 72—112, Taf. 4, 20 Abb., Stuttgart 1939.
- GRUNAU, H.: Geologie von Arosa (Graubünden) mit besonderer Berücksichtigung des Radiolarit-Problems. — Inaugural-Dissertation Zürich (ASCHMANN & SCHELLER) 1947 a, 109 S., 23 Abb., 6 Taf.
- GRUNAU, H.: Die Vergesellschaftung von Radiolariten und Ophioliten in den Schweizer Alpen. — Eclogae Geol. Helvetiae 39, S. 256—260, Basel 1947.
- GÜMBEL, C. W. v.: Geologische Karte des bayerischen Alpengebirges. — München 1858.
- GÜMBEL, C. W. v.: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. — 950 S., 5 Kart., Gotha 1861.
- HABER, G.: Bau und Entstehung der bayerischen Alpen. — 206 S., München 1934.
- HAGN, H.: Fazies und Mikrofauna der Gesteine der bayerischen Alpen. — 29 S., 71 Taf., 8 Abb., Leiden (Brill) 1955.
- HAHN, F. F.: Ergebnisse neuer Spezialforschungen in den deutschen Alpen. 3. Die Kalkalpen Südbayerns. — Geol. Rundschau 5, S. 112—145, 1 Abb., Berlin 1915.
- HAMANN, P. J.: Die Geologie des Hochvogelgebietes in den Allgäuer Alpen. — Ungedruckte Dissertation, Marburg 1956.
- HAMMER, W.: „Draxlehnerkalk“ bei Innsbruck. — Verh. Geol. R.-A., S. 314—317, Wien 1897.
- HAMMER, W.: Geologischer Führer durch die Westtiroler Zentralalpen. — 150 S., 22 Abb., 3 Taf., Sammlung geologischer Führer 22, Berlin (BORNTAEGER) 1922.
- HANIEL, C. A.: Die geologischen Verhältnisse der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes und seiner südlichen Seitenäste vom Rauhgern bis zum Wilden. — Ztschr. d. deutsch. Geol. Ges. 63, S. 1—37, Taf. 1—4, 2 Abb., Berlin 1912.
- HENSON, F. R. S.: Foraminifera of the Genus *Trocholina* in the Middle East. — Ann. Mag. Natural History. Serie 11, 14 (115), S. 445—459, Taf. 11—13, London 1947.
- HERAK, M.: Zur Kenntnis triadischer Kalkschwämme (*Sycones*). — N. Jahrb. Min. usw. Abh. B 88, S. 107—135, Stuttgart 1944.
- HERITSCH, F. und KÜHN, O.: Die Südalpen. — In SCHAEFFER: Geologie von Österreich, S. 133 bis 301, 24 Abb., Wien 1951.
- HILDEBRAND, E. und PIA, J. v.: Zwei Crinoidenkeln aus der anisichen Stufe der Südalpen. — Paläontol. Z. 11, S. 129—140, 2 Abb., Berlin 1929.
- HUCKRIEDE, R.: Die Kreideschiefer bei Kaisers und Holzgau in den Lechtaler Alpen (Apt — Unteres Cenoman). — Verh. Geol. B.-A., S. 71—86, 1 Abb., Wien 1958a.
- HUCKRIEDE, R.: Die Conodonten der mediterranen Trias und ihr stratigraphischer Wert. — Paläontol. Z. 32, S. 141—175, 1 Tab., Taf. 10—14, Stuttgart 1958b.
- HUCKRIEDE, R.: Die Eisenspitze am Südrand der Lechtaler Alpen (Tirol). — Ztschr. d. dtsh. geol. Ges., Hannover 1959 (im Druck).
- HUCKRIEDE, R. und JACOBSHAGEN, V.: Ein Querprofil durch die Nördlichen Kalkalpen (Oberstdorf-Pettnau). — Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. 109 (2), S. 373—388, 6 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Hannover 1958.
- HUMMEL, K.: Zur Stratigraphie und Faziesentwicklung der südalpinen Mitteltrias. — N. Jahrb. Min. usw. Beil.-Bd. 68 B, S. 403—462, Stuttgart 1932 a.
- HUMMEL, K.: Oberflächennahe Intrusionen und Trümmerlaven in der südalpinen Mitteltrias. — Fortschritte Geol. 11, S. 44—74, Berlin 1932 b.
- JACOBSHAGEN, V.: Geologie des Hornbachgebietes und der Allgäuer Hauptmulde südöstlich Oberstdorf. — Ungedr. Dissertation, Marburg 1957.
- JAECKEL, O.: Die Selachier aus dem oberen Muschelkalk Lothringens. — Abh. geol. Spezialkarte Elsaß-Lothringen 3, 1889.
- KLEBELSBERG, R. v.: Geologie von Tirol. — 372 S., Berlin (BORNTAEGER) 1935.
- KOCKEL, C. W.: Die Larsenn-Scholle bei Imst (Tirol). — N. Jahrb. Geol., Paläontol., Mh. 1953, S. 520—533, 2 Abb., Stuttgart 1954.
- KOCKEL, RICHTER und STEINMANN: Geologie der Bayrischen Berge zwischen Lech und Loisach. — Wiss. Veröff. dtsh.-österreich. Alpenverein 10, 227 S., 57 Abb., 18 Taf., 1 geol. Karte, Innsbruck 1931.
- KRAUS, E.: Die Entstehung der Inntaldecke. — N. Jb. Min. usw. Abh. 90 B, S. 31—95, 6 Taf., 29 Abb., 1949.
- KRISTAN, E.: Ophthalmidiidae und Tetrataxinae (Foraminifera) aus dem Rhät der Hohen Wand in Niederösterreich. — Jahrb. Geol. B.-A. 100, S. 269—298, 4 Abb., 6 Taf., Wien 1957.

