© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 16 113—133 München, 25. 10. 1976

Neue Beobachtungen an Geröllen aus den Bayerischen Alpen und ihrem Vorland (Oberkreide, Alt- und Jungtertiär)

Von Herbert Hagn[1])

Mit 2 Abbildungen und Tafeln 11—13

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist in zwei Teile gegliedert. Beide sind Fragen der Paläogeographie gewidmet.

Im ersten Abschnitt wird ein Geröll eines mittelmiozänen sandigen Kalkes mit Bryozoen, Austern und Balaniden aus dem Pleistozän von Oberaudorf (Unterinntal) beschrieben. Das Gestein weist eine große Ähnlichkeit mit gleichalten Vorkommen aus der Subalpinen Molasse (z. B. Schwaig a. d. Osterseen) und mit Geröllen aus dem Quartär der Umgebung von München auf. Letztere lassen darauf schließen, daß diese fossilreichen Sedimente ursprünglich viel weiter verbreitet waren als heute. Der Fund von Oberaudorf bezeugt ferner ein Eindringen des Meeres der Oberen Meeres-Molasse in den kalkalpinen Raum. Diese Überflutung war wohl auf den Bereich der Inntal-Furche beschränkt.

Das zweite Kapitel befaßt sich mit Spiculiten und spiculitischen Gesteinen, welche am Aufbau von Konglomeraten vor allem der Subalpinen Molasse maßgeblich beteiligt sind. Diese kieseligen Gesteine besitzen ein unterschiedliches Alter und entstammen verschiedenen Ablagerungsräumen. Ein Geröll aus dem Oberen Aquitan der Blauen Wand S Traunstein (Traun-Profil, Subalpine Molasse) konnte z. B. in das Paleozän eingestuft werden. Seine Mikrofazies entspricht derjenigen von Geröllen aus den Angerberg-Schichten (Ober-Oligozän) des Unterinntals S von Kufstein. Die Heimat dieses Gerölls ist demnach im südlichsten Teil der Nördlichen Kalkalpen zu suchen. Eine Herkunft aus dem Flyschtrog scheidet damit aus.

Auf der Suche nach Flysch-Alttertiär in Geröllen der Subalpinen Molasse wurde in einem Konglomerat des Oberen Burdigals im Kaltenbach-Graben bei Miesbach ein Paleozän-Geröll entdeckt, das von zahlreichen Oberkreide-Komponenten begleitet war. Daraus geht hervor, daß die Schichtfolge des oberbayerischen Flysches über das Maastricht hinaus bis in das tiefste Alttertiär reichte.

Die vorliegende Studie zeigt somit erneut, daß die tertiäre Geschichte der Alpen ohne Kenntnis ihrer abgetragenen Schichtglieder nicht restlos erhellt werden kann. Die Geröllforschung hat hier eine bedeutsame Aufgabe übernommen.

[1]) Prof. Dr. H. Hagn, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8000 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Summary

This paper consists of two parts. Both of them deal with questions of paleogeography.

The first part describes a pebble which is composed of Middle Miocene sandy limestone containing bryozoa, oysters and barnacle remains. The pebble is from Pleistocene deposits of Oberaudorf, Lower Inn Valley. The rock bears great similarities to those of the contemporaneous Subalpine Molasse deposits e. g. Schwaig a. d. Osterseen, and also to the Quaternary pebbles from the vicinity of Munich. From the last mentioned can be deduced, that these fossiliferous sediments were originally much more widespread than today. The Oberaudorf find shows further that the sea of the Upper Marine Molasse encroached into the region of the Limestone Alps. This encroachment was apparently limited to the "Inntal-Furche" only.

The second part deals with spiculitic rocks, which are to a great extent involved in the composition of the conglomerates of the Subalpine Molasse. These silicious rocks are of varying age and are derived from different areas of deposition. One particular pebble from the Upper Aquitanian of the "Blaue Wand" south of Traunstein (Traun section, Subalpine Molasse) was ascribed to be of Paleocene age. Its microfacies was found to be the same as that of pebbles of the Angerberg beds (Upper Oligocene) from Lower Inn Valley, south of Kufstein. The source rock of this pebble is hence to be located in the southernmost region of the Northern Limestone Alps and not in the Flysch basin.

While on search for evidence of Lower Tertiary components of the Flysch zone in the Alpine Molasse deposits, a pebble of Paleocene age was discovered in an Upper Burdigalian conglomerate of the Kaltenbach Creek near Miesbach. This pebble is accompanied with numerous Upper Cretaceous components. It can be deduced from this, that the Upper Bavarian Flysch sequence extended from the Maestrichtian into the oldest Lower Tertiary.

The present study demonstrates once again that a reconstruction of the history of the Tertiary of the Alps cannot be completed without the knowledge of those beds which have been eroded away. The research on pebbles has thereby acquired an important part.

Inhalt

A. Vorwort 114
B. Ein Miozän-Geröll von Oberaudorf (Unterinntal) 116
C. Zur Frage des Flysch-Alttertiärs 123
Literatur 130

A. Vorwort

In Fortführung der vom Verfasser (Hagn 1971, 1972; Hagn & Ott 1975) in den letzten Jahren durchgeführten Geröllstudien sollen auch in der vorliegenden Arbeit interessante Gerölle aus den Bayerischen Alpen und ihrem Vorland beschrieben werden. Da Neuaufsammlungen grober klastischer Komponenten der Subalpi-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nen Molasse und der quartären Hüllschichten nicht selten neue Beobachtungen zulassen, erscheint es angebracht, von Zeit zu Zeit über die wichtigsten Ergebnisse zu berichten. Auf diese Weise kann aufgezeigt werden, auf welchen Gebieten jeweils die Schwerpunkte der Geröllforschung liegen.

Seit Frühjahr 1975 konnten die Geröllbestände der Mikropaläontologischen Abteilung des Instituts für Paläontologie und historische Geologie bedeutend vermehrt werden. Aus dem Kalkalpin stammen Aufsammlungen von Oberaudorf (Ober-Eozän der Oberaudorfer Schichten, ferner Quartär), von Kössen i. T. (Unter-Oligozän der Häringer Schichten, Ober-Oligozän der Angerberg-Schichten) und von Voldöpp bei Rattenberg im Unterinntal (Angerberg-Schichten). Die Faltenmolasse lieferte Geröllsuiten aus der Unteren Süßwasser-Molasse (W der Iller) sowie aus der Oberen Meeres-Molasse (SE von Kempten). Hierher sind auch zahlreiche Gerölle aus der Schweizer Molasse zu rechnen, welche Herr Dr. H. A. Haus (Überlingen) dankenswerterweise zur Verfügung stellte. Das Pleistozän des Alpenvorlandes wird hauptsächlich durch größere Aufsammlungen im N und SE Münchens vertreten. Ein Teil der Gerölle wurde vom Verfasser auf Studenten-Exkursionen und während Feldbegehungen aufgesammelt. Das Hauptkontingent ist allerdings der Aufmerksamkeit der Herren Dipl.-Geol. R. Ebel und S. Muzavor (beide München), A. Auer, H. Mertel, H. Obermüller, H. Will, J. Wühl (alle München) und J. Merbeler (Sonthofen) zu verdanken.

Einen erfreulichen Zuwachs stellt ferner die Dünnschliffsammlung Herrn Dr. H. K. Zöbelein's (München) dar, welche der Genannte am 7. 4. 1976 der Mikropaläontologischen Sammlung übergab. Sie besteht aus 410 Gesteinspräparaten. In dieser Kollektion überwiegen Schliffe von Geröllen aus der Subalpinen Molasse (Ammer- und Lech-Profil) sowie aus den Häringer und Angerberg-Schichten Tirols (Hermannsquelle N Kufstein, Höllgraben bei Kleinsöll und Voldöpp bei Rattenberg). Dieses Material bildete die Grundlage für die Ausführungen Zöbelein's über paleozäne, unter-, mittel- und obereozäne Gerölle kalkalpiner Herkunft, zu denen M. Reichel (Basel) die mikropaläontologischen Bestimmungen beisteuerte (1955). Herrn Dr. Zöbelein gebührt hierfür der herzlichste Dank.

Der vorliegende Geröllbericht mit ausgewählten Kapiteln baut auf die Ergebnisse früherer Autoren auf. Hier sind vor allem die bahnbrechenden Arbeiten von Cornelius (1920, 1923) und Boden (1925, 1931, 1935) zu nennen. Aus demselben Zeitraum stammen die Veröffentlichungen Muheim's (1934) und Reiser's (1922 bis 1924). Nach dem Zweiten Weltkrieg bereicherten Traub (1948) und Schiemenz (1955, 1960) das bestehende Schrifttum. Mit Fragen der Umlagerung befaßten sich außerdem einige Publikationen des Verfassers (z. B. Hagn 1950, 1960; Hagn & Hölzl 1952; Hagn & Wellnhofer 1967; Hagn & Zeil 1954).

Die folgenden Ausführungen beruhen auf der Durchsicht eines beträchtlichen Geröllmaterials. Es wurden über 550 Dünnschliffe ausgewertet. Trotzdem werden in dieser Arbeit nur verhältnismäßig wenige Schliffe beschrieben und auf sie Folgerungen aufgebaut. Es hat sich nämlich gezeigt, daß die Masse der Gerölle, von Ausnahmen natürlich abgesehen, kaum neue Erkenntnisse liefert. Sie eignet sich wohl für quantitative Untersuchungen mit all ihren Fehlerquellen. Der heutige Stand der Forschung verlangt indes qualitative Befunde, da Alter, Fazies und Herkunft der meisten Gerölle nur im Dünnschliff einwandfrei bestimmt werden können. Die Grundlagen hierfür bietet die moderne mikrofazielle Arbeitsmethode, also

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at
die Berücksichtigung aller anorganischen und organischen Merkmale eines Gesteins. So konnten mit Hilfe des Mikroskops sogar noch aus der eintönigen Schar der Kieselkalkgerölle Leitgerölle ausgeschieden werden (S. 124 usf.).

Dank schuldet der Verfasser den Herren Dr. H. Gall, E. Ott und F. Traub (alle München) für mannigfaltige Anregungen und Diskussionen. Herr Dipl.-Geol. H. Scholz, München, gab Auskünfte über die Obere Meeres-Molasse von Kempten im Allgäu. Er gestattete ferner einen Einblick in sein Manuskript und überließ Gesteinsproben aus dem Stadtgebiet von Kempten. Herr Techn. Obersekretär H. Mertel trug durch die Herstellung ausgezeichneter Dünnschliffe wesentlich zum Gelingen der vorliegenden Arbeit bei. Herr M. Dressler bemühte sich mit großem Erfolg um die photographischen Arbeiten. Die Vorlage zur Abbildung 1 zeichnete Herr Dipl.-Geol. S. Muzavor. Allen Beteiligten sei hiermit verbindlichst gedankt.

B. Ein Miozän-Geröll von Oberaudorf (Unterinntal)

Im Frühjahr 1975 wurden auf einem Grundstück an der Mühlauer Straße 29 südlich Oberaudorf (Besitzer Dr. A. Schramm) Bauarbeiten durchgeführt. Durch Erdbewegungen kamen zahlreiche Gerölle von z. T. beträchtlicher Größe zum Vorschein. Sie lagen lose im Gelände. Einige davon wurden am 14. 3. 1975 von den Herren A. Auer, H. Obermüller, H. Will und J. Wührl aufgesammelt (Abb. 1). Die beiden größten Gerölle messen 22×19×9 cm bzw. 19×13×12 cm. Sie sind von Nummuliten und anderen Großforaminiferen des Alttertiärs erfüllt. Das reichliche Auftreten der Gattung *Fasciolites* (= *Alveolina* auctorum) ist für die kalkalpine Heimat dieser Gerölle bezeichnend. Noch ein weiteres Geröll erregte die Aufmerksamkeit der genannten Sammler. Es handelt sich um einen gelblichen feinsandigen Schillkalk. Das Gestein ist deutlich gebankt; mit Hilfe der Lupe ist eine Einregelung der Schalen gut zu erkennen. Das Geröll weist die Maße 10×8×6 cm auf. Es zeigt breit abgerundete Kanten; sein Rundungsgrad ist daher nicht vollkommen. Der Transportweg war offenbar nicht weit. Zum Vergleich boten sich Sandsteine und sandige Kalke mit *Exogyra columba* (Lam.) an, welche dem Cenoman angehören. Derartige Gesteine sind nach Schlosser (1925, S. 55) in den Konglomeraten von Oberaudorf ziemlich häufig.

