

Meinem Freund OTTO HÖLZL  
zum 70. Geburtstag gewidmet

## Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes

Von HERBERT HAGN, München<sup>1)</sup>

Mit 3 Abbildungen im Text und 1 Tabelle

### Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist in zwei Hauptteile gegliedert.

Im **ersten** Abschnitt wurden an Hand eines historischen Überblicks die Geistesströmungen aufgezeigt, die seit dem ausgehenden 18. Jahrhundert ihren Niederschlag im Schrifttum gefunden haben. Es folgt eine Charakterisierung der einzelnen Ablagerungsräume, in denen die Schichtfolgen des Kalkalpins, der Flyschzone, des Ultrahelvetikums, des Helvetikums sowie des Molassetrogs entstanden sind. Auf die Unterschiede im Schichtbestand und in der faziellen Entwicklung wurde besonders hingewiesen. Sie finden ihre Erklärung in den Auswirkungen der orogenetischen Bewegungen, die seit dem Ende der Kreidezeit aus dem Bereich der ehemaligen kalkalpinen Geosynklinale in das subalpine Vorland gewandert sind (Wandern der „Gebirgswelle“). Somit bestehen enge Beziehungen zwischen Stratigraphie, Paläogeographie und Tektonik. Auf die Bedeutung des Alttertiärs der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes für diese Arbeitsrichtungen wurde in einem eigenen Kapitel eingegangen.

Der **zweite** Hauptteil enthält eine kurzgefaßte Beschreibung der alttertiären Sedimente der oben genannten Ablagerungsräume. Der Stoff wurde so angeordnet, daß ein unmittelbarer Vergleich aller paleozäner, eozäner und oligozäner Ablagerungen möglich ist. Abgesehen von den Ergebnissen älterer Autoren fanden vor allem die Erkenntnisse aus neuerer Zeit eine gebührende Berücksichtigung. Einige dieser Beobachtungen und Befunde sind bis jetzt noch nicht veröffentlicht. Wo es notwendig war, wurde auch auf noch nicht gelöste Fragen hingewiesen. Ein besonderes Augenmerk schenkte der Verfasser dem Phänomen der Fazieswanderung, das mit der Verlagerung des Trogtiefsten nach Norden sowie mit der alttertiären Transgression in Zusammenhang steht. Auf diese Weise erscheinen die einzelnen Zonen nicht mehr isoliert; die Gemeinsamkeiten

<sup>1)</sup> Prof. Dr. H. HAGN, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Str. 10/II.

ihrer Geschichte wurden herausgearbeitet. Schließlich kommt klar zum Ausdruck, welche Rolle die Mikropaläontologie für die Alpengeologie gespielt hat und heute noch spielt. Gerade am Beispiel des kalkalpinen Alttertiärs wird ersichtlich, wie sehr sich vor allem die stratigraphischen und paläogeographischen Vorstellungen innerhalb der letzten Jahre durch den Einsatz mikropaläontologischer Arbeitsmethoden gewandelt haben.

### Summary

The present publication is composed of two main parts.

Part one contains a review of the literature beginning with the outstanding work by FLURL at the end of the eighteenth century until recent time. It has been shown that the ideas changed in the course of time. In a following chapter the fact has been considered that the sediments of the Paleogene of the Bavarian Alps and their foreland have not been deposited in a single basin but in different geosynclines and troughs. They are named (from south to north): Kalkalpin, Flysch, Ultrahelveticum, Helveticum, and Molasse. There are differences in the age of the strata and also in the facies. These differences are explained through the fact that the orogenic activity since the end of the Cretaceous migrated into the foreland (migration of the "orogenic wave"). Therefore close relations exist between stratigraphy, paleogeography and tectonics. Finally it has been pointed out that the knowledge of the Lower Tertiary of the Bavarian Alps and their foreland yielded valuable contributions to the above mentioned disciplines.

In part two there is given a short description of the deposits of the Kalkalpin geosyncline, the Flysch trough, the Ultrahelveticum and Helveticum zones, and the Molasse basin. The description has been arranged in such a manner that an immediate comparison of all sediments of Paleocene, Eocene and Oligocene age is possible. Not only the results of former authors have been discussed but also the knowledges of our days have been considered extensively. Some of these are not yet published. In some cases it has been necessary to point to not yet solved problems. The author has made an attempt to recognize the phenomenon of migration of facies in the different areas of sedimentation. This migration is connected with the northward movement of the deepest of the trough as well as the transgression of the sea from south to north. This point of view helps to understand that the different zones are not isolated but have some equal aspects of their genesis. Furthermore it has been shown how much the micropaleontology has contributed to our present knowledge. It is quite evident that the micropaleontological investigations caused many changes of ideas, especially in the field of stratigraphy and paleogeography.

## Inhalt

	Seite
A. Vorwort . . . . .	247
B. Einführung . . . . .	249
1. Geschichtlicher Überblick . . . . .	249
2. Überblick über die einzelnen Ablagerungsbereiche . . . . .	257
3. Die Bedeutung der bayerischen Alttertiärvorkommen für das europäische Alttertiär . . . . .	262
C. Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes — ein Überblick . . . . .	268
1. Paleozän . . . . .	268
a) Molasse . . . . .	268
b) Helvetikum . . . . .	269
c) Ultrahelvetikum . . . . .	272
d) Flysch . . . . .	273
e) Kalkalpin . . . . .	274
2. Eozän . . . . .	277
a) Molasse . . . . .	277
b) Helvetikum . . . . .	278
c) Ultrahelvetikum . . . . .	288
d) Flysch . . . . .	288
e) Kalkalpin . . . . .	289
3. Oligozän . . . . .	293
a) Molasse . . . . .	293
b) Helvetikum . . . . .	303
c) Ultrahelvetikum . . . . .	304
d) Flysch . . . . .	304
e) Kalkalpin . . . . .	304
D. Literaturverzeichnis . . . . .	309

## A. Vorwort

Die vorliegenden Ausführungen stellen eine schriftliche und erweiterte Fassung eines Vortrags dar, den der Verfasser am 26. 5. 1965 in Laibach vor der Slovensko Geološko Društvo gehalten hat. Aus technischen Gründen weicht das hier vorgelegte Bildmaterial von dem im Vortrag gezeigten wesentlich ab. So war es vor allem nicht möglich, die zahlreichen Schliff- und Faunenbilder der einzelnen Schichtglieder zu reproduzieren, da dadurch der Umfang der Arbeit zu sehr angeschwollen wäre.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem damaligen Präsidenten der Slovensko Geološko Društvo, Herrn Dr. M. PLENIČAR, für seine Einladung zu einem Vortrag in Laibach verbindlichst zu danken. In diesem Zusammenhang gebührt ferner mein ergebenster Dank den Herren Prof. Dr. I. RAKOVEC und Dr. R. PAVLOVEC, beide ebenfalls Laibach. Gerne habe ich die Gelegenheit wahrgenommen, die bereits bestehenden freundschaftlichen Beziehungen zwischen slowenischen Geologen und Paläontologen und solchen der Universität München zu pflegen und zu fördern.

Das Thema des Vortrags berührt manche gemeinsame Interessen. Ähnlich wie in Bayern sind auch in einem Teil Jugoslawiens Nummuliten-führende Ablagerungen des Eozäns nicht selten. Eine weitere Parallele bieten die oligozänen

Schichten von Poljšica und Gornji Grad (= Oberburg der älteren Literatur) in Nordslowenien, die in fazieller und faunistischer Hinsicht gut mit entsprechenden Sedimenten des kalkalpinen Beckens von Reit im Winkl verglichen werden können. So wies bereits BOUSSAC (1912, S. 595) auf „des affinités inattendues qu'il nous révèle entre les couches de Reit im Winkl et celles d'Oberburg et de Polschitz en Carinthie“ hin. Schließlich ist noch zu bemerken, daß sowohl in Slowenien (z. B. im Bereich der Liburnischen Stufe) als auch in Bayern Fragen der Grenzziehung Kreide/Tertiär nach wie vor aktuell sind.

Um einen eingehenderen Vergleich zwischen beiden Gebieten zu ermöglichen, schien es wünschenswert, die bisher erzielten Ergebnisse kurz und übersichtlich darzustellen<sup>1a)</sup>. Schon 1960 hatte der Verfasser den Versuch unternommen, den damaligen Stand der Kenntnis zu umreißen. In den vergangenen sechs Jahren kamen weitere Beobachtungen hinzu. Neue Gesichtspunkte ergaben sich vor allem im kalkalpinen Bereich. Durch ausgedehnte Kartierungen und durch intensive mikropaläontologische Untersuchungen an Foraminiferen und Ostracoden war es möglich, unsere bisherige Kenntnis der Stratigraphie, Paläogeographie und letzthin auch der Tektonik weitgehend zu verfeinern. Die meisten Arbeiten wurden von Diplomanden und Doktoranden des Instituts für Paläontologie und historische Geologie der Universität München durchgeführt. Bis jetzt ist erst ein Teil der Ergebnisse publiziert, manches steht noch in Druckvorbereitung. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte freilich nicht auf alle Einzelheiten eingegangen werden, doch wurde versucht, die in den letzten Jahren aufgetauchten Fragen möglichst vollständig zu behandeln. Um einen raschen Überblick über die Schichtfolge des Alttertiärs in den einzelnen Gebieten zu ermöglichen, wurde eine mehrspaltige Tabelle entworfen, welche die wichtigsten Profile der kalkalpinen Geosynklinale und ihrer Vortiefen enthält.

Herrn Prof. Dr. R. DEHM, dem Vorstand des Instituts für Paläontologie und historische Geologie, danke ich für sein stetes Wohlwollen, das er bisher meinen eigenen Arbeiten und denen meiner Schüler entgegengebracht hat. Die reiche Bibliothek und die modernen technischen Einrichtungen des Instituts trugen viel zum Gelingen der einzelnen Arbeiten bei.

Für mündliche und schriftliche Mitteilungen, die z. T. für den Entwurf der Tabelle von Bedeutung waren, schulde ich Dank den Herren Dr. H. BÖGEL (München), F. BROTZEN (Stockholm), V. FAHLBUSCH (München), K. GOHRBANDT (Tripoli), D. HERM (München), A. v. HILLEBRANDT (z. Z. Santiago de Chile), O. HÖLZL (Hausham), G. HOFMANN (Mannheim), W. JUNG (München), H. G. LINDENBERG (Frankfurt a. M.), E. OTT, B. PAULUS, U. PFLAUMANN, F. TRAUB, P. WELLNHOFER (alle München), W. WITT (Den Haag), J. H. ZIEGLER (z. Z. Kabul) und H. K. ZÖBELEIN (München).

---

<sup>1a)</sup> Die vorliegende Arbeit sollte ursprünglich in der Zeitschrift „Geologija“ in Laibach erscheinen. Da aber die Drucklegung in absehbarer Zeit nicht hätte erfolgen können, wurde sie von Herrn Prof. Dr. R. DEHM zum Druck für die von ihm herausgegebenen „Mitteilungen“ angenommen. Dafür sei ihm verbindlichst gedankt.

Herr Dr. R. PAVLOVEC (Laibach) übernahm die Bestimmung einer Nummulitenfauna aus dem Helvetikum von Neubauern am Inn. Ich möchte ihm dafür meinen herzlichsten Dank aussprechen.

In zuvorkommender Weise machte mir Herr Dr. M. BROCKERT (Celle) mündliche Mitteilungen über seine unveröffentlichten Arbeiten, die er in der ostbayerischen Molasse durchgeführt hat. Auch ihm sei dafür bestens gedankt.

Die Zeichnungen für die vorliegende Arbeit wurden von Herrn Dipl.-Geol. W. OTT (München) angefertigt. Für seine Mühe und Gewissenhaftigkeit gilt ihm mein aufrichtiger Dank.

Schließlich danke ich noch all denen, die mir freundlicherweise gestatteten, noch unveröffentlichte Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit zu verwenden.

## B. Einführung

### 1. Geschichtlicher Überblick

Die Geschichte der Erforschung des Alttertiärs der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes beginnt mit M. FLURLS „Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz“. Auf zahlreichen Reisen hatte „Bayerns erster Geologe“ eine Fülle von Beobachtungen über Gesteine, Fossilien und vor allem über den Bergbau gesammelt, der ihm besonders am Herzen lag. Er kleidete die einzelnen Kapitel in die Form von Briefen, wodurch seine Darstellung einen ganz besonderen Reiz erhielt. Sein Werk ist in dem damals noch kurfürstlichen München im Jahre 1792 erschienen. FLURL kannte bereits die meisten Vorkommen von Alttertiär, auch wenn ihm die Begriffe „Tertiär“ oder „tertiäre Schichten“ noch fremd waren<sup>2)</sup>. So erwähnte er aus der Gegend von Adelholzen und Maria-Eck (S. 148) „Pfenningmünzen oder Bratterburger Pfenninge (*lapides Numismales, numularii*)“<sup>3)</sup>. Aus den schon damals weithin bekannten Ablagerungen des Kresenberges führte er „die gemeine Schnecke, Coniten, Bukkarditen, Tourbiniten, Chamiten, Terebratuliten . . .“ an. „Etwas seltner sind die Seeigel (Echiniten) . . .; dann die Klossopetern, hier Bergzähne genannt. Ferners findet man auch Kerne von Schiffkutteln (Nautiliten) und Seespinnen; am häufigsten aber noch Schalen von Ostraziten“ (S. 193)<sup>4)</sup>.

<sup>2)</sup> Erst 32 Jahre vor FLURL beschrieb G. ARDUINO (1760) in Italien die „Montes tertiarii“. Der Begriff „Tertiär“ wurde 1809 von CUVIER & BRONGNIART in die Literatur eingeführt (fide MURAWSKI 1963, S. 197).

<sup>3)</sup> Im Gegensatz zu den echten „Brattenburger Pfenningen“, den Cranien der schwedischen Oberkreide, handelt es sich hier um Großforaminiferen, nämlich um Nummuliten und Assilinen der Mittleren Adelholzener Schichten (vgl. hierzu SCHAFFHÄUTL 1863, S. XIII). Auch heute noch werden die Gehäuse von *Assilina exponens* (SOW.) im Volksmund „Maria-Ecker-Pfenninge“ genannt. — Der Ausdruck „*Nummulus Bratten(s)burgensis*“ wurde zum ersten Mal von STOBÆUS (1732) im Schrifttum erwähnt (CARLSSON 1958, S. 4). Der heute gültige Name der dieser Bezeichnung zugrunde liegenden Art lautet „*Crania craniolaris* (LINNÆUS) 1758“ (CARLSSON 1958, S. 21).

<sup>4)</sup> Diese altertümlichen Fossilbezeichnungen sind im gesamten 18. Jahrhundert weit verbreitet. Man bedenke, daß C. v. LINNÆUS erst 1758 mit der berühmten „Editio Decima“ seines Werkes „Systema Naturae“ die Grundlagen der binären Nomenklatur geschaffen hat.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß FLURL (S. 119) aus dem Gebiet von Neubeuern am Inn sog. Fruchtsteine beschrieb<sup>5)</sup>.

Fast vierzig Jahre später lieferten zwei englische Autoren einen wertvollen Beitrag zur Kenntnis des ostbayerischen Alttertiärs. SEDGWICK und MURCHISON bereisten 1829 die bayerischen und österreichischen Alpen und veröffentlichten 1831 ihr Werk „A Sketch of the Structure of the Eastern Alps“. Sie legten verschiedene Querprofile durch die Kalkalpen und ihr Vorland. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit interessieren vor allem das Profil entlang der Weißen Traun S Traunstein, das Profil durch den Kressenberg, Profile im weiteren Bereich um Salzburg sowie das Profil von Häring i. T. Ihre Fossilienbeute wurde von keinen Geringeren als J. SOWERBY und A. BRONGNIART bestimmt. SEDGWICK & MURCHISON hielten die Schichten des Kressenbergs für tertiär, denn sie bemerkten (S. 344): „We therefore concluded, not only that the Kressenberg iron ores were in the highest part of the great nummulitic groups, but that they were superior to the chalk.“

Wieder gingen dreißig Jahre ins Land, bis ein weiteres bahnbrechendes Werk geschaffen wurde<sup>6)</sup>. Im Jahre 1861 erschien die „Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes“ von C. W. GÜMBEL, seines Zeichens königlicher Bergmeister. GÜMBEL, der gerne der Altmeister der bayerischen Geologie genannt wird, war damals gerade 38 Jahre alt. Seine Arbeit ist in jeder Hinsicht groß angelegt: nicht nur die fast 1000 Seiten, sondern auch der Reichtum an Beobachtungen und Gedanken machen sein Werk auch heute noch schätzenswert. Die alttertiären Ablagerungen wurden bereits in Eozän und

---

<sup>5)</sup> Ein anderer Name ist „Haberkörn-Sandstein“ (SCHAFHÄUTL 1846, S. 656). Es sind dies Nummulitensandsteine, deren Grundmasse durch Eisen dunkel gefärbt ist, während die unvererzten Foraminiferengehäuse hell erscheinen. Im angewitterten Zustand oder auf frischen Bruchflächen erinnern die Querschnitte der Nummuliten an Getreidekörner. In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß ähnliche Vergleiche schon in sehr früher Zeit angestellt wurden. Über die Nummuliten der Kalksteine, aus denen die Pyramiden von Gizeh erbaut sind, schrieb STRABO (64? v. bis 24? n. Chr.): „Dicunt reliquias ciborum qui operantibus supererant in lapidem induratas“ (lateinische Ausgabe seines Werkes, Basel 1539; zitiert nach NEVIANI 1935, S. 134 bis 135). Der Ausdruck „*lapis frumentarius*“ (= Fruchtstein) ist im älteren geologischen Schrifttum nicht selten. Auf die Deutung der Fossilien, insbesondere der Nummuliten, im ausgehenden Mittelalter und zu Beginn der Neuzeit kann hier nicht eingegangen werden.

<sup>6)</sup> In der Zwischenzeit wurden von verschiedenen Autoren mehrere kleinere Arbeiten publiziert, in denen teilweise sehr wertvolle Beobachtungen mitgeteilt werden. Es kann hier nicht der Ort sein, auf diese Veröffentlichungen aus der Frühzeit der Geologie Bayerns näher einzugehen, doch seien an dieser Stelle wenigstens die Namen EMMRICH und SCHAFHÄUTL genannt. Ausführliche Literaturangaben zu diesem Thema finden sich bei BOUSSAC (1912, S. 567 *usf.*, S. 611 *usf.*); ferner sei auf die geologische Bibliographie der Ostalpen von R. v. SRBİK (1935, 1937) verwiesen.

Oligozän untergegliedert<sup>7)</sup>). Als Grundlagen für die Altersbestimmungen dienten umfangreiche Fossilisten, wobei neben den Megafossilien auch Foraminiferen und Ostracoden berücksichtigt wurden. Auch die Blattfloren fanden GÜMBEL Interesse; ein Teil der Funde wurde von ihm selbst, der andere von O. HEER bestimmt.

Nur wenig später legte SCHAFFHÄUTL (1863) sein Hauptwerk „Süd-Bayerns Lethaea Geognostica“ der Fachwelt vor. In ihm wurden zahlreiche Fossilien des Kressenberges erstmals beschrieben und abgebildet. Allerdings fand dieses umfangreiche Tafelwerk keinen ungeteilten Beifall (vgl. hierzu GÜMBEL 1865, S. 129 *usf.*). H. v. MEYER (1862) bearbeitete die Decapoden des helvetischen Eozäns, KOSCHINSKY (1885) die cheilostomen Bryozoen der eozänen Stockletten und Lithothamnien-Schuttmergel („Götzreuther“ Mergel) von Gerhartsreit bei Siegsdorf<sup>8)</sup>. FRAUSCHER (1886) schuf eine Monographie der Lamellibranchiaten aus dem „Unter-Eocän der Nordalpen“. Bemerkenswert ist, daß dieser Autor die Tertiärfaunen Europas bereits auf eine nördliche und eine südliche Faunenprovinz aufteilte (S. 2)<sup>9)</sup>. Während sich v. GÜMBEL (1889) mit der geologischen Stellung der Schichten von Reit im Winkl befaßte, verdanken wir O. M. REIS (1889) eine eingehende Beschreibung der Korallen derselben Ablagerungen.

Infolge der intensiven geologischen Landesaufnahme war auch weiterhin kein Mangel an Material für geologisch-stratigraphische wie auch paläontologische Monographien. Das letzte Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts ist in dieser Hinsicht besonders reich und ergiebig zu nennen. So machte J. BÖHM (1891) im Zusammenhang mit der Bearbeitung der oberkretazischen Megafaunen des Siegsdorfer Gebietes auch wertvolle Mitteilungen über das benachbarte Alttertiär. Er entdeckte u. a. die Schönecker Fischschiefer, die im Gegensatz zu den übrigen Schichtgliedern der beschriebenen Profile ein oligozänes Alter besitzen.

Im Jahre 1894 erschien der zweite Band der „Geologie von Bayern“ von C. W. v. GÜMBEL. Ihr Autor war inzwischen (1882) wegen seiner Verdienste um die geologische Wissenschaft in den Adelsstand erhoben worden. IMKELLER (1895/96) klärte die stratigraphischen Verhältnisse im Gebiet westlich von Bad

<sup>7)</sup> Das Eozän wurde von LYELL 1833 aufgestellt. Der Begriff Oligozän wurde von BEYRICH im Jahre 1854 geprägt. Beide Epochen wurden also sehr bald im Schrifttum anerkannt. Schwere hatte es das Paleozän, das von dem Straßburger Paläobotaniker und Botaniker SCHIMPER 1874 als selbständige Epoche vom Eozän abgetrennt wurde. Es wurde von vielen Autoren bis in die Dreißiger Jahre dieses Jahrhunderts recht stiefmütterlich behandelt. So stellte z. B. noch SCHLOSSER (1925a, S. 163 *usf.*), der bereits das Thanet-Alter bestimmter Faunen des Kressenberges erkannt hatte, die entsprechenden Schichten in das Untereozän. Erst LEUPOLD (1933, S. 301 *usf.*) setzte sich für eine stärkere Berücksichtigung des Paleozäns im alpinen Bereich ein. TRAUB (1938) gebührt das Verdienst, durch seine monographische Bearbeitung der Megafauna des Kroisbachs am Haunsberg (Land Salzburg) die uneingeschränkte Anerkennung des Paleozän-Begriffs in den Nordalpen durchgesetzt zu haben.

<sup>8)</sup> Die Cyclostomata derselben Schichten wurden erst 1908 von BEUTLER beschrieben.

<sup>9)</sup> Die Einteilung in eine nördliche und in eine südliche Faunenprovinz geht bereits auf F. ROEMER (1852) zurück, der seine Beobachtungen in der Kreide von Nordamerika gesammelt hat (BARTENSTEIN 1966, S. 602).

Tözl. In einer schwer lesbaren, aber äußerst inhaltsreichen Arbeit legte REIS (1896) das Ergebnis seiner umfangreichen Untersuchungen in der Alpenrandzone zwischen Bergen und Teisendorf vor. Er schuf die Grundlagen für die heutige Faziesgliederung in der helvetischen Zone. WOLFF (1897) widmete sich der Molluskenfauna der südbayerischen Oligozän-Molasse. Sein Werk bildete jahrzehntelang ein unentbehrliches Hilfsmittel für paläontologische Arbeiten in der Molassezone. In einer späteren Arbeit (1898) ging REIS abermals auf die Geologie der Kressenberger Schichten ein. Schließlich ist noch DENINGER (1901) zu nennen, der die Mollusken des Alttertiärs von Reit im Winkl und von Bad Reichenhall einer Bearbeitung unterzog.

Aus alledem wird ersichtlich, daß in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zahlreiche beschreibende Werke geschaffen wurden. Stratigraphie und Paläontologie der Wirbellosen waren die bevorzugten Themen. Vereinzelt waren aber auch Mikrofossilien Gegenstand der Bearbeitung. Für die Vielseitigkeit GÜMBELS spricht, daß er u. a. auch die Foraminiferen der Stockletten und Lithothamnien-Schuttmergel beschrieb (1868); nicht wenige Arten tragen seither den Autorennamen GÜMBEL. Auch die Paläobotanik verdankt ihm wesentliche Impulse. So blieb ihm nicht verborgen, daß die Stockletten des Kressenberger Gebietes erfüllt von Coccolithen sind; nach seiner Berechnung kommen auf 1 Kubikmeter 800 Billionen Reste dieser winzigen Flagellaten (1873, S. 300). Auch die Kalkalgen erregten GÜMBELS Aufmerksamkeit. Für unsere Betrachtungen sind vor allem seine Ausführungen über die Lithothamnien von Bedeutung (1871). In diesem Zusammenhang ist noch darauf hinzuweisen, daß sich auch ROTH-PLETZ (1891, 1896) mit alttertiären Algen, darunter auch mit Rotalgen, befaßte.

Es hat den Anschein, als ob die zu Beginn dieses Jahrhunderts aufgekommene Deckenlehre („Nappismus“) das Interesse an stratigraphisch und paläontologisch ausgerichteten Arbeiten weitgehend zurückgedrängt hätte. Fragen der Tektonik erhitzen nunmehr die Gemüter. In der Tat sind bis zum zweiten Weltkrieg nur mehr einzelne Standardwerke erschienen, wenn man von zahlreichen kleineren Veröffentlichungen absieht. Hier ist zunächst des genialen Franzosen J. BOUSSAC (1912) zu gedenken, der eine Reihe von Profilen des Alttertiärs im östlichen Oberbayern und in den angrenzenden österreichischen Gebieten untersuchte. Ein Jahr zuvor (1911) faßte er den damaligen Stand der Kenntnis der Paläontologie der Nummuliten, Assilinen, Mollusken und Echiniden des alpinen Eozäns in seinem Werk „Étude paléontologique sur le Nummulitique Alpin“ zusammen. BOUSSAC fiel 1916, erst 31 Jahre alt, vor Verdun. Es war ein großer Verlust für die Wissenschaft.

Nach BOUSSAC war es erst wieder SCHLOSSER, der grundlegende Arbeiten über alttertiäre Faunen veröffentlichte. Im Jahre 1923 lieferte er eine Revision der Megafaunen des Unteroligozäns von Reit im Winkl und Häring. Zwei Jahre später ließ er seine umfangreiche Abhandlung „Die Eocaenfaunen der bayerischen Alpen“ (1925 a) erscheinen. Es war ein ausgesprochenes Spätlingswerk, denn SCHLOSSER erlebte seine Drucklegung erst als Einundsiebzighjähriger. Dabei war dieser wortgewandte Autor eigentlich ein Säugetier-Paläontologe, der allerdings

zeit seines Lebens am Alttertiär und seinen Evertebraten-Faunen Gefallen fand, wie er einmal selbst bekannte. SCHLOSSER bearbeitete nicht nur die Fossilien des Kressenbergs und anderer Vorkommen der helvetischen Zone, sondern bezog auch das kalkalpine Eozän in seine Untersuchungen mit ein. Er gab einen erschöpfenden Überblick über die Wirbellosen und Wirbeltiere der einzelnen Fundstellen. Auch auf die Großforaminiferen ging er ein, soweit ihm dies möglich war. Im Bereich des Kressenbergs unterschied er Thanet, Cuis und Lutet. Innerhalb des inneralpinen Alttertiärs machte er eine scharfe Trennung zwischen ober-eozänen und unteroligozänen Ablagerungen. Zahlreiche Bemerkungen über Ökologie und Paläogeographie runden sein Werk nach außen hin ab.

In der Folgezeit entstanden einige Arbeiten, die für die Paläontologie der Molasse von Bedeutung wurden. So beschrieb MODELL (1931) die Najaden der oberbayerischen Cyrenenschichten. WEILER (1932) bestimmte die Fischreste aus dem Siegsdorfer Oligozän. Sein Material stammte sowohl aus den oberoligozänen Fischschiefern von Wernleiten im Traunprofil (subalpine Molasse) als auch aus den Schönecker Fischschiefern des Habachgrabens SE Siegsdorf. DOTZLER (1937) übernahm die Bearbeitung der Megafloren der oligozänen Molasse. In diesem Zusammenhang ist auch WEITHOFER aufzuführen, der von der Jahrhundertwende an bis zum Jahre 1937 mehrere Arbeiten über die Stratigraphie der Molasse verfaßte. In seiner zusammenfassenden Darstellung „Die Oligozänablagerungen Oberbayerns“ (1918) finden sich zahlreiche Angaben über die stratigraphische Verbreitung der wichtigsten Molluskenarten.

Endlich ist TRAUB (1938) zu nennen, der, ausgehend von seiner Heimatstadt Laufen im östlichsten Teil Oberbayerns, die außerordentlich fossilreichen Alttertiärvorkommen am Haunsberg N Salzburg im Rahmen einer Dissertation bearbeitete. Er war Schüler von BROILI; dank seiner gründlichen paläontologischen Ausbildung war er in der Lage, das von seinen Vorgängern nicht richtig ermittelte Alter der Fauna des Kroisbachs als paleozän zu erkennen. Seine Monographie ist nicht nur für die Geologie des Alpenvorlandes bedeutsam, sondern stellt zugleich eines der Standardwerke über paleozäne Megafaunen Europas dar.

Merkwürdigerweise blieben Foraminiferen und Ostracoden im Gegensatz zu den Megafaunen so gut wie unbeachtet. Eine Ausnahme davon macht lediglich eine Arbeit von LIEBUS (1902), der die Foraminiferen, Ostracoden und Characeen der Unteren Meeresmolasse und der Unteren Süßwassermolasse näher untersuchte. Dabei ist hervorzuheben, daß diesem Autor profilmäßig aufgesammelte Proben vorgelegen haben, so daß seine Ergebnisse auch heute noch berücksichtigt werden können.

Es wurde bereits erwähnt, daß seit Beginn dieses Jahrhunderts tektonische Fragestellungen im einschlägigen Schrifttum immer mehr in den Vordergrund getreten sind. Es würde zu weit führen, hier auch nur die wichtigsten Arbeiten zu würdigen, da in ihnen Tertiärablagerungen meist nur vom Standpunkte des Tektonikers aus behandelt wurden. Dennoch seien hier wenigstens die Namen AMPFERER, BODEN, HAHN, LEBLING und LEUCHS genannt. Auf die eine oder andere Arbeit der genannten Autoren wird weiter unten noch eingegangen wer-

den. So gebührt BODEN (1925, 1931) das Verdienst, die paläogeographische und tektonische Bedeutung der Molassegerölle erkannt zu haben. Außerdem hat er sich um die Kenntnis flyschartiger Brekzien und Konglomerate verdient gemacht (1922, 1923). Für die Frage, ob die jüngsten Ablagerungen der nordalpinen Flyschzone bis in das Alttertiär hineinreichen, ist das Studium der Arbeiten von OSSWALD (1928), BLÜHER (1935), M. RICHTER (1937), M. RICHTER et al. (1939) und MÜLLER-DEILE (1940) unerlässlich. Bezüglich der Molasse sei auf die Veröffentlichungen von KORDIUK (1938) und M. RICHTER (1940) verwiesen.