- KÜHN, O.: Zur Kenntnis des Rhät von Vorarlberg (Stratigraphie und Fossilien). — Mitt. alpenländ. geol. Ver. 33, S. 111—157, 6 Abb., 2 Taf., Wien 1942.
- LEUCHS, K.: Sedimentationsverhältnisse im Mesozoikum der nördlichen Kalkalpen. — Geol. Rundschau 17, S. 151—159, 1926.
- LEUCHS, K.: Geologie von Bayern. Teil 2: Bayrische Alpen. — Handb. Geol. Bodenschätze Deutschlands. 2. Abt. Regionale Geologie Deutschlands 3, 365 S., Berlin (BORNTAEGER)
- LEUCHS, K.: Beiträge zur Lithogenesis kalkalpiner Sedimente. — N. Jb. Min. usw. Beil.-Bd. 59, S. 357—430, Taf. 25—36, Stuttgart 1928.
- LEUCHS, K.: Polygene Konglomerate im nordalpinen Rhät und die altkimmerische Phase. — Geol. Rundschau 19, S. 72—75, Berlin 1928 b.
- LEUCHS, K.: Anisisch-ladinische Grenze und ladinische Hallstätter Fazies in den Nordalpen. — Sitzber. Österr. Ak. d. Wiss., math.-naturw. Kl. 156, S. 445—459, Wien 1947.
- LEUCHS, K. und MOSEBACH, R.: Die spätladinische Hebung. — Zbl. Min. usw. 1936, S. 1—12.
- LOCZY, L.: Die geologischen Formationen der Balatongegend und ihre regionale Tektonik. — Result. wiss. Erforsch. d. Balatonsees 1 (1), Sekt. 1, 716 S., 15 Taf., Wien 1916.
- LUTYI-LUTENKO, A.: Bau und Strukturen der Lechtal-Decke im Gebiet der Jachenau. — Geologica Bavarica 8, 63 S., 16 Abb., 2 Taf., 1 geol. Karte, München 1951.
- MARSHALL, W.: Die Foraminiferen der Triasablagerungen von Eberstein bei Klagenfurt. — Paläontol. Z. 22, S. 181—212, 12 Abb., Berlin 1941.
- MORETTI, A.: Sulla pietra verde delle Alpi dolomitiche. Osservazioni nell' Agordino. — Boll. Soc. geol. Italiana 54, S. 1—10, 2 Abb., Rom 1935.
- MÜLLER-DEILE, G.: Die spätladinische Hebung und Vererzung in den bayrischen Alpen. — Zbl. Min. usw. B, S. 97—100, Stuttgart 1937.
- NÖTH, L.: Der geologische Aufbau des Hochfelln-Hochkienberggebietes. — N. Jb. Min. usw. Beil.-Bd. 53 B, S. 409—510, Taf. 10, 11, Stuttgart 1926.
- OBERHAUSER, R.: Ein Vorkommen von *Trocholina* und *Paratrocholina* in der ostalpinen Trias. — Jahrb. Geol. B.-A. 100, S. 257—267, 1 Abb., Taf. 20, 21, Wien 1957.
- OGLIVIE GORDON, M. M.: Geologisches Wanderbuch der westlichen Dolomiten. — 258 S., 3 Taf., 1 Karte, Wien (FREYTAG & BERNDT) 1928.
- OSSWALD, K.: Das Risserkogelgebiet. — Geogn. Jh. 37, S. 111—166, 6 Taf., 1 geol. Karte, München 1925.
- PEYER, B.: Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen. Beiträge zur Kenntnis des Ladinikums im Gebiet des Monte San Giorgio (bearbeitet von A. WIRTZ). — Schweizer paläontol. Abh. 65, S. 1—84, Basel 1945.
- PIA, J. v.: Geologische Skizze der Südwestecke des Steinernen Meeres bei Saalfelden mit besonderer Rücksicht auf die Diploporenseteine. — Sitzber. Österr. Ak. d. Wiss., math.-naturw. Kl. 132, S. 35—79, 1 Taf., 1 Karte, 1 Abb. Wien 1923.
- PIA, J. v.: Die Diploporen der deutschen Trias und die Frage der Gleichsetzung der deutschen und alpinen Triasstufen. — Ztschr. d. dtsh. geol. Ges. 78, S. 192—200, Berlin 1927.
- PIA, J. v.: Grundsätzliches zum Vergleiche germanischer und alpiner Trias. — Mitt. d. Geol. Ges. in Wien 23, S. 160—163, Wien 1930.
- PIA, J. v.: Grundbegriffe der Stratigraphie mit ausführlicher Anwendung auf die europäische Mitteltrias. — 251 S., 3 Abb., Wien (DEUTSCHE) 1930 b.
- PIA, J. v.: Stratigraphie und Tektonik der Prager Dolomiten in Südtirol. — 244 S., 14 Taf., Wien 1937.
- QUENSTEDT, W.: Geologische Exkursion in das Achenal-Gebiet (Tirol). — Geologica Bavarica 6, S. 55—64, 1 Tab., 2 Abb., München 1951 a.
- QUENSTEDT, W.: Geologisch-Paläontologische Monographie des Achenales (Tirol). Teil 1: Tabulara stratigraphica (geohistorici Mesozoici Achenalensis (Tirolis) (Ein Beitrag zur Tithonfrage). — Biotropia Periodicum geohistoricum palaeontologicum et geologicum) 1, 12 S., 1 Tab., Innsbruck (RAUCH) 1951 b.
- REIS, O. M.: Eine Fauna des Wettersteinkalkes. 1. Teil: Cephalopoden. — Geogn. Jh. 13, S. 71—105, Taf. 2—7, München 1901.
- REISER, K. A.: Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu. — Geogn. Jh. 33, S. 57—198, 1 Karte, 1 Abb., München 1922, 35, S. 1—82, München 1923.
- RICHTER, D.: Geologie der Allgäuer Alpen südlich von Hindelang. — Ungedruckte Dissertation, Berlin 1954.
- RICHTER, M.: Beobachtungen am Nordrand der oberostalpinen Decke im Allgäu. — Verh. Geol. B.-A., S. 162—170, Wien 1923.
- RICHTER, M.: Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen zwischen Iller und Lech. — Sammlung geol. Führer 24, 224 S., 6 Taf., Berlin (BORNTAEGER) 1924.