Dünnschliffe (G 1496 — 1505 a/76), welche von dem zuletztgenannten Geröll angefertigt wurden, ließen folgende a n o r g a n i s c h e Merkmale erkennen: Die Grundmasse ist überwiegend kalzitisch-grobkörnig, also sparitisch. Sie erscheint nur stellenweise pelitisch oder limonitisch getrübt. Ihr sind vereinzelt Quarzkörner eingestreut. Glaukonit ist sehr selten. Neben hellen sandigen Resedimenten (Intraklasten) wurden kleine Gerölle von Karbonaten, Hornsteinen mit Liesegang'schen Ringen und Spiculiten beobachtet. Erstere entstammen der Trias, letztere z. T. dem Jura. Einige der spiculitischen Geröllchen sind auf die Flysch-Oberkreide zu beziehen, da sie bezeichnende pelagische Foraminiferen *(Hedbergella, Heterohelix* u. a.) führen. Hierher können auch feinsandige, manchmal feinstglaukonitische Komponenten gestellt werden.

Unter den B i o g e n e n herrschen Muschelschalen vor. Sie sind als Austernreste zu bestimmen. Einen wesentlichen Bestandteil der Mikrofazies machen ferner Bryozoen aus (Taf. 11, Fig. 1; Taf. 13, Fig. 1). Ihre Zoöcien sind häufig mit einem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

limonitisch imprägnierten Pelit ausgefüllt. Ihr Einbettungsort stimmt daher wohl kaum mit ihrem früheren Lebensraum überein. In der Grundmasse schwimmen außerdem Bruchstücke von Kalkplatten der Gattung *Balanus*. Kleinforaminiferen (*Textularia*, rotaliide Formen) sind hingegen sehr selten. Dasselbe gilt von Korallen-, *Serpula*- und Echinodermen-Bruchstücken. Auch Corallinaceen-Grus tritt kaum in Erscheinung. Endlich ist noch ein kleines Nummuliten-Gehäuse zu erwähnen, das auf sekundärer Lagerstätte ruht.

Das Faunenbild wird durch die Feinstruktur der organischen Reste geprägt. Die Austernschalen sind sowohl feinstblättrig als auch blasig struiert (Taf. 11, Fig. 1; Taf. 12, Fig. 1). Beide Schalenschichten wechseln mehrfach miteinander ab, wobei der vesikuläre Teil

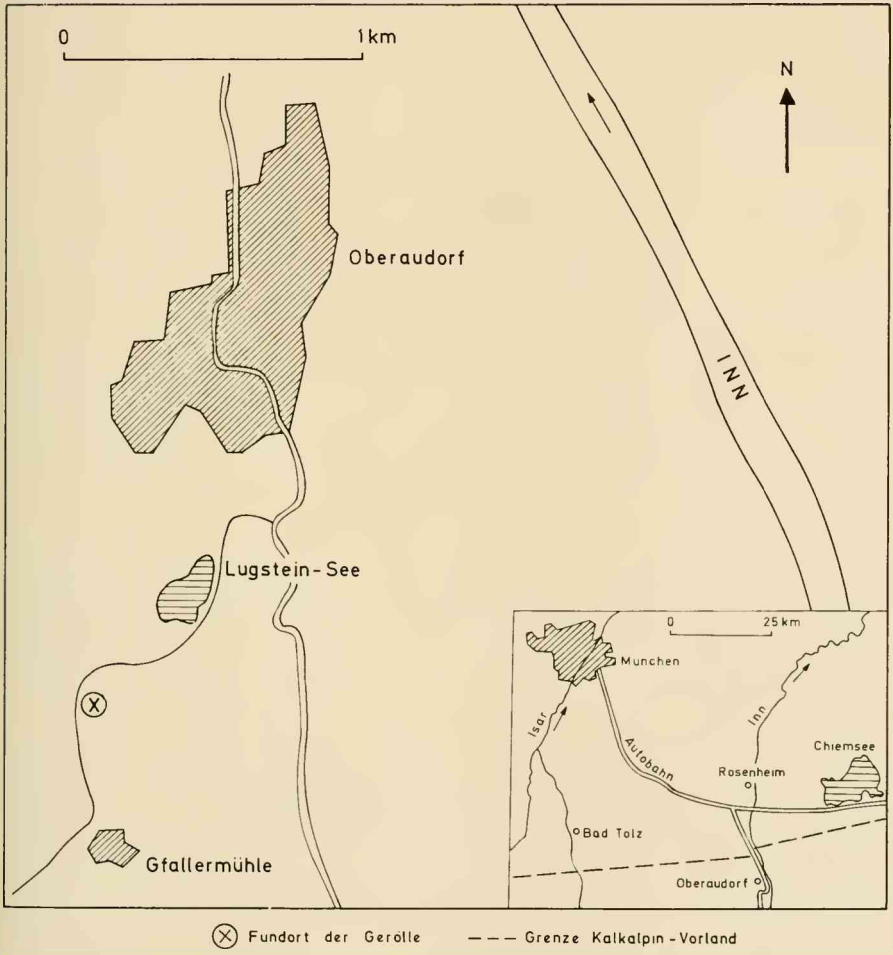


Abb. 1: Topographische Skizze von Oberaudorf (Unterinntal). Der ungefähre Verlauf der Grenze Kalkalpin/Flysch ist eingetragen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eindeutig überwiegt. Im Gegensatz zur Gattung *Ostrea* weist *Exogyra* einen abweichenden Bau ihrer Hartteile auf. Hier dominiert das Kalzitostrakum mit seiner primitiven Kreuzlamellenstruktur (Taf. 12, Fig. 2).[2]) Auch *Balanus* ist leicht zu erkennen. So zeigt z. B. Fig. 2 auf Tafel 11 von oben nach unten die Äußere Lamelle („outer lamina"), Querschnitte der Längskanäle („longitudinal tube"), die Inneren Lamellen („inner lamina") mit den so bezeichnenden Interlaminaren Figuren („interlaminate figure") sowie den Oberen Flügelrand („superior alar margin"). Die soeben gebrauchten Bezeichnungen sind den Ausführungen von NEWMAN et al. (1969, Fig. 106 auf S. R 238) entnommen.

Der Nachweis von Balaniden macht eine Einordnung des vorliegenden Gesteins in das Tertiär notwendig. Damit scheidet das kalkalpine Cenoman für einen weiteren Vergleich aus. Die Gattung *Balanus* tritt erstmals im Eozän auf. Ihre kalzitischen Überreste werden allerdings erst ab Miozän häufiger angetroffen. Zusammen mit Bryozoen und Austern sind sie für die Seichtwasserfazies der Oberen Meeres-Molasse des Alpenvorlandes charakteristisch. Diese Schichtfolge wird heute ganz allgemein in das Mittel-Miozän (Burdigal und Helvet = Eggenburg und Ottnang der Paratethys-Gliederung) gestellt.

In diesem Zusammenhang ist die Lokalität Schwaig a. d. Osterseen zu nennen. Sie liegt im Bereich des Aufgerichteten Südrands der Vorland-Molasse. In einem alten Steinbruch sind gelbliche Sandsteine und Sandkalke mit massenhaft Bryozoen und anderen Versteinerungen aufgeschlossen. Dieses Vorkommen war schon GÜMBEL (1861, S. 778) bekannt. Er verglich die fossilreichen Ablagerungen mit dem Muschelsandstein der Schweizer Molasse. Auch ROTHPLETZ (1917, S. 112) und BODEN (1925, S. 479) erwähnten diese Schichten. Weitere Angaben hierzu finden sich bei HAGN (1950, S. 16). Die Mikrofazies derselben Gesteine wurde in einer späteren Arbeit des Verfassers (HAGN 1955, Taf. 70, Bild 2; Taf. 71, Bild 1) berücksichtigt. Nach HÖLZL (1958, S. 28) sind die Schichten von Schwaig in den Grenzbereich Burdigal/Helvet oder in das Helvet selbst einzustufen. Es sei noch bemerkt, daß das Schliffbild eines sandigen Bryozoenkalks (G 1310 a/69) mit demjenigen des Gerölls von Oberaudorf weitgehend übereinstimmt.

Küstennahe Sedimente der Oberen Meeres-Molasse wurden ferner aus dem Allgäu beschrieben. In erster Linie ist hier das Gebiet um Kempten anzuführen (z. B. Lenzfrieder Höhenrücken, Steinbruch Tannen). Aufschlüsse im Stadtgebiet von Kempten konnten mit Hilfe eines Selachier-Zahns in das Helvet eingestuft werden (SCHOLZ 1976, Ms.). Ähnliche Gesteine streichen auch noch weiter im W, auf Blatt Weiler im Allgäu, zutage. Auch sie enthalten reichlich Bryozoen, Austernschalen und Balanidenreste. Nach AHRENDT (1965, Ms.) gehören diese Schichten gleichfalls dem Helvet an.

Quartäre Schotter der Umgebung von München lieferten in den letzten Jahren mehrere Gerölle von gelben Sandsteinen und Sandkalken. In ihnen konnten in wechselnder Menge Bryozoen, Austernreste und Balaniden beobachtet werden. Die meisten Funde stammen aus dem N Münchens (N Neuherberg, N Hasenbergl; leg. H. OBERMÜLLER). Herr A. AUER steuerte ein Geröll von Brunnthal SE Münchens bei. Derselbe Gesteinstyp kommt auch W von München vor. Ein entsprechendes Geröll wurde vom Verfasser am 3. 10. 1971 beim Bau der Germeringer Spange aufge-

[2]) Vgl. hierzu MAJEWSKE 1969, S. 50—52, Taf. 7, Fig. 1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sammelt. Man ist wohl berechtigt, alle diese Gerölle ein und derselben Fundschicht zuzuschreiben und sie aus der Oberen Meeres-Molasse abzuleiten. Ihnen kommt wie dieser ein mittelmiozänes Alter zu. Bei einer Einstufung dürfte das Helvet dem Burdigal vorzuziehen sein (vgl. hierzu S. 122). Zu bedenken wäre noch, daß das kleine Vorkommen von Schwaig nicht alle Gerölle geliefert haben konnte. Die Bryozoenkalke und -sandsteine repräsentieren demnach nicht eine mehr oder weniger isolierte Fazies innerhalb der Oberen Meeres-Molasse Oberbayerns, sondern waren ehemals viel weiter verbreitet.

Kehren wir wieder nach Oberaudorf zurück. Es wurde gezeigt, daß das Geröll aus dem Grundstück SCHRAMM eine verblüffende Ähnlichkeit mit Gesteinen der Oberen Meeres-Molasse Oberbayerns und des Allgäus besitzt. Um weitere Schlüsse ziehen zu können, ist es daher unerläßlich, zunächst einmal die Fundumstände möglichst eingehend darzulegen. Vor allem erscheint es notwendig, die Rolle der Alttertiär-Gerölle aufzuklären, welche zusammen mit dem Miozän-Geröll gefunden wurden.

Die Fundstelle liegt im Bereich einer schmalen Erhebung, die von der Mühlauer Straße nach E zieht. VÖLK (1960, Ms.) teilte hierzu folgendes mit: „Das den Rücken aufbauende grobe Geröll-Material sieht nach etwas verschwemmter, ausgewaschener Moräne aus. Vielleicht ist dies ein kleiner Rest jener Rückzugs-Endmoräne, die sich hier in einem toten Winkel des Inntals erhalten konnte". Auf der geologischen Karte ist an dieser Stelle Lokalmoräne eingezeichnet.