Einen weiteren Fortschritt brachten die Arbeiten von O. HÖLZL, der jahrzehntelang der Molluskenfauna der oberbayerischen Molasse sein besonderes Augenmerk schenkte. Schon als einfacher Bergmann sammelte er in der Kohlengrube Hausham die Fossilien auf, die er bei seiner täglichen Arbeit sah. Bald kamen Fundstellen in der näheren und weiteren Umgebung von Hausham hinzu, so der Kaltenbachgraben bei Miesbach und der Thalberggraben bei Siegsdorf. Auch die fossilreichen Aufschlüsse des Kressenbergs suchte HÖLZL häufig heim. Der erste Bericht über seine Forschungen erschien 1948; es folgten die monographischen Bearbeitungen der Corbiculidae der Cyrenenschichten (1957) und der Molluskenfaunen der oligozänen Meeresmolasse (1962; vgl. hierzu auch HÖLZL 1961). Seit 1950 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Bayerischen Geologischen Landesamt in München. Für seine Verdienste um die Paläontologie der bayerischen Molasse wurde ihm im Jahre 1959 von der Universität München die Würde eines Ehrendoktors verliehen. Im Juli 1966 ernannte ihn die Gemeinde Hausham zu ihrem Ehrenbürger.

Die nach dem zweiten Weltkrieg auch im bayerischen Raum einsetzende Erdölsuche begünstigte erneut stratigraphische Arbeiten, vor allem im Bereich der Molasse. Zum ersten Mal seit 40 Jahren<sup>10)</sup> wurden auch wieder umfangreichere mikropaläontologische Untersuchungen durchgeführt. Mit Foraminiferen befaßten sich FRIESE (1951), DE KLASZ (1953 Ms.; DE KLASZ in GANSS et al. 1956), KNIPSCHEER (1952), ZIEGLER (1960) und der Verfasser (siehe HAGN 1960). Die Bearbeitung der Ostracoden wurde von GOERLICH (1953) begonnen. In den westlich anschließenden Gebieten leistete vor allem BETTENSTAEDT (1958) wertvolle Arbeit. Nunmehr war es möglich, auch Profile, in denen Megafossilien nicht oder doch nur untergeordnet auftreten, biostratigraphisch zu gliedern. Gerade in den Vortiefen, in Molasse, Helvetikum, Ultrahelvetikum und Flysch, erwiesen sich die mikropaläontologischen Arbeitsmethoden als besonders wirksam. Graue, indifferente Mergel konnten nun mit Sicherheit als Kreide oder Tertiär erkannt werden. Es versteht sich von selbst, daß im Hinblick auf die neuen Ergebnisse so manche tektonische Grenze anders gelegt werden mußte.

In den vergangenen fünfzehn Jahren wurden zahlreiche vorwiegend stratigraphisch ausgerichtete Arbeiten veröffentlicht, in denen mikro- und/oder mega-

<sup>10)</sup> Die letzte Arbeit über südbayerische Mikrofaunen stammt von J. G. EGGER (1910). In ihr wurden die Ostracoden und Foraminiferen des Eybrunner Mergels der Regensburger Oberkreide beschrieben. Bis zum Jahre 1950 findet man im Schrifttum nur noch gelegentliche Erwähnungen einzelner Arten von Mikrofossilien aus dem alpinen und subalpinen Alttertiär.

paläontologische Befunde enthalten sind. So berichteten HAGN & HÖLZL (1952) über die stratigraphischen Verhältnisse der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayern. TRAUB (1953) untersuchte das Helvetikum am Haunsberg N Salzburg, HAGN (1954 c) Helvetikum und Flysch im Gebiet von Neubeuern am Inn. HEERMANN (1954, 1955) gab einen Überblick über die Schichtfolge und über den Bau der Vorlandmolasse, soweit sie durch Erdölbohrungen erschlossen war (vgl. hierzu auch OSCHMANN 1957). GANSS & SCHMIDT-THOMÉ (1955) lieferten einen Beitrag zur Kenntnis der subalpinen Molasse zwischen Bodensee und Salzach. HAGN (1955 c) gliederte die Profile der Ortenburger Bohrungen in Niederbayern mit Hilfe von Foraminiferen. GANSS et al. (1956) teilten zahlreiche Beobachtungen über das Alttertiär der Gegend um Siegsdorf mit. ZÖBELEIN (1957) legte eine kritische Studie über die Molassestratigraphie vor, die mit einer reichen Bibliographie ausgestattet ist. HAGN (1960) versuchte eine zusammenfassende Darstellung der stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. In dieser Arbeit fand auch das Alttertiär der übrigen Vortiefen und des Kalkalpins Berücksichtigung. Ein Jahr darauf wurde ein Teil des Stoffs im Rahmen eines Exkursionsführers dargestellt (HAGN et al. 1961). HAGN, HÖLZL & HRUBESCH (1962) diskutierten die Dreigliederung des Oligozäns im Hinblick auf bayerische und nordtiroler Vorkommen. REICHEL (1960) bearbeitete das Ultrahelvetikum von Unternogg, v. STACKELBERG (1960) die helvetischen Vorkommen westlich von Bad Tölz. PAULUS (1963) wertete zahlreiche Bohrungen in der subalpinen Molasse aus. Auch in einer wenig später erschienenen Arbeit (PAULUS et al. 1964) konnte er ergänzende Beobachtungen über den Schichtbestand und über die Fossilführung von Molassesedimenten machen. GOHRBANDT (1963 a, b) teilte die alttertiäre Schichtfolge des Helvetikums am Haunsberg N Salzburg mittels planktonischer Foraminiferen in biostratigraphische Zonen ein. Schließlich sind noch BROCKERT & PAULUS (1966) zu nennen, die im Bereich des Blattes Tegernsee eine mikrofaunistische Untergliederung der Oligozänmolasse durchführten.

In jüngster Zeit fanden auch pflanzliche Mikrofossilien gebührende Beachtung. STRADNER & PAPP (1961) beschrieben die zum Nannoplankton gehörenden Discoasteriden der alttertiären Ablagerungen des Untersberg-Vorlandes (Kalkalpin) und des Helvetikums sowie des Ultrahelvetikums N Salzburg. WOLF (1963, 1964) ist eine Bearbeitung der Sporen der alttertiären Anteile der nordalpinen Flyschzone (Tratenbach-Serie) zu verdanken.

Endlich ist noch zu erwähnen, daß im alpinen und subalpinen Bereich auch mikrofaunale Untersuchungen zur Durchführung kamen. In dem Band „Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayerischen Alpen“ (HAGN 1955 b) wurden zahlreiche Dünnschliffe von Alttertiärsedimenten der einzelnen Zonen abgebildet.

Seit etwa zehn Jahren wurden am Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München einige Diplom- und Doktorarbeiten unter Anleitung des Verfassers angefertigt, die sich mit dem Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes sowie der angrenzenden österreichischen Gebiete be-

fassen. v. HILLEBRANDT bearbeitete das Alttertiär des Untersberg-Vorlandes und des Beckens von Reichenhall. Im Rahmen einer Dissertation lieferte er eine Monographie der paleozänen Foraminiferenfaunen dieser Gebiete (1960 Ms.; 1962 a). Die von ihm erstellte Zonengliederung basiert auf der vertikalen Verbreitung von pelagischen Foraminiferen (vgl. hierzu v. HILLEBRANDT 1962 b und 1964). In einer Studie über das Alttertiärprofil von Zumaya in Nordspanien brachte derselbe Autor zusätzliche Bemerkungen über die Abfolge der Zonen in seinem früheren Arbeitsgebiet (1965). — Für den Bereich des Unterinntales sind die Arbeiten von VÖLK (1960 Ms.; Oberaudorf), GESSNER (1961 Ms.; Gebiet zwischen Inn und Walchsee i. T.), LÜHR (1962 Ms.; Häring i. T.), KÖVECS (1964 Ms.; Gebiet des Angerbergs i. T.) und LINDENBERG (1962 Ms.; Kössen i. T.) anzuführen. In seiner Dissertation (1964 Ms.; 1966) beschrieb der letztgenannte Autor die Bolivinen der Häringer Schichten und wertete sie mit Hilfe variationsstatistischer Arbeitsmethoden in phylogenetischer Hinsicht aus. — In der Alpenrandzone arbeiteten PFLAUMANN (1960 Ms.; Wendelsteinvorland), KENAWY (1961 Ms.; 1966; Großforaminiferen des Ultrahelvetikums), WITT (1963 Ms.; Schliersee) und OHMERT (1964 Ms.; Tegernsee; vgl. hierzu OHMERT & WITT 1966). — Ausschließlich auf die Molasse beschränkt waren die Arbeiten von HOFMANN (1960 Ms.; 1962; 1965 Ms.; 1967 a; Stratigraphie der subalpinen Molasse des Prienprofils; Bolivinen der Ostmolasse) und von WITT (1965 Ms.; 1967; Ostracoden). In diesem Zusammenhang sind auch noch die Dissertationen von HERM (1960 Ms.; 1962; Oberkreide im Lattengebirge und im Nierental) und von PFLAUMANN (1964 Ms.; nordalpiner Flysch) zu nennen. Beide Arbeiten sind zwar nicht Problemen des Alttertiärs gewidmet, doch reichen die jeweils untersuchten Schichtfolgen bis in das Obere Maastricht, so daß sich hieraus Berührungspunkte zu den alttertiären Ablagerungen ergeben.

Der Vollständigkeit halber sei hier auch noch darauf hingewiesen, daß das bayerische Alttertiär auch in weitausgreifenden, zusammenfassenden Werken mehr oder weniger gründlich behandelt wurde, so z. B. im Band „Neozoikum“ der „Baugeschichte der Alpen“ von E. KRAUS (1951) oder im Band „Tertiär“ des Handbuchs der Stratigraphischen Geologie von PAPP et al. (1959). Nicht selten haben sich dabei Fehler in den Text eingeschlichen. So schrieb z. B. O. KUHN (1964, S. 122) in seiner „Geologie von Bayern“, daß es im Bereich der Bayerischen Kalkalpen überhaupt kein Tertiär gäbe, obwohl dieser Autor eine „lehrbuchartige“ Darstellung angestrebt hat (S. 5)<sup>11)</sup>. Auch die Ausführungen von COX (in EAMES et al. 1962, S. 8—9) sind längst überholt. Auf die Anführung weiterer Beispiele unsachgemäßer Berichterstattung sei hier verzichtet. Der vorliegende Überblick wurde deshalb so ausführlich gehalten, um auch dem weniger eingeweihten Leser das Auffinden von Literatur zu erleichtern.

Kommen wir zum Schluß. Wir haben gesehen, daß das in dieser Arbeit behandelte Thema seit FLURL in einer Fülle von Einzeldarstellungen behandelt

<sup>11)</sup> Unzulänglich ist auch eine Arbeit von MAIER (1958), der aus dem Eozän von Rohrdorf bei Neubeuern am Inn eine „Zaprentis“-ähnliche Koralle beschrieb (Abb. 1). Seine „Spongie“ (Abb. 2) zeigt deutlich die Siebstruktur der Echinodermen.

worden ist. Es ist zwar mühsam, aber doch erregend, die einzelnen Geistesströmungen zu verfolgen, die schließlich zu den heute gültigen Vorstellungen geführt haben. Denn nicht immer war der zu bewältigende Stoff so deutlich abgegrenzt wie in unseren Tagen. So manche Tertiärablagerung wurde früher zur Kreide gestellt, wie z. B. die Nummulitenschichten des Helvetikums (z. B. SCHAFFHÄUTL 1863, S. 6). Auf der anderen Seite wurden Gesteine für tertiär angesehen, die heute ganz oder wenigstens überwiegend zur Kreide gerechnet werden. So war z. B. GÜMBEL (1861, 1875, 1889) der Ansicht, der nordalpine Flysch sei jünger als die Nummuliten-führenden Kressenberger Schichten, so daß ihm ein obereozänes bis/bzw. unteroligozänes Alter zukäme. Noch zu Beginn unseres Jahrhunderts bestimmte EGGER (in FINK 1905, S. 97) aus Kieselkalken des Flysches eine angeblich alttertiäre Foraminiferenfauna. Wie im Abschnitt Flysch noch gezeigt werden wird, spielte die Altersfrage Kreide oder Tertiär für bestimmte Flyschablagerungen selbst noch bei modernen Autoren eine große Rolle. Freilich hatten sich die tektonischen Vorstellungen inzwischen völlig gewandelt.

So ist es sicher, daß auch unsere heutigen Ansichten über die Gliederung und Altersstellung des Alttertiärs der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes nicht in jeder Hinsicht und nicht für immer Bestand haben werden. Es ist durchaus damit zu rechnen, daß sich im Verlauf weiterer Forschungen in der einen oder anderen Frage neue Gesichtspunkte ergeben, die zum Aufgeben längst gewohnter Lehrmeinungen zwingen. Das erscheint auf den ersten Blick ärgerlich. Doch ist es eine alte Erfahrung, daß der menschliche Geist das Gesehene zwar immer wieder in die starren Formen von Vorstellungen und Abgrenzungen preßt, diese Formen aber von Fall zu Fall zerbricht, um ständig Neues zu schaffen.

## 2. Überblick über die einzelnen Ablagerungsbereiche

In den vorausgegangenen Ausführungen war wiederholt von Kalkalpin, Flysch, Ultrahelvetikum, Helvetikum und Molasse die Rede. Es ist nun an der Zeit, diese Ausdrücke näher zu erklären.

Zunächst ist die Feststellung zu treffen, daß die Ablagerungen des Alttertiärs der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes nicht in einem einzigen, einheitlichen Ablagerungsraum entstanden sind, sondern in mehreren Becken bzw. Trögen. Dabei hat man sich vorzustellen, daß sich diese zunächst rein paläogeographisch definierten Zonen in WSW—ENE-Richtung erstreckt haben.

Von S nach N werden folgende Ablagerungsbereiche<sup>12)</sup> unterschieden:

Kalkalpine Geosynklinale  
Nordalpine Flyschzone  
Ultrahelvetikum  
Helvetikum  
Molasse

<sup>12)</sup> Über das Längen-Breiten-Verhältnis von geosynkлинаlen Sedimenttrögen hat jüngst TOLLMANN (1967) Überlegungen angestellt.

Hierzu sind folgende Bemerkungen nötig:

**Kalkalpin**<sup>13)</sup>. — Diese Einheit umfaßt die höchsten Erhebungen der Bayerischen Alpen. Ihr gehören die bekanntesten Berge im S Münchens an, so z. B. der Wendelstein oder die Benediktenwand. Ihre Schichtfolge beginnt mit oberpermischen Ablagerungen (Haselgebirge) und endigt im Oberoligozän. Triadische Gesteine sind besonders mächtig entwickelt und weit verbreitet. Auch das Jurameer hat viele Sedimente hinterlassen; sie liegen teils in Becken-, teils in Schwellenfazies vor. In manchen Regionen sind auch Kreidebildungen häufiger, doch sind sie nicht mehr so flächenhaft ausgedehnt wie die älteren Ablagerungen. Noch mehr gilt dies für Gesteine aus alttertiärer Zeit. Man kennt sie anstehend nur aus dem Untersberg-Vorland, aus dem Reichenhaller Becken und aus dem Gebiet des Unterinntals. Für die Rekonstruktion der ursprünglichen marinen Bereiche sind die allochthonen Vorkommen von Alttertiär wichtig, die in Form von Geröllen sowohl in kalkalpinen Ablagerungen selbst als auch in Schichten der Molasse in den letzten zehn Jahren in großer Zahl beobachtet wurden.

**Flysch**<sup>14)</sup>. — Im Norden der Kalkalpen folgen Aufragungen, die gegenüber den kalkalpinen Bergen weichere und niedrigere Formen zeigen. Sie erreichen im östlichen Oberbayern nur ausnahmsweise die 1300-m-Grenze. Die ältesten Gesteine der Flyschzone werden in die mittlere Unterkreide (Barrême) gestellt; ihre jüngsten Ablagerungen besitzen im Nordteil ein oberkretazisches, im Südteil ein paleozänes bis untereoazänes Alter.

**Ultrahelvetikum**<sup>15)</sup>. Die ultrahelvetische Zone tritt morphologisch kaum in Erscheinung. Die meist pelitischen Gesteine sind nicht geeignet, zwischen Flysch im S und Helvetikum im N ein Relief zu bilden. Lediglich Konglomerate und Brekzien können örtlich kleine Hügel und Kuppeln aufbauen, wie z. B. am Feilnbacher Berg im Wendelsteinvorland. Eindeutig nachweisbar ist das Ultrahelvetikum in den bayerischen Voralpen erst ab der Oberen Kreide; die jüngsten Bildungen reichen bis in das Mitteleozän.

**Helvetikum**<sup>16)</sup>. Im Gegensatz zum Allgäu und zur Schweiz treten Ablagerungen der helvetischen Zone im östlichen Oberbayern nur ausnahmsweise

---

<sup>13)</sup> Anstelle der neutralen Ausdrucksweise „Kalkalpin“ trifft man im Schrifttum häufig auch die Bezeichnung „Oberostalpin“ an. Der letztgenannte Begriff ist allerdings tektonisch vorbelastet, da er mit der Annahme von Fernschüben im Sinne der extremen Deckenlehre verknüpft ist.

<sup>14)</sup> Der Ausdruck „Flysch“ wurde von dem berühmten Schweizer Geologen B. STUDER 1827 in die Literatur eingeführt. Das Wort stammt aus dem Simmental und bedeutet soviel wie „fließen“ (SCHAUB 1961, S. 333). Infolge der für den Flysch charakteristischen Wechsellagerung von harten Gesteinsbänken mit weichen, pelitischen Lagen kommt es häufig zu Rutschungen im Gelände („Hangfließen“).

<sup>15)</sup> Als „ultrahelvetisch“ wurden von früheren Autoren recht verschiedene Ablagerungen bezeichnet. In der vorliegenden Arbeit wird daher der Begriff Ultrahelvetikum in der Definition von HAGN (1960, S. 88) verwendet. Das lateinische Wort „ultra“ ist als „jenseits, darüber hinaus“ zu übersetzen; die Ablagerungen des Ultrahelvetikums sind ja auch jenseits, d. h. südlich des helvetischen Trogs zum Absatz gekommen.

<sup>16)</sup> Die Bezeichnungen „Helvetikum“ oder „helvetisch“ sind in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts im Zusammenhang mit deckentheoretischen Vorstellungen geprägt worden. Sie finden sich bereits bei HAHN (z. B. 1913 a, S. 531, 533; vgl. hierzu HAHN 1913 b, S. 239).

im Landschaftsbild hervor. Abgesehen von den künstlichen Aufschlüssen des Kressenbergs und verschiedenen Steinbrüchen liegen die meisten Vorkommen in grabenartigen Einschnitten. Die ältesten Ablagerungen setzen im Barrême ein; die jüngsten Sedimente sind bereits obereozänen Alters.

M o l a s s e <sup>17)</sup>). Auch die Schichtglieder der Molassezone sind nur sehr untergeordnet am Aufbau von nicht allzu hohen Rücken und Höhenzügen beteiligt. In den meisten Fällen sind die weichen Molassegesteine von quartären Hüllschichten überlagert. Ähnlich wie im Helvetikum, lassen sich die meisten Profile daher nur in Bach- und Flußläufen studieren; allerdings kommen noch gebietsweise Aufschlüsse in Kohlenbergwerken hinzu. Eine Ausnahme machen Molasseablagerungen, die Konglomerate enthalten. Sie geben zur Bildung von sanften Aufragungen Anlaß; so verdanken u. a. der Hochberg S Traunstein hauptsächlich marinen Konglomeraten des Aquitans, der Irschenberg und Taubenberg bei Miesbach limnofluviatilen Konglomeraten des Obermiozäns ihre Entstehung bzw. Erhaltung. Die ältesten Schichten der Molasse sind in das Obere Eozän, die jüngsten in das Untere Pliozän einzustufen.

Aus dem Gesagten geht zweierlei hervor. Vom geomorphologischen Standpunkt aus ist zunächst zu bemerken, daß die Intensität der Formen von S nach N nachläßt. Dadurch ist eine kulissenartige Anordnung der einzelnen Zonen entstanden. Während die Gesteine der Vortiefen nur mäßige Erhebungen aufbauen, bilden die kalkalpinen Formationen das beherrschende morphologische Element.

Eine zweite Erkenntnis ist die, daß die jüngsten Ablagerungen im N zu finden sind. Die Füllung der einzelnen Tröge wird also um so jünger, je weiter im N die Vortiefe oder Randsenke gelegen hat. So ist z. B. die Schichtfolge der Molasse jünger als der Sedimentbestand des Helvetikums oder des Flysches. Aus demselben Grund dominieren in der kalkalpinen Geosynklinale triadische Sedimente; in der Flyschzone überwiegen hingegen Ablagerungen aus der Kreidezeit. Mit anderen Worten: es findet, von gewissen Ausnahmen abgesehen, eine Verjüngung des Schichtbestands von S nach N statt. Es wird noch gezeigt werden, daß diese Erscheinung dem gleichsinnigen Wandern der „Gebirgswelle“ vom Orogen im S gegen das im N gelegene Vorland entspricht.

Aus alledem ist ersichtlich, daß sich die kalkalpine Geosynklinale und ihre Vortiefen sowohl in geomorphologischer als auch in stratigraphischer Hinsicht deutlich voneinander unterscheiden. Die nächste Frage lautet daher: Sind wenigstens die faziellen Ausbildungen untereinander vergleichbar?

Diese Frage muß weitgehend verneint werden. Es sind durchaus grundsätzliche Unterschiede erkennbar. Das K a l k a l p i n ist reich an Riffbildungen; hierher gehört der mitteltriadische Wettersteinkalk, der sich größtenteils aus Kalk-

---

<sup>17)</sup> „Die Benennung Molasse, ein Schweizerischer Provinzial-Ausdruck, schon von SAUSSURE in seinen Alpen-Reisen gebraucht, diente ursprünglich bloß zur Bezeichnung gewisser weicher Sandsteine, welche in niederen Gegenden Helvetiens sehr verbreitet sind“ (v. LEONHARD 1840, S. 432). Der Name Molasse wurde von DE RAZUMOWSKI (1789) in das Schrifttum eingeführt (fide MURAWSKI 1963, S. 132).

algenrasen der Gattung *Diplopora* und niedrig organisierten Metazoen (u. a. Kalkschwämmen) aufbaut. Ein weiteres Beispiel bieten die Korallenriffe der Oberen Trias, in bescheidenerem Maße diejenigen der Oberen Kreide und des Alttertiärs. Mächtige Kalklager und Dolomite sind für das Kalkalpin kennzeichnend; Mergel, Sandsteine und Konglomerate treten hingegen, mit Ausnahme der Oberkreide und des Alttertiärs, stark zurück. — In der *Flyschzone* herrschen fein- bis mittelklastische, teilweise sogar grobklastische Gesteine in Verbindung mit pelitischen Zwischenschaltungen vor. Diese Art der Wechsellagerung nennt man *Lamination* (vgl. hierzu LOMBARD 1960). Zeigen die einzelnen Bänke eine Abnahme der Korngröße von unten nach oben, spricht man von *graded bedding*. Läßt sich eine wirre Lagerung feststellen, heißen die entsprechenden Gesteine *Turbidite*. Auf den Schichtflächen sind ferner zahlreiche Marken zu beobachten; sie sind für die Ermittlung der Strömungsrichtung von Bedeutung (vgl. hierzu HESSE 1966). Die Fossilarmut der Flyschablagerungen ist bereits sprichwörtlich geworden; eine plausible Erklärung dafür hat PFLAUMANN (1964 Ms.) gegeben. — Das *Ultrahelvetikum* nimmt zwischen Flysch und Helvetikum eine vermittelnde Stellung ein. Der Südteil ist flyschähnlich; grobklastische Ablagerungen und buntgefärbte tonige Sedimente mit vorherrschend sandschaligen Foraminiferenfaunen sind im allgemeinen faziellen Bild ausschlaggebend. Das Auftreten wildflyschartiger Gesteinskomplexe<sup>18)</sup> ist besonders charakteristisch. Das Nordultrahelvetikum schlägt hingegen eine fazielle Brücke zum Helvetikum; pelitische, kalkreichere Sedimente mit pelagischen Foraminiferen („Buntmergelserie“) überwiegen. — Die Schichtfolgen des *Helvetikums* zeichnen sich durch geringe Schichtmächtigkeiten, durch eine starke Faziesdifferenzierung in N—S-Richtung sowie durch stellenweise reiche Mega- und Mikrofossilführung aus. Es handelt sich hierbei um typische epikontinentale Absätze. — Endlich ist noch das Faziesbild der *Molasse* zu umreißen. Im Gegensatz zu den südlichen Vortiefen ist ihr Faziescharakter schwankend; marine, brackische und limnische bzw. limnofluviatile Gesteine wechseln von Osten nach Westen miteinander ab. Nicht selten sind den Tonen und Mergeln Sandsteine und örtlich auch grobklastische Schuttflächen eingeschaltet. Trotz allem ist der Gesteinsbestand der Molasse verhältnismäßig eintönig und erinnert dadurch stark an Flyschbildungen. Im Gegensatz zum Flysch enthalten die Molasseablagerungen allerdings schichtweise ziemlich reiche Molluskenfaunen und teilweise auch mehr oder weniger reiche Mikrofaunen, so daß zumindest ein starker faunistischer Gegensatz gewahrt bleibt.

Die soeben geschilderte Faziesverschiedenheit der einzelnen Ablagerungsräume hat ihre Ursache in der Entwicklung des Orogens im Süden. Die *kalkalpine Geosynklinalen* war von der Trias bis zur tieferen Unterkreide

<sup>18)</sup> Der in den vergangenen Jahrzehnten nicht wenig strapazierte Ausdruck „Wildflysch“ ist auf den verdienten Schweizer Geologen KAUFMANN (1871) zurückzuführen. Er wurde wie folgt umschrieben: „Dunkelgrauer bis schwärzlicher, weicher Schiefer, dünngeschichtet bis blättrig, oft krummschalig, mit glänzenden Flächen, auch wohl von weißen Spathadern durchzogen. Meist sehr unregelmäßig gelagert, Blöcke, oder harte Knauer umwickelnd“ (STUDER 1872, S. 259—260).

in einer ständigen Abwärtsbewegung begriffen, wodurch sich die Riffgesteine sowie die übrigen geosynklinalen Sedimente bilden konnten. Erst in der höheren Unterkreide und vor allem in der mittleren Oberkreide fanden die entscheidenden Krustenbewegungen statt, die weitreichende Überschiebungen zur Folge hatten. Ab der Oberkreide war das paläogeographische Bild im Bereich des Alpenkörpers nicht mehr einheitlich; es kam zur Bildung sog. Gosaubecken, die auch noch in alttertiärer Zeit von Bedeutung waren. Im gesamten Alttertiär herrschte weitgehend tektonische Ruhe; die tertiären Nachbewegungen fallen bereits in das Neogen. Die alttertiären Schichtfolgen sind faziell stark differenziert und vor allem im Gebiet des Unterinntales nur lückenhaft erhalten; vieles wurde bald nach der Ablagerung wieder erosiv entfernt. — Die *F l y s c h s e d i m e n t e* werden nicht selten als *o r o g e n* bezeichnet. Eigentlich trifft dieser Ausdruck erst auf die jüngeren Flyschablagerungen zu, denn noch in der Unterkreide ist nach PFLAUMANN (1964 Ms.) ein verhältnismäßig ruhiges Flachmeer anzunehmen. Typische Flyscheigenschaften besitzt bereits der Reiselsberger Sandstein der tieferen Oberkreide, der infolge rascher Sedimentation einen Grauwackenhabitus besitzt. Auch die jüngere Flyschoberkreide ist sehr charakteristisch. Sie zeigt alle Anzeichen von Abgeschlossenheit und in Verbindung damit eine starke Verarmung der Biotope, die schließlich nur mehr die ökologisch anspruchslosen Sandschaler besiedeln konnten. — Durch die orogenetischen Bewegungen im alpinen Rückland wurde auch noch der südliche Teil des *U l t r a h e l v e t i k u m s* beeinflusst. Dies geschah hauptsächlich durch Bodennunruhen, welche oft Rutschungen größeren Ausmaßes auslösten. Ein besonders eindrucksvolles Beispiel hierfür ist der Wildflysch, dessen klastische Komponenten häufig ansehnliche Dimensionen annehmen können. Lange hat man über das mechanische Problem des Transports von Riesenbrocken kristalliner und sedimentärer Gesteine nachgedacht. Heute stellt man sich vor, daß sie an Steilküsten entlang von Schwellen abgebrochen und an Böschungen in tiefere Meeresbereiche abgeglitten sind (vgl. hierzu HAGN 1960, S. 119). — Der *h e l v e t i s c h e* Ablagerungsraum war dagegen schon weiter vom werdenden Alpenkörper im Süden entfernt, so daß sich seine Sedimente stärker differenzieren konnten. Grobklastische Ablagerungen gehören zu den größten Seltenheiten und auch Umlagerungsvorgänge werden nur ausnahmsweise beobachtet. Mit diesem Befund steht auch der Fossilreichtum der meisten helvetischen Schichten in Einklang, da die ruhigeren Lebensräume der Entfaltung der Organismen mehr Möglichkeit boten. — Die *M o l a s s e* endlich wurde zu einem Zeitpunkt abgelagert, da die beiden Vortiefen Flysch und Helvetikum so gut wie aufgefüllt waren. In ihrer Faziesausbildung machen sich teilweise die tertiären Gebirgsbildungen bemerkbar, die im Vorland besonders wirksam waren. Die häufigen klastischen Einschaltungen und die oft mächtigen Schuttfächer sind beredete Zeugen dieser Paroxysmen (vgl. hierzu F. P. BENTZ 1961).

Endlich ist noch zu bemerken, daß die einzelnen Ablagerungsräume durch Schwellen, Inselgürlanden oder zumindest durch submarine Barrieren mehr oder weniger vollständig voneinander abgegrenzt wurden. Diese trennenden Aufzungen bestanden aus einem kristallinen Kern und einer wohl geringmächtigen

Hülle aus mesozoischen, meist oberjurassischen Sedimenten. Sowohl die kristallinen als auch die sedimentären Abtragungsprodukte der Schwellen lieferten den Schutt für die Konglomerate und Brekzien, die in den benachbarten Trögen abgelagert wurden. So besteht eine sehr enge Beziehung zwischen den einzelnen Trögen und Schwellen. Diese nachträglich durch paläogeographische Methoden rekonstruierten Schwellen haben eigene Namen erhalten; so wird z. B. das ehemalige Landgebiet zwischen Ultrahelvetikum und Flysch C e t i s c h e r R ü c k e n genannt (vgl. hierzu HAGN 1960, S. 119). Eine Vorstellung von dieser Wechselbeziehung zwischen Trögen und Schwellen — man könnte anschaulich von einer „Wellblech-Paläogeographie“ sprechen — soll Abb. 1 vermitteln.