- RICHTER, M.: Die Deutschen Alpen und ihre Entstehung. — Deutscher Boden 5, S. 1—179, 56 Abb., Berlin 1937.
- RICHTER, M., CUSTODIS, A., NIEDERMAYER, J. und SCHMIDT-THOMÉ: Geologie der Alpenrandzone zwischen Isar und Leitzach in Oberbayern. — Ztschr. d. dtsh. geol. Ges. 91, S. 649 bis 704, 1 geol. Karte, Taf. 15, Berlin 1939.
- RICHTER, M. und SCHÖNENBERG, R.: Über den Bau der Lechtaler Alpen. — Ztschr. d. dtsh. geol. Ges. 105, S. 57—79, 21 Abb., Hannover 1954.
- RICHTER-BERNBURG, G.: Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins. — Ztschr. d. dtsh. geol. Ges. 105, S. 843—854, 1 Abb., 1 Taf., Hannover 1955.
- RICHTHOFEN, F. FREIHERR VON: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tirol. — Jahrb. Geol. R.-A. 10, S. 72—137, 15 Abb., 2 Taf., Wien 1859; 12, S. 87—206, 39 Abb., 1 Taf., Wien 1862.
- ROSENBERG, G.: 3. Die Kalkalpen. 3b) Erforschungsgeschichte, Stratigraphie und nutzbare Gesteine. — Erläut. geol. Karte der Umgebung von Wien 1:75.000, S. 11—29, Wien 1954.
- ROSENBERG, G.: Einige Ergebnisse aus Begehungen in den Nördlichen Kalkalpen. — Verh. Geol. B.-A., S. 197—212, Wien 1955.
- ROTHPLETZ, A.: Das Karwendelgebirge. — Ztschr. d. dtsh.-österr. Alpenvereins, S. 401—470, 3 Karten, 37 Abb., München 1888.
- ROTHPLETZ, A.: Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. — 268 S., 2 Taf., 115 Abb., Stuttgart 1894.
- SOLOMONICA, P.: Zur Geologie der sogenannten Kieselkalkzone am Kalkalpenrand bei Wien und der angrenzenden Gebiete. — Mitt. d. Geol. Ges. in Wien 27, S. 1—120, 1 geol. Karte, 2 Taf., Wien 1934.
- SÄRCHINGER, H.: Geologie des Benediktenwandgebirges zwischen Glaswandscharte und Isar. — N. Jb. Min. usw. Beil.-Bd. 81 B, S. 347—476, 18 Taf., Stuttgart 1939.
- SCHMIDT, M.: Die Lebewelt unserer Trias (Nachtrag). — Oehringen (RAU) 1938.
- SCHMIDT-THOMÉ, P.: Geologie des Isartalgebietes im Bereich des Reißbach-Stollens und des geplanten Sylvenstein-Staubbeckens. — Geologica Bavarica 4, 55 S., 15 Taf., 12 Abb., München 1950.
- SCHNETZER, R.: Die Muschelkalkfauna des Oefenbachgrabens bei Saalfelden. — Palaeontographica 81, S. 1—160, Taf. 1—6, Stuttgart 1934.
- SCHWAGER, C.: Protozoa. In WAAGEN, W. Salt-Range Fossils (Ser. 13), Productus Limestone Fossils (1). — S. 983—994, Taf. 126—128, Calcutta 1887.
- SKUPHOS, T. G.: Über die Entwicklung und Verbreitung der Partnachschichten in Vorarlberg und im Fürstentum Liechtenstein. — Jahrb. Geol. R.-A. 43, S. 145—178, Taf. 5, 9 Abb., Wien 1893.
- SPENGLER, E.: Geologischer Führer durch die Salzburger Alpen und das Salzkammergut (mit einem Beitrag von J. PIA). — Samml. geol. Führer 26, 152 S., 6 Taf., 17 Abb., Berlin (BORNTAEGER) 1924.
- SPENGLER, E.: Die nördlichen Kalkalpen, die Flyschzone und die Helvetische Zone. S. 302—413, 21 Abb. In SCHAFFER: Geologie von Österreich, Wien (DEUTICKE) 1951.
- SPITZ, A.: Der Höllensteinzug bei Wien. — Mitt. d. Geol. Ges. in Wien 3, S. 351—433, 15 Abb., 1 geol. Karte, 2 Taf., Wien 1910.
- STEINMANN, G.: Gibt es fossile Tiefseeablagerungen von erdgeschichtlicher Bedeutung? — Geol. Rundschau 16, S. 435—468, 1 Taf., 2 Abb., Berlin 1925.
- TORNQUIST, A.: Über den Fund eines *Ceratites nodosus* aut. in der vicentinischen Trias und über die stratigraphische Bedeutung desselben. — Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl. 28 S., 1 Abb., 1896.
- TORNQUIST, A.: Das vicentinische Triasgebirge. Eine geologische Monographie. — 195 S., 1 Karte, Stuttgart (SCHWEIZERBART) 1901.
- TORNQUIST, A.: Geologischer Führer durch Ober-Italien. I. Das Gebirge der ober-italienischen Seen. — Samml. geol. Führer 9, 302 S., Berlin (BORNTAEGER) 1902.
- TRAUTH, F.: Die fazielle Ausbildung und Gliederung des Oberjura in den nördlichen Ostalpen. — Verh. Geol. B.-A. S. 145—218, 3 Taf., Wien 1948.
- TRUSHEIM, F.: Makroskopische Fossilien im Hauptdolomit. — Senckenbergiana 10, S. 292 bis 294, Frankfurt/M. 1928.
- TRUSHEIM, F.: Die Mittenwalder Karwendelmulde. Beiträge zur Lithogenese und Tektonik der nördlichen Kalkalpen. — Wiss. Veröff. dsh.-österr. Alpenverein 7, 69 S., 19 Abb., 3 Taf., 1 geol. Karte, Innsbruck 1930.