Sprengarbeiten, welche im Zuge eines Hausbaus durchgeführt wurden, gewährten indes Einblick in den Aufbau dieses Rückens. Die Fundstelle wurde daher am 25. 4. 1976 von Herrn J. WÜHRL und dem Verfasser erneut begangen. Weiteres Gesteinsmaterial konnten die Herren Dipl.-Geol. S. MUZAVOR und H. MERTEL am 3. 5. 1976 bergen. Obwohl die Aufschlußverhältnisse nicht sehr günstig waren, konnte festgestellt werden, daß die zahlreichen Alttertiär-Gerölle aus einem groben Konglomerat stammen, welches das Rückgrat der W-E streichenden Erhebung bildet. Den Geröllen haftet gerundeter Karbonatschutt (u. a. Hauptdolomit) an, der auch die Grundmasse der Nagelfluh aufbaut.

Die Alttertiär-Gerölle weisen fast immer einen ausgezeichneten Rundungsgrad auf (vgl. hierzu S. 116). Sie sind vorwiegend als fein- bis mittelkörnige Foraminiferen-Schuttkalke, seltener als Foraminiferen-führende Sandkalke ausgebildet. Als Beispiel mag das Geröll eines *Cuvillierina*-Kalkes dienen (Schliffe G 1512 — 1513 a/76).

In der vorwiegend kalzitischen Grundmasse schwimmen vereinzelt kleine Quarzkörner. Daneben treten große Kristallinkomponenten (Quarzaggregate) auf, deren Durchmesser bis zu 35 mm erreicht. Glimmer kommt nur untergeordnet vor. Resedimente sind zahlreich. An Kleinforaminiferen wurden Sandschaler (Textulariidae, Ataxophragmiidae), Milioliden und rotaliide Formen beobachtet. Die kalkschalige Gattung *Cuvillierina* ist ziemlich häufig, so daß sie in die Gesteinsbezeichnung eingehen kann. Die Großforaminiferen werden durch *Nummulites, Assilina, Operculina, Discocyclina, Orbitolites* und *Fasciolites*, darunter *F. oblongus* (D'ORB.) vertreten. Bryozoen, Muschelreste und Echinodermen-Bruchstücke vervollständigen das faunistische Bild. Corallinaceen stellen sich ebenfalls ein. Auch umgelagerte Globotruncanen fehlen nicht. Das Alter des Gesteins ist als tieferes Untereozän zu bestimmen.

Andere Gerölle führen Mikrofossilien des Paleozäns (z. B. zahlreiche Milioliden, Glomalveolinen, *Elianella*, Dasycladaceen). Sie liegen häufig im Untereozän auf sekundärer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lagerstätte. Zu erwähnen ist ferner ein rötlicher plattiger Foraminiferen-Schuttkalk, der ein teilweise verkieseltes Bruchstück eines großen Nummuliten einschließt. Ihm kommt bereits ein mitteleozänes Alter zu.

Große Gerölle ähnlicher Foraminiferen-Schuttkalke wurden von Völk (1960, Ms.) aus dem Basalkonglomerat der Oberaudorfer Schichten beschrieben. Ferner besteht eine große Ähnlichkeit mit alttertiären Geröllen der Angerberg-Schichten (Ober-Oligozän) von Voldöpp bei Rattenberg in Tirol. Die großen Kristallineinschlüsse könnten auf die Nähe der Grauwackenzone hindeuten. Die Heimat dieser Gerölle ist daher im S von Oberaudorf zu suchen. Hinweise auf eine Schüttung aus dem NE im Sinne von Lindenberg (1966, S. 85) liegen nicht vor.

Der ungewöhnliche Reichtum an Alttertiär-Geröllen in Konglomeraten des Unterinntals läßt auf umfangreiche Aufarbeitungen, gleichzeitig aber auch auf flächenhafte Meeresbedeckungen im Paleozän, Unter- und Mittel-Eozän schließen. Die Vorstellung von kleinräumigen Transgressionen, wie sie Tollmann (1976, S. 452) noch in jüngster Zeit vertrat, muß demnach endgültig aufgegeben werden (vgl. hierzu Traub 1948, S. 166).

Als Begleitgerölle treten Komponenten der Trias, des Jura und der Kreide auf. Die triadischen Kalke und Dolomite, die Spiculite des Lias sowie die pelagischen Kalke und Kieselkalke des Oberen Jura zeigen keine Besonderheiten. Die Kreide wird u. a. durch einen Exogyren-Sandstein des Cenoman vertreten (Schliffe G 1507 — 1510 a/76).

Die Matrix ist erfüllt von feinen Quarz- und Karbonatkörnern. Neben Wurmresten *(Rotularia)* wurden zahlreiche Schalen von anisomyaren Muscheln, vor allem der Gattung *Exogyra,* beobachtet. Auch Echinodermen-Schutt ist vorhanden.

Cenoman steht heute im Bereich von Oberaudorf nicht an (Völk 1960, Ms.). Schlosser (1925, S. 55) bezog die Cenoman-Gerölle von einem südlichen Ausläufer des Mühlbacher Bergs, also aus dem Süden. Diese Ansicht soll auch in der vorliegenden Studie als Arbeitshypothese dienen.

Der Obere Jura ist im Material von Oberaudorf in Radiolarienfazies entwikkelt. Eine Ausnahme davon machen einige Gerölle eines weißlichen Kalks, der sich unter dem Mikroskop als litoraler Malm entpuppte. Es handelt sich um einen Schuttkalk mit reichlich Fossilresten. Schliff G 1506 a/76 läßt folgende Einzelheiten erkennen:

In eine hyalin-spätige, kalzitische Grundmasse sind zahlreiche abgerundete Gesteinsfragmente eingebettet. Sandschalige Foraminiferen (Textulariidae, Ataxophragmiidae) kommen häufig vor. Gehäuse mit einer labyrinthischen Feinstruktur sind als *Pseudocyclammina* zu bestimmen. Daneben treten Milioliden auf. Bezeichnende Mikrofossilien sind ferner *Conicospirillina basiliensis* Mohler und *Trocholina alpina* (Leupold). An Metazoen wurden Reste von Bryozoen, Lamellibranchiaten, Gastropoden und Echinodermen beobachtet. Die Algen werden durch *Cayeuxia, Bacinella* und Dasycladaceen repräsentiert.

Ein mikrofaziell übereinstimmendes Geröll wurde von Herrn J. Wührl am 6. 11. 1971 in den marinen Basisschichten des Unter-Oligozäns im Kohlenbach unterhalb des E-Werks von Kössen in Tirol gefunden. Im Schliff konnte zusätzlich die Alge *Clypeina jurassica* Favre erkannt werden.

Höherer Dogger und Malm sind im Gebiet von Oberaudorf und auch weiter im N in Geosynklinalfazies entwickelt (u. a. Völk 1960, Ms.). Eine Herkunft der Gerölle aus nördlichen Regionen erscheint daher wenig wahrscheinlich. Auch der subalpine Malm, der die Unterlage des nordalpinen Flysches bildet, zeigt eine pelagische Ausbildung. So sind Geröllchen dieser Gesteine, welche in Flyschbrekzien schichtweise sehr häufig auftreten, meist von Radiolarien und Calpionellen erfüllt. Als Beispiel hierfür seien die oberkretazischen Kalkgraben-Schichten des Kalkgraben-Bruchs NE Schliersee angeführt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vergleichsmöglichkeiten ergeben sich indessen mit dem Plassenkalk, der nach Tollmann (1976, S. 365) auch im Sonnwendgebirge in Tirol ansteht. Aus diesem Gebiet beschrieb bereits Weynschenk (1950, S. 7, Taf. 3, Bild 26) eine *Pseudocyclammina*, deren Fundschicht er zunächst in die Obere Trias, wenig später in den Oberen Jura einstufte (vgl. hierzu Hagn 1968, S. 28—29). Es liegt daher nahe, die Gerölle von Oberaudorf und von Kössen auf eine südliche Randfazies des Malm-Meeres zu beziehen.

Hier stellt sich die Frage nach dem Alter des geröllspendenden Konglomerats. Handelt es sich hierbei um ein Schichtglied der Oberaudorfer Schichten und damit um Ober-Eozän oder um eine quartäre Nagelfluh? Dünnschliffe der Grundmasse erwiesen sich zumeist als fossilleer. Nur hin und wieder wurde ein Nummulitenrest beobachtet, der aber umgelagert sein konnte. Endlich wurde eine Gesteinspartie entdeckt, welche reichlich Gehäuse von *Nummulites fabianii* (Prever), *Gypsina linearis* (Hanzawa), Haddonien und Milioliden enthält. Durch diesen Fund wird die meerische Entstehung des Konglomerats belegt und zugleich sein obereozänes Alter festgestellt. Da die Konglomerate der Gfallermühle limnofluviatil sind, kommen für einen Vergleich nur die marinen Basalkonglomerate in Frage (Völk 1960, Ms.). Diese Deutung entspricht sehr gut den Gegebenheiten im Gelände. Demnach stellt unser Konglomerat das tiefste Schichtglied des Nordflügels der Oberaudorfer Mulde dar.

Fassen wir zusammen: Das Basalkonglomerat von Oberaudorf führt ortsfremde Komponenten (Malm, Cenoman, Paleozän, Unter- und Mittel-Eozän). Ihre Heimat lag im Süden. Das Meer drang von N her in den kalkalpinen Raum ein, wurde aber sehr bald wieder zurückgedrängt. Umlagerungsvorgänge spielten während des gesamten Ober-Eozäns eine bedeutende Rolle. Auch das jüngste Schichtglied der Oberaudorfer Schichten, die Konglomerate und ihre Begleitgesteine von der Gfallermühle, sind reich an allochthonen Komponenten aus Trias, Jura, Kreide und Alttertiär (Hagn 1960, S. 146 usf.).[3])

[3]) Kurz nach Abschluß des Manuskriptes erschien eine sehr dankenswerte Arbeit von W. Schnabel & I. Draxler (mit einem Beitrag von H. Stradner), in der über sedimentologische und mikrofloristische Untersuchungen (Pollen, Sporen, Hystrichosphäriden, Dinoflagellaten, Nannoplankton) im Bereich des Unterinntales berichtet wird. Auch mit Hilfe dieser Kleinstorganismen war es möglich, umfangreiche Umlagerungen aus Kreide und Alttertiär nachzuweisen.

Die genannten Autoren gelangten ebenfalls zu dem Ergebnis, daß das alttertiäre Meer von N in den kalkalpinen Raum eingedrungen ist. In diesem Zusammenhang wäre auch noch Wunderlich (1967, Abb. 7 auf S. 52) zu zitieren, der die Ablagerungen des Unterinntales als „Rückseiten-Sedimentation nach Durchgang der Orogenfront" deutete.

Die Schwerminerale der Oberaudorfer Schichten (vor allem Chromit) weisen auf ein „noch als exotisch zu bezeichnendes Liefergebiet im nördlichen Einzugsbereich des Inntaler Tertiärs" hin (Schnabel in Schnabel & Draxler 1976, S. 339). Nach Zeil (1956, S. 399) könnte man hier an den Rumunischen Rücken denken. Durch dieses Ergebnis wird auch die Frage berührt, ob die Gerölle des Oberaudorfer Eozäns aus dem Norden oder Süden stammen. Es sei nicht verschwiegen, daß sich Hagn & Wellnhofer (1967, S. 260—261) für einen Transport aus dem Norden entschieden. Die im Haupttext (s. oben) thesenartig formulierten Aussagen sollen auch andere Autoren dazu anregen, zu dieser Frage Beiträge zu leisten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Miozän-Geröll hat demnach mit den Alttertiär-Geröllen des Basalkonglomerats nichts zu tun. Es stammt offensichtlich aus einer geringmächtigen quartären Hüllschicht, welche die obereozäne Konglomeratrippe ummantelt. Während der Bauarbeiten wurden auf dem Grundstück SCHRAMM immer wieder rötliche Letten angeritzt, die nach VÖLK (1960, Ms.) in der näheren Umgebung mehrfach zutage treten. Sie sind wohl Bestandteil einer stark verwitterten Lokalmoräne. An klastischen Komponenten wurden vorwiegend kantengerundete Brocken des Oberaudorfer Eozäns (Basisschichten, *Fabianii*-Sandstein), also ortsgebundene Gesteine, angetroffen. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß auch der mittelmiozäne Sandkalk mit Bryozoen, Austern und *Balanus* keinen allzu weiten Weg zurückgelegt hat. Dafür spricht auch der unvollständige Rundungsgrad des Gerölls (S. 116), das man eigentlich als Geschiebe bezeichnen müßte.