Im Verlauf der tertiären Nachbewegungen der alpinen Orogenese wurden die ehemaligen Begrenzungen der einzelnen Zonen unkenntlich gemacht. Schichtverstellungen, Überschiebungen und die darauffolgende Erosion führten zum heutigen Bild. Die ehemals trennenden Schwellen sind heute längst tektonisch überfahren. Der Flysch liegt deckenförmig über Ultrahelvetikum und Helvetikum. Aus diesem Grund findet man die Gesteine der beiden letztgenannten Einheiten heute entweder verfaltet oder verschuppt am Nordrand des Flysches oder in fenster- bzw. halbfensterartigen Aufbrüchen inmitten der Flyschzone.

Durch die Überschiebungen wurde vor allem das Ultrahelvetikum tektonisch stark in Mitleidenschaft gezogen. Im Anschluß an diese Bewegungen, die im östlichen Oberbayern nacholigozän verlaufen sind, wurde auch der südliche Teil der Molasse gefaltet. Daher kann man eine alpenrandnahe Gefaltete oder Faltenmolasse und eine alpenrandfernere Ungefaltete oder Vorlandmolasse unterscheiden. Einen Überblick über den unterschiedlichen Baustil der einzelnen Zonen gibt Abb. 2.

Zusammenfassend kann daher gesagt werden, daß die Begriffe Kalkalpin, Flysch, Ultrahelvetikum, Helvetikum und Molasse nicht nur im paläogeographischen Sinne verstanden werden dürfen, sondern daß gleichzeitig auch ihre tektonische Geschichte<sup>19)</sup> zu berücksichtigen ist. Damit stellen sowohl die kalkalpine Geosynklinale als auch ihre Randsenken paläogeographisch-tektonisch eindeutig definierte Zonen dar.

### 3. Die Bedeutung der bayerischen Alttertiär- vorkommen für das europäische Alttertiär

In den vorausgegangenen Kapiteln wurde gezeigt, daß zahlreiche Autoren Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie des Alttertiärs der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes geliefert haben. In diesem Zusammenhang ist zunächst die Frage zu stellen, welche Bedeutung diese Veröffentlichungen für die S t r a t i g r a p h i e des gesamten europäischen Alttertiärs besitzen.

Hier muß neidlos zugegeben werden, daß im nordalpinen Bereich keine Stratotypen von tertiären Stufen liegen. Die Typlokalitäten von Dan, Mont,

---

<sup>19)</sup> Vgl. hierzu die Ausführungen von E. C. (früher E.) KRAUS (1967, S. 131 usf.).

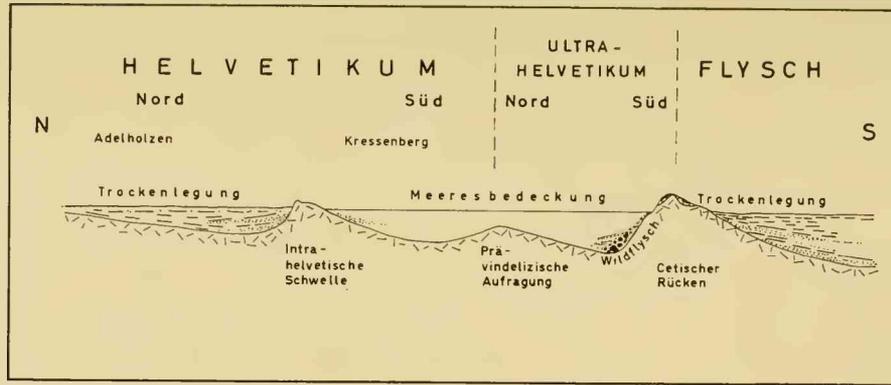


Abb. 1: Schematische Darstellung der Tröge und Schwellen des subalpinen Vorlands in alt-tertiärer Zeit (aus HAGN 1960, Abb. 8 auf S. 133, etwas umgezeichnet).

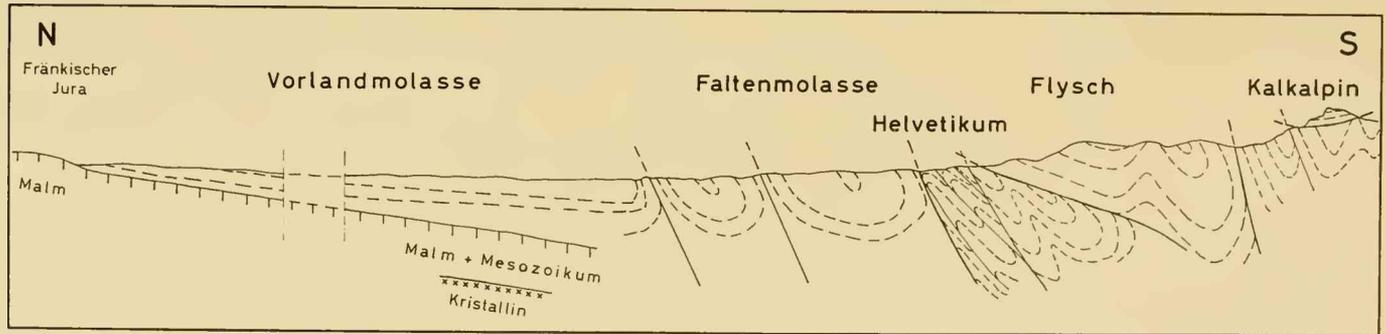


Abb. 2: Stark vereinfachter Schnitt durch die Bayerischen Alpen und ihr Vorland. Der unterschiedliche Baustil der einzelnen Zonen wurde angedeutet.

Landen, Ilerd, Cuis, Lutet, Biarritz, Priabon, Lattorf, Rupel und Chatt (vgl. hierzu Tab. 1) liegen alle außerhalb der in der vorliegenden Arbeit behandelten Gebiete. Somit scheinen die bayerischen sowie die angrenzenden österreichischen Alttertiärvorkommen von vornherein nur lokales Interesse beanspruchen zu können.

Ganz so schlimm ist es in der Tat nun doch wieder nicht. So gibt es eine ganze Reihe von Profilen, die als Prüfstein für die Gültigkeit von Gliederungsschemata des Alttertiärs dienen können. So ist z. B. das Profil von Häring i. T. neuerdings stark umstritten. Während LÜHR (1962 Ms.) lediglich die Häringer Zementmergel ins Oligozän stellte, stufte LINDENBERG (1964 Ms.; 1966) die gesamten Häringer Schichten in das Oligozän ein. Im Gegensatz dazu rechneten I. A. & A. I. KOROBKOV (1965) die Häringer Schichten ausschließlich zum Obereozän.

Da es nur eine einzige Grenze Eozän/Oligozän gibt, muß auch für das Profil von Häring i. T. eine optimale Lösung gefunden werden, d. h. die bevorzugte Grenzziehung muß möglichst vielen Argumenten gerecht werden. — Auch die Grenze Maastricht/Dan, seit den in den letzten Jahren erschienenen Arbeiten HOFKERS immer wieder Gegenstand von Diskussionen, kann in manchen Profilen studiert werden, so im Lattengebirge (Kalkalpin) oder im Südhelvetikum des Kressenbergs und des Haunsbergs. — Die Grenze Paleozän/Eozän ist im Untersberg-Vorland (Kalkalpin) bzw. im Südhelvetikum „aufgeschlossen“. — Es bleibt noch darauf hinzuweisen, daß die Grenze Oligozän/Miozän und damit die Grenzziehung zwischen Paläogen und Neogen im Bereich der Molasse noch vor etwa zehn Jahren leidenschaftlich diskutiert wurde. Beispiele für diesen Meinungsstreit sind die Arbeiten von HAGN & HÖLZL (1954) und ZÖBELEIN (1957).

Manche Auseinandersetzung und manches geistige Duell verlieren allerdings heute an Bedeutung, wenn man bedenkt, daß die gesamte Tertiärstratigraphie erneut in Fluß geraten ist. Auf das eine oder andere Detail der neuesten Forschungen wird noch bei der Erläuterung der Tabelle zurückzukommen sein.

Als Positivum bleibt immerhin, daß das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes durch das Vorhandensein reicher Mega- und Mikrofaunen ausgezeichnet ist. Wie schon im historischen Überblick ausgeführt wurde, befaßten sich bereits die älteren Autoren mit den fossilführenden Aufschlüssen des Kressenbergs, der Molasse und anderer Gebiete. So berücksichtigte auch MAYER-EYMAR, der Schöpfer zahlreicher Tertiärstufen, in seinen Arbeiten wiederholt bayerische Vorkommen (Bibliographie in ZÖBELEIN 1960, S. 263). In jüngster Zeit wurde ferner das Paleozän und Eozän des Kressenbergs von HOTTINGER, LEHMANN & SCHAUB (1964, Tab. 1a) in einer vergleichenden Tabelle der europäischen und außereuropäischen Alttertiärvorkommen aufgeführt.

Nicht unerwähnt mag ferner bleiben, daß aus den alttertiären Ablagerungen der Nordalpen und ihres Vorlandes einige neue Gattungen und zahlreiche neue Arten von Foraminiferen, Mollusken, Ostracoden und anderer Tiergruppen beschrieben worden sind. Es ist hier nicht der Ort, alle diese neuen taxinomischen Einheiten aufzuzählen. Doch sei noch darauf hingewiesen, daß alttertiäre Forami-

niferen bayerischer Vorkommen u. a. in den Arbeiten von CUSHMAN (1937), GLAESSNER & WADE (1959), HOFKER (1962) und REISS (1957) Berücksichtigung gefunden haben.

Somit bleibt festzuhalten, daß sowohl Stratigraphie als auch Paläontologie der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes über das rein lokale Kolorit hinaus auch allgemein interessierende Züge aufweisen, die in der Gesamtschau aller Merkmale des Alttertiärs nicht übergangen werden dürfen.

Daß die in der vorliegenden Arbeit behandelten Schichtfolgen in paläogeographischer Hinsicht von Interesse sind, braucht wohl nicht besonders betont zu werden. Die Tatsache verschiedener Ablagerungsräume, die faziesbeeinflussende Rolle der Schwellen, die durch die orogenetischen Bewegungen bedingte Faziesverschiedenheit des Schichtbestandes der einzelnen Tröge sowie die Faziesdifferenzierung innerhalb der einzelnen Ablagerungsbereiche — all das schafft ein verwirrendes Bild, das durch die späteren tektonischen Ereignisse zunächst noch unklarer wird.

Es ist hier eines Mannes zu gedenken, der die Grundlagen unserer heutigen Faziesgliederung in der helvetischen Zone gelegt hat, nämlich O. M. REIS. Er trug im Raum zwischen Bergen und Teisendorf in mühsamer Kleinarbeit Beobachtung für Beobachtung zusammen und konnte so u. a. die Adelholzener von der Kressenberger Fazieszone unterscheiden (1896). Viele seiner Ansichten sind auch heute noch gültig.

Eine der Grunderkenntnisse der subalpinen Paläogeographie ist die, daß in der höchsten Oberkreide das Meer aus den nördlich gelegenen Vortiefen nach Süden bis mindestens in den südhelvetischen Raum regrediert ist. Erst zu Beginn des Alttertiärs drang dasselbe Meer, in Verbindung mit einer Verlagerung der Randsenke bzw. des Trogtiefsten, erneut nach N vor (vgl. hierzu u. a. FRANK 1930; KORDIUK 1938; SCHMIDT-THOMÉ 1957, 1962<sup>20</sup>). Diese alttertiäre Transgression läßt sich gut verfolgen; je weiter sie nach N vorstieß, desto später kam sie an. Daher kann im Nordhelvetikum und in der Molassezone eine Schichtlücke zwischen jüngster Oberkreide und mittlerem bis höherem Alttertiär festgestellt werden (vgl. hierzu HAGN 1960, S. 158 usf.; Abb. 7 auf S. 60).

Hier ist noch eine weitere Beobachtung anzuführen. Mit fortschreitender Transgression wandert auch die Fazies nach N, d. h. die physikalisch-geologischen Bedingungen der Sedimententstehung wurden, je weiter im N, zu immer späteren Zeiten realisiert. Daraus wird ersichtlich, daß es nicht möglich ist, Profile verschiedener Fazieszonen miteinander lithostratigraphisch zu vergleichen. Erst die Biostratigraphie enthüllt die wahren Verhältnisse. Auf die Bedeutung der Auscheidung von Arten- und Faunenzonen bzw. -horizonten wird in den folgenden Kapiteln noch eingegangen werden.

Aus alledem erhellt, daß das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes für paläogeographische Untersuchungen ein geradezu idealer Gegenstand

---

<sup>20</sup>) Nach Angaben von SCHMIDT-THOMÉ (1962, S. 126) betrug die Nordverlagerung der Trogachse der Molassezone pro Jahr 2 mm.

ist. Über die lokale Bedeutung hinaus lassen sich nämlich allgemeingültige Folgerungen ableiten.

Nicht ganz soviel Staat zu machen ist mit der Bedeutung des Alttertiärs der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes für die alpine *Tektonik*. Es wurde bereits erwähnt, daß die wesentlichen orogenen Bewegungen, also diejenigen tektonischen Vorgänge, die zu Krustenbewegungen und Deckenüberschiebungen größeren Ausmaßes geführt haben, in kretazischer Zeit erfolgt sind<sup>20a</sup>). Damit ist es auch nicht notwendig, im Rahmen der vorliegenden Ausführungen auf die extreme Deckenlehre etwa im Sinne *TOLLMANN'S* (1963a) näher einzugehen. Es mag lediglich bemerkt werden, daß die Münchener Geologen traditionsgemäß seit jeher für eine gebundene, d. h. mehr oder weniger autochthone Tektonik eingetreten sind (vgl. hierzu *LEUCHS* 1925), während ihre Kollegen in West (Schweiz) und Ost (Österreich) schon seit Anfang an Anhänger der Deckenlehre waren.

An dieser Stelle ist zu bemerken, daß auch die Annahme einer mehr oder weniger autochthonen Tektonik eine Schubweite der tektonischen Einheiten in ihrer Gesamtheit von mindestens 30 bis 40 km berücksichtigen muß. Allein die Ausglättung der zahlreichen Falten- und Schuppenstrukturen verlangt derartige Größenordnungen. Die Hauptfrage ist eben die: Sind die Nördlichen Kalkalpen im S der Zentralalpen (im Sinne eines Oberostalpins) abgelagert und später nach N tektonisch verfrachtet worden oder sind sie im Norden des sog. Tauernfensters zur Ablagerung gekommen? Einen letzten Beweis für die eine oder andere Ansicht liefern die im folgenden näher beschriebenen Schichtfolgen nicht. Immerhin gibt es aber Hinweise paläogeographischer Art dafür, daß die Kalkalpen mit ihrem Vorland zu jeder Zeit eng verbunden gewesen sind.

Trotz weitgehender tektonischer Ruhe im Alttertiär ist es dennoch möglich, die Auswirkungen von Krustenbewegungen zu erkennen, die durch das Wandern der „Gebirgswelle“ nach Norden verursacht worden sind. Sie seien hier nach einem weitverbreiteten Schema als Phasen bezeichnet.

Die *L a r a m i s c h e* Phase läßt sich in der kalkalpinen Geosynklinale nicht eindeutig und an allen Stellen nachweisen. Erst in den Vortiefen gibt es Anhaltspunkte dafür, daß Krustenbewegungen eine durchgehende Sedimentation an der Wende Kreide/Tertiär verhinderten. Dies war zumindest im Nordhelvetikum der Fall: die Regression des Kreidemeeres nach S und die damit verbundene Schichtlücke von der höchsten Kreide bis einschließlich Untereozän kann damit erklärt werden. — Innerhalb des Eozäns hat auch die *I l l y r i s c h e* Phase Spuren hinterlassen, so z. B. im Bereich der Kalkalpen (vgl. hierzu *HAGN* 1960, S. 170; *TOLLMANN* 1964, S. 240—241). — Die Auswirkungen der *P y r e n ä i s c h e n* Phase sind stellenweise ebenfalls erkenntlich; im kalkalpinen Raum ist die Verlagerung des Ablagerungsraums aus der Zone des heutigen Oberaudorf nach S (Reit i.

<sup>20a</sup>) Die reiche Entwicklung des kalkalpinen Alttertiärs spricht in jedem Fall gegen die von *K. MÜLLER* (1967, S. 34, 37) vorgetragene Ansicht, die Hauptüberschiebungen (im Sinne der Tauernüberschiebung) hätten sehr wahrscheinlich erst an der Wende Eozän/Oligozän bzw. im Eozän oder Oligozän stattgefunden.

Winkl, Kössen i. T., Häring i. T.) darauf zurückzuführen (vgl. hierzu LINDENBERG 1964 Ms.; 1966, S. 85). Für den Bereich der Vortiefen ist anzunehmen, daß die Trockenlegung der helvetischen und ultrahelvetischen Zone sowie die Anlage bzw. Ausgestaltung der Molassevortiefe durch diese Phase veranlaßt wurden. — Ab der *Savischen* Phase, d. h. ab der Wende Paläogen/Neogen, begannen stärkere Bewegungen im subalpinen Vorland. Erst wurde der Flysch auf sein ultrahelvetisches und helvetisches Vorland deckenförmig überschoben. Später wurde die Molassezone in die Faltung miteinbezogen. Hierher sind auch die sog.

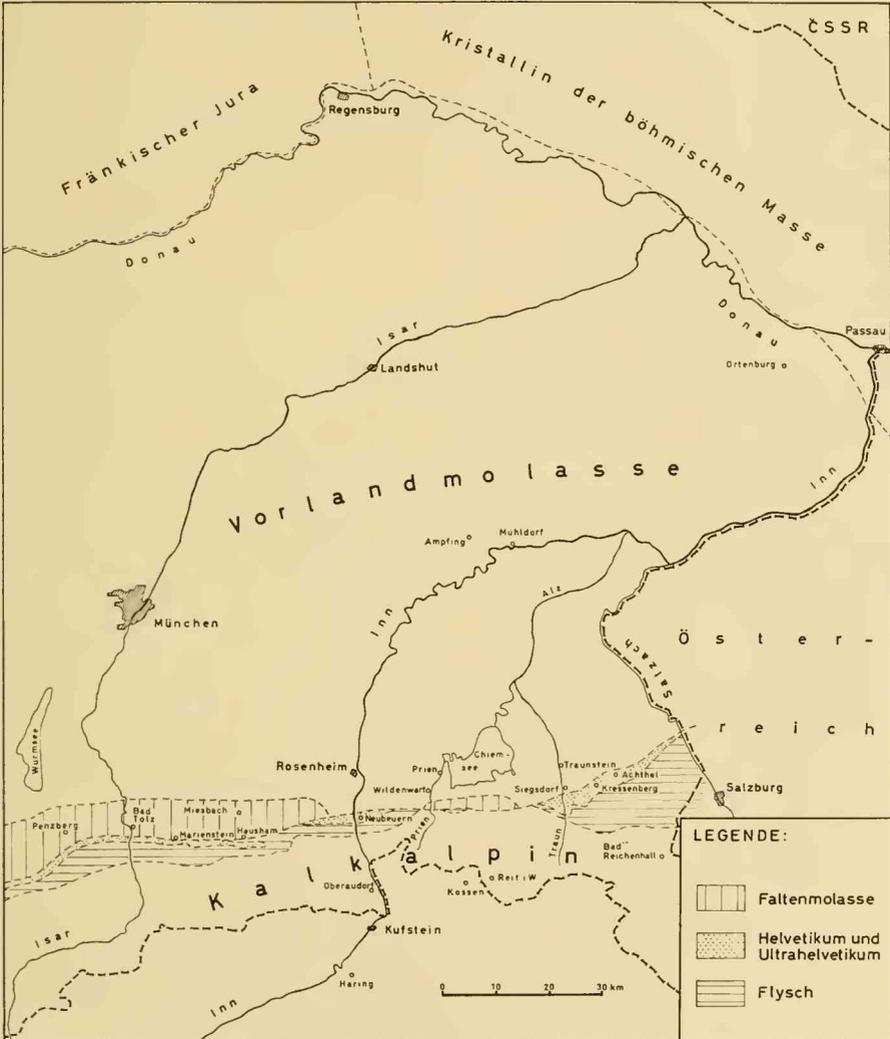


Abb. 3: Geologisch-topographische Übersichtsskizze des behandelten Gebietes.

tertiären Nachschübe innerhalb der Kalkalpen zu rechnen, die u. a. bewirkt haben, daß die chattische Serie des Angerbergs noch muldenförmig verfaltet und die Kaisergebirgsmasse auf ihr alttertiäres Vorland aufgeschoben wurde (vgl. hierzu den originellen Beitrag von LEBLING 1966). Im großen und ganzen kann gesagt werden, daß die „Gebirgswelle“ im Alttertiär das Orogen im S bereits verlassen hatte; dementsprechend wurde das Vorland in dieser Zeit tektonisch mehr beeinflußt als der Alpenkörper selbst.

In diesem Zusammenhang kann nicht erörtert werden, ob die gebirgsbildenden Bewegungen phasenhaft (in neuerer Zeit TOLLMANN 1964) oder mehr oder weniger kontinuierlich verlaufen sind (vgl. hierzu ZEIL 1962).

Desgleichen ist die Frage der Über- oder Unterschiebung nur kurz zu berühren. Wie schon der Verfasser an anderer Stelle (HAGN 1960, S. 182) ausgeführt hat, bestehen hier entscheidende Gegensätze. Im ersteren Fall zeigen Schichtlücken und geringmächtige Sedimente Bodenunruhen und damit gebirgsbildende Bewegungen an<sup>20b</sup>). Im letzteren Fall sollen gerade vollständig entwickelte, mächtige Ablagerungen beweiskräftig für die Wirkung von subkrustalen Absaugungen im Sinne der Unterströmungstheorie sein. Vorerst wird hier der erstgenannten Ansicht in der Ausdeutung der Vorzug gegeben.

Abschließend kann daher gesagt werden, daß das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes auch in tektonischer Hinsicht nicht ganz reizlos ist. Abgesehen von den örtlichen tektonischen Gegebenheiten können nicht wenige Erkenntnisse gewonnen werden, die auch in anderen Gebieten von Bedeutung sind.

Um den in der vorliegenden Arbeit dargebotenen Stoff nicht allzusehr anschwellen zu lassen, und damit eine möglichst übersichtliche Darstellung zu erreichen, wurde das eigentliche Untersuchungsgebiet eingeengt. Es reicht etwa von der Isar im Westen bis zum Meridian von Salzburg im Osten. Im Süden wird es von der Grauwackenzone begrenzt, im N bildet der Jura eine natürliche Grenze (vgl. hierzu Abb. 3). Es ließ sich nicht umgehen, daß der Verfasser bei der Behandlung des bayerischen Alttertiärs hin und wieder auch auf Nordtiroler oder Salzburger Vorkommen zu sprechen kam. Aus diesem Grund ließen sich auch gewisse Überschneidungen mit den Ausführungen von JANOSCHEK über das Tertiär von Österreich (1964) nicht vermeiden.

## C. Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes — ein Überblick

### 1. P a l e o z ä n

#### a) M o l a s s e

Im Untergrund des nördlichsten Teils der Vorlandmolasse wurden in einigen Bohrungen Niederbayerns im Liegenden des Oligozäns geringmächtige pyritreiche Tone und Mergeltonen angetroffen, die sowohl stratigraphisch als auch

---

<sup>20b</sup>) Es ist allerdings zu bedenken, daß eine geringe oder fehlende Sedimentation auch durch Meeresströmungen verursacht werden konnte.

paläogeographisch nicht ganz einfach zu deuten sind. Da Megafossilien fehlen, liegt die Beweislast bei der Altersbestimmung auf den Mikrofossilien. Da bis jetzt nur sandschalige Foraminiferenfaunen gefunden wurden, ist die stratigraphische Aussage etwas umstritten. Einen Überblick über die bis zum Jahre 1960 erschienene Literatur gab der Verfasser (HAGN 1960, S. 67). Er verglich die pyritreichen Tone mit den Roten Tonen von Achthal im bayerischen Ultrahelvetikum und hielt daher ein oberpaleozänes Alter für möglich. In jüngster Zeit diskutierten GUDDEN & ZIEGLER (1965, S. 223) erneut die Altersfrage dieser Schichten. Im Hinblick auf das gehäufte Auftreten der Gattung *Arenobulimina* erachteten sie einen Vergleich mit den oben genannten ultrahelvetischen Ablagerungen für nicht zulässig. Auch in paläogeographischer Hinsicht ergeben sich Schwierigkeiten in der Ausdeutung. Da weder Meeresverbindungen nach Norden noch nach Süden bestanden haben können, ist man gezwungen, an einen faunistischen Austausch mit im SE gelegenen Meeresbereichen anzunehmen.

### b) Helvetikum

Der helvetische Ablagerungsraum kann in einen Nord- und in einen Südteil untergliedert werden. Das Nordhelvetikum wird als Adelhölzener, das Südhelvetikum als Kressenberger Fazieszone bezeichnet.

Es wurde bereits ausgeführt (S. 265), daß innerhalb des Nordhelvetikums zwischen den jüngsten Kreide- und den älteren Tertiärschichten eine Schichtlücke ausgebildet ist. Sie umfaßt das Obere Maastricht, das Paleozän und das Untere Eozän. Demzufolge sind aus dem nordhelvetischen Faziesraum bis heute keine paleozänen Ablagerungen bekanntgeworden.

Im Südhelvetikum liegen die Verhältnisse anders. Im Bereich des Kressenbergs und des Gebietes N Salzburg (Mattsee) waren schon seit geraumer Zeit Schichten bekannt, die nach Ausweis ihrer Megafossilien älter sind als die Stufe des „Parisien“ (vgl. hierzu FRAUSCHER 1886; O. M. REIS 1896; SCHLOSSER 1925a). TRAUB (1936, 1938) stellte erstmals den tieferen Teil dieser Ablagerungen in das Paleozän.

Mit dieser Einstufung taucht sogleich die Frage auf: Gehen die paleozänen Sedimente des Südhelvetikums aus den Oberkreideablagerungen kontinuierlich, also ohne Schichtlücke, hervor? Kann man demnach von einer „série compréhensive“ im Sinne der Schweizer Geologen sprechen?

Diese Frage wurde zunächst nicht übereinstimmend beantwortet. So war z. B. TRAUB (1953, S. 7) der Meinung, daß zwischen der Oberkreide und dem Alttertiär des Haunsberges wegen der auffallenden Faziesähnlichkeit keine größere Schichtlücke zu erwarten sei. Dagegen sprach sich der Verfasser (HAGN 1954c, S. 70—71, 78, 122) für das Vorhandensein einer Schichtunterbrechung zwischen Mesozoikum und Känozoikum aus.

Inzwischen gelang es, im Bereich des Kressenbergs obertags in einem kleinen Anriß eine Mergelprobe zu entnehmen, die eine Mikrofauna des tiefsten Alttertiärs (Dan) enthielt (HAGN 1960, S. 85—86). Wenige Jahre später konnte GOHRBANDT (1963a, S. 23—24) am Haunsberg N Salzburg ebenfalls Dan mit Hilfe von

Foraminiferen nachweisen. Daraus ist zu schließen, daß zumindest im östlichsten Teil Oberbayerns und im Land Salzburg an der Wende von Kreide zu Tertiär eine durchgehende Sedimentation stattgefunden hat.

Im Gebiet von Neubeuern a. Inn (HAGN 1954c, 1960) und W Bad Tölz (IMKELLER 1895/96; v. STACKELBERG 1960) fehlen bis heute entsprechende Fossilfunde. Man muß daher immer noch mit der Möglichkeit rechnen, daß das subalpine Meer weiter im Westen erst in oberpaleozäner Zeit aus dem ultrahelvetischen Raum in das Südhelvetikum vorgestoßen ist (vgl. hierzu HAGN 1960, S. 83—84).

Innerhalb des Südhelvetikums gibt es drei Lokalitäten, die hier näher zu besprechen sind: der K r o i s b a c h am Haunsberg N Salzburg, das alte Eisen-erzrevier des K r e s s e n b e r g s und das Vorkommen von N e u b e u e r n a m I n n.

Der K r o i s b a c h - G r a b e n entblößt auf weite Erstreckung hin paleozäne Ablagerungen. Es handelt sich um schwärzliche, feinsandige Mergel mit mehr kleinwüchsigen Mollusken sowie um glaukonitische, mergelig bis kalkig gebundene Sandsteine mit größerwüchsiger Fauna. Diese Gesteine werden heute als O i c h i n g e r S c h i c h t e n bezeichnet (GOHRBANDT 1963a, S. 9, 19; Namengebung durch G. GÖTZINGER). Die Megafauna fand in TRAUB (1938) ihren Bearbeiter, der auch ihr paleozänes Alter erkannte. Besonders häufig sind Lamellibranchiaten und Gastropoden. Neben weitverbreiteten Arten wie *Cucullaea crassatina* LAM. und *Athleta elevata* SOW. treten zahlreiche neue Arten auf. Besonders häufig sind *Nemocardium granosulcatum* TRAUB, *Pycnodonta frauscheri* TRAUB und *Pleurotomaria kroisbachensis* TRAUB. Die insgesamt 116 Arten umfassende Fauna enthält u. a. auch Vertreter der Hexacoralla (z. B. *Trochocyathus haunsbergensis* TRAUB), der Octocoralla (*Graphularia salisburgensis* TRAUB), der Brachiopoda (z. B. *Terebratulina eggeri* TRAUB) und der Echinodermata (z. B. *Schizaster schlosseri* TRAUB). Als Unikum ist *Belopectera broilii* TRAUB anzuführen, ein Sepioideenrest mit Phragmokon und Resten der Scheide. Selbst eine eingeschwemmte Landschnecke entging der Aufmerksamkeit TRAUBS nicht; er nannte die dickbauchige Schließmundschnecke *Clausilia inopinata*. Man kann ohne Übertreibung behaupten, daß die Aufschlüsse im Kroisbach-Graben zu den fossilreichsten Vorkommen paleozäner Megafaunen nicht nur des alpin-mediterranen Raumes, sondern ganz Europas gehören.

In den letzten Jahren wurden auch die Mikrofaunen des Kroisbachs und benachbarter Gräben von GOHRBANDT (1963a; vgl. hierzu auch 1963b) eingehend untersucht. Mit Hilfe von pelagischen Foraminiferen der Gattungen *Globigerina*, *Globorotalia*, *Truncorotalia* und *Turborotalia* gliederte dieser Autor das Paleozän in die Zonen A—E; die Zone F repräsentiert bereits das Untereozän (Cuis). Es wurde schon weiter oben erwähnt, daß GOHRBANDT auch Äquivalente der Dan-Stufe nachweisen konnte. Er beschrieb ferner eine neue Art der Gattung *Globorotalia*, nämlich *Gl. haunsbergensis*, sowie eine neue Unterart der Gattung *Truncorotalia*, *Tr. marginodentata aperta*. Darüber hinaus enthält die Arbeit GOHRBANDTS einen Beitrag von H. STRADNER über das Nannoplankton der paleozänen Ablagerungen.