- VADASZ, E. M.: Die Juraschichten des südlichen Bakony. — Result. wiss. Erforsch. Balatonsees 1 (1) Paläontol. Anhang, Wien 1910.
- VIDAL, H.: Neue Ergebnisse zur Stratigraphie und Tektonik des nordwestlichen Wettersteingebirges und seines nördlichen Vorlandes. — Geologica Bavarica 17, S. 56—88, 8 Abb., München 1953.
- VORTSCH, W.: Oberrhätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen. — Jahrb. Geol. B.-A. 76, S. 1—64, Taf. 1, Wien 1926; 77, S. 93—122, 7 Abb., Wien 1927.
- WANNER, J.: Gesteinsbildende Foraminiferen aus Malm und Unterkreide des östlichen Ostindischen Archipels. — Paläontol. Z. 22, S. 75—99, 37 Abb., 2 Taf., Berlin 1940.
- WÄHNER, F.: Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. Ein Typus alpinen Gebirgsbaues — 1 Leipzig u. Wien (DEUTICKE) 1903, 356 S., 7 Taf.; 2 (bearbeitet und vollendet von SPENGLER, E.), 200 S., 29 Taf., 1 geol. Karte, Leipzig u. Wien (DEUTICKE) 1935.
- WICHER, C. A.: *Involuina*, *Trocholina* und *Vidalina*. — Fossilien des Riffbereichs. — Geol. Jahrb. 66, S. 257—284, 4 Abb., Hannover 1952.
- WOEHRMANN, S. Frh. v.: Die Fauna der sogenannten Cardita- und Raibler-Schichten in den nordtiroler und bayerischen Alpen. — Jahrb. Geol. R.-A. 39, S. 181—258, 6 Taf., Wien 1889.
- ZAPPE, H.: Megalodonten aus der Obertrias des südlichen Wienerwaldes. — Anz. österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., S. 243, Wien 1950.