Eine anthropogene Verschleppung des Gerölls bzw. des Geschiebes erscheint nach menschlichem Ermessen ausgeschlossen. Da die Integrität der Sammler außer Zweifel steht, könnte sie ohnehin nur durch Zufuhr von Schottermaterial während früherer Bauarbeiten erfolgt sein. Auch in diesem Fall würde das Miozän-Geröll aus der näheren Umgebung von Oberaudorf, sicher aber aus dem Unterinntal stammen.

Das Geröll von Oberaudorf gibt somit Anlaß, unsere bisherigen Vorstellungen über die Paläogeographie des Unterinntales in jungtertiärer Zeit zu überdenken. Man nahm bisher an, daß die Angerberg-Schichten, von den Augenstein-Schottern einmal abgesehen, die jüngsten Sedimente des nordalpinen Raumes darstellen. Der neue Fund beweist aber, daß im Mittel-Miozän im Bereich der Inntalfurche Seichtwassersedimente abgelagert wurden, die eine große Ähnlichkeit mit Gesteinen der Oberen Meeres-Molasse aufweisen. Diese faziellen Anklänge sind so zu verstehen, daß wir auch südlich Oberaudorf eine Strandfazies vor uns haben, wie sie für alle Küstenregionen des Miozän-Meeres kennzeichnend ist. Dieses Litoral tritt naturgemäß nicht nur am Südrand des Molassebeckens, sondern auch entlang seiner nördlichen Umrahmung auf. Als Beispiel seien hier die Aufschlüsse der Sandgrube Höch SW Passau genannt.

Es fällt nicht schwer, sich ein buchtartiges Eindringen des Meeres der Subalpinen Molasse in die Inntalsenke vorzustellen. Von der Geomorphologie her mag das Bild eines ertrunkenen Tales gerechtfertigt sein. Nimmt man an, daß die Flyschzone infolge der Überschiebung auf ihr Vorland (Ultrahelvetikum und Helvetikum) bereits im Mittel-Miozän stärker herausgehoben war, könnte man auch an einen fjordartigen Durchstich denken. Das Flyschgebirge lieferte seinen Schutt hauptsächlich nach N in den Molassetrog (z. B. Kaltenbach-Graben bei Miesbach; vgl. hierzu S. 129). Desgleichen ist eine, wenn auch geringere Schüttung nach S anzunehmen, da das Miozän-Geröll von Oberaudorf spiculitische Komponenten der Flyschzone enthält.

Das Unterinntal stellt eine tektonisch altangelegte Schwächezone mit allgemeiner Senkungstendenz dar. Zum Phänomen Unterinntal gehört auch das Übergreifen des helvetischen Priabon-Meeres auf sein im N und NE gelegenes Vorland (LEMCKE 1973, S. 13). Im Westen (z. B. im Allgäu) fand die Transgression des Alttertiär-Meeres erst im Unter-Oligozän (Latdorf) statt.

In jüngster Zeit konnte LEMCKE (1973, S. 15, 27) auf die Bedeutung der Helvet-Transgression für die Paläogeographie der Molassezone hinweisen. Im Gegensatz zum Burdigal wurden weitere Krustenteile von der Überflutung erfaßt. Auch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gall (1975, S. 199 usf.) gelang der Nachweis eines III. Zyklus der Oberen Meeres-Molasse im Bereich der Alb, der mit dem „Oberbechinger Horizont" des Mittel-Helvets (mit Austern und *Balanus*) eingeleitet wurde (l. c., S. 195—196). Seine Sedimente sind der Klifflinie im N vorgelagert. So ist auch für die „südliche Klifflinie" ein Ausbauchen in das Unterinntal hinein anzunehmen, zumal im östlichen Oberbayern im Helvet die Schlier-, also die Beckenfazies vorherrscht.

Weiter im Osten, im Meridian von Salzburg, liegt die Küstenlinie wieder im Bereich des Aufgerichteten Südrands der Vorland-Molasse. Der Wachtbergschotter (Helvet) führt nach Traub (1948, S. 60) Bryozoen, Austern und Balaniden. Wir haben somit ähnliche Verhältnisse wie westlich des Unterinntals vor uns. Die Ansicht Kordiuk's (1938, S. 24), der Südrand des Miozän-Meeres sei in Oberösterreich in den Alpen selbst zu suchen, kann daher als widerlegt gelten.

Noch ist das vorliegende Beweismaterial gering, doch sollte das wenige schon jetzt demonstriert werden, um die allgemeine Aufmerksamkeit darauf zu lenken. Jeder neue Fund wird ein Mosaiksteinchen sein, welches das soeben entworfene Bild farbiger und vollständiger gestalten wird.

C. Zur Frage des Flysch-Alttertiärs

Spiculite und spiculitische Gesteine sind in den Nördlichen Kalkalpen und ihrem Vorland weit verbreitet. Im kalkalpinen Jura treten Reste von Kieselschwämmen vor allem im Lias (Hagn 1955, Taf. 14, Fig. 2; Taf. 15, Fig. 1) und im Dogger auf. In den mitteljurassischen „Chiemgauer Schichten" (Tollmann 1976, S. 326 usf.) werden die Schwammnadeln (Megaskleren) häufig durch ovale bis nierenförmige Rhaxen (Mikroskleren) verdrängt. Nach einem Rückgang im Malm erlebten die Silicispongiae in der Unterkreide eine neue Blütezeit. Als Beispiel seien hier die Kieselkalke des jüngeren Teils der Roßfeld-Schichten genannt (vgl. hierzu Hagn 1955, Taf. 21, Fig. 1). — In der Flysch-Oberkreide stellen Schwamm-Spiculae die häufigsten Fossilreste dar. Die Fazies der Zementmergel-Serie ist besonders reich an Schwammnadeln (z. B. Hagn 1955, Taf. 36, Fig. 1). Spiculite sind daher maßgeblich am Aufbau der Flyschberge beteiligt; infolge ihrer Härte erscheinen sie nicht selten als Gipfelbildner. — Auch in der helvetischen Zone wurden Schwammnadeln schichtweise nicht selten angetroffen, so in den Drusberg-Schichten der mittleren Unterkreide (Hagn 1955, Taf. 42, Fig. 2).

Neben diesen autochthonen Vorkommen werden ungeheure Mengen von Schwammnadelgesteinen auf sekundärer Lagerstätte beobachtet. Abtragung und Umlagerungsvorgänge führten zu einer Anreicherung in Konglomeraten und Schottern der Subalpinen Molasse und der quartären Hüllschichten. Gerölle und Geschiebe dieser Gesteine spielen daher beim Aufbau des Alpenvorlandes eine wesentliche Rolle.

Während des Transports wurden Spiculite verschiedenen Alters und unterschiedlicher Herkunft miteinander vermengt. Viele Gerölle lassen sich, losgelöst aus ihrem früheren Schichtverband, heute nicht mehr bestimmen. Die Mikrofazies der Spiculite ist, trotz all ihrer Schwankungen, doch als recht eintönig zu bezeichnen. Die Suche nach Leitgeröllen gestaltet sich daher schwierig. Datierbare Gerölle verdienen deshalb eine eingehende Würdigung. Es hat sich gezeigt, daß die Hauptlast

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Beweisführung auf Kleinforaminiferen und Bruchstücken größerer Formen liegt. So können z. B. die Flysch-Spiculite an pelagischen Foraminiferen der Oberkreide *(Hedbergella, Globigerinelloides, Heterohelix)* erkannt werden.

In diesem Zusammenhang ist ein Geröll eines grauen spiculitischen Kalks zu erwähnen, dessen Länge 3 cm und dessen Breite 2,3 cm beträgt. Es wurde am 4. 9. 1971 dem oberaquitanen Konglomerat der Blauen Wand S Traunstein (Traun-Profil, Subalpine Molasse) entnommen. Diese schon von BODEN (1935, S. 343 usf.) beschriebene Fundstelle lieferte in den letzten Jahren so manches aufschlußreiche Geröll (HAGN 1971, 1972; HAGN & OTT 1975). Das vorliegende Gestein wurde vom Verfasser (HAGN 1972, S. 120) mit „Flysch-Paleozän" in Beziehung gebracht.

Der Dünnschliff (G 1393 a/72) enthüllt eine dichte, mikritische Grundmasse, der vereinzelt Quarzkörner eingebettet sind. Glaukonit tritt hingegen stärker zurück. Pelagische Foraminiferen sind häufig; sie verteilen sich auf die Gattungen *Globigerina (Subbotina)* und *Acarinina*. Das Benthos wird u. a. durch *Bolivina* und *Stilostomella* vertreten. Unter den rotaliiden Kleinforaminiferen dominiert ein einziges Genus (s. unten). Daneben wurde *Cibicides* beobachtet. Die Großforaminifere *Discocyclina* konnte nur in winzigen Bruchstücken nachgewiesen werden (Abb. 2).

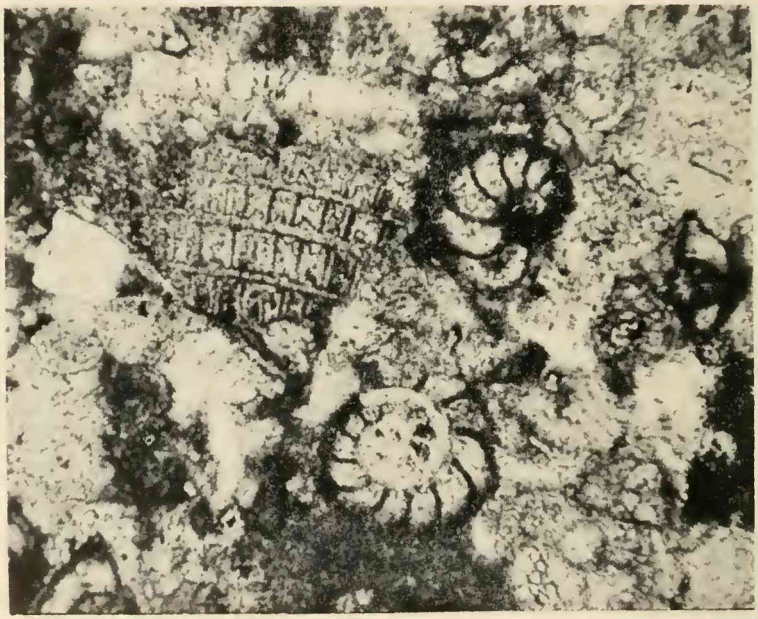


Abb. 2: Medianschnitt durch ein Bruchstück der Gattung *Discocyclina* (linke Bildhälfte) sowie Schnitte durch rotaliide Kleinforaminiferen *(?Osangularia)*. Das untere Gehäuse ist teilweise verkieselt; die Gehäusewand erscheint an dieser Stelle hyalin. — Kalkalpines Paleozän. Blaue Wand, Traun-Profil S Traunstein, Subalpine Molasse, Geröll aus dem Oberen Aquitan. Schliff G 1393 a/72. Vergrößerung ×81.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Faunenbild wird von Schwammnadeln beherrscht, deren Axialkanal noch gut erkennbar ist. Die Skleren sind fast immer kieselig erhalten und nur selten metasomatisch verkalkt. Die Spiculae, welche verstreut in der Matrix liegen, weisen eine deutliche Einregelung auf (Taf. 13, Fig. 2). An Metazoen wurden ferner Reste von Bryozoen und Echinodermen festgestellt. Auch Corallinaceen-Grus scheint auf.