Die Oichinger Schichten reichen in der durch GOHRBANDT gegebenen Fassung von der höchsten Oberkreide bis zum höheren Paleozän. Im obersten Teil des Paleozän-Profiles beobachtet man eine etwas abweichende Fazies. Über den Oichinger Schichten folgt der *C r a n i e n - S a n d s t e i n* mit *Crania austriaca* TRAUB, der seinerseits von der sog. *G r y p h a e e n - B a n k* mit *Pycnodonta* (= *Gryphaea auctorum*) *frauscheri* TRAUB und *P. pseudovesicularis* (GÜMBEL) überlagert wird. Die höchste Stufe des Paleozäns, das Ilerd, wird durch den *U n t e r e n L i t h o t h a m n i e n k a l k* vertreten. Dieses Schichtglied keilt nach Süden zu aus und wird dort durch glaukonitische Sandmergel und Sandsteine ersetzt (TRAUB 1953, S. 12; GOHRBANDT 1963a, S. 20—21). Die Rotalgen-Flora ist noch nicht bearbeitet. Erste Untersuchungen durch den Verfasser ließen die Gattungen *Lithothamnium*, *Archaeolithothamnium*, *Lithophyllum*, *Distichoplax* und *Peyssonnelia* erkennen. Ferner wurde die Foraminiferen-Gattung *Solenomeris* festgestellt. Nachzutragen ist noch, daß die Nummuliten und Operculinen des obersten Paleozäns des Haunsbergs von PAPP (in GOHRBANDT 1963a) beschrieben wurden. Es handelt sich um primitive Arten; u. a. konnten *N. cf. fraasi* DE LA HARPE und *N. nitidus nitidus* DE LA HARPE bestimmt werden.

Im Gebiet des *K r e s s e n b e r g s* und seiner Umgebung sind heutzutage nur mehr sehr wenige Beobachtungen über das Paleozän des Südhelvetikums zu machen. Obertags sind nur an einzelnen Stellen paleozäne Ablagerungen aufgeschlossen. Immerhin gelang es seinerzeit dem Verfasser, im Kressen-Graben eine Mergelprobe aufzusammeln, deren Mikrofauna auf ein Dan-Alter schließen ließ (HAGN 1960, S. 85—86). Sie zeigte eine gute Übereinstimmung mit Faunengemeinschaften der Midway-Formation der amerikanischen Golfstaaten. Feinsandige, dunkle Mergel und Sandsteine des *T h a n e t s* waren früher in den Stollen des Kressenberger Bergbaus anzutreffen. Hierher hatte auch SCHLOSSER (1925 a, S. 165 usf.) den größten Teil seiner Megafauna. Eingehendere mikropaläontologische Untersuchungen der paleozänen Ablagerungen des Kressenbergs stehen noch aus. Abgesehen von den Beobachtungen des Verfassers berücksichtigte lediglich ZIEGLER (1960) die Assilinen der *S c h m a l f l ö z - S c h i c h t e n*, die dieser Autor (l. c., S. 216) zunächst in das Unter-Cuis einstuftete, später aber als Äquivalente der Ilerd-Stufe erkannte (mündliche Mitteilung). Sie führen *Assilina nili* DE LA HARPE.

Der Vollständigkeit halber sei noch vermerkt, daß das von KNIPSCHER (1956, S. 420 usf.) vermutete paleozäne Alter der *H a c h a u e r S c h i c h t e n* nicht bestätigt werden konnte. Die Hachauer Schichten, deren Typlokalität SE von Siegsdorf liegt, besitzen nach Aussage ihres Fauneninhalts vielmehr ein Ober-Maastricht-Alter (HAGN 1960, Fußnote 56 a auf S. 80—83; HAGN et al. 1961, S. 154—156). Sie bilden das Liegende des südhelvetischen Alttertiärs.

In der näheren und weiteren Umgebung von *N e u b e u e r n a m I n n* wurden vom Verfasser (HAGN 1954 c, S. 16—23) paleozäne Ablagerungen entdeckt, die aber nur spärliche Mega- und Mikrofaunen enthalten. Die Schichtfolge beginnt mit hellen, teilweise sehr grobkörnigen *A r k o s e n*, die als Trans-

gressionsbildungen aufgefaßt werden können. Weitere Schichtglieder sind Grünsandsteine, eisenschüssige Sandsteine und Kalksandsteine sowie schwärzliche, feinsandige Mergel. Alle diese Gesteine wurden vom Verfasser in das obere Paleozän (Landen) gestellt. Er nahm ferner eine Schichtlücke im tieferen Paleozän an (l. c., S. 70—71, 78, 122). Mangels neuer Fossilfunde kann diese Ansicht vorerst weder gestützt noch widerlegt werden (vgl. hierzu auch HAGN 1960, S. 83 bis 84).

### c) Ultrahelvetikum

Wie bereits ausgeführt wurde, kann innerhalb des Ultrahelvetikums, das erst seit den Untersuchungen des Verfassers (HAGN 1960, S. 87 *usf.*) in Oberbayern als selbständige Zone anerkannt wurde, ein nördlicher und ein südlicher Bereich unterschieden werden. Im Nordteil herrschen pelitische, kalkreiche, häufig bunt gefärbte oder dunkel gefleckte Sedimente („Buntmergelserie“) vor, die faziell an die helvetische Ausbildung erinnern. Der Ausdruck Buntmergelserie wurde von dem österreichischen Geologen PREY (1952, S. 42) in die Literatur eingeführt. Innerhalb dieser Schichtserie ist es nicht möglich, auf Grund der Gesteinsausbildung eine Untergliederung zu treffen. Da Megafossilien weitgehend fehlen, kann nur mit Hilfe von Mikrofossilien, meist pelagischen Foraminiferen, eine Einstufung durchgeführt werden. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß paleozäne Ablagerungen des Nordultrahelvetikums ziemlich selten aufgeschlossen sind. Sie sind meist entweder tektonisch unterdrückt oder von quartären Hüllschichten überdeckt. Die bekanntesten Vorkommen liegen im Tal der Weißen Traun S Siegsdorf (DE KLASZ in GANSS *et al.* 1956, S. 48—50). Aus Dan-Mergeln derselben Schichtfolge beschrieb DE KLASZ (1953, S. 434 *usf.*) die neue Foraminiferen-Gattung *Quadratobulimina*. In jüngster Zeit berichteten OHMERT & WITT (1966, S. 76) über ein neues Vorkommen von oberpaleozäner Buntmergelserie auf Blatt Tegernsee.

Im Südultrahelvetikum sind bunte, tonige, mehr oder weniger kalkarme bis kalkfreie Sedimente und fein- bis grobklastische Bildungen weit verbreitet. Hierher gehören die Roten Tone von Achthal, die dem Achthaler Sandstein eingeschaltet sind. Sie führen eine ausschließlich sandchalige, flyschartige Foraminiferenfauna (vgl. hierzu HAGN 1960, S. 103—104, Taf. 11). Sie wurden vom Verfasser in das höhere Paleozän gestellt. Ein Teil der im Sprung-Graben bei Achthal (zwischen Neukirchen und Oberteisendorf) anstehenden bunten Schichten gehört ebenfalls dem südultrahelvetischen Paleozän an (GANSS & KNIPSCHER 1956, S. 617 *usf.*). Grobklastische Ablagerungen aus paleozäner Zeit, die als Wildflysch im engeren Sinne angesprochen werden können, sind im bayerischen Alpenvorland nicht häufig und lassen sich teilweise nur mit Vorbehalt einstufen. So wurde für die Dürnbach-Brekzie W Tegernsee, deren Altersstellung von HAGN (1960, S. 94—95) erörtert wurde, von OHMERT & WITT (1966, S. 78) ein oberpaleozänes bis mitteleozänes Alter angegeben.

Nicht immer lassen sich die beiden Faziesgebiete so scharf voneinander abtrennen. So konnte PFLAUMANN (1960 Ms.) im Wendelsteinvorland einen Schichtkomplex auskartieren, der zwischen Nord- und Südultrahelvetikum zu vermitteln scheint. Er nannte ihn *Osterbachfazies*. Diese umfaßt Tonschiefer, Mergel, Kalke, Sandsteine sowie fein- bis mittelkörnige Brekzien. Das Alter dieser Ablagerungen ist Campan-Maastricht. Da anzunehmen ist, daß auch in diesem Faziesbereich die Sedimentation an der Wende Kreide/Tertiär nicht unterbrochen wurde, könnten eines Tages auch alttertiäre Äquivalente der Osterbachfazies angetroffen werden.

#### d) Flysch

Jahrzehntlang hat die Stratigraphie der Flyschzone Rätsel über Rätsel aufgegeben. Schuld daran war in erster Linie der Mangel an altersweisenden Fossilien. Während die megafossilreichen Ablagerungen der übrigen Vortiefen und des Kalkalpins schon längst richtig eingestuft waren, blieb der Flysch noch immer weitgehend eine terra incognita. Im historischen Überblick wurde bereits dargestellt, daß z. B. GÜMBEL in seinen Arbeiten die Flyschablagerungen als obereozän und/oder unteroligozän betrachtete. Erst durch gelegentliche Funde von Inoceramen in der Zementmergelerde wurde klar, daß zumindest ein Teil des Flysches in der Kreide zur Ablagerung gekommen war. Für die sog. Sandsteingruppe hielt man aber noch lange am alttertiären Alter fest, da BODEN (1923, S. 227) in flyschartigen Sandsteinen vom Gschwendtner-Berg bei Hausham Nummuliten entdeckt hatte. Diese Sandsteine werden heute allerdings dem Südultrahelvetikum zugeordnet (S. 288).

Einen wesentlichen Fortschritt in der Gliederung des Flysches brachten in Oberbayern vor allem die Arbeiten von OSSWALD (1928) und BLÜHER (1935). Endlich war die schematische Einteilung in eine *Kieselkalk-* und in eine *Sandsteingruppe* durch ein detailliertes Gliederungsschema ersetzt worden. Nunmehr war erwiesen, daß der größte Teil der Schichtfolge der Flyschzone der Kreide angehört. Die jüngsten Flyschablagerungen hingegen wurden von BLÜHER (1935, S. 35—36), M. RICHTER (1937, S. 139 *usf.*), M. RICHTER *et al.* (1939, S. 675 *usf.*) und MÜLLER-DEILE (1940, S. 345 *usf.*) in das Paleozän und Eozän gestellt. Die wichtigsten Vorkommen dieses vermeintlich alttertiären Flysches liegen am Schliersberg bei Schliersee sowie am Hörnle bei Bad Kohlgrub.

Mikropaläontologische Untersuchungen von neu aufgesammelten Gesteinsproben erbrachten hingegen den Befund, daß sowohl der *Schliersberg-Sandstein* als auch die entsprechenden Schichten vom Hörnle als Bildungen der obersten Kreide aufzufassen sind (HAGN 1960, S. 135 *usf.*). Nach PFLAUMANN (1964 Ms.) kommt dem Schliersberg-Sandstein ein Ober-Maastricht-Alter zu. Es konnte gezeigt werden, daß Verwechslungen von Großforaminiferen, z. B. von großwüchsigen Lenticulinen bzw. Robuli mit Nummuliten und von Orbitoiden mit Discocyclinen, zu den oben angeführten Altersbestimmungen geführt haben.

Es bleibt die Frage, ob im Bereich der nordalpinen Flyschzone in Oberbayern überhaupt keine alttertiären Sedimente zum Absatz gelangten oder ob diese wohl

abgelagert wurden, später jedoch der Erosion zum Opfer fielen. Diese Frage kann vorerst noch nicht sicher beantwortet werden, doch scheint die letztere Möglichkeit die wahrscheinlichere zu sein. Wurden doch im Miozän und auch noch später, nämlich nach der Überschiebung des Flysches auf sein Vorland, mächtige Schichtpakete abgetragen. Ihre Reste findet man heute in Form von Geröllen bzw. Geschieben in der Molasse und in den quartären Ablagerungen.

In diesem Zusammenhang mag noch erwähnt werden, daß aus dem österreichischen Anteil der Flyschzone durchaus altpaleozäne Bildungen bekannt sind (PREY 1962, S. 287, Tab. 2 auf S. 286). Man denke in diesem Zusammenhang auch an den etwas jüngeren Greifensteiner Sandstein des Wienerwald-Flysches. Für das westliche Oberbayern, für das Allgäu und für Vorarlberg rechnete BETTENSTAEDT (1958, S. 578, Tab. 2 auf S. 577) ebenfalls mit einem Hineinreichen der Bleicherhorn-Serie in das Alttertiär.

Da, wie wir gesehen haben, die bis heute bekannte Schichtfolge des oberbayerischen Flysches kretazischen Alters ist, fällt sie außerhalb des Rahmens der vorliegenden Arbeit. Dennoch seien an dieser Stelle die Arbeiten von PFLAUMANN (1964 Ms.) und HESSE (1965, 1966) erwähnt, da in ihnen zahlreiche neue Beobachtungen mitgeteilt werden, die auch in anderen Flyschgebieten von Bedeutung sind. Ein Überblick über die Ichnologie der Flyschablagerungen ist ferner SEILACHER (1959) zu verdanken.

Am äußersten Südrand der nordalpinen Flyschzone, an der Grenze zum Kalkalpin, beobachtet man weitverbreitet Mergel, Sandsteine und Konglomerate. Diese Gesteine werden nach einer Lokalität bei Lenggries Tratenbach-Serie genannt. Sie wurden von M. RICHTER et al. (1939, S. 689) als Randcenoman gedeutet, doch fand der Verfasser (HAGN 1951, S. 108 usf.) in einer Mergelprobe, die er im Tratenbach entnommen hatte, alttertiäre Foraminiferen. Ein Überblick über die Altersfrage dieser Ablagerungen ist in einer späteren Arbeit des Verfassers (HAGN 1960, S. 141—142) enthalten. In den letzten Jahren konnte WOLF (1963, 1964) mit Hilfe von Sporen das alttertiäre Alter der meist sehr fossilarmen Tratenbach-Serie bestätigen. Man stellt sie heute in den Zeitbereich Oberpaleozän—Untereozän (vgl. hierzu Tab. 1). Die Frage, ob diese Serie noch zum Flysch gehört oder eine selbständige Einheit zwischen Flysch und Kalkalpin bildet, ist noch nicht endgültig entschieden (vgl. hierzu TEUBERT 1960 Ms.; HESSE 1966, S. 71)<sup>20c</sup>). In jüngster Zeit vertrat LEBLING (1966, S. 292), ähnlich früheren Autoren, sogar die Ansicht, der „Flysch“ des Tratenbachs läge mit Grundkonglomeraten auf den Kalkalpen und stelle somit ein wichtiges Verbindungsglied zwischen Flysch und Kalkalpin im Sinne der autochthonen Tektonik dar.

#### e) Kalkalpin

Noch vor wenig mehr als zehn Jahren herrschte im Schrifttum die Meinung, daß der kalkalpine Raum während des älteren Alttertiärs Festland gewesen sei. Erst im Obereozän sei das Meer, von Norden kommend, erneut nach Süden

<sup>20c</sup>) Nach den sedimentpetrographischen Untersuchungen von K. MÜLLER (1967, S. 27 bis 28) besitzen die Tratenbach-Schichten keinerlei Beziehungen zu Gesteinen der Flyschzone.

vorgestoßen und hätte an tektonisch vorgezeichneten Stellen, nämlich im Reichenhaller Becken und im Untersberg-Vorland sowie im Unterinntal, seine Sedimente hinterlassen (vgl. hierzu HAGN & ZEIL 1954, S. 553 usf.; ausführliche Literaturangaben bei HAGN 1960, S. 142 usf., 167).

Mit Hilfe von Kleinforaminiferen gelang es dem Verfasser (HAGN 1952, S. 203, 208—209, 211), im Untersberg-Vorland Ablagerungen nachzuweisen, die jünger als Maastricht sind. Er stellte sie in das Dan, wobei er diese Stufe noch als oberste Kreide auffaßte (weiteres Schrifttum hierzu bei HAGN 1960, S. 143—144). Wenig später machte ZÖBELEIN (1955, S. 342 usf.) auf paleozäne und ältereozäne Sedimente des Kalkalpins aufmerksam. Neben anstehenden Vorkommen berücksichtigte er vor allem die Gerölle der inneralpinen Angerberg-Schichten und der Faltenmolasse des Ammer- und Lech-Profils. Die Altersbestimmungen, die an Dünnschliffen gewonnen wurden, führte M. REICHEL aus Basel durch. Kurz darauf konnte der Verfasser (HAGN in SCHLAGER 1957, S. 70—71) im Kühlgraben am Nordfuß des Untersbergs „Dan II“, Paleozän und Untereozän ausscheiden. Alle diese Ergebnisse zeigten, daß die bisherigen paläogeographischen Vorstellungen überholt und revisionsbedürftig geworden waren.

In der Folgezeit wurde das Untersbergvorland von A. v. HILLEBRANDT eingehend bearbeitet. Mit Hilfe von pelagischen Foraminiferen konnte er die paleozänen Ablagerungen, rote und graue Mergel, in die Zonen A—G einteilen (v. HILLEBRANDT 1960 Ms., 1962 a, 1962 b). Dabei war die Aufeinanderfolge dieser stratigraphischen Einheiten nicht immer ohne weiteres zu erkennen, da vor allem das Profil des Eitelgrabens tektonisch stark gestört ist. Aus diesem Grund waren später noch kleinere Korrekturen an dem ursprünglichen Gliederungsschema notwendig (H. A. KOLLMANN 1964, S. 112; v. HILLEBRANDT 1965, S. 47—48). Abgesehen von dieser Zonengliederung lieferte v. HILLEBRANDT (1960 Ms.; 1962 a) eine monographische Bearbeitung der paleozänen Foraminiferenfaunen des Untersbergvorlandes und des Beckens von Reichenhall. Hervorzuheben ist, daß die kalkalpinen Faunen eine große Ähnlichkeit mit Vergesellschaftungen der karibischen Faunenprovinz aufweisen (l. c., S. 161). In einer weiteren Arbeit beschrieb derselbe Autor (v. HILLEBRANDT 1962 c) aus den Zonen E und F eine neue Foraminiferenart, nämlich *Nummulites* (?) *paleocaenicus*. Nach v. HILLEBRANDT (l. c., S. 6) handelt es sich hierbei „um den primitivsten der bisher bekannten Nummuliten“ (vgl. hierzu allerdings PAVLOVEC 1966, S. 42—43). Zu erwähnen ist ferner noch, daß das Nannoplankton des Paleozäns des Untersbergvorlandes von STRADNER (in STRADNER & PAPP 1961) bestimmt wurde.

Für das Verständnis der Kreide/Tertiär-Grenze im Bereich der Kalkalpen ist eine Beobachtung wichtig, die D. HERM (in v. HILLEBRANDT 1962 a, S. 13; 1962 b, S. 340) im Lattengebirge bei Bad Reichenhall machte. Im Oberlauf des Wasserfallgrabens liegen unmittelbar über den jüngsten Kreideschichten (Maastricht II) rote und graugüne Mergel, die faziell den Nierentaler Schichten sehr ähnlich sind. v. HILLEBRANDT stufte diese Ablagerungen auf Grund ihrer Mikrofauna in seine Zone A, d. h. in das untere Dan, ein. Damit ist erwiesen, daß auch

in diesem Gosaubecken an der Wende von Kreide zu Tertiär keine Schichtunterbrechung stattgefunden hat (vgl. hierzu auch v. HILLEBRANDT 1962 b, S. 344).

Im Gebiet des *Unterinntales* ist anstehendes Paleozän bis heute nur von einer einzigen Stelle mit Sicherheit bekannt, nämlich von *Sebi* bei Niederdorf auf der rechten Seite des Inns (Nordtirol). Am Rande eines Weges im Bereich des Kalkwerks stehen graue und rötliche Mergel an, denen geringmächtige Sandsteinbänkchen eingeschaltet sind. Die Fazies dieser Gesteine erinnert stark an diejenige der Nierentaler Schichten. Die Mikrofaunen sind nicht sehr reich; pelagische Faunenelemente, vor allem Globigerinen, überwiegen. Das Alter dieser Ablagerungen ist höheres Dan (oberer Teil der Zone B der Gliederung v. HILLEBRANDTS). Wenn auch das Paleozän-Vorkommen von *Sebi* nicht in einem ungestörten Profil mit oberkretazischen Schichten liegt, so darf doch angenommen werden, daß auch in diesem Gosaubecken, ähnlich wie in anderen Gebieten, an der Grenze Kreide/Tertiär eine durchgehende Sedimentation erfolgt ist (vgl. hierzu GESSNER 1961 Ms.; HAGN et al. 1961, S. 165—166, Fußn. 9 auf S. 170; v. HILLEBRANDT 1962 b, S. 343 und Fußn. 5 b).

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß VÖLK (1960 Ms.) in roten Mergeln, die in einer Bohrung in der *Schöffau* bei Kiefersfelden angetroffen wurden, eine Sandschalerfauna fand, die derjenigen der Roten Tone von Achthal stark ähnelt. Es besteht daher die Möglichkeit, daß auch diese Ablagerungen ein Paleozän-Alter besitzen.

Von großer Bedeutung für die Paläogeographie des Unterinntales sind *allochthone* Vorkommen von paleozänen Sedimenten. So erwähnte bereits ZÖBELEIN (1955, S. 343) Paleozängerölle aus den Angerbergsschichten des Höllgrabens bei Kleinsöll. Einige Jahre später konnte der Verfasser (HAGN 1960, Fußn. 106 und 107 auf S. 168) ergänzende Beobachtungen mitteilen. Ein paleozänes Geröll zeigte eine pelagische Mikrofazies mit Globigerinen und Radiolarien. Ein etwas jüngerer Geröll ließ im Dünnschliff eine detritische Ausbildung erkennen. Hier ist auch noch KÖVECS (1964 Ms.) zu nennen, der die Angerbergsschichten an ihrer Typlokalität untersuchte. Er konnte mit Hilfe von Klein- und Großforaminiferen Gerölle des Unter-, Mittel- und Oberpaleozäns unterscheiden. Auch KÖVECS traf die Feststellung, daß die jüngeren Alttertiärgerölle eine küstennahe Flachwasserfazies aufweisen, in der Umlagerungen älterer Gesteine sehr häufig sind.

Damit ist ein wichtiger Fortschritt erzielt. Wir wissen heute, daß auch in paleozäner Zeit die ehemaligen Gosaubecken vom Meer überflutet waren, daß aber, zumindest an den Beckenrändern, schon sehr frühzeitig Abtragungen eingesetzt haben. Diese und auch noch spätere Erosionen haben die Alttertiärgerölle sowohl für die inneralpinen Konglomerate als auch für die Schuttfächer der subalpinen Molasse geliefert. Es ist eine reizvolle Aufgabe, die Reste ehemaliger Sedimentbedeckungen des Alpenkörpers aufzuspüren und sie als Mosaiksteinchen für ein neues paläogeographisches Bild der Alpen im Alttertiär zu verwenden.

## 2. Eozän

### a) Molasse

Im Liegenden der oligozänen Ablagerungen wurden in einigen Bohrungen der südlichen Vorlandmolasse, vor allem im Raume NE München, Sedimente angetroffen, die nach Aussage ihres Fauneninhaltes (u. a. *Rotularia spirulacea* [LAM.], Discocyclinen, bestimmter Arten der Gattung *Nummulites*) obereozänen Alters sind. Bislang wurde über diese priabonen Ablagerungen nur wenig publiziert. Die meisten Befunde schlummern noch in den Archiven der Erdölgesellschaften. Aus diesem Grund ist der Verfasser Herrn Dr. M. BROCKERT, Celle, zu großem Dank verpflichtet, daß er ihm einige mündliche Mitteilungen über seine noch unveröffentlichten Arbeiten im Bereich der Ungefalteten Molasse gemacht hat<sup>21)</sup>.

Die vorwiegend mergelig bis mergelig-kalkig entwickelten, teilweise sandigen und glaukonitreichen Gesteine besitzen nur eine geringe Mächtigkeit. Sie sind im allgemeinen ziemlich fossilreich, vor allem an Klein- und Großforaminiferen. Lagenweise werden aber auch Megafossilien häufiger beobachtet. Die ersten Altersbestimmungen führte ZÖBELEIN mit Hilfe von Großversteinerungen durch, während OSCHMANN die Mikrofaunen berücksichtigte. Die Ergebnisse lauteten: Eozän, mit Vorbehalt Obereozän bzw. Lud (ZÖBELEIN bzw. OSCHMANN in HEERMANN 1954, S. 17; 1955, S. 73; vgl. hierzu auch OSCHMANN 1957, S. 693). Später untersuchte der Verfasser (HAGN 1960, S. 70) Mikrofossilien aus dem Obereozän der Bohrung Ampfing 15; u. a. beschrieb er die Nummulitenarten *N. chavannesi* DE LA HARPE und *N. budensis* HANTKEN. In jüngster Zeit erwähnte OSCHMANN (1963, S. 10) erneut das Priabon der Vorlandmolasse. Nach OSCHMANN & HAMMER (1963, S. 34) sind die obereozänen Sedimente des Erdölfeldes Hohenlinden als graue, mergelig-kalkige, mittel- bis grobkörnige Sandsteine ausgebildet, die in sandige, fossilführende Mergelsteine übergehen. Es handelt sich um marine Seichtwasserbildungen.

Für die Genese des Molassetrogs sind die erwähnten Schichten von großer Bedeutung. Zwar kennt man aus dem Untergrund der östlichen Vorlandmolasse auch noch ältere Ablagerungen, so u. a. weitverbreitete Oberkreide (vgl. hierzu HAGN 1953 a, S. 307 usf.; 1955 c, S. 327 usf.; WICHER & BETTENSTAEDT 1957, S. 3 usf.). Örtlich wurde sogar Oberkarbon erbohrt (BECKMANN 1958, S. 677). In den westlicher gelegenen Gebieten herrschen Gesteine des Malm vor (vgl. hierzu TOLLMANN 1963 b, S. 45 usf.). Das Vorhandensein von Obereozän im Liegenden des Oligozäns läßt hingegen zwingend darauf schließen, daß zwischen dem Aufhören der Sedimentation im Helvetikum und dem Beginn der Eintiefung des

<sup>21)</sup> Die Grenze Priabon/Lattorf wurde von BROCKERT mit Hilfe von Discocyclinen gezogen; die genannte Gattung setzt am Ende des Obereozäns schlagartig aus. Nicht selten fällt die lithologische Grenze „Priabon-Mergelstein“/Lithothamnienkalk mit der Wende Eozän/Oligozän zusammen. In Bohrungen, die im südlichen Teil der Ostmolasse abgeteuft wurden, reicht die Fazies des Lithothamnien-Schuttkalks aber noch bis in das Obereozän hinab. Im tiefsten Lattorf zeigt das Beckenprofil eine deutliche Asymmetrie; im Süden beobachtet man größere Mächtigkeiten als im Norden.

Ablagerungsraums der Molasse ein deutlicher Zusammenhang besteht<sup>22)</sup>. Man hat auch schon von einem Übergang von Helvetikum in Molasse gesprochen, diesen Übergang aber verschieden interpretiert (vgl. hierzu SCHMIDT-THOMÉ 1957, S. 232; HAGN 1960, S. 165 usf.; BRAUMÜLLER 1961, S. 511; FÜCHTBAUER 1964, S. 158 usf.; PAULUS et al. 1964, S. 15, Tab. 3).

Es sei noch eine Beobachtung angeführt, die ebenfalls für enge paläogeographische Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum spricht. Die ober-ozänen Ablagerungen der Molassebasis (z. B. der Bohrung Harthausen 1)<sup>23)</sup> zeigen häufig eine auffallende fazielle Übereinstimmung mit den Adelholzener Schichten des Nordhelvetikums (vgl. hierzu S. 280). Im Mitteleozän der nordhelvetischen Zone tritt demnach eine bestimmte Fazies früher auf als im südlichen Teil der Vorlandmolasse. Hier liegt ein eindrucksvolles Beispiel für das Wandern der Fazies in Verbindung mit dem Fortschreiten der altertiären Transgression nach Norden vor. Auf ähnliche Befunde wird später noch zurückzukommen sein (S. 287).

### b) Helvetikum

Innerhalb der helvetischen Zone ist, wie bereits gezeigt wurde, ein nördlicher und ein südlicher Faziesbereich zu unterscheiden, deren Schichtfolgen gesondert dargestellt werden sollen.

Im Nordhelvetikum ist eine Schichtlücke zwischen der obersten Kreide und dem Mitteleozän ausgebildet. In der Umgebung von Siegsdorf bilden die Gerhartsreiter Schichten des Untermaastrichts das Liegende der transgressiven Adelholzener Schichten (DE KLASZ in GANSS et al. 1956, S. 61; HAGN 1960, S. 75). Bei Neubeuern am Inn liegen dieselben Ablagerungen auf Pinswanger Schichten, die vom Verfasser in das untere Obercampan eingestuft wurden (HAGN 1954 c, S. 12). Daraus könnte geschlossen werden, daß die Adelholzener Schichten von E nach W auf immer ältere Gesteine transgrediert sind. Die Abtragung der jüngeren Oberkreide müßte demnach im W stärker gewesen sein als im E. Es wäre aber auch denkbar, daß der Ablagerungsraum des Nordhelvetikums von Neubeuern am Inn gegenüber demjenigen von Siegsdorf ursprünglich weiter im N gelegen hat, so daß das oberste Campan und das Untermaastricht (Pattenaue und Gerhartsreiter Schichten) primär fehlen. Es wurde ja bereits ausgeführt, daß in der höheren Oberkreide das Meer aus dem Bereich des nachmaligen Molassetrogs nach S zurückgewichen ist; diese Regression machte sich naturgemäß in den südlichsten Zonen am spätesten bemerkbar. Daher kommen auch die Hachauer Schichten des Obermaastrichts nirgendwo im Nordhelvetikum vor. Sie stellen vielmehr ein charakteristisches Schichtglied des Südhelvetikums dar (vgl. hierzu S. 271).

---

<sup>22)</sup> Nach den Untersuchungen BROCKERTS erfolgte an der Wende Priabon/Lattorf eine kräftige Nordverlagerung der Trogachse, und zwar innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit. In einigen Bohrungen ist ferner eine Schichtlücke zwischen Priabon und Lattorf ausgebildet.

<sup>23)</sup> Für die Erlaubnis zu dieser Mitteilung bin ich Herrn Dr. E. VEIT und Dr. B. PAULUS, beide DEA, München, zu Dank verpflichtet.