Der Schieferstein in der westlichen Weyerer Struktur Nördliche Kalkalpen

VON GEORG ROSENBERG, Wien

In vier vorangegangenen Arbeiten über die Weyerer Bögen (5—8) sind die Verschneidung der Ternberger, der Frankenfesler und der Reichraminger Decke N von Großraming und der Grenzverlauf Reichraminger/Frankenfesler/Lunzer Decke von N Weyer bis St. Gallen in Steiermark behandelt worden.

Im Jahre 1957 wurde das Gebiet mit der Grenze Reichraminger/Ternberger Decke zwischen dem Pechgraben und Losenstein an der Enns, das des Schiefersteins, in Angriff genommen. Es liegt zur Gänze in der westlichen Weyerer Struktur.

Für diese Begehungen stand ab 1958 wieder eine Subvention der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zur Verfügung, für die hiemit der ergebenste Dank ausgesprochen wird.

Hinsichtlich der Interpretation des Deckenbegriffes wird neuerlich bemerkt, daß die klassische im Zuge dieser Untersuchungen nicht Voraussetzung ist. Ausführliches dazu soll einer zusammenfassenden Arbeit vorbehalten bleiben.

Einiges aus dem Nordteil der westlichen Weyerer Struktur findet sich schon in 5 und 6. So über die Deckenbahn Reichraminger/Ternberger Decke an der Großen Dirn bei Losenstein, die Verhältnisse an der „ersten Pechgraben-Enge“-Hölleitenbach und die Gleichsetzung der Großen Dirn (westliche Weyerer Struktur) mit dem Ennsberg bei Kleinreifling (östliche), nach GEYER und SPIRZ.

GEYER, auf den die Grundeinteilung der Weyerer Störungen zurückgeht, hat im Gebiet des Schiefersteins zwischen Losenstein und dem Pechgraben überhaupt keine durchlaufende Dislokation, die sich als Grenzausstrich Reichraminger/Ternberger Decke anböte.