Für die Gattungsbestimmung der oben erwähnten rotaliiden Formen stehen folgende Merkmale zur Verfügung: Das Gehäuse ist bikonvex. Die evolute Dorsalseite zeigt sich flacher als die involute Ventralseite. Die Gehäusewand erweist sich als perforiert, hyalin-granulat und bilamellar. Sie erscheint im auffallenden Licht weißlich-opak, im durchfallenden Licht bräunlich. Verkieselte Partien stellen sich hyalin-durchscheinend dar (Abb. 2). Nach Loeblich & Tappan (1964, S. C 752) kommt nur die Gattung *Osangularia* in eine engere Wahl. Da die Mündungsverhältnisse im Schliff nicht erkannt werden können, ist diese Bestimmung mit einem Fragezeichen zu versehen. *?Osangularia* tritt auch in der Hällritzer Serie der Flysch-Oberkreide ziemlich häufig auf. Sie ist in der höheren Oberkreide und im tieferen Alttertiär eines bestimmten Faziesbereiches offensichtlich weit verbreitet.

Die Gattung *Discocyclina* deutet auf den Zeitbereich Paleozän-Eozän hin. Die im Dünnschliff angetroffenen Schnitte durch *Acarinina* lassen eher auf Paleozän als auf Eozän schließen. Da faunistische Hinweise auf Eozän fehlen, sei das Geröll vorerst in das P a l e o z ä n gestellt.

Auf einer Studenten-Exkursion wurde am 18. 7. 1964 in den Angerberg-Schichten (Ober-Oligozän) NE Voldöpp bei Rattenberg (Unterinntal, Tirol) ein Geröll aufgesammelt, dessen Mikrofazies vollkommen derjenigen des Gerölls von der Blauen Wand entspricht. Das Gestein ist als heller, bräunlichgrauer Kalk ausgebildet. Länge und Breite des Gerölls können mit 12 bzw. 9 cm angegeben werden. Im Dünnschliff (G 1514 a/76) beobachtet man zahlreiche pelagische Foraminiferen *(Globigerina, Acarinina)*, dazu die benthonischen Gattungen *Stilostomella* und *?Osangularia*. Schwammnadeln sind häufig; sie liegen nicht dicht gepackt, sondern schwimmen lose in der Grundmasse.

Bei der Durchsicht der von Herrn Dr. H. K. Zöbelein der Mikropaläontologischen Abteilung übereigneten Schliffsammlung (S. 115) wurde ein Dünnschliff (1473 a/75) entdeckt, welcher dieselben Beobachtungen wie die Schliffe G 1393 a/72 und G 1514 a/76 zuläßt. Er wurde von einem Geröll angefertigt, das Herr Dr. Zöbelein in den Konglomeraten des Höllgrabens bei Kleinsöll N Kundl (Unterinntal) fand. Das Alter dieses Gerölls wurde von M. Reichel, Basel, als Paleozän bestimmt. Weitere Schliffe lassen eine ähnliche Mikrofazies erkennen; z. T. wurden zusätzlich noch Radiolarien beobachtet. Nach Zöbelein (1955, S. 343) sind derartige Gerölle verhältnismäßig häufig; außerdem erreichen sie eine Länge von über 30 cm (vgl. hierzu Kövecs 1964, Ms., S. 37, Abb. 47).

Wie bereits Zöbelein (1955, S. 344) bemerkte, verglich Boden (1925, S. 500 bis 501) diese Gerölle mit Gesteinen der „Kieselkalkgruppe" des nordalpinen Flysches. Er nahm daher eine Schüttung aus dem Norden an. Da Boden die inneralpinen Komponenten für übereinstimmend mit den Flysch-Geröllen der Miozän-Molasse des Alpenvorlandes hielt, war er sogar geneigt, die Konglomerate von Kleinsöll in das Miozän bzw. Mittel-Miozän einzustufen (l. c., S. 501).

Hierzu können folgende Bemerkungen gemacht werden:

a) Die Konglomerate des Höllgrabens bei Kleinsöll sind dem jüngsten Profilabschnitt der „Unterangerberg-Schichten" eingeschaltet (Kövecs 1964, Ms.). Sie entsprechen damit dem höchsten Teil der Häringer Schichten (Tollmann 1976, S. 453—454). Ihr Alter ist

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

höheres Rupel oder tiefes Chatt. Eine genauere Einstufung scheitert an der Kleinwüchsigkeit und Verarmung der Mikrofaunen, welche auf eine stark verringerte Salinität schließen lassen. Im Gegensatz dazu gehören die limnofluviatilen Konglomerate von Voldöpp den Angerberg-Schichten an, die man heute ganz allgemein in das Ober-Oligozän stellt.

b) An der Wende von Mittel- zu Ober-Oligozän war die Flysch-Zone noch kein Schuttspender, jedenfalls nicht im östlichen Oberbayern und im Bereich des Unterinntals. Sie wurde erst im Laufe des Miozäns zu einer Gebirgsscheide und damit zu einem gemeinsamen Liefergebiet für Nord und Süd (S. 122). Die Ursache hierfür ist in der Überschiebung des Flysches auf sein Vorland zu erblicken. Diese war mit einer Heraushebung und damit mit einer Abtragung vor allem der nördlichen Deckenteile verbunden.

c) Die Flysch-Gerölle der Miozän-Molasse sind weitgehend der höheren Kreide zuzurechnen (S. 129). Auch die Kieselkalkgruppe wird heute der Kreide zugeordnet. Alttertiär-Gerölle konnten bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Erst in der vorliegenden Arbeit wird über eindeutige Funde berichtet (S. 129—130).

d) Den spiculitischen Geröllen der Blauen Wand, von Voldöpp und von Kleinsöll ist eine gewisse Flyschähnlichkeit nicht abzusprechen. Das Schliffbild erinnert in mancher Hinsicht an das der Hällritzer Schichten. So ist z. B. das häufige Auftreten der Gattung *?Osangularia* nicht zu übersehen (S. 125). Mit M. Richter (1970, S. 226) könnte man diese Ablagerungen daher als „flyschoid" ansprechen. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß z. B. auch Tollmann (1976, S. 446) Paleozän-Sedimente der Gießhübler Gosaumulde in Niederösterreich („Gießhübler Schichten") als flyschähnlich bezeichnete.

Aus alledem geht hervor, daß das Geröll der Blauen Wand n i c h t aus der F l y s c h - Z o n e abgeleitet werden kann. Da vergleichbare Gerölle in inneralpinen Konglomeraten (Häringer und Angerberg-Schichten) auftreten, muß sein Liefergebiet im Südteil oder am Südrand des Kalkalpins gelegen haben. Für einen weiten Transportweg spricht auch die Abnahme der Korngröße und der Häufigkeit von Süd nach Nord (S. 125). Ob der spiculitische Kalk aus dem Anstehenden stammt oder aus den Angerberg-Schichten etwa des Raumes Kössen in Tirol durch eine „Ur-Traun" umgelagert wurde, kann nicht entschieden werden. Für eine Umbettung stünde immerhin der Zeitraum vom Ober-Oligozän bis zum höheren Unter-Miozän zur Verfügung.

In gutem Einklang damit steht der Fund eines weiteren Paleozän-Gerölls aus dem Konglomerat der Blauen Wand (Hagn & Ott 1975, S. 125—126). Es handelt sich um einen hellen Riffschuttkalk mit *Elianella elegans* Pfender & Basse und Korallenresten *(Porites)*. Dieses Geröll konnte auf einen „Riffgürtel am Südrand der Kalkalpen" bezogen werden (l. c., S. 127).

Der Vollständigkeit halber sei hier noch auf dunkle bis schwarze Spiculit-Gerölle eingegangen, welche in den Konglomeraten des T r a u n - P r o f i l s weit verbreitet sind (z. B. Hagn & Hölzl 1952, Taf. 7, Fig. 32; Schliff 6a/51). Sie erscheinen mit h e l l e n und d u n k l e n D o l o m i t e n „ u n b e k a n n t e r H e r k u n f t" vergesellschaftet. Da sie keine altersweisenden Mikrofossilien enthalten, bleibt ihr Alter zunächst ungeklärt. Hagn & Hölzl (1952, S. 102) leiteten diese „Lydite" in Anlehnung an Boden (1935) von einer Randschwelle zwischen Molasse und Helvetikum ab. Sie fügten hinzu: „Vielleicht entstammen sie einer mesozoischen Sedimenthülle dieser Kristallinschwelle".

Auch in der Subalpinen Molasse N S a l z b u r g kommen „Lydite" vor. Traub (1948, S. 162) hielt sie für „?Obersilur" der Grauwackenzone. Neuaufsammlungen, welche der Genannte im Jahre 1974 im burdigalen Geröllmergel-Schlier von Oberndorf bei Laufen durchführte, erbrachte eindeutige Spiculit-Gerölle. Da diese zusammen mit Trias-Karbonaten (mit Dasycladaceen) auftreten, ist für sie wohl ebenfalls ein triadisches Alter anzunehmen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Hierher gehört wohl auch ein Geröll aus der Falten-Molasse des westlichen Allgäus, dessen Schliffbild SCHIEMENZ (1960, S. 96, Taf. 4, Fig. 1) beschrieb und wiedergab. Seine Fundschicht ist Oberes Chatt, die Fundregion Blatt Balderschwang. Die weite Verbreitung dieser dunklen Spiculite dokumentieren ferner Funde, welche KÖVECS (1964, Ms.) in den inneralpinen Konglomeraten des Höllgrabens bei Kleinsöll und in den Angerberg-Schichten des Unterinntals machte. Es liegt ein schwarzer Kalk vor, der von Schwammnadeln und Radiolarien erfüllt ist (l. c., Abb. 45). Nach KÖVECS „dürfte es sich um einen anisischen oder karnischen Kalkstein handeln".

Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um einen Spiculit-Typus herauszustellen, welcher dem Flysch weitgehend fremd ist. Eine gewisse Ähnlichkeit besteht zwar zum kalkalpinen Lias, doch scheint eine Übereinstimmung nicht gegeben. Wie bereits erwähnt, besitzen diese Spiculite dasselbe Verbreitungsgebiet wie die hellen und dunklen Dolomite unbekannter Herkunft. Es liegt daher nahe, für all diese Gesteine ein gemeinsames Liefergebiet anzunehmen.

Im Schrifttum spielte lange Zeit die Annahme einer schuttspendenden Schwelle am Südrand der Molassezone eine große Rolle. Sie wurde zwar schon von CORNELIUS (1920, S. 166) verworfen, doch gewann sie durch die Arbeiten BODEN's Anhänger, darunter auch den Verfasser. Es ist hier nicht der Ort, in eine Diskussion auch nur der wichtigsten Arbeiten einzutreten. Die Randschwellen-Theorie kann heute als überholt gelten. Damit entfällt auch die Möglichkeit, die dunklen Dolomite und Spiculite von einer Aufragung zwischen Molasse und Helvetikum zu beziehen. Ein gleichzeitiger Transport von Geröllen nach N und S ist damit ebenfalls ausgeschlossen. Im Gegensatz zu früheren Äußerungen stimmt der Verfasser daher den Vorstellungen von SCHIEMENZ (1955, S. 400; 1960, S. 68 usf., Abb. 19 auf S. 87) zu, nach denen die Dolomite in einer südlich der Kalkalpen, aber noch im N der Grauwackenzone gelegenen geotektonischen Einheit beheimatet waren.

Zusammenfassend kann daher gesagt werden: Das Konglomerat der Blauen Wand führt zahlreiche sedimentäre Komponenten, welche sehr weit aus dem Süden stammen. Zum selben Ergebnis gelangte D. SCHMEER (in GANSS et al. 1956, S. 91 bis 93) für einige Kristallin-Gerölle, die aus den Zentralalpen hergeleitet wurden. Es liegen somit verfestigte Fernschotter der „Ur-Traun" vor, welche eine deutliche Härteauslese zeigen und somit als Residual-Sedimente aufzufassen sind. Flysch konnte in ihnen bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden, obwohl seine Gesteine meist umlagerungsresistent sind.