Bislang wurde vom Verfasser (HAGN 1954 c, S. 42; 1960, S. 76) die Ansicht vertreten, daß die Transgression der Adelholzener Schichten im mittleren Mittellutet erfolgt sei. Vor einiger Zeit hatte Herr Dr. R. PAVLOVEC, Laibach, die Freundlichkeit, die Nummuliten der basalen Adelholzener Schichten von einem Aufschluß an der Straße Rohrdorf—Langweid bei Neubeuern am Inn zu bearbeiten. Nach einer brieflichen Mitteilung vom 30. 6. 1966 konnte er die Arten *N. lebneri* SCHAUB und *N. aff. gallensis* HEIM bestimmen. Das bedeutet, daß die ältesten Adelholzener Schichten von der genannten Lokalität bereits im höheren Unterlutet abgelagert worden sind.

Schon O. M. REIS (1896, S. 24) gliederte die Adelholzener Schichten in drei „kleinere Stufen“ auf. SCHLOSSER (1925 a, S. 199) ließ diese Einteilung nur für das Gebiet von Adelholzen gelten. In neuerer Zeit gelang es dem Verfasser, an verschiedenen Fundorten Untere, Mittlere und Obere Adelholzener Schichten auszuscheiden (HAGN 1960, S. 76; HAGN et al. 1961, S. 148, 151). Im Frühjahr 1961 ließ er die nordhelvetischen Profile des Molbertinger und Gerhartsreiter Grabens SE Siegsdorf sowie des Höllgrabens S Adelholzen aufschürfen<sup>24)</sup>. Dabei ergab sich, daß die Unteren Adelholzener Schichten aus glaukonitreichen Transgressionssedimenten bestehen, die an der Basis Gerölle von Gangquarz und von Sandsteinen der Gerhartsreiter Schichten führen. Die Grünsandsteine enthalten Nummuliten und gelegentlich auch Schalen von *Ostrea* und *Spondylus*. Die Mittleren Adelholzener Schichten sind als Großforaminiferen-„Brekzie“ ausgebildet, die sich fast ausschließlich aus Gehäusen der Gattungen *Nummulites*, *Assilina* und *Discocyclina* zusammensetzt. Die wichtigsten Arten sind *Nummulites millecaput* BOUBÉE, *Assilina exponens* (SOW.) und *Discocyclina discus* (RÜTIM.). Die Oberen Adelholzener Schichten zeigen eine pelitische Fazies mit reichlich pelagischen Foraminiferen, unter denen Globigerinen und Truncorotalien vorherrschen; lagenweise ist selbst die Gattung *Hantkenina* nicht selten (vgl. hierzu HAGN 1960, S. 41 usf.). Sie liegen teils als glaukonitische, mehr oder weniger kalkreiche Mergel, teils als schwärzliche, feinglimmerige, fischschieferartige Sedimente vor. Ein bezeichnendes Faunenelement ist *Clavulinoides szaboi* (HANTK.). Darüber folgen die sog. Stockletten, auf die im Abschnitt „Südhelvetikum“ noch näher eingegangen werden wird.

Das Meer der Adelholzener Schichten transgredierte, wie schon erwähnt, im tieferen Lutet. Die jüngsten Adelholzener Schichten sind bereits in den unteren Teil des Biarritz zu stellen, also in eine Stufe des höheren Mitteleozäns. Die Stockletten beginnen im höheren Biarritz und reichen bis in das tiefere Obereozän (Led bzw. unteres Priabon, vgl. hierzu Tab. 1). Den foraminiferenreichen Stockletten sind Bänke von Lithothamnienkalken eingeschaltet. Örtlich, so z. B. am Kirch- und Fadenberg bei Neubeuern am Inn, sind die tieferen Stockletten feinsandig entwickelt, wodurch eine gewisse Küstennähe angezeigt wird (HAGN 1960, S. 37).

<sup>24)</sup> Für die finanzielle Unterstützung dieser Schurfarbeiten sei der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg, verbindlichst gedankt.

Aus dem Ablauf der Sedimentationsgeschichte der Adelholzener Schichten erhellt, daß das Meer des Nordhelvetikums immer tiefer geworden ist. Sind noch die Unteren Adelholzener Schichten als strandnahe Seichtwasserablagerungen zu deuten, so lassen bereits die Mittleren Adelholzener Schichten ein Optimum der Ausbreitung von Großforaminiferen erkennen; gute Durchlüftung und ein Überfluß an Nahrungsstoffen sind hierzu Voraussetzung. Die Oberen Adelholzener Schichten endlich sind durch eine pelitische Ausbildung gekennzeichnet; die zahlreichen pelagischen Foraminiferen weisen auf eine starke Absenkung des Meeresbodens hin. Dieser Vorgang dauerte auch noch zur Zeit der Stockletten an, wie aus dem Globigerinenreichtum der meist kalkigen Mergel zu schließen ist. Die Bänke von Lithothamnienschuttkalken innerhalb der Stockletten sind durch Einschwemmung von Kalkalgendetritus in die tieferen Meeresgründe entstanden.

Die Eintiefung des nordhelvetischen Faziesraumes während des Mittel-ozäns, die an der faziellen Entwicklung der Adelholzener Schichten abgelesen werden kann, stellt sozusagen eine Blitzlichtaufnahme eines Stadiums des Nordwanderns der alttertiären Transgression dar. Wenig später, im höheren Obereozän, werden recht ähnliche Sedimente weiter im Norden, im Bereich der südlichen Vorlandmolasse, beobachtet. Hier kann mit vollem Recht von einem Wandern der Fazies gesprochen werden.

Das Südhelvetikum ist durch eine vollständige Schichtfolge des Eozäns ausgezeichnet. Über dem Paleozän folgen Sedimente, die vom Untereozän bis in das tiefere Obereozän reichen.

Wohl das bekannteste Vorkommen südhelvetischer Ablagerungen ist das uralte Erzrevier des Kressenbergs. Es wurde bereits im Jahre 1070 urkundlich erwähnt; seit 1537 fand ein mehr oder weniger regelmäßiger Abbau der sedimentären Eisenerze statt (vgl. hierzu LORI 1764, S. 282—284). Eine Blütezeit erlebte der Bergbau in den Jahren zwischen 1674 und 1681, als 94 Bergleute pro Woche 750 Zentner Erz schürften<sup>25</sup>). Es wurde in Aschau, Bergen, Hammer und Eisenärzt verhüttet. Im Jahre 1921 kam die Erzförderung endgültig zum Erliegen (vgl. hierzu GANSS 1951, S. 79).

Der Kressenberg wurde schon seit alters her von zahlreichen Geologen besucht. Daher gelangten Angaben über die stratigraphischen Verhältnisse, über die Fossilführung sowie über Entstehung und Tektonik der Erzsichten in zahlreiche, oftmals schwer zugängliche Arbeiten in- und ausländischer Autoren (vgl. hierzu den historischen Überblick; ferner ZIEGLER 1960, S. 209—210, 214—216). Die Kressenberger Schichten wurden von den allermeisten Forschern in das Tertiär gestellt; eine Ausnahme machte bekanntlich SCHAFFHÄUTL. Aber selbst noch im Jahre 1925 sah sich SCHLOSSER veranlaßt, das tertiäre Alter der Kressenberger und Adelholzener Fauna zu verteidigen und damit den Gedankengängen ARNOLD HEIMS entgegenzutreten. SCHLOSSER (1925 b, S. 305) bemerkte hierzu, daß der genannte Autor „mit seiner vermeintlichen Entdeckung von noch dazu spezifisch

---

<sup>25</sup>) Diese Angabe wurde der Zeitschrift „Altbayerische Heimatpost“ (Verlag A. Erdl, Trostberg), 18. Jahrgang, Nr. 28, vom 10. Juli 1966, entnommen.

bestimmbaren Nummuliten und Assilinen in Kreideschichten tektonischen Perfidien zum Opfer gefallen“ sei.

Die klassische Schichtfolge des Kressenbergs wird von oben nach unten aus folgenden Schichtgliedern aufgebaut (vgl. hierzu HAGN et al. 1961, S. 156—157):

Stockletten und Lithothamnienkalke  
Flöz-Nebengestein  
Schwarzerzschichten  
Zwischenschichten  
Roterzschichten

Hierzu sind noch folgende Bemerkungen zu machen:

**Roterzschichten.** — Diese Ablagerungen wurden häufig auch als Roterz bezeichnet (z. B. SCHLOSSER 1925 a, S. 173). ZIEGLER (1960, S. 216) nannte sie Rotkalk-Gruppe. Der Eisengehalt dieser rotgefärbten, sandigen, kalkig-mergeligen Gesteine beträgt 17—19 Prozent. Sie sind ziemlich fossilreich; abgesehen von den kalzitschaligen Formen (z. B. *Ostrea*, *Spondylus*, *Pecten*, *Lima*, Seeigel) findet man nur Steinkerne. Das Alter der Roterzschichten wurde von SCHLOSSER (1925 a, S. 173 usf.) als Lutet bestimmt. ZIEGLER (1960, S. 216) stufte sie mit Hilfe von *Assilina placentula* (DESH.) in das Untere Cuis ein. Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangte SCHAUB (in HAGN 1960, Fußnote 52 b auf S. 76), der eine vorläufige Untersuchung der Großforaminiferen des Kressenbergs durchführte (vgl. hierzu HOTTINGER, LEHMANN & SCHAUB 1964, Tab. 1 a).

**Zwischenschichten.** — Der Ausdruck Zwischenschichten wurde von ZIEGLER (1960, S. 213, 216) in die Literatur eingeführt. Ältere Bezeichnungen sind *Mittellagen* (O. M. REIS 1896, S. 2, 36), *Mittelschichten* (O. M. REIS 1896, Fig. 4 auf S. 38, S. 43 usf.; IMKELLER 1895/96, S. 46) und *Schichtmitvererzten Fossilien* (SCHLOSSER 1925 a, S. 173<sup>26</sup>). Diese geringmächtigen Ablagerungen enthalten am Kressenberg Gesteinsbrocken und Fossilien, die mit einer glänzenden Brauneisenkruste überzogen sind. Die Zwischenschichten führen massenhaft *Assilina placentula* (DESH.), daneben noch die Arten *A. aff. pustulosa* DONC. und *A. laxispira* (DE LA HARPE). Sie werden heute als höheres Untereozän aufgefaßt (ZIEGLER 1960, S. 216).

**Schwarzerzschichten.** — In ihrer typischen Ausbildung handelt es sich um dunkle, bräunlichschwarze bis bräunlicholive, kalkig-mergelig gebundene, sandige, eisenschüssige Sedimente. Ihr Anteil an Eisen wurde mit 30 bis 32 Prozent ermittelt. Sie stellen damit das wichtigste Eisenerz des Kressenbergs dar. Da die Schichtfolge stark verschuppt ist, tritt neben dem Roterz auch das Schwarzerzflöz mehrfach auf. In den einzelnen Schuppen werden die Schwarzerzlagen verschieden benannt; so spricht man z. B. von einem Christoph- und

<sup>26</sup> Nach SCHLOSSER (1925 a, S. 191) handelt es sich um eine „Schicht, welche als solche nirgends mehr vorhanden ist, sondern offenbar schon bald nach ihrer Entstehung der Zerstörung anheimgefallen sein muß“. Diese Angabe ist nicht richtig, da die Zwischenschichten im Profil des Kressengrabens auch heute noch zu sehen sind (vgl. hierzu HAGN et al. 1961, Abb. 7 auf S. 156).

einem Emanuelflöz. Die Schwarzerzschichten haben sehr bezeichnende Fossilien geliefert. Außer den zahlreichen, meist großwüchsigen Mollusken sind u. a. auch Platten einer Land- oder Sumpfschildkröte, Knochen und Zähne von Krokodilen sowie Überreste einer Tapirart, *Lophiodon occitanicus* CUV., bekanntgeworden. Neben diesen Fossilien, die auf eine Landnähe hinweisen, wurden noch je ein Geröll eines roten Granits und eines Glimmerschiefers gefunden (SCHLOSSER 1925 a, S. 191). Zu erwähnen ist ferner, daß die Gehäuse der Großforaminiferen infolge einer Imprägnation mit Brauneisen im Dünnschliff alle Einzelheiten ihres Feinbaus erkennen lassen, soweit nicht die kalzitische Gehäusewand durch Erz metasomatisch verdrängt worden ist. Diese Eigenschaft zeigen auch die Schlibilder von *Discocyclina stratiemanuelis* BRÖNNIMANN, einer Art, die von ihrem Autor aus dem Schwarzerz (Emanuelflöz) des Kressenbergs beschrieben wurde (BRÖNNIMANN 1941, S. 307 usf.). Die Schwarzerzschichten stellte ZIEGLER (1960, S. 216) in sein Unter-Lutet 1. Auch nach SCHAUB (in HAGN 1960, Fußnote 52 b auf S. 76) hat man es mit Ablagerungen des tieferen Lutets zu tun.

Flöz-Nebengestein. — SCHLOSSER (1925 a, S. 173, 183) verwendete für das Hangende der Schwarzerzflöze die Schichtbezeichnungen Glaukonitischer Kalksandstein bzw. Nebengestein des Emanuelflözes. Weiter im Osten, am Haunsberg N Salzburg, hat sich hingegen der Name Fossilschicht eingebürgert (TRAUB 1953, S. 17; GOHRBANDT 1963 b, S. 52). Die mergelig-kalkigen, sandigen, meist glaukonitischen Ablagerungen sind außerordentlich fossilreich. Allerdings ist der Erhaltungszustand der Aragonitschaler ziemlich schlecht; diese Fossilien liegen nur als Steinkerne vor. Ähnlich wie im Schwarzerz tritt auch im Nebengestein ein großer Seeigel, *Conoclypeus conoideus* LESKE, auf. Die meisten der von SCHLOSSER (1925 a) in seiner Monographie abgebildeten Mollusken stammen aus diesem Niveau. Nach ZIEGLER (1960, S. 216) ist ferner *Assilina reicheli* SCHAUB bezeichnend. Der Verfasser (HAGN 1954 c, S. 39) betrachtete das Nebengestein zunächst als Äquivalente des höheren Mittel-Lutets, später (1960, Fußnote 36 auf S. 53) als solche des Ober-Lutets. Im Hinblick auf das Auftreten großer Truncorotalien schien ihm schließlich ein etwas höheres Alter mehr gerechtfertigt zu sein (HAGN 1960, Fußnote 52 b auf S. 76). ZIEGLER (1960, S. 216) stufte das Nebengestein in sein Unter-Lutet 1 ein. Auch GOHRBANDT (1963 b, S. 52) schrieb der Fossilschicht des Haunsbergs ein tieferlutetisches Alter zu. In der Deutung der vorliegenden Arbeit umfaßt das Nebengestein etwa den Zeitbereich vom höheren Teil des Unter-Lutets bis einschließlich Mittel-Lutet.

Stockletten. — Der Ausdruck Stockletten kommt schon bei FLURL (1792, S. 190) vor. Ursprünglich wurden im Kressenberger und Achthaler Erzbergbau alle weicheren Schichten zwischen härteren Gesteinsbänken als Stockletten bezeichnet. Erst O. M. REIS (1896, Fußnote auf S. 34) engte diesen Begriff stratigraphisch ein. Demnach bilden die Stockletten im Nordhelvetikum das Hangende der Adelholzener Schichten, im Südhelvetikum das Dach des Flöz-Nebengesteins. Sie heben somit die Faziesunterschiede zwischen Nord- und Südhelvetikum weitgehend auf. Dies ist, wie gezeigt wurde (S. 280), auf eine Ein-

tiefung des helvetischen Meeres zurückzuführen. Auf gewisse Altersunterschiede der ältesten Stockletten der nord- und südhelvetischen Fazieszone wird weiter unten noch zurückzukommen sein.

An der Basis der südhelvetischen Stockletten beobachtet man eine geringmächtige Lage schwärzlicher Mergel. Darüber folgen bläulich- bis gelblichgraue, meist kalkreiche Mergel. Megafossilien fehlen fast ganz. Die Mikrofaunen sind in der Regel sehr reich. In den meisten Vergesellschaftungen herrschen Globigerinen vor. In der Nähe von Lithothamnienkalkbänken sind die Stockletten als Lithothamnienschuttmergel ausgebildet. Sie enthalten sehr viel Benthos; die Gehäuse sind großwüchsig entwickelt. Die Lithothamnienschuttmergel des Nordhelvetikums bezeichnete SCHLOSSER (1925 a, S. 201) als *G ö t z r e u t e r* (= Gerhartsreiter) *N u m m u l i t e n m e r g e l*. Die Bryozoen dieser Ablagerungen wurden von KOSCHINSKY (1885) und von BEUTLER (1908) beschrieben. In den eigentlichen Stockletten findet man gelegentlich auch Radiolarien und Ostracoden. Auf das Vorhandensein von Coccolithen wies bereits GÜMBEL (1873, S. 300) hin.

Die Foraminiferenfauna der Stockletten oder besser gesagt der Lithothamnienschuttmergel fand in GÜMBEL (1868) ihren ersten Bearbeiter. Er beschrieb zahlreiche neue Arten; ihre Typlokalitäten liegen im Gerhartsreiter Graben SE Siegsdorf (Tal der Weißen Traun), bei Hammer (Tal der Roten Traun), im Rollgraben bei Neukirchen und schließlich bei Sinning im Bereich des Rohrdorfer Bruchs, in der weiteren Umgebung von Neubeuern am Inn (vgl. hierzu HAGN et al. 1961, S. 149, 153, 157). Ein kleiner Teil der GÜMBELschen Arten wurde später von CUSHMAN (1937) in seine Monographie der Valvulinidae aufgenommen. Vor mehreren Jahren begann der Verfasser eine Revision der Foraminiferen der Stockletten und Lithothamnienschuttmergel. Zunächst erfolgte die Beschreibung von *Triplasia loeblichii* (HAGN 1953 b). Kurze Zeit darauf wurden einige andere Faunenelemente ausführlicher dargestellt (HAGN 1954 a; vgl. hierzu auch 1954 b). Eine weitere Arbeit wurde der Art *Eorupertia cristata* (GÜMBEL) gewidmet (HAGN 1955 a; vgl. hierzu die Arbeiten von GLAESSNER & WADE 1959 und von REISS 1957). In den Globigerinenmergeln von Varignano bei Torbole am Gardasee (HAGN 1956) konnte der Verfasser zahlreiche von GÜMBEL beschriebene Arten wiedererkennen. Auch ECKERT (1963), der die Foraminiferenfaunen der Stad- und Schimbergschiefer des Schweizer Helvetikums beschrieb, fand in seinem Material mehrere Stockletten-Arten. In jüngster Zeit befaßten sich HAGN & LINDENBERG (1966) mit einer Revision von *Globigerina eoacaena* GÜMBEL<sup>26a</sup>). Noch sind die Arbeiten nicht abgeschlossen; so ist u. a. geplant, die im Schrifttum meist verkannte Art „*Truncatulina*“ *grosserugosa* GÜMBEL, die wohl der Gattung *Falsocibicides* angehört, einer gründlichen Neuuntersuchung zu unterziehen.

Die bisherige Bearbeitung der pelagischen Foraminiferen (*Globigerina*, *Globigerapsis* [= *Globigerinoides auctorum partim*], *Hantkenina*, „*Globorotalia*“,

<sup>26a</sup>) Eine erweiterte deutsche Fassung dieser Arbeit wird unter dem Titel: „Revision der von C. W. GÜMBEL 1868 aus dem Eozän des bayerischen Alpenvorlandes beschriebenen planktonischen Foraminiferen“ in der Zeitschrift „Archives des Sciences“, Genf, erscheinen.

*Truncorotalia*, *Truncorotaloides*, *Turborotalia*) ergab, daß die Stockletten des Nordhelvetikums im höheren Biarritz, ihre südhelvetischen Äquivalente hingegen bereits im Ober-Lutet einsetzen. Nach ZIEGLER (1960, S. 216) wären die Stockletten des Südhelvetikums sogar noch älter; als Alter gab er Unteres Lutet 2 bis Mittleres Lutet 1 an. In beiden Fazieszonen reichen sie bis in das tiefere Obereozän (vgl. hierzu HAGN 1960, S. 55—56). Dabei konnte eine Gliederung in drei Zonen erzielt werden. Auf weitere Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden, da Herr Dr. K. GOHRBANDT, Tripoli, an einer monographischen Darstellung der pelagischen Foraminiferen der Stockletten des österreichischen Helvetikums arbeitet.

**L i t h o t h a m n i e n k a l k e.** — Den Stockletten sind bankweise Lithothamnienkalke eingeschaltet. In den meisten Fällen hat man es mit Lithothamnien-Schuttkalken zu tun, nur selten liegen die Kalkalgenknollen noch in situ vor. Demnach sind die Lithothamnienkalke strukturell außerordentlich verschieden. Grobkörnige Varietäten werden seit SCHAFFHÄUTL (1846, S. 650) als Granitmarmor<sup>27)</sup> bezeichnet. In einer Zwischenzone zwischen dem nord- und südhelvetischen Raum, im Seichtwasserbereich der sog. Intrahelvetischen Schwelle (HAGN 1954 c, S. 79; 1960, S. 132), erreichen die Lithothamnienkalke ihre größte Mächtigkeit. Sie stellen bei Rohrdorf im Unterinntal zusammen mit Stockletten einen wertvollen Zementrohstoff dar.

Die Lithothamnien des Helvetikums wurden bereits von GÜMBEL (1871) bearbeitet. Auch ROTHPLETZ (1891) beschäftigte sich mit ihnen. Eine moderne Bearbeitung wäre sehr erwünscht, da ein Blick ins Mikroskop genügt, um verschiedene Gattungen, geschweige denn Arten, festzustellen. So führten OHMERT & WITT (1966, S. 93) aus einem Lithothamnien-Schuttkalk des Blattes Tegernsee *Archaolithothamnium nummuliticum* (GÜMBEL), *Lithothamnium* sp., *Mesophyllum* sp., *Lithophyllum* sp., *Corallina* sp. und *Jania* sp. an. In Schliften von Lithothamnienkalken des Rohrdorfer Bruchs bei Neubeuern am Inn konnte der Verfasser u. a. die Gattung *Pseudolithothamnium* beobachten.

Bezüglich der Altersstellung sei auf die Ausführungen über das Alter der Stockletten verwiesen.

Bisher war hauptsächlich vom Gebiet des Kressenbergs die Rede. Es ist noch nachzutragen, daß die Stollen heute nicht mehr begehbar sind. Obertags kann aber die Schichtfolge im Bereich der Pinggen studiert werden. Außerdem sind noch alte Halden vorhanden, an denen wenigstens Großforaminiferen aufgesammelt werden können. Megafossilien sind nur mehr selten zu finden.

Der Vollständigkeit halber soll auch noch kurz auf die übrigen Vorkommen helvetischen Eozäns östlich und westlich des Kressenbergs eingegangen werden. Es sind dies die Aufschlüsse am H a u n s b e r g N Salzburg, das Gebiet von N e u b e u e r n a m I n n sowie die Lokalitäten W B a d T ö l z.

<sup>27)</sup> „Seine eigenthümliche Zusammensetzung aus schwarzen, weissen, braunen, auch rothen Punkten und Fleckchen gibt ihm ein Ansehen, das bei flüchtiger Betrachtung wohl an Granit erinnert, weshalb dieser Marmor nur unter dem Namen Granit-Marmor im Publikum bekannt ist“ (SCHAFFHÄUTL 1846, S. 650).

Wie schon im Abschnitt Palcozän ausgeführt wurde, gehört der Haunsberg N Salzburg zu den interessantesten Alttertiär-Vorkommen des Helvetikums. Sein Hauptbearbeiter ist TRAUB (1936, 1938, 1953), der mit Hilfe von Megafossilien die Aufeinanderfolge der einzelnen Schichtglieder klären und ihre fazielle Veränderung nach Süden zu feststellen konnte. Für die Kenntnis des Baustils der helvetischen Ablagerungen war der Nachweis einer schmalen, isoklinalen Mulde wichtig, in deren Kern die ältesten Stockletten liegen (vgl. hierzu TRAUB 1953, Abb. 4 auf S. 34; HAGN et al. 1961, Abb. 9 auf S. 159). Bemerkenswert ist, daß in den Mittelschichten von St. Pankraz *Alveolina oblonga* D'ORB. auftritt (TRAUB 1953, S. 15). Der Haunsberg wurde in der Folgezeit auch von ABERER & BRAUMÜLLER (1958) bearbeitet. Im Anschluß daran führte GOHRBANDT (1963a) eine Zonengliederung der paleozänen und untereozänen Sedimente auf Grund von pelagischen Foraminiferen durch. Seine Arbeit enthält Bestimmungsergebnisse von A. PAPP (Nummuliten) und H. STRADNER (Nannoplankton; vgl. hierzu auch STRADNER & PAPP 1961). In einer weiteren Arbeit gab GOHRBANDT (1963b) einen Überblick über die gesamte alttertiäre Schichtfolge.

Das Gebiet von Neubeuern am Inn wurde zunächst von EDER (1925), dann vom Verfasser (HAGN 1954c) eingehend untersucht. Die Mikrofazies zahlreicher Gesteine fand wenig später im Dünnschliffbuch des Verfassers (HAGN 1955b) Berücksichtigung. Die einzelnen Profile zeigen sich in der Regel ziemlich stark gestört. Äquivalente des Rot- und Schwarzerzes sind eindeutig nachgewiesen. Die Mittel- bzw. Zwischenschichten konnten hingegen noch nicht mit Sicherheit ausgeschieden werden. Ob sie mit dem „Alveolinenzuarzi“ (mit *Alveolina oblonga* D'ORB.) ident sind, muß erst noch überprüft werden (vgl. hierzu S. 287). Das Nebengestein ist bei Altenbeuern aufgeschlossen; in ihm wurde u. a. die Gattung *Harpactocarcinus* (= *Xanthopsis auctorum partim*) gefunden. Stockletten und Lithothamnienkalke sind am Kirch- und Fadenberg weitverbreitet, im Hinblick auf die nicht unbedeutenden Mächtigkeiten kann auf eine starke Verschuppung geschlossen werden.

Westlich von Bad Tölz sind aus einigen Gräben ebenfalls alttertiäre Ablagerungen bekanntgeworden. Sie wurden zuerst von IMKELLER (1895/96) ausführlich beschrieben. Vor einigen Jahren führte v. STACKELBERG (1960) Neuuntersuchungen durch. Ähnlich wie bei St. Pankraz kommt *Alveolina oblonga* D'ORB. auch in den Mittelschichten des Schellenbachgrabens vor. Darüber folgt der Enzenauer Marmer, der entweder dem Oberen Cuis, dem Zeitbereich Oberes Cuis — Unteres Lutet oder überhaupt nur dem Unteren Lutet entspricht. Untersuchungen an Großforaminiferen müssen darüber erst noch Klarheit verschaffen. Die hangenden Stockletten setzen nach Aussage ihrer Mikrofauna bereits im höheren Lutet ein, ein Befund, der mit den übrigen Beobachtungen im südhelvetischen Raum übereinstimmt.

Endlich ist zu erwägen, welche Fragestellungen im südhelvetischen Raum noch ihrer Lösung harren. Hier seien die wichtigsten aufgeführt:

a) Die Megafaunen der Kressenberger Schichten sind neu zu bearbeiten. Wohl hatte ihnen SCHLOSSER (1925 a) eine für die damalige Zeit bewundernswerte Monographie gewidmet. Indes sind heute die meisten Gattungsnamen veraltet. Außerdem wäre zu überprüfen, ob wirklich so viele Arten mit Formen aus dem Pariser Becken ident sind, wie SCHLOSSER angenommen hatte. Freilich ist die Erhaltung der meisten Kressenberger Fossilien schlecht, so daß eine gesicherte artliche Bestimmung nicht immer möglich ist. In diesem Zusammenhang ist aber darauf hinzuweisen, daß bereits FRAUSCHER (1886, S. 2) einen Unterschied zwischen einer nördlichen, also borealen, und einer südlichen, alpin-mediterranen, Faunenprovinz gemacht hat.

b) Die Großforaminiferen der Kressenberger Schichten (*Nummulites*, *Assilina*, *Operculina*, *Discocyclina* u. a.) sind bisher nur ungenügend bekannt. Zwar hatten bereits GÜMBEL (1861), SCHAFFHÄUTL (1863), O. M. REIS (1896) und SCHLOSSER (1925 a) einzelne Arten erwähnt, beschrieben oder auch abgebildet, doch fehlt bis heute eine Revision dieser Fossilien. In jüngster Zeit untersuchte lediglich ZIEGLER (1960) die Assilinen derselben Ablagerungen. Darüber hinaus sammelte H. SCHAUB im Jahre 1958 am Kressenberg Großforaminiferen auf und leitete aus einer vorläufigen Bestimmung stratigraphische Schlüsse ab (vgl. hierzu S. 281). In Anbetracht der teilweise vorzüglichen Erhaltung der inneren Merkmale erscheint es um so wünschenswerter, diese Lücke in der Kenntnis der alttertiären Faunen des bayerischen Alpenvorlandes auszufüllen.

c) Eine weitere Aufgabe wäre, die Genese des Kressenberger Eisenerzes nach modernen Gesichtspunkten zu untersuchen. Einen kurzen Überblick über die bisherigen Deutungen gab der Verfasser (HAGN 1960, S. 128 usw.). In Dünnschliffen beobachtet man nämlich nicht nur Brauneisenoide, sondern auch trümmererzähnliche Partikelchen. Eine dritte Erscheinungsform sind glänzende Erzkrusten, die auf den ersten Blick an wüstenlackartige Bildungen erinnern. Sowohl O. M. REIS (1896, S. 69) als auch SCHLOSSER (1925 a, S. 185, 191, 204) waren der Meinung, daß diese Krusten, die im Bereich der Mittelschichten bzw. der Schicht mit vererzten Fossilien besonders häufig sind, auf eine zeitweilige Trockenlegung des Meeresbodens schließen lassen. Unter dem Mikroskop erinnern diese Brauneisenausscheidungen allerdings stark an Eisenkrusten, die bei Nago am Gardasee im Horizont von Spilecco auftreten. Nach HAGN (1956, S. 81) verdanken diese Bildungen sehr wahrscheinlich thermalen Wässern ihre Entstehung, die mit einer vulkanischen Tätigkeit in diesem Gebiet in Verbindung gebracht werden können. Es liegt daher nahe, wenigstens einen Teil der Kressenberger Eisenerze auf die Tätigkeit submariner, heißer, vulkanischer Quellen zurückzuführen. Hierzu ist zu bemerken, daß bereits O. M. REIS (1898, S. 36) und E. KRAUS (1951, S. 34) an die Möglichkeit dachten, den Erzreichtum der Kressenberger Zone von eisenführenden Quellen abzuleiten. Freilich sind andere Spuren vulkanischer Tätigkeit im Bereich des Helvetikums bis heute unbekannt. Hingegen fand v. HILLEBRANDT (1962 b, S. 346) im Kalkalpin des Untersberg-Vorlandes (Land Salzburg) Tuffe paleozänen oder untereoänen Alters. Bisher wurde vom Verfasser (1954 c, S. 71—73, 76—77; 1960, S. 131) ausschließlich die Ansicht vertreten, daß die Eisenlösungen, welche im südhelvetischen Ablagerungsraum ausgefällt wurden, von den Verwitterungsprodukten eines ehemaligen Landgebietes, nämlich der Intrahelvetischen Schwelle, herrühren.

d) Es wäre die Frage zu stellen, ob innerhalb der eigentlichen Kressenberger Schichten (Roterz bis einschließlich Flöz-Nebengestein) Schichtlücken ausgebildet sind. Wie oben ausgeführt wurde, rechneten O. M. REIS (1896) und SCHLOSSER (1925 a) mit einer Emersion zwischen der Ablagerung des Rot- und des Schwarzerzes. Eine Lösung dieser Frage kann nur mit Hilfe biostratigraphischer Methoden erzielt werden. Zu diesem Zweck müßten die spärlich auftretenden pelagischen Foraminiferen sowie die das Faunenbild beherrschenden Großforaminiferen einer gründlichen Bearbeitung bzw. Revision unterzogen werden (s. oben).

e) Ein feinstratigraphisches Problem stellen ferner noch die vereinzelt gemachten Funde von *Alveolina oblonga* D'ORB dar. Alveolinen sind in der helvetischen Zone, dem nördlichen Randbereich der Tethys, ziemlich selten. Diese wärmeliebenden Großforaminiferen kommen in der kalkalpinen Geosynklinale bereits häufiger vor, erreichen ihr Häufigkeitsmaximum aber erst in den südlicheren Gebieten. Wie weiter oben erwähnt wurde, ist *Alveolina*

*oblonga* aus den Zwischen- bzw. Mittelschichten von St. Pankraz am Haunsberg und des Schellenbachgrabens W Tölz bekannt. O. M. REIS (1896, S. 36, 50—51) erwähnte dieselbe Art aus den Zwischenschichten des Kressenberges und der „Ober-Teisendorfer Steinbrüche“. Er bemerkte hierzu: „... alle diese Alveolinen-Funde entsprechen nur einem Horizont“. Außerdem sprach er von einem „nordalpine(n) Alveolinen-Horizont“.