Neben diesem Ferntransport konnte im Traun-Profil noch eine Nahschüttung aufgespürt werden Hierher sind z. B. Assilinen zu rechnen, welche aus den Adelholzener Schichten ausgewaschen wurden (HAGN 1950, S. 13, Taf. 4, Fig. 6—7; HAGN & HÖLZL 1952, S. 51). Desgleichen konnten Aufarbeitungen aus den Stockletten sowie aus den ihnen eingelagerten Lithothamnien-Kalken festgestellt werden. Selbst Kleinforaminiferen der helvetischen Oberkreide fehlen nicht. Alle diese Umlagerungsvorgänge blieben auf das Nordhelvetikum beschränkt.

Kehren wir zur Frage des Flysch-Alttertiärs zurück. Sie fand in den vergangenen Jahrzehnten eine recht unterschiedliche Beantwortung. Alttertiäre Schichtglieder wurden im Schrifttum nicht selten beschrieben. Eingehende mikropaläontologische Untersuchungen der bayerischen Vorkommen gaben indes Veranlassung, die gesamte bisher bekanntgewordene Schichtfolge des Flysches in die Kreide zu stellen (HAGN 1967, S. 273—274). Erst FREIMOSER (1973, S. 51) gelang im Högl-Flysch und in der Teisendorfer Flyschscholle im östlichen Oberbayern der Nachweis geringmächtiger alttertiärer Sedimente. Er konnte sich hierbei auf die Bestimmungen von H. HEKEL (Nannoplankton) und U. PFLAUMANN (Kleinforaminiferen) stützen. Auch im Allgäu wurde Flysch-Paleozän mehrfach vermutet. So

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

könnte die Bleicherhorn-Serie des höheren Maastrichs durchaus in das Alttertiär hineinreichen, doch fehlt es bisher an Beweisen (vgl. hierzu v. Rad 1973, S. 123).[4])

Soweit das Anstehende. Es ist nun ein reizvolles Unterfangen, dem anscheinend so raren Flysch-Tertiär im subalpinen Schutt des Molassetrogs nachzuspüren. Dabei sind nicht nur Aufschlüsse über das Alter von Flysch-Geröllen, sondern auch Aussagen über die Faziesentwicklung und über die Menge des geförderten Materials zu erwarten.

Die Kenntnis der jüngsten Flysch-Ablagerungen ist auch im Hinblick auf das Wandern der Flysch-Fazies nach Norden von Bedeutung. Im Raum von Neubeuern am Inn griff sie erst im Ober-Eozän auf den nordhelvetischen Teiltrog über (Hagn 1973, S. 178). Im Unter-Oligozän erreichte die Flysch-Fazies schließlich den Molasseraum. So weisen die Deutenhausener Schichten des Südflügels der Murnauer Mulde mit ihren Mürbsandsteinen und Peliten einen deutlichen Flysch-Habitus auf.

Auf der Suche nach alttertiären Flysch-Geröllen erscheinen die jüngeren Konglomerate der Subalpinen Molasse am ergiebigsten. Sie enthalten die Abtragungsprodukte der Flysch-Zone, die während ihrer Heraushebung entstanden sind. Wie heute allgemein angenommen, wurde der Flysch auf sein Vorland (Ultrahelvetikum und Helvetikum) auf flacher Schubbahn überschoben. Diese Bewegungen erfolgten im Westen früher als im Osten. So kann der Aufstieg des Flysches im Bereich des Nesselburgfächers („Ur-Lech") nach Schiemenz (1960, S. 88) an die Wende Chatt/Aquitan gelegt werden. Im Meridian von Miesbach tritt die erste deutliche Flysch-Schüttung hingegen erst im Ober-Burdigal auf (S. 129). Vor allem Boden wurde nicht müde, in seinen Arbeiten die Bedeutung der Flysch-Gerölle für die Enthüllung der tertiären Gebirgsbildung hervorzuheben.

Im Frühjahr 1976 wurden 5 km SE K e m p t e n nahe dem Bahnhof Sulzbrunn durch Bauarbeiten umfangreiche künstliche Aufschlüsse geschaffen (Bundesautobahn-Baulos E 103). Sie liegen im Nordflügel der Hauchenberg-Mulde. Die aufgeschlossene Schichtfolge gehört dem jüngeren Teil der Oberen Meeres-Molasse (Helvet) an. Am 29. 3. 1976 wurden vom Verfasser zwei Konglomeratlagen ausgebeutet. Die ältere Fundschicht trägt den Charakter eines Restschotters, die jüngere fällt in die Kategorie der „Rosinenmergel". In ihr erreichen einzelne Gerölle einen Durchmesser bis über 20 cm. Insgesamt wurden an die 50 Gerölle geborgen.

Die meisten Gerölle entpuppten sich u. d. M. als Spiculite. Sie besitzen z. T. ein sehr feines Korn; die Schwammnadeln sind in dieser Ausbildung dünn und zierlich. Daneben stellen sich feinkörnige spiculitische und glaukonitische Sandkalke ein. Zahlreiche Gerölle lassen eine starke Verkieselung erkennen. Nicht selten wurden pelagische Foraminiferen der Oberkreide beobachtet *(Globotruncana, Hedbergella, Heterohelix).* Das Benthos wird durch Sand- und Kalkschaler *(Bolivina, ?Osangularia)* vertreten. Die Foraminiferen sind in der Regel sehr kleinwüchsig. Daneben kommen Bryozoen- und Echinodermenreste vor. Geröllchen von Calpionellen-Kalken weisen auf umgelagerten Malm hin.

[4]) Allzu vereinfachte und dadurch unrichtige Angaben enthält das Lehrbuch von Davies et al. (1975, Fig. 21 auf S. 227). Darnach stellt die Flysch-Zone (unter Einschluß des Helvetikums) "mainly Eocene W. of the Chiem See, mainly Cretaceous, with imbrications of Palaeocene to Middle Eocene, to the E" dar.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Alle diese Gerölle sind der Flysch-Oberkreide zuzuordnen. Alttertiäre Komponenten konnten nicht ermittelt werden. Daneben kommen, wenn auch untergeordnet, Trias- und Jura-Gerölle des Kalkalpins vor.

Die Frage, warum Alttertiär-Gerölle in unserem Geröllspektrum fehlen, kann vorerst nicht beantwortet werden. Es wäre möglich, daß im Rückland von Kempten in der Tat kein Alttertiär-Flysch angestanden hat. Andererseits wäre zu bedenken, ob das Alttertiär im Mittel-Miozän nicht schon erodiert war. So wies Schiemenz (1955, S. 399) darauf hin, daß der jüngste Flysch wohl zuerst abgetragen wurde und daher in den älteren Molasse-Schichten zu erwarten ist.

Im Kaltenbach-Graben bei Miesbach steht am linken Ufer, noch westlich der Einmündung des Gerner Grabens, eine 0,75 m mächtige Konglomeratbank an, welche fast ausschließlich aus Flysch-Geröllen aufgebaut wird (Boden 1925, S. 477—478). Sie wurde am 27. 10. 1971 gemeinsam mit Herrn H. Mertel beprobt. Das Konglomerat ist oberburdigalen Mergeln des Aufgerichteten Südrands der Vorland-Molasse eingeschaltet (Hagn 1972, Fußn. 3 auf S. 121). Von zehn näher untersuchten Geröllen erwiesen sich neun als Flysch-Oberkreide; es liegen z. T. sehr feinkörnige Spiculite und Feinsandkalke vor. Eine Ausnahme hiervon macht lediglich ein Geröll eines feinkörnigen, schwach glaukonitischen Sandsteins, dessen Länge 6 cm und dessen Breite 3,5 cm beträgt. In den Dünnschliffen (G 1515 — 1518 a/76) wurden winzige Bruchstücke der Gattung *Discocyclina* beobachtet. Daneben konnten sehr selten rotaliide Kleinforaminiferen (u. a. *Asterigerina)* erkannt werden. Außerdem stellt sich feinster Schutt von Bryozoen, Echinodermen und Corallinaceen ein. Insgesamt ist das Gestein als sehr fossilarm zu bezeichnen.

Das vorliegende Geröll besitzt ein alttertiäres Alter. Paleozän ist wahrscheinlich, doch lassen die wenigen Fossilreste keine genauere Einstufung zu. Da das Geröll, von Gangquarzen abgesehen, nur von Flysch-Gesteinen begleitet wird, ist seine Heimat ebenfalls in der Flysch-Zone zu suchen. Damit ist Flysch-Alttertiär zum ersten Mal als Komponente in der Subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns nachgewiesen.

Bei der Durchsicht älteren Sammlungsmaterials wurde ein Geröll entdeckt, das in diesem Zusammenhang ebenfalls Erwähnung verdient. Es stammt aus der Oberen Süßwasser-Molasse von Hohenleiten SW Beuerberg (vgl. hierzu Rothpletz 1917, S. 266; Boden 1925, S. 429 usf.). Das Geröll besitzt die Ausmaße 12×9×3,5 cm. Das Gestein ist als fein- bis mittelkörniger, gelblich-bräunlicher Sandstein ausgebildet. In der vorwiegend sparitischen Grundmasse (Schliffe G 871 bis 872 a/68) schwimmen zahlreiche Quarzkörner und andere Kristallin-Bröckchen. Glaukonit ist ziemlich selten. Geröllchen von Spiculiten und anderen Flysch-Gesteinen treten mengenmäßig stark in Erscheinung. Daneben kommen Resedimente, teils mit Milioliden, teils mit Globigerinen, vor. Die Kleinforaminiferen verteilen sich auf Sandschaler und auf rotaliide Kalkschaler. Die Gattung *Nummulites* wird durch kleine, linsenförmige Gehäuse repräsentiert. Bruchstücke von Discocyclinen sind sehr häufig. Bryozoen, Austern- und Echinodermen-Reste stellen sich ebenfalls ein. Auch Corallinaceen-Grus wurde beobachtet.

Die Anwesenheit von Nummuliten bedingt als Mindestalter Ober-Paleozän (Ilerd). Tieferes Eozän kann allerdings nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at
Das Geröll tritt in Begleitung zahlreicher Flysch-Gesteine auf. Da ein Vergleich mit kalkalpinen Sandsteinen aus mikrofaziellen Gründen nicht möglich ist, wird auch dieses Geröll aus dem Alttertiär der Flysch-Zone hergeleitet.

Diese ersten Funde sind zwar noch spärlich, doch ermutigen sie zu einer künftig gezielten Suche. Die beiden Gerölle vermitteln zumindest einen ersten Eindruck von der faziellen Ausbildung des Flysch-Alttertiärs. Es sind Gesteine, welche an den Greifensteiner Sandstein des Wiener Waldes erinnern. Da anzunehmen ist, daß nicht wenige Sandsteine fossilfrei sind, wird ein beträchtlicher Teil der Flysch-Gerölle allerdings nicht eindeutig zu bestimmen und damit zu erfassen sein. Vielleicht gehört auch ein Teil der glaukonitischen Sandsteine der „helvetischen Kreide" bei Boden (1925, S. 436 u. a. a. O.) hierher.

Vorerst hat es noch den Anschein, als träten die alttertiären Komponenten gegenüber den oberkretazischen Geröllen außerordentlich stark zurück. Ob dieser Befund der Wirklichkeit entspricht, müssen weitere Aufsammlungen erweisen. Es zeigt sich hier erneut, daß die tertiäre Geschichte der Alpen und ihres Vorlandes ohne Kenntnis ihrer abgetragenen Schichtglieder nicht geschrieben werden kann.

Literatur

Ahrendt, H.: Geologische Untersuchungen auf Blatt Weiler im Allgäu (Meßtischblatt Nr. 8425). — Unveröff. Dipl.-Arb., 1—63, I—XXVI (Legende zur geol. Karte, Profile, Geröllanalysen, Siebanalysen, Schliffbeschreibung), 1 geol. Karte 1:25 000, Taf. 1 (geol. Übersichtskarte), 16 Abb., Inst. f. Allg. u. Angew. Geol. Univ., München 1965.