Demgegenüber machte der Verfasser (HAGN 1954 c, S. 26) die Beobachtung, daß der „Alveolinenquarzit“ von Neubeuern am Inn im Liegenden der Roterzäquivalente auftritt. Desgleichen sind die Alveolinschichten des Achthaler Bergbaureviers (Mathaeuszeche, Christophsole, Oberbau)<sup>28)</sup> nach einer freundlichen mündlichen Mitteilung von Herrn Dr. J. H. ZIEGLER, München, ebenfalls älter als die Roterzschichten. Das bedeutet, daß, vorbehaltlich einer späteren Korrektur, mit einem zweiten, älteren Alveolinenhorizont zu rechnen ist, der möglicherweise bereits dem Ilerd angehört. Ob es sich in allen Fällen um *A. oblonga* handelt, muß erst noch gezeigt werden; es wäre auch mit Arten aus der *Ellipsoidal*-Gruppe zu rechnen (vgl. hierzu HOTTINGER 1960, S. 279)<sup>28a)</sup>.

Es muß hier noch auf eine Unstimmigkeit bezüglich des Alters der Mittelschichten aufmerksam gemacht werden. Die Zwischenschichten werden heute auf Grund ihrer Nummuliten- und Assilinenfaunen in das höhere Untereozän eingestuft (vgl. hierzu S. 281). Nach HOTTINGER, LEHMANN & SCHAUB (1964, Tab. 1a, 2) ist dagegen *Alveolina oblonga*, die in den Zwischenschichten auftritt, leitend für Unteres Cuis. Sollten die Zwischenschichten zusammen mit den Roterzschichten tatsächlich dem Unteren Untereozän entsprechen, so wäre im südhelvetischen Profil eine Schichtlücke im Oberen Untereozän ausgebildet, da die hangenden Schwarzerzschichten bereits in das tiefere Lutet zu stellen sind. Andererseits ist natürlich mit der Möglichkeit zu rechnen, daß *Alveolina oblonga* im Helvetikum eine größere Vertikalverbreitung besitzt als in anderen Gebieten und damit noch bis in das Obere Cuis reicht (vgl. hierzu BRÖNNIMANN, STRADNER & SZÖTS 1965, S. 100).

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß auch in der helvetischen Zone eine Wanderung der Fazies nach Norden festgestellt werden konnte. Ein lithologischer Vergleich der nordhelvetischen mit der südhelvetischen Schichtfolge führte zunächst zu dem Ergebnis, daß die Oberen Adelholzener Schichten dem Flöz-Nebengestein gleichzusetzen seien. Die biostratigraphische Analyse ergab aber, daß das glaukonitreiche Flöz-Nebengestein älter ist als die ebenfalls glaukonitischen Oberen Adelholzener Schichten (vgl. hierzu Tab. 1) Nach Aussage der pelagischen Foraminiferen setzen ferner die Stockletten im Südhelvetikum bereits im Ober-Lutet, im Nordhelvetikum dagegen erst im höheren Biarritz ein. Die als schwärzliche Mergel ausgebildeten basalen Stockletten des Südhelvetikums lassen sich zudem faziell gut mit schwarzen, fischschieferartigen Einlagerungen in die Oberen Adelholzener Schichten vergleichen. Wir haben damit ein Analogon zu den Verhältnissen weiter im Norden. Es wurde bereits ausgeführt (S. 280), daß die Oberen Adelholzener Schichten des Nordhelvetikums faziell stark an das Obereozän des Molasseuntergrundes erinnern. An diesem Wandern der Fazies kann auch im helvetischen Raum eine Verlagerung des Trogtiefsten nach Norden erkannt werden.

<sup>28)</sup> Herr Dr. J. H. ZIEGLER hatte die Freundlichkeit, dem Verfasser die Fundstelle der Alveolinen auf einer gemeinsamen Exkursion mit Prof. Dr. H. SCHAUB und Dr. L. HOTTINGER, beide Basel, am 3. 5. 1958 zu zeigen.

<sup>28a)</sup> Inzwischen bestimmte Dr. R. PAVLOVEC, Laibach, aus dem Niveau des Alveolinenquarzits von der Wolfsschlucht bei Neubeuern am Inn *Nummulites* aff. *planulatus* LAM. (leg. H. HAGN). Das bedeutet, daß der Alveolinenquarzit jünger ist als das Roterz und damit den Zwischenschichten gleichgestellt werden kann.

## c) Ultrahelvetikum

Im Nordultrahelvetikum sind die eozänen Sedimente ebenso wie die paleozänen in der Fazies der Buntmergelserie entwickelt. Hierher gehören z. B. die „Roten Stockletten“ aus dem Tal der Weißen Traun, die eine reiche pelagische Foraminiferenfauna des Mitteleozäns enthalten (HAGN 1960, S. 105). Aus dem Bereich des Blattes Tegernsee führten OHMERT & WITT (1966, S. 77) zwei Vorkommen an, die mit Hilfe von Globorotalien bzw. Hantkeninen in das unterste Eozän bzw. in das Obere Mitteleozän gestellt wurden. Die alttertiären Anteile der Buntmergelserie N Salzburg, bei Mattsee, haben ebenfalls Hantkeninen, nämlich *H. mexicana* CUSHM., geliefert (HAGN 1960, S. 104; vgl. hierzu auch ABERER & BRAUMÜLLER 1958, S. 14). In jüngster Zeit unterzog GOHRBANDT (1967) die pelagischen Foraminiferen derselben Ablagerungen einer eingehenden Bearbeitung. Im Rahmen dieser Arbeit wurden auch einige neue Arten bzw. Unterarten der Gattungen *Globanomalina*, *Globorotalia* und *Globigerina* aufgestellt.

Wildflyschartige Gesteine des Südultrahelvetikums sind von mehreren Fundstellen bekannt. Zu den wichtigsten Vorkommen zählen die Aufschlüsse an der Tregler Alm im Wendelstein-Vorland und am Gschwendtnerberg bei Hausham (vgl. hierzu HAGN 1960, S. 95—98; PFLAUMANN 1960 Ms.). Weiter im Westen, schon außerhalb des in der vorliegenden Arbeit behandelten Gebietes, liegt die Typlokalität der Unternogg-Schichten s. str., die REICHELT (1960) bearbeitete. Alle diese Gesteine enthalten die kristallinen und sedimentären Abtragungsprodukte des Cetischen Rückens. In den letzten Jahren wurden die Großforaminiferen des bayerischen Ultrahelvetikums (*Nummulites*, *Assilina*, *Discocyclina*) von KENAWY (1961 Ms., 1966) näher untersucht. Seine Arbeit wurde dadurch erschwert, daß ihm nur sehr wenige isolierte Gehäuse vorgelegen hatten. Die meisten Bestimmungen mußten daher an nicht-orientierten Dünnschliffen durchgeführt werden. Alle die genannten Vorkommen erwiesen sich als untereoazän. In jüngster Zeit berichteten OHMERT & WITT (1966, S. 79) über ein Wildflysch-Vorkommen aus dem östlichen Seitenbach des Ecker-Baches (Blatt Tegernsee). Man beobachtet eine Wechsellagerung von verschiedenfarbenen Mergeln, Kalken, Kalksandsteinen, Quarziten und fein- bis mittelkörnigen, polygenen Brekzien. Klein- und Großforaminiferen (*Nummulites*, *Assilina*, *Discocyclina*, *Acarinina bullbrookii* [BOLLI] und *Truncorotalia spinulosa* [CUSHM.]) lassen auf höheres Mitteleozän schließen.

Somit kann festgehalten werden, daß die jüngsten Ablagerungen des Ultrahelvetikums dem höheren Mitteleozän angehören. Obereozäne Sedimente konnten bis jetzt noch nicht ermittelt werden.

## d) Flysch

Es wurde bereits ausgeführt (S. 274), daß im Bereich der nordalpinen Flyschzone Oberbayerns bislang keine alttertiären Sedimente nachgewiesen werden konnten. Lediglich die Tratenbach-Schichten, die am äußersten Süd-

rand der Flyschzone auftreten, reichen nach den bisherigen Beobachtungen vom höheren Paleozän bis in das tiefere Eozän.

### e) Kalkalpin

Zu Beginn der Ausführungen über das kalkalpine Paleozän wurde bereits darauf hingewiesen (S. 275), wie sehr unsere Kenntnis der paleozänen Schichtfolgen innerhalb des letzten Jahrzehnts angewachsen ist. Dies gilt in gleicher Weise für die eozänen Ablagerungen. Hierbei ist die Rolle der Mikropaläontologie nicht zu übersehen. Sie hat entscheidende Impulse für die stratigraphische und paläogeographische Forschung gegeben.

Anlässlich der Wandertagung der Geologischen Gesellschaft in Wien in das Untersberg-Vorland im Herbst 1956 sammelte der Verfasser im Kühlgraben bei Fürstenbrunn Schlammproben auf, um das Alter der über der Gosau liegenden alttertiären Mergel zu bestimmen.

Die mikropaläontologische Auswertung ergab, daß über paleozänen Ablagerungen Sedimente untereozänen Alters liegen. Sie führen Alveolinen, Nummuliten, Discocyclinen sowie zwei Arten der Gattung *Cuillierina* (HAGN in SCHLAGER 1957, S. 71). Im Anschluß daran untersuchte v. HILLEBRANDT (1962b, S. 345 usf.) die gesamte Schichtfolge. Er konnte zeigen, daß das Eozän am NE-Fuß des Untersbergs eine Mächtigkeit von über 1200 m besitzt. Es läßt sich in Unter-, Mittel- und Obereozän aufgliedern. Da Megafossilien fast ganz fehlen, wurde die Einstufung mit Hilfe von pelagischen Faunenelementen vorgenommen (Zonen A—F). Im Unteren Cuis hat eine Schichtunterbrechung stattgefunden, die nach neuesten Erkenntnissen auch noch das höhere Ilerd umfaßt (Tab. 1). Die Transgressionsbildungen des Oberen Cuis enthalten Aufarbeitungslagen, deren Großforaminiferen von PAPP (1959) bearbeitet wurden. Das Lutet wird durch Mergel vertreten; zum Biarritz sind Mergel mit Sandsteinbänken zu rechnen. Im Unteren Obereozän beobachtet man Mergel und Quarzsandsteine. Kleinforaminiferen sind in allen Proben reichlich vorhanden. Bemerkenswert ist, daß Äquivalente des höheren Obereozäns und des Oligozäns bisher nirgends angetroffen wurden.

Im Reichenhaller Becken transgredierte das alttertiäre Meer erst im Mitteleozän. Nach v. HILLEBRANDT (1962b, S. 348—350) beginnt die Schichtfolge mit Konglomeraten, auf die Kalke und Mergel folgen. Im Biarritz treten Mergel mit Sandsteinbänken und Aufarbeitungslagen auf. Im Led wurden Mergel, „Rosinenmergel“ und Kalksandsteine abgelagert. Aus letzteren beschrieb PAPP (1958, S. 254 usf.) die Nummulitenarten *N. variolarius variolarius* LAM., *N. chavannesi* DE LA HARPE und *N. bouillei* DE LA HARPE. v. HILLEBRANDT (1962b, S. 350) nannte zusätzlich noch *N. fabianii* (PREVER), *N. ramondiformis* DE LA HARPE und *N. cf. perforatus* (MONTF.).

Auf der Westseite des Untersbergs erfolgte die Transgression des Eozänmeeres noch später, nämlich erst im höheren Teil der Biarritz-Stufe. Im Oberlauf des Nierentalgrabens („Mauslochgraben“ bei SCHLOSSER 1925a) liegen über den Nierentaler Schichten der obersten Kreide Konglomerate, die zum

Hangenden hin in Fossil-schuttkalke übergehen. Diese küstennahen Kalke enthalten eine großwüchsige Molluskenfauna (v. HILLEBRANDT 1962b, S. 351). Die beiden Gattungen *Campanile* und *Clavilitbes* (= „*Clavella*“ auct.) zeichnen sich durch besonders große Gehäuse aus (SCHLOSSER 1925a, S. 34, 37). Die Mikrofauna dieser Ablagerungen ist ebenfalls sehr bezeichnend. Sie setzt sich u. a. aus *Chapmanina gassinensis* (SILV.), *Halkyardia minima* (LIEBUS) und *Orbitolites* zusammen (v. HILLEBRANDT 1962b, S. 351). In das Untere Obereozän werden Fossil-schuttkalke, Sandsteine und Mergel eingestuft. Ein weiteres Schichtglied stellen Lithothamnien-Schuttkalke dar. Im Oberen Eozän ist *Nummulites fabianii* (PREVER) leitend.

Am Eisenrichter Stein bei Hallthurm, in nicht allzu großer Entfernung vom Nierentalgraben, sind nur obereozäne Ablagerungen vorhanden. Daraus erhellt, daß das Meer in eoazäner Zeit, von Norden kommend, langsam nach S und SW vorgestoßen ist (v. HILLEBRANDT 1962b, S. 353). Während im subalpinen Vorland die Transgression nach Norden wanderte, war die Richtung im kalkalpinen Bereich gerade umgekehrt („Rücktransgression“). Die Schichtfolge umfaßt am Eisenrichter Stein Konglomerate, Kalksandsteine mit *Nummulites fabianii* (PREVER) und Korallen-Lithothamnienkalke (v. HILLEBRANDT 1962b, S. 352). Die heute stark verfallenen Aufschlüsse gestatten immer noch einen guten Einblick in die Entwicklung eines kleineren Riffs. Neben Korallen und Lithothamnien sind auch Kalkschwämme am Aufbau der Gesteine beteiligt. In jüngster Zeit wurden lagenweise Gehäuse der sandschaligen Foraminiferen-Gattung *Haddonina* (Fam. Placopsilinidae) beobachtet. Die einer neuen Art zugehörenden Formen werden demnächst beschrieben. —

Im Bereich des Unterrinntales gibt es nur wenige Aufschlüsse autochthonen Eozäns. Zunächst ist hier das Vorkommen von Oberaudorf zu nennen, das schon von älteren Autoren (BOUSSAC 1912, SCHLOSSER 1925a, HASEMANN 1929) beschrieben wurde. In jüngster Zeit kam die Lokalität Jennbach bei Sebi (Nordtirol) hinzu. Die Basisschichten, die Bitumenmergel sowie die Häringer Kohle von Häring i. Tirol werden dagegen heute bereits in das Oligozän gestellt (vgl. hierzu S. 306).

Die eoazänen Ablagerungen, die im Bereich des Jennbaches anstehen, zeigen eine Wechsellagerung von grauen Mergeln mit kalkreicheren Gesteinen (GESSNER 1961 Ms.; HAGN et al. 1961, S. 165—166, Abb. 13 auf S. 165). Die auf den Schichtflächen auftretenden Marken und Lebensspuren besitzen einen flysch-ähnlichen Habitus. Die Mikrofaunen sind nicht sehr reich. Abgesehen von den pelagischen Faunenelementen (u. a. Truncorotalien der *T. aragonensis*-Gruppe) beherrschen Gehäuse der Gattung *Chilostomelloides* das Faunenbild. Auf Grund der Foraminiferen können die Schichten des Jennbaches in den Zeitbereich höheres Unter- bis tieferes Miozän eingestuft werden. Sie sind infolge der starken tektonischen Zerstückelung des Gebietes heute isoliert. Es darf aber angenommen werden, daß sie ursprünglich einmal in einem stratigraphischen Verband mit den unterpaleozänen Mergeln von Sebi gestanden haben (vgl. hierzu S. 276).

Die Oberaudorfer Schichten, die heute in das Untere Obereozän gestellt werden, sind schon seit langem wegen ihrer Fossilführung bekannt. SCHLOSSER (1925a) widmete den meist kreidigschalig erhaltenen marinen Evertebraten eine eingehende Beschreibung. Neben feinsandigen, mergelig-kalkig gebundenen Gesteinen, die *Nummulites fabianii* (PREVER), *N. striatus* (BRUGU.) und *N. garnieri* DE LA HARPE führen (HAGN 1960, S. 149), treten bei Oberaudorf auch Konglomerate auf, so z. B. an der Gfallermühle bei Mühlau (vgl. hierzu HAGN et al. 1961, S. 163, Abb. 12). Diese grobklastischen Einlagerungen wurden bis in die jüngste Zeit hinein ebenfalls für marin gehalten. Durch die mikropaläontologische Untersuchung von Mergeleinschaltungen innerhalb der Konglomerate konnte der Verfasser (HAGN 1960, S. 148) nachweisen, daß die Konglomerate limnofluviatil entstanden sind. In den Mergeln kommen häufig Deckel von Landschnecken vor; es konnten u. a. die Arten *Palaeocyclotus exaratus* (SANDBG.) und *Procyclotella laevigata* (SANDBG.) bestimmt werden. Außerdem wurden in den Schlämmrückständen Osteokollen sowie Reste der Süßwasser-Alge *Limnocodium* gefunden. Auffallend waren ferner die zahlreichen allochthonen Mikrofossilien, die aus jurassischen, kretazischen und alttertiären Gesteinen aufgearbeitet worden sind. Dadurch war eine umfangreiche erosive Entfernung älterer Sedimente vor und während der Ablagerung der Oberaudorfer Schichten angezeigt.

Es ist das Verdienst VÖLKS (1960 Ms.), eine detaillierte Untergliederung der Oberaudorfer Schichten durchgeführt zu haben. Er fand, daß Konglomerate nicht nur in einem, sondern in verschiedenen Horizonten auftreten. Ferner war er in der Lage, neben den fossilführenden marinen Schichten der Mühlau auch noch einen Fabianii-Sandstein (mit *N. fabianii*) sowie einen Echiniden-Sandstein auszuscheiden. Neu war auch der Befund, daß innerhalb der Oberaudorfer Schichten ein mehrmaliger Wechsel von marinen und nichtmarinen Ablagerungen stattgefunden hat. Die basalen Konglomerate enthalten angebohrte Gerölle; für sie nahm VÖLK eine marine Entstehung an. Die jüngsten Konglomerate sind limnofluviatil. In den Basalkonglomeraten beobachtete VÖLK überdies Gerölle von alttertiären Fossilschuttkalken; auf Grund der Großforaminiferenfauna (*Nummulites*, *Assilina*, *Alveolina* u. a.) stellte er diese allochthonen Gesteine an die Wende Unter-/Mitteloazän. Damit war erneut der Nachweis von Umlagerungen alttertiärer Sedimente erbracht, die man heute anstehend nicht mehr kennt.

Die Oberaudorfer Schichten lassen sich, wenn auch in vollmariner Fazies, weiter nach Osten verfolgen. Sie stehen am Nordhang des Miesbergs (W Walchsee) an (LINDENBERG 1966, S. 70). Auf einer gemeinsamen Exkursion mit Herrn Dipl.-Geol. H. G. LINDENBERG und Dr. P. WELLNHOFER am 28. 10. 1964 wurde ein Bruchstück eines riesenwüchsigen Gehäuses von *Clavilites* cf. *longaevus* (SOL.) gefunden. Die Mikrofauna der Foraminiferenschuttkalke erinnert stark an diejenige der Schichten des Nierentalgrabens, in denen ebenfalls großwüchsige Schnecken gefunden wurden. Infolge starker tektonischer Einengung und späterer erosiver Ausräumung sind diese Gesteine heute nur mehr an wenigen Stellen aufgeschlossen.

In diesem Zusammenhang ist ein Fund von Riesenschnecken in einem erratischen Block von Bedeutung, der im Geschiebelehm der Würmeiszeit in einer Baugrube in Pfaffing bei Wasserburg entdeckt wurde. Das Fossilschuttgestein ist durch das Auftreten von *Nummulites fabianii* (PREVER) als Obereozän ausgewiesen. Es läßt sich mikrofaziell weitgehend mit den Ablagerungen vom Miesberg und aus dem Nierentalgraben vergleichen. Die wichtigsten Formen sind: *Gypsina linearis* (HANZAWA), *Chapmanina gassinensis* (SILVESTRI), *Fabiania cassis* (OPPENHEIM), *Halkyardia minima* (LIEBUS), *Eorupertia cristata* (GÜMBEL), *Schlosserina cf. asterites* (GÜMBEL) und *Borelis vonderschmitti* (SCHWEIGHAUSER). Die größte Schnecke, ein fragmentär erhaltener Steinkern der Gattung *Clavilithes*, mißt ohne Spitze und Ausguß 35 cm. Sowohl die Mikro- als auch die Megafauna weisen auf ein Klimaoptimum im Obereozän hin. Die Bearbeitung dieses allochthonen Vorkommens wurde von Dr. P. WELLNHOFER und dem Verfasser durchgeführt (HAGN & WELLNHOFER 1967). Herrn und Frau KRACHER, den Besitzern des Baugrundes in Pfaffing, sei auch an dieser Stelle für die Überlassung des Fossilmaterials verbindlichst gedankt.

Seit ZÖBELEIN (1955) den Nachweis alttertiärer kalkalpiner Gesteine auf sekundärer Lagerstätte geführt hat, kommen immer neue Funde hinzu (vgl. hierzu HAGN 1960, Fußn. 107 auf S. 168). Später sammelte KÖVECS (1964 Ms.) zahlreiche Alttertiärgerölle aus den Angerberg-Schichten der Typlokalität auf. Um Vergleiche anzustellen, untersuchte er auch einige Gerölle von Radstadt im Pongau; dieses Vorkommen allochthonen Alttertiärs wurde zuerst von TRAUTH (1918) bearbeitet. KÖVECS konnte feststellen, daß die Gerölle der Angerberg-Schichten und diejenigen von Radstadt im Hinblick auf ihre petrographische Zusammensetzung nicht übereinstimmen. Außerdem konnte das von TRAUTH angenommene mittlereozäne Alter nicht bestätigt werden. Die Gerölle von Radstadt sind vielmehr in das Ilerd bzw. Cuis einzustufen.

Zusammenfassend kann damit gesagt werden, daß eozäne Gesteine des Kalkalpins häufig auf sekundärer Lagerstätte vorkommen. Damit ist erwiesen, daß Sedimente aus dieser Zeit im kalkalpinen Raum früher viel weiter verbreitet waren als heute. Sie finden sich in limnofluviatilen Konglomeraten des Obereozäns bei Oberaudorf, sie sind in den oberoligozänen, ebenfalls limnofluviatilen Angerberg-Schichten nicht selten, sie treten in Konglomeraten der Molassezone auf und lassen sich schließlich als Gerölle bzw. Geschiebe in quartären Ablagerungen feststellen. Ihre große Bedeutung für paläogeographische Untersuchungen steht somit außer Zweifel. Obwohl die Arbeiten noch in vollem Gang sind, können schon jetzt bestimmte Eozängesteine (z. B. Fossilschuttkalke vom Typus Nierentalgraben bzw. Fabianii-Sandstein vom Typus Oberaudorf) im Vorland der Alpen sicher erkannt werden; sie finden daher schon heute als Leitgerölle Verwendung. Schwieriger gestaltet sich die Auswertung von Lithothamnienkalken. Ihnen fehlen häufig sowohl die altersweisenden Großforaminiferen als auch der für die paläogeographische Deutung wichtige Gesteinsschutt (z. B. triadische Karbonate, Radiolarite u. a.). Zudem sind die Lithothamnien (im weitesten Sinne) erst noch einer gründlichen Bearbeitung zu unterziehen.

### 3. Oligozän

#### a) Molasse

Die Hauptverbreitung oligozäner Ablagerungen liegt in der Molassezone. Man beobachtet einen sehr starken Wechsel der Fazies. Ganz allgemein kann gesagt werden, daß im E und N fast ausschließlich marine Sedimente angetroffen werden, während nach S und W zu der Anteil an brackischen, limnischen und limnofluviatilen Ablagerungen immer mehr zunimmt. Die Meeresvorstöße kamen aus östlicher Richtung. Vor allem im Oberoligozän und im Untermiozän lassen die Schichtfolgen im westlichen Teil des betrachteten Gebietes ein mehrfaches Vordringen des Meeres erkennen, das immer wieder von Regressionen abgelöst wurde.

Der gesamte Molassekomplex kann nach tektonischen Gesichtspunkten in drei größere Einheiten untergegliedert werden. Im Süden, in Alpennähe, liegt die *Gefaltete* oder *Faltenmolasse*. Im östlichen Oberbayern wird diese Einheit aus ein bis zwei Muldenzügen aufgebaut, die durch verstümmelte Sättel voneinander getrennt werden; im westlichen Oberbayern und im Allgäu schalten sich noch zwei weitere Mulden ein. Im Norden davon, alpenferner gelegen, schließt die *Ungfaltete* oder *Vorlandmolasse* an. Ihr Südteil zeigt noch die Steilstellung der Schichten; er wird daher als *Aufgerichteter Südrand der Vorlandmolasse* bezeichnet. Sowohl die Faltenmolasse als auch der Aufgerichtete Südrand der Vorlandmolasse werden *Subalpine Molasse* genannt. Die Vorlandmolasse im eigentlichen Sinn ist durch die relativ flache Lage der einzelnen Schichtglieder charakterisiert. Bezeichnend für den Baustil ist keine Falten-, sondern Bruchtektonik.

Die Molasseablagerungen besitzen oder besaßen, wenigstens zeitweise, eine große wirtschaftliche Bedeutung. Seit vielen Jahrzehnten wurde in der Faltenmolasse (z. B. bei Hausham und Penzberg) eine durch den Gebirgsdruck veredelte Braunkohle abgebaut. Erst in jüngster Zeit wurden diese Bergwerke stillgelegt. Weitere Energiequellen stellen Erdöl und vor allem Erdgas dar. Gerade die Suche nach Kohlenwasserstoffen hat eine große Zahl von Bohraufschlüssen mit sich gebracht, die aber erst zum Teil öffentlich bekannt sind.

Um der Fülle des Stoffs einigermaßen gerecht zu werden, wurden die wichtigsten Profile aus allen Teilen der Ostmolasse ausgewählt (vgl. hierzu Tab. 1). Im folgenden sollen die Angaben der Tabelle noch durch einige Bemerkungen ergänzt werden.

**Bohrungen Ortenburg CF 1001 — 1003.** — Die Schichtfolge der Ortenburger Bohrungen wurde vom Verfasser (HAGN 1955c) beschrieben. Die wichtigste Bohrung ist Ortenburg CF 1001, da sie die Molasse durchteuft und auch noch einen Teil der liegenden Oberkreide aufgeschlossen hat. Auch die Bohrung Ortenburg 1003 zeigt die Transgression der ältesten Molasse auf den kretazischen Untergrund, doch enthält das Profil infolge der randnahen Lage der Bohrung einige Schichtlücken. Die Bohrung Ortenburg CF 1002, die am meisten

beckenwärts angesetzt wurde, hat infolge der hohen Schichtmächtigkeiten nur das Oberoligozän erreicht<sup>29)</sup>.

Die *Basissande* und *Fischschiefer* wurden in das Obere Rupel gestellt, weil in ihnen *Asterigerina praeplanorbis* HAGN beobachtet werden konnte (HAGN 1955c, S. 330—331). BRAUMÜLLER (1961, S. 514), der einen Überblick über die stratigraphischen Verhältnisse der österreichischen Molasseanteile gab, war dagegen der Ansicht, daß die geringmächtigen Basissande der Ortenburger Bohrungen ein obereozänes Alter besitzen. Dieser Altersvorschlag kann aber durch Fossilfunde nicht gestützt werden. Da auch die monographische Bearbeitung der Foraminiferen-Gattung *Bolivina* durch G. HOFMANN (1965 Ms.; 1967a) keine neuen Ergebnisse bezüglich der ältesten Molassebildungen erbrachte, können die Basissande und Fischschiefer auch weiterhin als Äquivalente des Rupels betrachtet werden. Zum höheren Mitteloligozän gehören der sog. *Helle Mergelkalk* sowie *Sandmergel* und *Bändermergel*.

Hier muß gleich betont werden, daß ein Teil dieser Einstufungen in einem deutlichen Gegensatz zu den Gliederungen anderer Bohrungen im Bereich der Vorlandmolasse steht. So werden die Fischschiefer von den meisten Autoren ganz allgemein als unteroligozän angesehen. Der Helle Mergelkalk gilt hingegen als Basis des Rupels (vgl. hierzu HEERMANN 1954, S. 7, Abb. 5 auf S. 16; OSCHMANN 1957, S. 693; 1963, S. 11; PAULUS 1963, S. 71; PAULUS et al. 1964, S. 20, Tab. 3 auf S. 24—25; GUDDEN & ZIEGLER 1965, Tab. 1 auf S. 221).

Der Verfasser neigt dazu, diesen Widerspruch durch das Prinzip der Fazieswanderung aufzuheben. Überzeugende Beispiele dieser Erscheinung wurden weiter oben angeführt (S. 280, 287). Es liegt durchaus im Bereich der Möglichkeit, daß die Fischschiefer in den südlicher gelegenen Bohrungen älter sind als in den nördlicheren Bohrungen. Dasselbe trifft für den Hellen Mergelkalk zu. Er mag im südlichen Teil der Vorlandmolasse sehr wohl die Basis des Rupels bezeichnen. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß er im Norden in höheren Niveaus des Mitteloligozäns auftritt (vgl. hierzu HAGN 1960, Fußn. 104 auf S. 162). Gerade in der Molasse läßt sich eine Nordverlagerung des Trogtiefsten an verschiedenen Beispielen nachweisen (vgl. hierzu S. 278; ferner KORDIUK 1938 und M. BROCKERT, mündliche Mitteilung). Selbst im Miozän ist dieses Prinzip noch wirksam, denn nach PAULUS et al. (1964, S. 32) drang das unterhelvetische Meer, in dem die Neuhofer Schichten entstanden sind, im Bereich des Blattes Ismaning „langsam“ von SE nach NW vor, so daß die Transgressionssedimente in der nördlichsten Bohrung „ein kleinwenig jünger“ sind als in den südlicheren Bohrungen.

Das Oberoligozän liegt in der Fazies von *Bändermergeln* und *Mergeltonen* vor.

Auf die Grenzziehungen Rupel/Chatt und Chatt/Aquitane soll hier nur kurz eingegangen werden. Sie wurden in jüngster Zeit von HOFMANN (1965 Ms.; 1967a)

<sup>29)</sup> In jüngster Zeit beschrieb HOFMANN (1967 b, S. 342 usf.) aus dem Bohrgut der Bohrungen Ortenburg CF 1002 und 1003 sowie aus Proben, die im Prien-Gebiet entnommen wurden, die Foraminiferen-Art *Suggrunda porosa* HOFFMEISTER & BERRY.

und GUDDEN & ZIEGLER (1965, S. 220) diskutiert. Die erstgenannte Grenze ist in den Mikrofaunen nur undeutlich ausgeprägt, seitdem man erkannt hat, daß *Asterigerina praepianorbis* kein zuverlässiges Leitfossil ist (vgl. hierzu PAULUS 1963, S. 71; HOFMANN 1965 Ms., 1967a). Die besten „Index“-Foraminiferen sind derzeit bestimmte Arten und Unterarten der Gattung *Bolivina*, die von HOFMANN (1965 Ms., 1967a); variationsstatistisch bearbeitet wurden. Die Grenze Chatt/Aquitain kann dagegen mit Hilfe von Uvigerinen und anderen Foraminiferen ziemlich scharf gezogen werden (HAGN 1955c, S. 336; HAGN, HÖLZL & HRUBESCH 1962, S. 437; PAULUS et al. 1964, S. 28). Der Faunenhorizont der Rainer Mühle, der das oberste Chatt vertritt, ist in der Bohrung Ortenburg CF 1002 gut ausgebildet. Auch der darüberfolgende Faunenhorizont von Wildenwart, der bereits Aquitain anzeigt, ist klar zu erkennen (HAGN 1955c, S. 336; vgl. hierzu HAGN 1960, Taf. 7—8).

**Bohrungen Ampfing — Mühldorf.** — Über den Ablagerungen des Oberen Eozäns folgen in einigen Bohrungen unteroligozäne Schichten: Ampfinger Sandstein, Lithothamnienkalke und Fischschiefer.

Es bedeutete damals eine Sensation, als in der NE München gelegenen Bohrung Taufkirchen unter den „konventionellen“ Oligozänablagerungen Lithothamnienkalke erbohrt wurden (ANDRÉE 1937, S. 151). Diese Algengesteine wurden in der Folgezeit recht verschieden gedeutet (vgl. hierzu A. BENTZ 1949, S. 42; NATHAN 1949, S. 24; HAGN 1960, S. 68—69). Heute werden sie im bayerischen Raum als Äquivalente des Unteroligozäns aufgefaßt. PAPP (1958, S. 255), der die Vorkommen von Obereozän in Österreich zusammenfassend darstellte, hielt die Lithothamnienkalke der österreichischen Molassebohrungen auf Grund der angetroffenen Nummuliten für Ablagerungen obereozänen Alters. Demgegenüber kam der Verfasser (HAGN 1960, Fußn. 105 auf S. 165) zu dem Ergebnis, daß die Lithothamnienkalke der südlicher gelegenen Bohrungen in das Obereozän, diejenigen der nördlicheren Bohrungen (z. B. des Bereichs Ampfing — Mühldorf) in das Unteroligozän zu stellen seien.

Eine eingehende Bearbeitung der Algenflora dieser Kalke steht noch aus. Auf jeden Fall lassen sich die Lithothamnienkalke der Vorlandmolasse faziell mit ähnlichen Kalken des Helvetikums vergleichen. Die hangenden Fischschiefer enthalten eine pelagische Foraminiferenfauna, die bis zu einem gewissen Grad an diejenige der helvetischen Stockletten erinnert. Es liegt also auch hier ein Hinweis auf das Wandern der Fazies aus dem nordhelvetischen Raum in den Molassetrog vor.

Die Basis des Rupels wird im südlichen Teil der Vorlandmolasse durch das Auftreten des Hellen Mergelkalks gekennzeichnet. Darüber folgen Ablagerungen, die mit den Tonmergelschichten der Subalpinen Molasse (Rupel) vergleichbar sind. Das Oberoligozän ist dreigeteilt: im Hangenden und Liegenden von Tonmergeln tritt ein Sandsteinkomplex auf, der erdölgeologisch von Bedeutung ist. Die Schichtfolge erinnert in groben Zügen an den Schichtbestand des Prien-Pro-

fls, das zum Aufgerichteten Südrand der Vorlandmolasse gehört (vgl. hierzu HAGN, HÖLZL & HRUBESCH 1962, Tab. 1 auf S. 427).

Bis jetzt ist erst ein kleiner Teil der stratigraphisch-paläontologischen Ergebnisse publiziert, welche durch Erdölbohrungen gewonnen wurden. Aus jüngster Zeit liegen lediglich die Arbeiten von OSCHMANN (1963), PAULUS (1963), PAULUS et al. (1964) und LEMCKE (1967b) vor. Die Foraminiferenbestimmungen der Arbeit von PAULUS et. al. wurden von M. BROCKERT durchgeführt.

T r a u n - P r o f i l. — Das Traun-Profil wurde in neuerer Zeit von HAGN & HÖLZL (1952) bearbeitet. Weitere Beobachtungen teilte GANSS (in GANSS et al. 1956) mit. Die Schichtfolge des genannten Profils gehört zum Aufgerichteten Südrand der Vorlandmolasse. An der tektonischen Grenze Molasse/Helvetikum stoßen die steilgestellten Rupelmergel an Ablagerungen der helvetischen Oberkreide (HAGN 1960, Abb. 2 auf S. 30). Der oligozäne Anteil des Traun-Profiles ist ziemlich arm an Megafossilien. Die überaus fossilreichen Thalberg-Schichten, die von O. HÖLZL jahrzehntelang ausgebeutet wurden, liegen bereits im Untermiozän (Aquitain). Schichtweise sind wenigstens Foraminiferen häufiger, so z. B. im Rupel des Wehrprofils S Siegsdorf. Lithologisch gesehen ist das Traun-Profil ziemlich eintönig. Es herrschen bläulichgraue, mehr oder minder feinsandige und feinglimmerige Mergel vor. Im tiefsten Teil des Profils treten warvenartig feingeschichtete Mergel auf, die eine Wechsellagerung von hellen und dunklen Schichten erkennen lassen. Bei Wernleiten, beim Bau des Unterwirt-Kellers, waren früher fischschieferartige Mergel aufgeschlossen, deren Fischfauna von WEILER (1932) bearbeitet wurde. Die derzeitigen Aufschlüsse im Bett der Roten Traun sind untypisch und infolge hohen Wasserstandes meist nicht zugänglich. Es ist noch zu erwähnen, daß GÜMBEL (1861, S. 741, 748) aus diesen Schichten, die er für Süßwasserablagerungen hielt, Planorben anführte. Es handelt sich hierbei wohl um Pteropodenreste, also um marine pelagische Gestropoden. So konnten auch auf manchen Schichtflächen der Schönecker Fischeschiefer, auf die später noch zurückzukommen sein wird, Pflaster von *Spiratella* (= *Spirialis* auct.) beobachtet werden. Eine weitere wichtige Fazies sind Konglomerate. Wenn auch das Hauptvorkommen dieser klastischen Einlagerungen im Oberen Aquitain der Blauen Wand liegt, so sind doch ausgedehnte Aufschlüsse auch im höheren Oligozän des Rettenbachgrabens und im Paul-Fischer-Graben vorhanden. Alle die genannten Ablagerungen sind mariner Entstehung. Nach den bisherigen Beobachtungen liegt eine durchgehende Schichtfolge vom Rupel über das Chatt bis in das Helvet vor. Aus diesem Grund ist das Traun-Profil für die Gliederung der Subalpinen Molasse von einiger Bedeutung geworden. Sowohl das Rupel als auch das Chatt zeigen eine Mächtigkeit von einigen Hunderten von Metern. Dennoch muß gesagt werden, daß das Traun-Profil infolge seiner reichen Konglomerateinschlüsse gegenüber den westlich und östlich gelegenen Molassevorkommen eine gewisse Sonderstellung einnimmt. Erst das Prien-Profil weiter im W zeigt eine normalere Entwicklung.

In jüngster Zeit wurde die Gliederung des Traun-Profiles erneut diskutiert. So gelang es HOFMANN (1965 Ms.; 1967a), auf Grund der phylogenetischen

Entwicklung bestimmter Arten und Unterarten der Foraminiferen-Gattung *Bolivina* die Grenze Rupel/Chatt nach S zu verlegen (vgl. hierzu PAULUS 1963, S. 71). Auch die Grenze Chatt/Aquitain erfuhr eine geringfügige Berichtigung, da der Horizont der Rainer Mühle auch in diesem Profil eindeutig nachgewiesen werden konnte (vgl. hierzu S. 295).

Ein besonderes Interesse verdienen die Komponenten der Konglomerate des Traun-Profiles. Im Rettenbachgraben sind sog. Rosinenmergel weit verbreitet; es handelt sich um Ablagerungen mit einer pelitischen, meist sandarmen Grundmasse, in der die Gerölle nicht allzu dicht gepackt liegen. Manchmal stecken sie auch vereinzelt in den Tonmergeln wie die Rosinen im Kuchen. Infolge einer längeren Reibung im Schlick erscheinen sie häufig wie poliert. Bisherige Beobachtungen haben ergeben, daß kalkalpine Komponenten neben kristallinen sehr häufig sind; außer triadischen Gesteinen treten auch oberjurassische Radiolarite auf. Im Gegensatz zum Konglomerat der Blauen Wand sind Alttertiärgerölle seltener; sie stammen teils aus dem Kalkalpin, teils aus der helvetischen Zone. Ihre Auswertung ist derzeit im Gang. In diesem Zusammenhang ist noch darauf hinzuweisen, daß sich BODEN (1925, 1931, 1935) um die Erforschung der Gerölle sowohl des Traun-Profiles als auch der übrigen Molasse große Verdienste erworben hat.

**Prien-Profil.** — Die Schichtfolge dieses Profils ist für die Stratigraphie der Vorlandmolasse und eines Teiles der Gefalteten Molasse sehr bedeutsam. Sie wurde von HAGN & HÖLZL (1952) auf Grund von Mega- und Mikrofaunen neu bearbeitet. Im Gegensatz zu dem weiter im E gelegenen Traun-Profil treten im Oberoligozän neben marinen Ablagerungen auch brackische Sedimente, Cyrenenschichten, auf. Da das Prien-Profil im Bereich des Aufgerichteten Südrands der Vorlandmasse liegt, ist eine zwar steilgestellte, aber doch durchlaufende Schichtfolge anzunehmen. Da GANSS (in GANSS & SCHMIDT-THOMÉ 1955, S. 465) eine muldenförmige Lagerung annahm (sog. „Frasdorfer Mulde“), wurde G. HOFMANN mit der Aufgabe betraut, das Prien-Profil im Rahmen einer Diplomarbeit noch einmal zu bearbeiten (HOFMANN 1960 Ms.; 1962). Die Detailkartierung ergab eindeutig, daß die von GANSS konstruierte Frasdorfer Mulde nicht existiert. Wenig später gliederten HAGN, HÖLZL & HRUBESCH (1962, S. 433, Tab. 1 auf S. 427) das Oberoligozän des Prien-Profiles und benachbarter Gebiete mit Hilfe von Faunen zonen. Den bereits bekannten Zonen wurde der Faunenhorizont von G r e i m e l b e r g hinzugefügt. In jüngster Zeit beschrieb HOFMANN (1965 Ms.; 1967a) einige Arten der Gattung *Bolivina*, während WITT (1965 Ms.; 1967) Ostracoden aus Schichtgliedern des Prien-Profiles untersuchte.

Auf die Tonmergelschichten des Mitteloligozäns folgen sog. Liegende Tonmergel, die bereits in das tiefere Chatt zu stellen sind. Auf die Schwierigkeiten der Grenzziehung Rupel/Chatt wurde bereits hingewiesen (S. 295). Die verhältnismäßig geringmächtigen Cyrenenschichten enthalten *Polymesoda convexa* (BRONGN.). Günstige Aufschlüsse liegen im Haselbach W des Prien-Profiles. Der sog. W a s c h h a u s - H o r i z o n t besteht aus

Mürbsandsteinen, die mit der Sandstein-Serie der Bohrungen im Raum Ampfing-Mühdorf verglichen werden können. Diese Sandsteine sind am Osthang der Prien SE der Rainer Mühle sowie im Hasel-Bach gut aufgeschlossen. An der zuletzt genannten Lokalität sind ihnen grobe Konglomerate mit einer marin-brackischen Fauna eingeschaltet; *Glycymeris*, *Tympanotonus* und andere Mollusken sind nicht selten. Darüber folgen feinsandige Mergel mit der bezeichnenden Mikrofauna des Greimelberg-Horizonts. Auf die Bedeutung des jüngsten oberoligozänen Horizonts, des Horizonts der Rainer Mühle, wurde bereits bei der Besprechung der Ortenburger Bohrungen hingewiesen. Die Aufschlüsse erstrecken sich, wenn auch mit Unterbrechungen, vom Osthang der Prien an der Rainer Mühle bis zum Südteil des Schloßbergs von Wildenwart. Die weichen, foraminiferenreichen Mergel (vgl. hierzu HAGN 1960, Taf. 7) lassen sich mit den hangenden Tonmergeln der Ampfinger und Mühdorfer Bohrungen in Beziehung bringen. Der darüber folgende Faunenhorizont von Wildenwart besitzt bereits ein aquitanes Alter.

Die genannten Horizonte sind, mit Ausnahme des fossilarmen Waschhaus-Horizonts, als Faunen-Zonen aufzufassen. Ausschlaggebend ist eine Kombination bestimmter Arten, in erster Linie von Foraminiferen. Dabei spielen sog. Häufigkeitsfossilien eine wichtige Rolle, da sie das Faunenbild bestimmen. Bedauerlicherweise ist es bis heute noch nicht gelungen, in den Ablagerungen der bayerischen Molasse Miogypsinen zu finden. Diese für die Feinstratigraphie der oberoligozänen und ältermiozänen Schichten so wertvollen Großforaminiferen sind wärmeliebende Formen der Tethys. Im nördlichen Randmeer dieses erdallumspannenden Mittelmeeres, in der Paratethys, treten Miogypsinen nur sporadisch auf. So konnte unlängst I. KÜPPER (1966) über einen Fund von *Miogypsina* (*Miogypsinoidea*) *complanata* SCHLUMB. aus chattischen Ablagerungen der oberösterreichischen Molasse berichten.

Da die einzelnen Faunen-Zonen sehr beständig sind, lassen sie sich über weite Erstreckung hin verfolgen. Wie HAGN, HÖLZL & HRUBESCH (1962, S. 435) zeigten, können sie vom Nordrand des Molassetrogs (Ortenburger Bohrungen) bis zum Aufgerichteten Südrand der Vorlandmolasse, und zwar zwischen dem Prien-Profil im Osten und der Mangfall im Westen, nachgewiesen werden. Dies entspricht in N-S-Richtung einer Entfernung von 80 km, in E-W-Erstreckung einer solchen von 40 km. Auch in den Promberger Schichten der nördlichsten Mulde der Faltenmolasse des Penzberger Gebietes wurden die Faunenhorizonte von Greimelberg, der Rainer Mühle und von Wildenwart von PAULUS (1963, S. 75) wiedererkannt.

Gebiet Hausham—Marienstein. — Im Meridian von Hausham tritt die Faltenmolasse in zwei Mulden auf: im Süden liegt die Haushamer Mulde, die sich nach Westen in die Mariensteiner Mulde fortsetzt. Im Norden daran schließt die Miesbacher Mulde an, die ihre westliche Fortsetzung in der Nonnenwald-Mulde bei Penzberg findet. Östlich des Inns kennt man nur mehr eine einzige Mulde, die Bernauer Mulde,

deren Gesteine den Wester- und Osterbuchberg in der Chiemsee-Depression aufbauen.

Die Schichtfolgen der genannten Mulden sind dadurch gekennzeichnet, daß die marine Fazies im Oberoligozän und größtenteils auch im Untermiozän, soweit es vorhanden ist, weitgehend durch nichtmarine Schichten verdrängt wird. Es wurde bereits gezeigt, daß die östlichsten Vorkommen von Cyrenenschichten im Prien-Profil zu finden sind. In den soeben genannten Mulden beobachtet man die Hauptentwicklung der Cyrenenschichten im weitesten Sinn, d. h. der Flöz-*m o l a s s e*. Sie birgt teilweise abbauwürdige Kohlenflöze (u. a. Grube Hausham). Noch weiter im Westen, im westlichen Oberbayern und im Allgäu, wird die Flözmasse durch die limnofluviatile *Bunte Molasse*, die reich an Konglomeraten ist, abgelöst.

Der alttertiäre Anteil der Faltenmolasse kann daher in eine *Untere Meeresmolasse* und in eine *Untere Süßwassermolasse* gegliedert werden. Letztere ragt mit ihren höheren Teilen in das Untermiozän hinein. Bemerkenswert ist, daß die Untere Meeresmolasse nach Westen zu allmählich ihren marinen Faziescharakter verliert (vgl. hierzu RUTSCH 1962, S. 14). Die über der Unteren Meeresmolasse folgenden Serien, die Obere Meeresmolasse und die Obere Süßwassermolasse, gehören zur Gänze bereits dem Neogen an.

Das Schrifttum über diesen Teil der Molasse ist besonders umfangreich, da er wegen der Kohlevorkommen am besten erschlossen ist. Außerdem kennt man eine ganze Reihe guter Grabenaufschlüsse (z. B. Lochergraben bei Hausham, Schmeroldgraben bei Miesbach, Sulzgraben bei Wörnsmühl), die durchgehende Profile zeigen. Wertvolle Beobachtungen teilte bereits GÜMBEL (1861, 1875) mit. KORSCHULT (1890) bearbeitete die Schichtfolge der Haushamer Mulde. STUHLIK (1906) befaßte sich mit der Faziesentwicklung innerhalb der Oligozänmolasse. Ab der Jahrhundertwende widmete WEITHOFER den oligozänen Ablagerungen zahlreiche Publikationen. Weitere bedeutsame Arbeiten stammen aus der Feder von KORDIUK (1938) und M. RICHTER (1940). Eine zusammenfassende Darstellung der stratigraphischen und tektonischen Ergebnisse verdanken wir GANSS & SCHMIDT-THOMÉ (1955). Einige Jahre später untersuchte der Verfasser (HAGN 1960) die Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum. HAGN, HÖLZL & HRUBESCH (1962) erörterten erneut die Schichtfolge und Altersstellung der Subalpinen Molasse im Gebiet von Hausham und Marienstein. Aus den letzten Jahren sind ferner die Arbeiten von PAULUS (1963) und STEPHAN (1965) zu nennen. Schließlich ist noch zu bemerken, daß WITT (1965 Ms.; 1967) die Ostracodenstudien GOERLICH'S (1953) in der Molasse fortsetzte. Es gelang ihm, mit Hilfe der von ihm untersuchten Unterfamilien der Familie Cytheridae (Cytherinae, Leptocytherinae, Trachyleberidinae, Hemicytherinae und Cytherettinae) die bisherigen stratigraphischen und ökologischen Ergebnisse zu unterbauen.

Als tiefstes Schichtglied der Faltenmolasse im östlichen Oberbayern können helle Kalkmergel und bräunliche *f i s c h s c h i e f e r a r t i g e* Gesteine gelten, die im Stollen des Zementwerks Marienstein noch vor wenigen Jahren zugänglich

waren (HAGN 1960, Fußn. 115a auf S. 188; HAGN, HÖLZL & HRUBESCH 1962, S. 430). Die Mikrofaunen dieser Ablagerungen, die neben zahlreichen Globigerinen u. a. auch *Bulimina sculptilis* CUSHM. führen, zeigen eine große Ähnlichkeit mit Faunen aus dem tieferen Teil der Häringer Zementmergel (vgl. hierzu S. 307). Weiterhin bestehen Übereinstimmungen mit den Mikrofaunen der Schönecker Fischeschiefer, auf die weiter unten noch eingegangen werden wird. Ähnliche Sedimente wurden ferner bei Schurfarbeiten in der Grenzzone Molasse/Helvetikum am Gschwendtner-Berg bei Hausham festgestellt (WITT 1963 Ms.). Nach Auswertung aller Befunde erscheint es gerechtfertigt, die in Rede stehenden Ablagerungen in das höhere Unteroligozän einzustufen.

Daß unteroligozäne Ablagerungen nur sehr selten angetroffen werden, kann nicht überraschen. Gerade die ältesten und, dem Muldenbau entsprechend, am südlichsten gelegenen Schichten der Faltenmolasse wurden bei den tektonischen Ereignissen im Neogen am meisten betroffen. So kam es wiederholt zu empfindlichen Amputationen, die oft mehrere Hunderte von Metern des Schichtbestandes unterdrückt haben. So sind auch die **T o n m e r g e l s c h i c h t e n** des Mitteloligozäns (Rupel-Stufe) so gut wie nie in ihrer ursprünglichen Mächtigkeit erhalten. Sie wurden von KORSCHULT (1890, S. 49) **C y p r i n e n m e r g e l** genannt, weil in ihnen lagenweise *Cyprina islandica rotundata* AG. häufig vorkommt (vgl. hierzu HÖLZL 1962, S. 68). Die Mollusken dieser Schichten wurden zuerst von WOLFF (1897) beschrieben und abgebildet. Erst sehr viel später fanden sie in HÖLZL (1962) einen neuerlichen Bearbeiter. Die Mikrofaunen der Tonmergelschichten wurden von LIEBUS (1902) erstmals beschrieben. HAGN (in HAGN & HÖLZL 1952, S. 85—86) veröffentlichte eine Fossilliste der Foraminiferen der rupelischen Ablagerungen des Lochergrabens bei Hausham. In einer späteren Arbeit des Verfassers (HAGN 1960, Taf. 6) wurde eine Abbildung dieser Faunengemeinschaft gegeben. Weitere Einzelheiten über die Untergliederung der Tonmergelschichten teilten BROCKERT & PAULUS (1966, S. 133 usf.) für den Bereich des Blattes Tegernsee mit (vgl. hierzu auch PFLAUMANN 1960 Ms.). Auch HOFMANN (1965 Ms.; 1967a) berücksichtigte einzelne Arten der Gattung *Bolivina* aus den Tonmergelschichten des Schmeroldgrabens bei Miesbach, desgleichen bezog er die Rupelablagerungen der Bohrung Feilnbach 1 in seine Arbeit mit ein.

Aus den Tonmergelschichten gehen durch allmähliche Sandaufnahme die **B a u s t e i n s c h i c h t e n** hervor. Sie sind durch das Auftreten von Sandsteinen („Bausteinen“) und von Konglomeraten gekennzeichnet. Letztere setzen sich hauptsächlich aus Gangquarzen und anderen umlagerungsresistenten Gesteinen zusammen. Eine sedimentpetrographische Analyse der Sandsteine der Bausteinschichten wurde von FÜCHTBAUER (1964) durchgeführt. Die marine Molluskenfauna dieser Ablagerungen beschrieb HÖLZL (1962), während DOTZLER (1937) die in den Sandsteinen gelegentlich auftretenden Blattfloren bestimmte. Die Fassung des Begriffs Bausteinschichten ist bei den einzelnen Autoren unterschiedlich, je nachdem, ob mehr lithologische oder faunistische Gesichtspunkte für die Grenzziehung herangezogen werden. Nach ZÖBELEIN (1962, S. 263) be-

sitzen die tieferen Bausteinschichten ein rupelisches, die höheren Bausteinschichten ein chattisches Alter. HÖLZL (1962, S. 219) verwendete hingegen anstelle der Bezeichnung Bausteinschichten den Ausdruck „Älteres Chatt in mariner Ausbildung“. Auf feinstratigraphische Fragen bezüglich der Bausteinschichten wiesen in jüngster Zeit auch PAULUS (1963, S. 68—70) und STEPHAN (1966, S. 101) hin.

Nach Ablagerung der Bausteinschichten erfolgte eine Aussüßung des westlichen Teils des Molassetrogs. Brack- und Süßwassersedimente bauen nunmehr im wesentlichen die einzelnen Schichtfolgen auf. Diese nichtmarinen Ablagerungen wurden meist als *Cyrenenschichten* beschrieben. Indes verdienen nur die brackischen Anteile diese Bezeichnung, in denen *Polymesoda convexa* (BRONGN.) (= *Cyrena semistriata* DESH.) meist in großer Individuenanzahl auftritt. Um auch die limnischen, limnofluviatilen und terrestrischen Schichtglieder mit einem gemeinsamen Namen belegen zu können, schlug HÖLZL (1962, S. 223) den Gebrauch des neutralen Begriffs *Flözmolasse* vor.

Die Flözmolasse wurde von den einzelnen Autoren recht unterschiedlich gegliedert. Auch die Kohlenflöze erhielten keine einheitlichen Bezeichnungen. So wurden die Flöze in der einen Grube von unten nach oben, in der anderen von oben nach unten numeriert. Auf weitere Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden. Bezüglich der Gliederung und Altersstellung der Flözmolasse sei hier, neben den Arbeiten WEITHOFERS, vor allem auf die Veröffentlichungen von ZÖBELEIN (1953, 1957) und HÖLZL (1962) verwiesen. In jüngster Zeit konnte STEPHAN (1965) innerhalb der chattischen Brackwasser-Molasse eine zyklische Abfolge erkennen. Für die Kenntnis der Baugeschichte des Molassetrogs ist auch die Beobachtung KORDIUKS (1938, S. 25, Abb. 7 auf S. 26) wichtig, daß die Kohlenflöze von S nach N immer jünger werden. Es ist dies ein weiteres Beispiel für die Fazieswanderung in den subalpinen Vortiefen.

Der Fossilreichtum der Flözmolasse reizte immer wieder zur Bearbeitung der Floren und Faunen. Auf die Arbeit DOTZLERS (1937) über die Blattfloren der bayerischen Molasse wurde bereits hingewiesen. MODELL (1931) beschrieb die Teichmuscheln (Najaden) der limnischen Schichtglieder. HÖLZL (1957) lieferte eine Monographie der Corbiculidae (Gattung *Polymesoda* und Verwandte). Die Mikrofaunen der Flözmolasse sind bis heute erst teilweise erforscht. Vor allem wäre eine eingehende Darstellung der Gattung *Ammonia* wünschenswert. Die ersten Angaben über Foraminiferen, Ostracoden und Characene stammen von LIEBUS (1902, S. 90—92). Weitere Beobachtungen teilten u. a. der Verfasser (HAGN 1950, S. 9—10; HAGN in HAGN & HÖLZL 1954, S. 24 usf.) und BROCKERT & PAULUS (1966, S. 154, 156—157) mit. Ein Teil der Ostracoden der Flözmolasse wurde von GOERLICH (1953) und WITT (1965 Ms.; 1967) untersucht.

In der Hausham-Mariensteiner Mulde besitzt die Flözmolasse ein ausschließlich chattisches Alter. Dagegen reicht die Schichtfolge in der nördlichsten Mulde der Faltenmolasse (Nonnenwald-Mulde) bis in das Aquitan. Nach ZÖBELEIN (1957, S. 66) werden diese jüngsten Anteile der Unteren Süßwassermolasse *Daser-Schichten* genannt (vgl. hierzu HAGN, HÖLZL & HRUBESCH 1962, S. 435).

Im Meridian von Hausham und Miesbach beobachtet man eine mehrfache Faziesverzahnung. Schwach marine, brackische, limnische, limnofluviatile und terrestrische Schichten wechseln mehrfach miteinander ab. Die im Westen dominierende Fazies der Bunten Molasse greift mit ihren Ausläufern weit in die Haushamer Mulde hinein (u. a. Aufschlüsse während des Straßenbaus W Hausham, ferner Lokalität Müller am Baum im Mangfalltal). Es handelt sich hierbei vorwiegend um Landschneckenmergel mit *Cepaea* und anderen Gattungen (vgl. hierzu HÖLZL 1962, S. 222). Andererseits drang das Meer wiederholt nach Westen vor. Ein Schema dieser Fazieszusammenhänge ist ZÖBELEIN (1957, Abb. 2 auf S. 57) zu verdanken.

Zeugen eines längerandauernden Meeresvorstoßes nach Westen sind die Promberger Schichten, deren Typlokalität in der Nonnenwald-Mulde bei Penzberg liegt. Sie treten im höheren Teil der Flözmolasse, und zwar im Hangenden des Oberen Glassands und im Liegenden der Daser-Schichten, auf. Das Alter dieser Ablagerungen, die sowohl Mega- als auch Mikrofaunen führen, war lange Zeit umstritten (vgl. hierzu HAGN & HÖLZL 1954, ZÖBELEIN 1957). Die Promberger Schichten wurden von den einen Autoren zur Gänze in das Chatt, von anderen hingegen in das Aquitan (im Sinne von Untermiozän) gestellt. Nach wieder anderen Autoren sollte der tiefere Teil der Promberger Schichten dem Chatt, die höheren Abschnitte dem Aquitan angehören. Der zuletztgenannten Ansicht ist zweifellos der Vorrang zu geben, wenn man die in der Vorlandmolasse (z. B. im Prien-Profil) gebräuchliche Grenzziehung Chatt/Aquitan auf die marinen Anteile der Faltenmolasse überträgt (L. KRAUS & PAULUS 1962, S. 790; PAULUS 1963, S. 75). In diesem Zusammenhang wäre aber immerhin noch zu prüfen, ob die Oberkante des Oberen Glassandes mit der Hangendgrenze des Waschhaus-Horizontes zeitlich übereinstimmt (vgl. hierzu LEMCKE 1967a, S. 265). Einschränkung muß noch gesagt werden, daß die oben erwähnte Grenzziehung keine Korrelation 1. Ordnung im Sinne von RUTSCH (1958, S. 108) ist und auch nicht sein kann, da ein unmittelbarer Vergleich der Molassefaunen mit Faunengemeinschaften der Stratotypen des Chatts und Aquitans aus zoogeographischen Gründen nicht durchgeführt werden kann. Man muß sich hier wohl oder übel mit einer Korrelation 2. Ordnung behelfen (vgl. hierzu HAGN 1961, S. 299).