Boden, K.: Die Geröllführung der miozänen und oligozänen Molasseablagerungen im südbayer. Alpenvorland zwischen Lech und Inn und ihre Bedeutung für die Gebirgsbildung. — Mitt. Geogr. Ges. München, 18, 427—504, Taf. 26, 8 Abb., 1 Tab., München 1925.

Boden, K.: Beschaffenheit, Herkunft und Bedeutung des ostalpinen Molasse-Schuttes. — Abh. Geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, 4, 1—33, München 1931.

Boden, K.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Chiemgauer Molasse. — Z. deutsch. geol. Ges., 87, 337—354, 2 Abb., 2 Tab., Berlin 1935.

Cornelius, H. P.: Einige Bemerkungen über die Geröllführung der bayrischen Molasse. — Verh. Geol. Staatsanst., 161—170, Wien 1920.

Cornelius, H. P.: Beobachtungen über die Geröllführung der Molasse am Allgäuer Alpenrande. — Verh. Geol. Bundesanst., 183—191, Wien 1923.

Davies, A. M.: Tertiary Faunas. A Text-book for Oilfield Palaeontologists and Students of Geology. Vol. II. The Sequence of Tertiary Faunas. Revised and brought up to date by F. E. Eames & R. J. G. Savage. — 1—447, 34 Abb., 4 Tab., London (George Allen & Unwin Ltd) 1975 (zitiert als Davies et al. 1975).

Freimoser, M.: Zur Stratigraphie, Sedimentpetrographie und Faziesentwicklung der Südostbayerischen Flyschzone und des Ultrahelvetikums zwischen Bergen/Obb. und Salzburg. — Geol. Bav., 66, 1972, 7—91, 8 Abb., 2 Tab., 6 Beil., München 1973.

Gall, H.: Der III. Zyklus der Oberen Meeresmolasse (Helvet) am Südrand der Schwäbisch-Fränkischen Alb. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 15, 179—205, 4 Abb., München 1975.

Ganss, O.: Geologie des Blattes Bergen. Mit einem Beitrag von I. de Klasz (Helvetische Zone), K. Götzinger (Bohrung Bergen 1) und F. Vogel (Bodenkundlicher Beitrag). —

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Geologica Bavarica, **26**, 1—164, 1 Karte und 1 Profiltaf. 1:25 000, 7 Abb., 5 Beil., München 1956 (zitiert als GANSS et al. 1956).

GÜMBEL, C. W.: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. — I—XX, 1—950, 5 geol. Karten, 1 Bl. Gebirgsansichten, 42 Profiltaf., 25 Abb., Gotha (Verlag JUSTUS PERTHES) 1861.

HAGN, H.: Über Umlagerungsvorgänge in der subalpinen Molasse Oberbayerns und ihre Bedeutung für die alpine Tektonik. — Geologica Bavarica, **5**, 1—45, Taf. 1—5, München 1950.

HAGN, H.: Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayerischen Alpen. — Internat. Sedim. Petr. Ser., **1**, I—XII, 1—174, Taf. 1—71, 2 Abb., 8 Tab., Leiden 1955.

HAGN, H.: Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. — Geologica Bavarica, **44**, 1—208, Taf. 1—12, 10 Abb., 1 Tab., München 1960.

HAGN, H.: Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **7**, 245—320, 3 Abb., 1 Tab., München 1967.

HAGN, H.: *Haddonia heissigi* n. sp., ein bemerkenswerter Sandschaler (Foram.) aus dem Obereozän der Bayerischen Kalkalpen. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **8**, 3—50, Taf. 1—3, 8 Abb., München 1968.

HAGN, H.: Über Gosau-Gerölle mit Großforaminiferen der höchsten Oberkreide aus der Subalpinen Molasse des bayerischen Alpenvorlandes. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **11**, 17—32, Taf. 4, München 1971.

HAGN, H.: Über kalkalpine paleozäne und untereozäne Gerölle aus dem bayerischen Alpenvorland. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **12**, 113—124, Taf. 7 bis 8, 1 Abb., München 1972.

HAGN, H.: Helvetikum-Zone. Das Helvetikum von Neubeuern am Inn (mit Beiträgen von ERLEND MARTINI und WOLF OHMERT). — In: Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Erläuterungen zu Blatt Nr. 8238 Neubeuern, 151—208, 348—352, Taf. 11—20, 2 Tab., München 1973.

HAGN, H. & O. HÖLZL: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit Berücksichtigung des im Süden anschließenden Helvetikums. — Geologica Bavarica, **10**, 1—208, Taf. 1—8, 7 Abb., 2 Tab., München 1952.

HAGN, H. & E. OTT: Ein Geröll mit *Elianella elegans* PFENDER & BASSE (Paleozän, Kalkalpin) aus der subalpinen Molasse N Salzburg. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **15**, 119—129, Taf. 11, 1 Abb., München 1975.

HAGN, H. & P. WELLNHOFER: Ein erratisches Vorkommen von kalkalpinem Obereozän in Pfaffing bei Wasserburg (mit einem Beitrag von A. SELMEIER). — Geologica Bavarica, **57**, 205—288, Taf. 1—12, 5 Abb., München 1967.

HAGN, H. & W. ZEIL: Der Geröllbestand der jungkattischen Konglomerate im Staffelsee bei Murnau (Oberbayern) und seine Bedeutung für die Paläogeographie der subalpinen Molasse. — Geol. Jb., **69**, 537—598, Taf. 40—44, 1 Abb., Hannover 1954.

HÖLZL, O.: Die Mollusken-Fauna des oberbayerischen Burdigals. — Geologica Bavarica, **38**, 1—348, Taf. 1—22, 6 Abb., München 1958.

KÖVECS, G.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Rattenberg und Niederbreitenbach (Tirol). — Unveröff. Dipl.-Arb., 1—113, 1 geol. Karte 1:25 000, 1 Profiltaf. 1:25 000, 72 Abb., Inst. f. Paläont. hist. Geol. Univ., München 1964.

KORDIUK, B.: Zur Entwicklung des subalpinen Molassetroges. — Abh. Preuß. Geol. Landesanst., N. F., **187**, 1—47, Taf. 1—3, 14 Abb., 2 Tab., Berlin 1938.

LEMCKE, K.: Zur nachpermischen Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. — Geologica Bavarica, **69**, 5—48, 11 Abb., 2 Beil., München 1973.

LINDENBERG, H. G.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Gebiet von Kössen in Tirol. — Unveröff. Dipl.-Arb., 1—102, 1 geol. Karte 1:10 000, 1 Profiltaf., 1 Über-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sichtsskizze, Taf. 1—15, 13 Abb., 1 Panoramaphoto, Inst. f. Paläont. hist. Geol. Univ., München 1962.

Lindenberg, H. G.: Die Bolivinen (Foram.) der Häringer Schichten. Mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär des Unterinntal-Gebietes. — Boll. Soc. Paleont. Ital., 4, 1965, 64—160, 32 Abb., 5 Detailkarten, 4 Beil., Modena 1966.

Loeblich, A. R., Jr. & H. Tappan: Part C. Protista 2. Sarcodina. Chiefly „Thecamoebians" and Foraminiferida. — In: Treatise on Invertebrate Paleontology, 2 Bände, I—XXXI, C 1—900, 653 Abb., The University of Kansas Press, Lawrence 1964.

Majewske, O. P.: Recognition of Invertebrate Fossil Fragments in Rocks and Thin Sections. — Internat. Sedim. Petr. Ser., 13, I—XV, 1—101, Taf. 1—106, 1 Porträt, 8 Tab., Leiden 1969.

Muheim, F.: Die subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg. — Eclogae Geol. Helv., 27, 181—296, 1 geol. Karte 1:25 000 (Taf. 6), 1 Profiltaf. (Taf. 7), 1 Abb., 8 Tab., Basel 1934.

Newman, W. A., V. A. Zullo & T. H. Withers: Cirripedia. In: Part R. Arthropoda 4 by Brooks, H. K., Carpenter, F. M., Glaessner, M. F. et al. — In: Treatise on Invertebrate Paleontology, I—XXXVI, R 1—398, 216 Abb., The University of Kansas Press, Lawrence 1969.

Rad, U. v.: Zur Sedimentologie und Fazies des Allgäuer Flysches. — Geologica Bavarica, 66, 1972, 92—147, Taf. 1—8, 14 Abb., 1 Tab., 3 Beil., München 1973.

Reiser, K. A.: Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu. — Geogn. Jh., 33, 35, 36, 1920, 1922, 1923, 57—198, 1—82, 1—34, 1 geol. Karte 1:25 000, 1 Taf., 5 Abb., München 1922—1924.

Richter, M.: Beginn und Ende der Flysch-Sedimentation. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 225 bis 234, Stuttgart 1970.

Rothpletz, A.: Die Osterseen und der Isar-Vorlandgletscher. — Mitt. Geogr. Ges. München, 12, 99—314, 2 geol. Karten 1:25 000 bzw. 1:150 000, Taf. 12, 31 Abb., München 1917.

Schiemenz, S.: Schotteranalyse und Paläogeographie der Subalpinen Molasse Südbayerns. — Z. deutsch. geol. Ges., 105, 1953, 396—401, 3 Abb., Hannover 1955.

Schiemenz, S.: Fazies und Paläogeographie der Subalpinen Molasse zwischen Bodensee und Isar. — Beih. Geol. Jb., 38, 1—119, Taf. 1—6, 23 Abb., 17 Tab., Hannover 1960.

Schlosser, M.: Die Eocaenfaunen der bayerischen Alpen. I. Teil: Die Faunen des Unter- und Mitteleocaen. II. Teil: Die Obereocaenfauna. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Abt., 30, 7. Abh., 1—207, 1—68, Taf. 1—8, 4 Tab., München 1925.

Schnabel, W. & I. Draxler: Sedimentologische, palynologische und Nannofossil-Untersuchungen in der Inneralpinen Molasse des Unterinntales unter besonderer Berücksichtigung von Umlagerungsfaktoren. Mit einem Beitrag von Herbert Stradner, Wien. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 151, 325—357, 10 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1976.

Scholz, H.: Ein neuer Aufschluß in der Oberen Meeresmolasse von Kempten. — Mitt. Naturwiss. Arbeitskr. Kempten/Allgäu, Kempten 1976 (im Druck).

Tollmann, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. — I—XV, 1—580, Taf. 1—3, 256 Abb., Wien (Verlag Franz Deuticke) 1976.

Traub, F.: Beitrag zur Kenntnis der miocänen Meeresmolasse ostwärts Laufen/Salzach unter besonderer Berücksichtigung des Wachtbergkonglomerats. — N. Jb. Mineral. etc. Mh., 1945—1948, B, 53—71, 161—174, 1 geol. Karte 1:25 000, 1 Profil, 4 Abb., Stuttgart 1948.

Völk, H.: Geologie des westlichen Unterinntales zwischen Oberaudorf und Kiefersfelden. — Unveröff. Dipl.-Arb. 1—98, 1 geol. Karte 1:10 000, 1 Profiltaf. 1:12 500, 16 Abb., 5 Beil., Inst. f. Paläont. hist. Geol. Univ., München 1960.

Weynschenk, R.: Die Jura-Mikrofauna und -flora des Sonnwendgebirges (Tirol). — Schlern-Schriften, 83, 1—33, Taf. 1—3, 5 Abb., 1 Tab., Innsbruck 1950.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wunderlich, H. G.: Orogenfront — Verlagerung in Alpen, Apennin und Dinariden und die Einwurzelung strittiger Deckenkomplexe. — Geol. en Mijnbouw, 46, 40—60, 10 Abb., Den Haag 1967.

Zeil, W.: Zur Kenntnis der höheren Unterkreide in den Bayerischen Kalkalpen. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 103, 375—412, Taf. 17—19, 8 Abb., Stuttgart 1956.

Zöbelein, H. K.: Über Alttertiär-Gerölle aus der subalpinen Molasse des westlichen Oberbayerns und der inneralpinen Molasse (Angerbergschichten) des Tiroler Unterinntales (Vorläufige Mitteilung). Mikropaläontologische Befunde von Manfred Reichel, Basel. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 342—348, Stuttgart 1955.

Tafel 11

Fig. 1—2: Mittel-Miozän (Helvet). S Oberaudorf (Unterinntal), Mühlauer Straße 29, Geröll bzw. Geschiebe aus Lokalmoräne. Alle Vergrößerungen ×18.

1: Sandkalk mit Austernschalen (blasig) und Bryozoen (dunkel). Schliff G 1496 a/76. Zu S. 117.

2: Querschnitt durch eine Kalkplatte von *Balanus*. Bezeichnend sind die Interlaminaren Figuren (Bildmitte) sowie die Querschnitte durch die Längskanäle. Schliff G 1497 a/76. Zu S. 118.

Tafel 12

Fig. 1: Sandkalk mit Austernschalen (Bildmitte) und Bryozoen (rechts oben). Mittel-Miozän (Helvet). S Oberaudorf (Unterinntal), Mühlauer Straße 29, Geröll bzw. Geschiebe aus Lokalmoräne. Schliff G 1498 a/76. Vorgrößerung ×18. Zu S. 117.

2: Sandstein mit Schale von *Exogyra* (Bildmitte). Cenoman. Thalham N Miesbach, Geschiebe aus Moräne. Schliff G 892 a/68. Vergrößerung ×32. Zu S. 118.

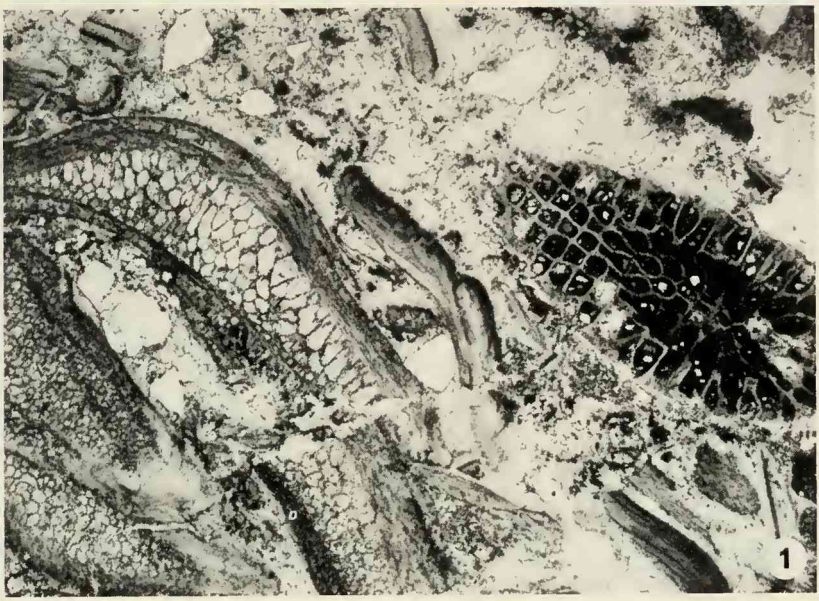
Tafel 13

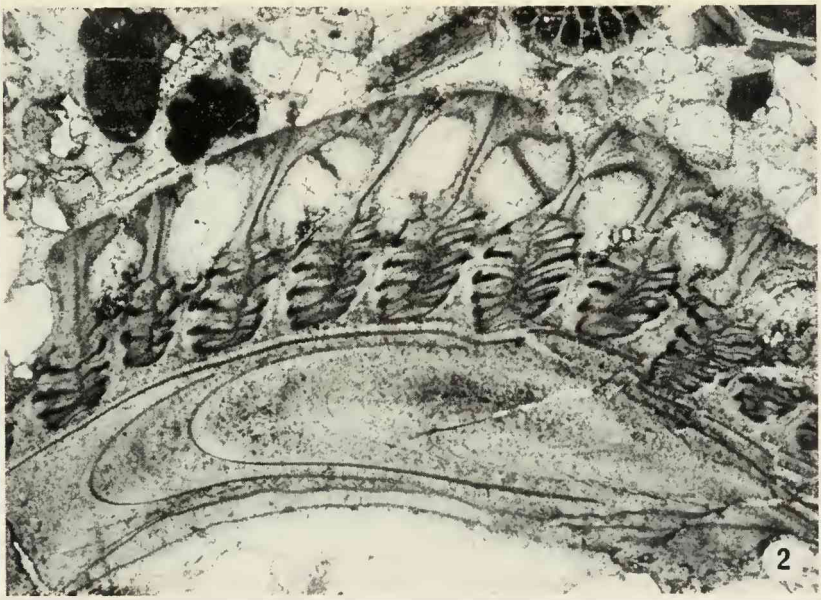
Fig. 1: Bryozoenstöckchen. Mittel-Miozän (Helvet). S Oberaudorf (Unterinntal), Mühlauer Straße 29, Geröll bzw. Geschiebe aus Lokalmoräne. Schliff G 1499 a/76. Vergrößerung ×18. Zu S. 116.

2: Spiculitischer Kalk mit eingeregelten Schwammnadeln. Kalkalpines Paleozän. Blaue Wand, Traun-Profil S Traunstein, Subalpine Molasse, Geröll aus dem Oberen Aquitan. Schliff G 1393 a/72. Vergrößerung ×18. Zu S. 124.

Das gesamte Untersuchungsmaterial befindet sich in der Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München.

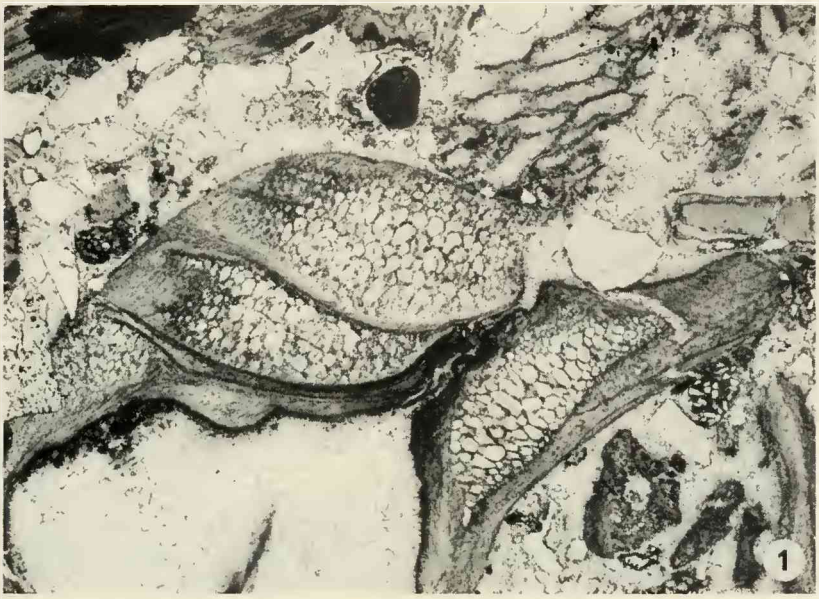
© Bayerische Akademie der Wissenschaften; http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

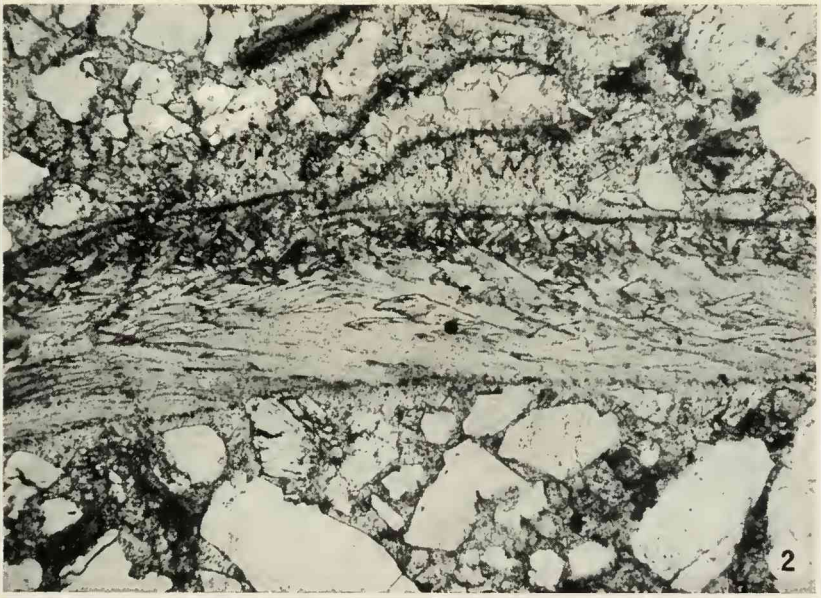




© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

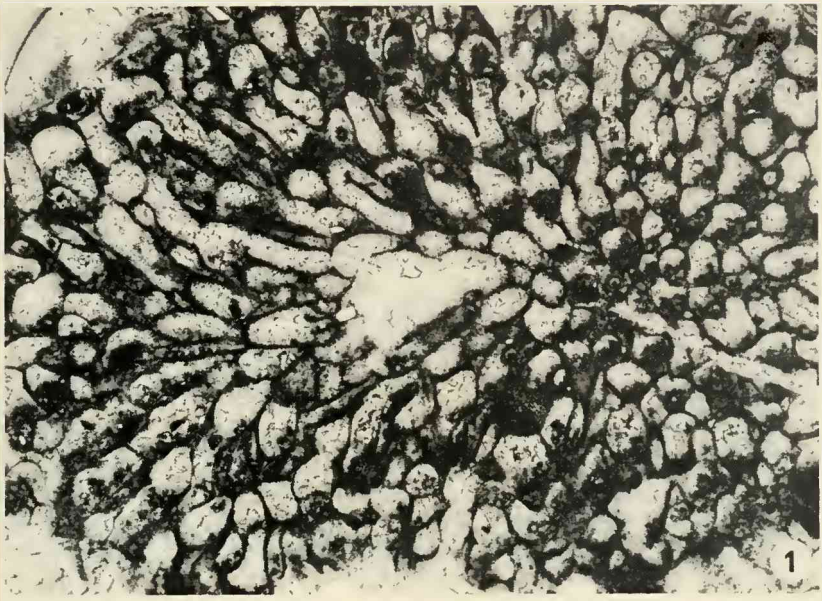
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

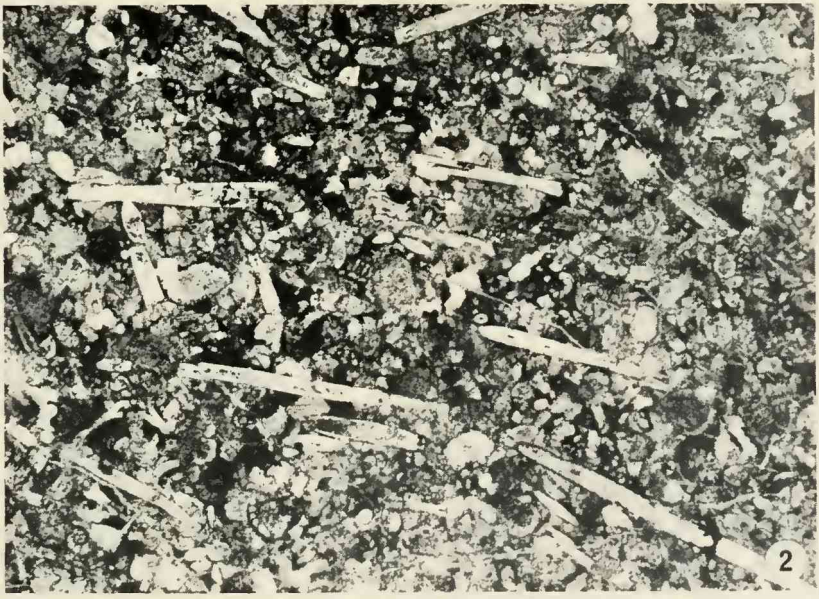




© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Histor. Geologie

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 16

Autor(en)/Author(s): Hagn Herbert

Artikel/Article: Neue Beobachtungen an Gerollen aus den Bayerischen Alpen und ihrem Vorland (Oberkreide, Alt- und Jungtertiär) 113-133