Der Vollständigkeit halber sei hier noch ein Schichtglied erwähnt, das im westlichen Oberbayern und im Allgäu die Basis der Faltenmolasse bildet. Es sind dies die Deutenhausener Schichten. Sie bestehen im wesentlichen aus Tonmergeln und Mergeln, in die Mürbsandsteine und lagenweise auch Konglomerate eingeschaltet sind. Infolge dieser Eigenschaften wurden sie gelegentlich auch mit Flyschablagerungen verwechselt. In den vergangenen Jahren waren sowohl die Altersstellung als auch der Faziescharakter der Deutenhausener Schichten Gegenstand von wissenschaftlichen Erörterungen (vgl. hierzu ZEIL 1953, S. 109; ZÖBELEIN 1957, S. 58; W. FISCHER 1960, S. 42; R. HOFMANN 1965, S. 340 usw.). Die Einstufungen reichten vom Obereozän (mit Vorbehalt) bis in das Rupel. Während die einen Autoren eine Entstehung in einem Flachmeer für

möglich hielten, waren andere der Meinung, es handle sich, wenigstens teilweise, um nicht vollmarine Ablagerungen. Da Megafossilien fast ganz fehlen, müssen die stratigraphischen und ökologischen Schlüsse von den meist ebenfalls spärlichen und nur schichtweise etwas reicheren Ostracoden- und Foraminiferenfaunen abgeleitet werden. Letztere sind in der Regel sehr kleinwüchsig. Auffallend ist der starke Anteil an umgelagerten Mikrofossilien, die sowohl in Dünn- schliffen als auch in Schlämmrückständen festgestellt werden können. Zur Zeit, der Ablagerung der Deutenhausener Schichten müssen demnach im südlichen Rückland der Molasse bedeutende Abtragungen stattgefunden haben. Ohne auf letzte Feinheiten eingehen zu wollen, kann doch gesagt werden, daß wenigstens ein Teil der Deutenhausener Schichten marine Ablagerungen aus unteroligozäner Zeit darstellen.

Abschließend ist noch auf Arbeiten hinzuweisen, die sich mit der Sediment- petrographie der bayerischen Molasse befassen. So führte SCHIEMENZ (1960) eine umfangreiche Geröllanalyse durch, während FÜCHTBAUER (1964) und GRIMM (1965) die Schwerminerale auswerteten. Auf die Ergebnisse dieser Untersuchungen kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht näher eingegangen werden.

#### b) Helvetikum

Es wurde bereits erwähnt, daß die Sedimentation im helvetischen Raum im Obereozän ihr Ende fand. Gleichzeitig damit begann sich der spätere Molassetrog einzutiefen.

Im östlichen Oberbayern kennt man von zwei Fundstellen graue, fisch- schieferartige Gesteine, die mit Sicherheit ein oligozänes Alter besitzen und deren Fazies stark an Molasseablagerungen erinnert. Sie treten merkwürdigerweise zu- sammen mit helvetischen und ultrahelvetischen Sedimenten auf. Der eine Fund- punkt liegt im Südast des Schönecker Seitengrabens, SE Siegsdorf, der andere im Habach und in einem seiner Seitenäste, ebenfalls SE Siegsdorf (HAGN 1960, S. 106). Bei diesen Schichten handelt es sich möglicherweise um Ablagerungen, die aus dem tektonisch Liegenden, nämlich aus der von den südlichen Einheiten überfahrenen Molassezone, hochgespießt wurden und heute tektonisch an hel- vetische und ultrahelvetische Schichten angrenzen. Eine andere Erklärung wäre die, daß die Schönecker Fischschiefer die Reste einer Sediment- decke darstellen, die in unteroligozäner Zeit über weiten Teilen des Vorlandes und auch des Alpenkörpers gelegen hat und die heute weitgehend der Erosion zum Opfer gefallen ist. Auf die hier angedeutete Problematik ging der Verfasser (HAGN 1960, S. 109—111) bereits an anderer Stelle ausführlich ein.

Die Schönecker Fischschiefer wurden von BÖHM (1891, S. 17) entdeckt und auch von O. M. REIS (1896, S. 80, 144) erwähnt. Vor einigen Jahren konnte DE KLASZ (in GANSS et al. 1956, S. 68) das Vorkommen des Schönecker Seiten- grabens bei seinen Kartierungsarbeiten wieder entdecken. Megafossilien sind, abgesehen von schlechterhaltenen Pteropoden der Gattung *Spiratella* (= „*Spi- rialis*“ auct.), ziemlich selten (vgl. hierzu KOROBKOV 1966). Die plattigen Mergel

des Habachgrabens lieferten ferner vereinzelt Schalen der Gattung *Variamussium*. Die Mikrofauna besteht überwiegend aus meist verdrückten Globigerinen. Das Benthos tritt hingegen sehr stark zurück. Da eine eingehende Bearbeitung des Fossilinhaltes der Schönecker Fischechiefer noch aussteht, kann vorerst nur eine annähernde Einstufung durchgeführt werden. Nach allen bisherigen Befunden scheinen sie dem oberen Teil des Unteroligozäns anzugehören. Damit wären sie zeitliche Äquivalente der Fischechiefer der Vorlandmolasse, der fischechieferartigen Bildungen im Liegenden der Tonmergelschichten der Faltenmolasse, eines Teils der Fischechiefer des kalkalpinen Vorkommens von Reit i. Winkl sowie eines Teils der Häring Zementmergel. Schließlich wären sie auch altersgleich mit einem Teil der Deutenhausener Schichten (vgl. hierzu die abweichende Darstellung von PAULUS et al. 1964, Tab. 3 auf S. 24—25).

Aus alledem geht hervor, daß insbesondere die paläogeographische Stellung der Schönecker Fischechiefer noch einige Fragen offen läßt.

#### c) Ultrahelvetikum

Für das Ultrahelvetikum gelten die oben gemachten Ausführungen.

#### d) Flysch

Aus dem Bereich der nordalpinen Flyschzone sind bis jetzt keine oligozänen Ablagerungen bekanntgeworden.

#### e) Kalkalpin

Oligozäne Ablagerungen besitzen im kalkalpinen Raum nur eine beschränkte Verbreitung. Sie fehlen im Untersberg-Vorland und im Becken von Reichenhall. Hingegen sind sie im Unterinntal von einigen Stellen bekannt. Die Hauptfundpunkte liegen bei Reit i. Winkl (auf bayerischem Boden) sowie bei Kössen und Häring in Tirol (Österreich).

HEISSEL (1957, S. 64) vertrat die Ansicht, daß die Ablagerungsräume der Schichten von Häring und der obereozän-unteroligozänen Sedimente, die nördlich von Kufstein zum Absatz gelangt sind, ehemals voneinander getrennt waren. Demgegenüber hielt der Verfasser (HAGN 1960, S. 156, 171—174) die „Senke“ von Reit i. Winkl und Kössen für einen östlichen Ausläufer des alttertiären Sedimentationsgebietes des Unterinntals. Die Untersuchungen von LINDENBERG (1964 Ms.; 1966, S. 70 usw.) haben darüber hinaus gezeigt, daß die Ablagerungen der genannten Vorkommen in einem sehr engen genetischen Zusammenhang miteinander stehen. Sie sind in einem Becken entstanden, dessen Schichtbestand in neogener Zeit durch die tertiären Nachbewegungen der alpinen Orogenese tektonisch arg in Mitleidenschaft gezogen worden ist. Die Lokalität Reit i. Winkl gehört hierbei dem NE-Teil des Beckens an, während die Vorkommen von Kössen und Häring auf den SE- bzw. den SW-Teil dieses Ablagerungsraums zu beziehen sind.

Die oligozänen Ablagerungen des Unterinntals wurden häufig in dem Sinne interpretiert, daß sie die an Bruchlinien versenkten Reste einer ehemals ausgedehnten, mächtigen „Molasse“-Hülle darstellen, die früher den Alpenkörper überdeckt hat (in jüngster Zeit LEBLING 1966, S. 285). Andere Autoren sprachen sich hingegen für ein mehr lokales, stellenweise sogar „fjordartiges“ Eindringen des Alttertiärmeeres in den alpinen Raum aus (vgl. hierzu v. LINSTOW 1922, Taf. 5; HAGN 1960, S. 169 *usf.*, 174 *usf.*). Die Beobachtungen LINDENBERGS (1966, S. 70) haben ergeben, daß die obereozänen und oligozänen Ablagerungen des Unterinntalgebietes heute voneinander räumlich getrennt sind. Ähnlich wie im Obereröän in den subalpinen Vortiefen eine Verlagerung des Sedimentationsraumes von Süden nach Norden stattgefunden hat, kam es im kalkalpinen Raum spiegelbildlich zu einer Südwanderung des Trogtiefsten (vgl. hierzu S. 290)<sup>30</sup>). Es erfolgte also eine Art „Rücktransgression“ (vgl. hierzu HAGN 1960, Abb. 7 auf S. 60, S. 170; LINDENBERG 1966, S. 85). Diese Erscheinung kann mit der Pyrenäischen Phase in Zusammenhang gebracht werden.

Nach LINDENBERG (1964 Ms.; 1966, S. 70) kann man den Schichtbestand des Beckens von Reit i. Winkl—Kössen—Häring auf zwei Schichtserien aufteilen. Die Häring er Schichten umfassen im wesentlichen das Unter- und Mittloligozän, während die Angerberg-Schichten ein oberoligozänes Alter besitzen (l. c., S. 83—84).

Die alttertiäre Schichtfolge von Reit i. Winkl („Reiter Schichten“ älterer Autoren) zog infolge ihres Fossilreichtums schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der Geologen und Paläontologen auf sich. Hier sind vor allem die Beiträge von GÜMBEL (1861, 1889), O. M. REIS (1889) und DENINGER (1901) zu nennen. Später lieferte SCHLOSSER (1923) eine Revision der Megafauna derselben Ablagerungen. In neuerer Zeit befaßten sich HAGN (1953c; 1960), HAGN, HÖLZL & HRUBESCH (1962) und LINDENBERG (1962 Ms.) mit stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Fragen des Gebietes. Unlängst erschien die Dissertation LINDENBERGS (1966) über die Bolivinen der Häring er Schichten, in der eine Fülle von Beobachtungen und neuen Gedankengängen mitgeteilt wurde.

Die Häring er Schichten von Reit i. Winkl setzen mit marinen Transgressionsbildungen (Basis-Serie) ein. Diese sind häufig als Hauptdolomitrekzien ausgebildet. Darauf folgen Sandmergel, die reiche Megafaunen enthalten. Fischschiefer und Knollenmergel setzen die Schichtfolge nach oben hin fort. Aus der Veränderung der Mikrofaunen kann eine fortschreitende Verschlechterung der Lebensbedingungen im Zusammenhang mit einer Ausübung des Meeres abgelesen werden. Die Angerberg-Schichten

<sup>30</sup>) Auch SCHLOSSER (1922, S. 181; 1925 a, S. 65—66) nahm Senkungen im Bereich des Alpenkörpers an, welche das Eindringen des Meeres aus dem Norden ermöglicht haben. Allerdings entspricht sein Befund, wonach unter- und mitteleozäne Ablagerungen nur im Norden der Flyschzone, obereozäne und unteroligozäne Schichten ausschließlich im Süden derselben aufträten, nicht mehr dem heutigen Stand unserer Kenntnisse.

besitzen bereits einen limnofluviatilen Faziescharakter. Im Grenzbereich Knollenmergel/Angerberg-Schichten sind brackische Mergel mit Polymesoden nachgewiesen.

Es darf hier nochmals bemerkt werden, daß sich auch BOUSSAC (1912, S. 595) mit den alttertiären Ablagerungen von Reit i. Winkl beschäftigt hat. Er hob insbesondere die auffallende fazielle Ähnlichkeit mit den oligozänen Schichten von Poljšica im heutigen Slowenien hervor.

Auch das Gebiet von H ä r i n g war seit alters her wiederholt Gegenstand von Bearbeitungen. Die berühmte Häringener Flora fand in v. ETTINGSHAUSEN (1853) ihren Bearbeiter. Die Megafaunen wurden von DREGER (1892, 1902, 1904) und später von SCHLOSSER (1923) bestimmt. Da LÜHR (1962 Ms.) eine ausführliche Bibliographie der Veröffentlichungen über Häring erstellt hat, kann hier auf ein Eingehen auf ältere Arbeiten verzichtet werden.

Neuere Angaben über die geologischen und paläontologischen Verhältnisse von Häring sind in den Arbeiten von HEISSEL (1951, 1957), HAGN (1960, S. 150 usf.), HAGN, HÖLZL & HRUBESCH (1962, S. 427 usf.), LÜHR (1962 Ms.), KÖVECS (1964 Ms.) und LINDENBERG (1964 Ms.; 1966, S. 70 usf.) enthalten. In jüngster Zeit diskutierten auch I. A. & A. I. KOROBKOV (1965, S. 4 usf.) das Alter der Häringener Schichten. Durch einen Vergleich mit Alttertiärvorkommen der UdSSR gelangten die beiden Autoren zu dem Ergebnis, daß die genannten Ablagerungen in das Obereozän einzustufen sind.

Die Basis-Serie der Häringener Schichten besitzt nach LÜHR (1962 Ms.) einen limnofluviatilen Faziescharakter. Auch die darauffolgenden Bitumenmergel einschließlich der Häringener Kohle sind nichtmariner Entstehung. Diese Schichten bergen die Flora von Häring, in der u. a. *Sequoia sternbergi* (GÖPP.) auftritt (vgl. hierzu SCHLOSSER 1925a, S. 59). Außerdem führen die Bitumenmergel Land- und Süßwassermollusken, teilweise aber auch brackische Formen. In den vergangenen Jahrzehnten war es üblich, die genannten Ablagerungen in das Obereozän zu stellen. Nach LINDENBERG (1964 Ms.; 1966, S. 81) handelt es sich jedoch um altoligozäne Bildungen. Die tieferen Häringener Schichten von Häring sind mit der Basis-Serie von Reit i. Winkl ungefähr altersgleich. Da das Meer von N nach S transgrediert ist, sind nur die Basisbildungen der nördlichen Profile marin. Das Oligozänmeer hat den Südrand des Beckens erst später erreicht.

Die Zementmergel-Serie ist eines der meistdiskutierten Schichtglieder des inneralpinen Tertiärs. Sie stellt einen sehr geschätzten Rohstoff für die Zementherstellung dar. Ihr tieferer Teil zeigt eine kalkreichere Entwicklung; bemerkenswert ist u. a. die Einschaltung von brekziösen Lithothamnienkalken. Im höheren Teil der Zementmergel-Serie beobachtet man einen höheren Tongehalt, außerdem werden Sandschüttungen häufiger. Gegen das Hangende zu erfolgt ein Übergang in die Angerberg-Schichten, die vorwiegend aus grobklastischen Gesteinen aufgebaut werden.

Es wurde bereits weiter oben darauf hingewiesen, daß SCHLOSSER (1923) die Megafaunen der Häringer Zementmergel revidierte. Die Mikrofaunen dieser Ablagerungen sind außerordentlich reich. Schon GÜMBEL (1861, S. 671) beschrieb aus ihnen acht neue Arten. Vor einigen Jahren machte der Verfasser (HAGN 1960, S. 154—155) eine Reihe von Bemerkungen über wichtige Faunenelemente, darunter *Clavulinoides szaboï* (HANTK.). Wenig später lieferte LÜHR (1962 Ms.) eine zusammenfassende Darstellung der einzelnen Foraminiferen-Vergesellschaftungen. Nicht zu übersehen ist eine deutliche Verarmung der Faunen im höheren, ton- und sandreicheren Teil der Zementmergel. Außerdem ist die Kleinwüchsigkeit der Foraminiferen-Gehäuse bezeichnend. Zudem stellen sich in wachsendem Ausmaß allochthone Mikrofossilien aus Kreide und Alttertiär ein.

Durch die Untersuchungen von LÜHR (1962 Ms.) und LINDENBERG (1964 Ms.; 1966, S. 83—84) ist erwiesen, daß die Zementmergel-Serie ein ausschließlich oligozänes Alter besitzt. Vor allem die variationsstatistischen, phylogenetisch ausgerichteten Studien LINDENBERGS an Arten und Unterarten der Gattung *Bolivina* haben wertvolle stratigraphische Hinweise erbracht. Die in Rede stehenden Schichten umfassen neben dem tieferen Oligozän auch noch das Mitteloligozän. Selbst ein Teil des Oberoligozäns kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Die Angerberg-Schichten wurden von KÖVECS (1964 Ms.) an ihrer Typokalität untersucht. Ein besonderes Augenmerk schenkte dieser Autor neben den Dolomitgeröllen „unbekannter Herkunft“ den Alttertiärgeröllen. Die einzelnen Komponenten besitzen ein Alter von tieferem Paleozän bis zum Ober-eozän. Nach KÖVECS wurden die Gerölle von SW geschüttet. Da LINDENBERG (1964 Ms.; 1966, S. 85) hingegen einen Transport aus dem Nordosten annahm, kann die paläogeographische Stellung der Angerberg-Schichten heute noch nicht als gesichert gelten.

Mit den Angerberg-Schichten endet die Sedimentation im kalkalpinen Raum (von den sog. Augensteinschottern sei hier abgesehen). Sie klingt damit an der Wende Paläogen/Neogen aus, da miozäne Anteile bisher nicht nachgewiesen werden konnten. Wie im subalpinen Vorland, kam es auch im Kalkalpin im Oberoligozän zu einer Aussüßung des Meeres. Daher werden die Angerberg-Schichten gerne als die südlichen Äquivalente der subalpinen Molasse bezeichnet (vgl. hierzu LEBLING (1966, S. 285). Erst nach ihrer Ablagerung erfolgten die tertiären Nachbewegungen, in deren Verlauf das gesamte Alttertiär des Unterinntales in die Faltung einbezogen wurde (HEISSEL 1957; KÖVECS 1964 Ms.).

## Erläuterungen zur Tabelle

Aus Raummangel können hier nur die wichtigsten Bemerkungen gemacht werden.

1. Die Bearbeiter der einzelnen Profile sind aus dem Text ersichtlich. Sie sollen daher nicht nochmals aufgeführt werden.

2. Die Tabelle ist beschreibend, nicht genetisch ausgerichtet. Sie vermittelt daher im allgemeinen keine Vorstellungen über die Zusammengehörigkeit, Lage und Anordnung der einzelnen Profile. Aus diesem Grund sind die Wellenlinien, welche jeweils eine Transgression andeuten, waagrecht eingezeichnet. Sie lassen daher die Richtung, aus der die Transgression kam, nicht erkennen.

3. Die Tabelle ist nicht maßstabsgetreu, d. h. es wurden weder die absolute Zeitdauer der Stufen noch die Schichtmächtigkeiten berücksichtigt. Dadurch sind gewisse Verzerrungen der einzelnen Profile entstanden. Dies ließ sich nicht vermeiden, da die beiden Faktoren gegenseitig nicht abgestimmt werden können. Außerdem ist die Zeitdauer der einzelnen Stufen unterschiedlich. So wies BANDY (1964, S. 7) unlängst darauf hin, daß z. B. die Gesamtdauer des Oligozäns ungefähr der der einzelnen Eozän-Stufen entspricht (vgl. hierzu KULP 1961).

4. Auf die Grenzziehungen Kreide/Tertiär, Paleozän/Eozän, Eozän/Oligozän und Oligozän/Miozän wurde, soweit dies nötig erschien, bereits im Text eingegangen. Ausführlichere Bemerkungen hierzu müßten einer eigenen Arbeit vorbehalten bleiben.

5. In der vorliegenden Arbeit wurde die Schreibweise „Paleozän“ verwendet. Es sei aber erwähnt, daß STAESCHE (1966, S. 664 *usf.*) in jüngster Zeit für die sprachliche Form „Paläozän“ eintrat.

6. Die von HOTTINGER & SCHAUB (1960) in die Literatur eingeführten Stufenbezeichnungen Ilerd und Biarritz wurden übernommen, obwohl ihre Berechtigung von verschiedenen Autoren bestritten wurde. Nach den bisherigen Befunden lassen sich diese beiden Stufen gut in das allgemeine Gliederungsschema des Alttertiärs einfügen.

7. Entgegen der früheren Praxis des Verfassers (z. B. 1956, 1960) wurde das gesamte Obereozän als Priabon bezeichnet. Eine Einteilung in die Unterstufen Led und Wemmel, die neuerdings wieder kontrovers geworden sind, wurde damit umgangen. Bezüglich des Begriffs Priabon vgl. PICCOLI & MOCELLIN (1962, S. 5—6) und CITA & PICCOLI (1964, S. 673 *usf.*).

8. Die klassische Dreigliederung des Oligozäns durch BEYRICH wurde vorerst beibehalten (vgl. hierzu SCHELLMANN 1965, S. 35; HAGN, HÖLZL & HRUBESCH 1962, Tab. 1 auf S. 427). In jüngster Zeit schlugen I. A. & A. I. KOROBKOV (1965, S. 12) eine Zweigliederung des Oligozäns vor. Als Vertreter des Unteroligozäns erscheint in der vorliegenden Arbeit nach wie vor die Lattorf-Stufe; die Unsicherheit dieses Begriffs wurde jedoch durch Gänsefüßchen angedeutet. PAULUS *et al.* (1964, Fußn. 2 auf S. 12) machten hingegen den Vorschlag, anstelle des Lattorfs die Bezeichnung „Sannois“ zu verwenden. Eine Diskussion dieser Fragen kann hier nicht erfolgen.

9. Auf die zahlreichen Arbeiten über die Grenze Chatt/Aquitän kann hier nicht eingegangen werden. Es genügt an dieser Stelle, auf die Veröffentlichungen von ZÖBELEIN (1960) und SCHELLMANN (1965) hinzuweisen.

10. In der Spalte Kressenberg muß es im Profilabschnitt Dan—Mont—Landen anstelle „Feinsandige, meist dunkle Mergel“ „Feinsandige, meist dunkle Mergel und Sandsteine“ heißen. Ferner ist darauf aufmerksam zu machen, daß im Profil des Hausbergs der Cranien-Sandstein unter der Gryphaen-Bank liegt und nicht darüber, was aus der Tabelle geschlossen werden könnte.

## D. Literaturverzeichnis

- ABERER, F. & BRAUMÜLLER, E.: Ueber Helvetikum und Flysch im Raume nördlich Salzburg. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **49**, 1956, S. 1—39, Taf. 1—3 (1 geol. Karte 1:50000, 2 Profiltaf.), Wien 1958
- ANDRÉE, H.: Das bayerische Tertiärbecken zum ersten Male durchbohrt! — Oel und Kohle (vereinigt mit Erdöl und Teer), **13**, S. 151—153, 1 Tab., 1 Schaubild, Berlin 1937
- BANDY, O. L.: Cenozoic Planktonic Foraminiferal Zonation. — *Micropaleontology*, **10**, S. 1—17, 6 Abb., 1 Tab., New York 1964
- BARTENSTEIN, H.: 125 Jahre deutsche Unterkreide-Stratigraphie — ein historischer Rückblick auf das geologisch-paläontologische Wirken der drei Brüder ROEMER aus Hildesheim. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., S. 595—602, 4 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1966
- BECKMANN, H.: Struktur Kastl—Gendorf. — Z. deutsch. geol. Ges., **109**, 1957, S. 677—680, 2 Abb., Hannover 1958
- BENTZ, A.: Bau und Erdölhoffigkeit des Molassetrogs von Oberbayern und Oberschwaben. — Erdöl und Kohle, **2**, S. 41—52, 10 Abb., Hamburg 1949
- BENTZ, F. P.: The Terms Flysch and Molasse and their Application. — Bull. Geol. Soc. Turkey, **7**, S. 46—56, 2 Abb., Ankara 1961
- BETTENSTÄDT, F.: Zur stratigraphischen und tektonischen Gliederung von Helvetikum und Flysch in den Bayerischen und Vorarlberger Alpen auf Grund mikropaläontologischer Untersuchungen. — Z. deutsch. geol. Ges., **109**, 1957, S. 566—592, 1 Abb., 3 Tab., Hannover 1958
- BEUTLER, K.: Beitrag zur Kenntnis der Bryozoenfauna der älteren Tertiärschichten des südlichen Bayern. II. Abteilung: Cyclostomata. — *Palaeontographica*, **54**, S. 205—250, Taf. 23—24, 7 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1908
- BLÜHER, H.-J.: Molasse und Flysch am bayerischen Alpenrand zwischen Ammer und Murnauer Moos. — Abh. Geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, H. **16**, S. 7—55, Taf. 3—4, 1 geol. Karte 1:25000, 1 Profiltaf., 7 Abb., München 1935
- BODEN, K.: Geologische Beobachtungen am Nordrande des Tegernseer Flysches. — Geogn. Jh., **33**, 1920, S. 1—22, 1 Kartenskizze, München 1922
- BODEN, K.: Der Flysch im Gebiete des Schliersees. — Geogn. Jh., **35**, 1922, S. 205—228, 1 geol. Karte 1:25000, 1 Tafelteil., München 1923
- 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**, S. 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, H. **4**, S. 1—33, München 1931
- BODEN, K.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Chiemgauer Molasse. — Z. deutsch. geol. Ges., **87**, S. 337—354, 2 Abb., 2 Tab., Berlin 1935
- BÖHM, J.: Die Kreidebildungen des Fürbergs und Sulzbergs bei Siegsdorf in Oberbayern. — *Palaeontographica*, **38**, S. 1—106, Taf. 1—5, Prof. A—F, 3 Abb., Stuttgart 1891
- BOUSSAC, J.: Études paléontologiques sur le Nummulitique Alpin. — Mém. pour serv. à l'explic. Carte Géol. Détaill. de la France, S. I—VII, S. 1—437, Taf. 1—22, 9 Abb., 4 Tab., Paris 1911
- BOUSSAC, J.: Études stratigraphiques sur le Nummulitique Alpin. — Mém. pour serv. à l'explic. Carte Géol. Détaill. de la France, S. I—XXX, S. 1—662, Taf. 1—20, 181 Abb., 17 Tab., Paris 1912
- BRAUMÜLLER, E.: Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. — Erdöl-Z., H. **11**, S. 509—520, 2 Taf., Wien 1961
- BROCKERT, M. & PAULUS, B.: Mikrofaunen aus den Oligozänablagerungen des Blattes Tegernsee. — In: Erläut. zur Geol. Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 8236 Tegernsee, S. 133 bis 158, 4 Abb., 2 Tab., Verlag Bayer. Geol. Landesamt, München 1966

- BRÖNNIMANN, P.: Eine *Discocyclina* mit multilocularem Embryonalapparat aus dem Eocaen von Kressenberg. — *Eclogae Geol. Helv.*, **34**, S. 305—318, Taf. 22, 4 Abb., Basel 1941
- BRÖNNIMANN, P., STRADNER, H. & SZÖRS, E.: Sur les microfossiles planctiques du stratotype du Spilecciano et du Calcaire à *Nummulites irregularis* de Purga di Bolca. — *Arch. Sci.*, **18**, S. 93—102, 1 Taf., 1 Abb., Genf 1965
- CARLSSON, J. G.: Le genre *Crania* du terrain crétacé de la Suède. — *Lunds Univ. Årsskr. N. F. Avd. 2*, **54**, Nr. 8, S. 1—36, Taf. 1—3, 3 Abb., 3 Tab., Lund 1958
- CITA, M. B. & PICCOLI, G.: Les stratotypes du Paléogène d'Italie. — Coll. sur le Paléogène (Bordeaux, Septembre 1962), *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **28**, S. 653—684, 8 Abb., Paris 1964
- CUSHMAN, J. A.: A Monograph of the Foraminiferal Family Valvulinidae. — *Cushm. Lab. Foram. Res., Spec. Publ.* **8**, S. I—XIII, S. 1—210, Taf. 1—24, 7 Abb., Sharon, Mass. 1937
- DENINGER, K.: Beitrag zur Kenntnis der Molluskenfauna der Tertiärbildungen von Reit im Winkel und Reichenhall. — *Geogn. Jh.*, **14**, S. 221—245, Taf. 7—8, 1 Tab., München 1901
- DOTZLER, A.: Zur Kenntnis der Oligozänflora des bayerischen Alpenvorlandes. — *Palaentographica*, **83**, B, S. 1—66, Taf. 1—8, 1 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1937
- DREGER, J.: Die Gastropoden von Häring bei Kirchbichl in Tirol. — *Ann. k. k. naturhist. Hofmus. Wien*, **7**, S. 11—34, Taf. 1—4, Wien 1892
- DREGER, J.: Ueber die unteroligocänen Schichten von Häring und Kirchbichl in Tirol mit einem Verzeichnis der bisher von dort bekannten Lamellibranchiaten. — *Verh. k. k. Geol. Reichsanst.*, S. 345—351, Wien 1902
- DREGER, J.: Die Lamellibranchiaten von Häring bei Kirchbichl in Tirol. — *Jb. k. k. Geol. Reichsanst.*, **53**, 1903, S. 253—284, Taf. 11—13, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1904
- EAMES, F. E., BANNER, F. T., BLOW, W. H. & CLARKE, W. J.: *Fundamentals of Mid-Tertiary Stratigraphical Correlation. Part 1. With a Contribution by L. R. Cox.* — S. 1—59, Taf. 1—7, 5 Abb., Cambridge Univ. Press, Cambridge 1962
- ECKERT, H. R.: Die obereozänen Globigerinen-Schiefer (Stad- und Schimbergschiefer) zwischen Pilatus und Schratzenfluh. — *Eclogae Geol. Helv.*, **56**, S. 1001—1072, Taf. 1—7, 35 Abb., Basel 1963
- EDER, W.: Das Heuberg-Gebiet und sein Vorland. Beitrag zur Geologie des Unterinntales. — *N. Jb. Mineral. usw.*, Beil.-Bd. **52**, S. 1—70, Taf. 1—2 (1 geol. Karte 1:25000, 1 Profilaf.), Stuttgart 1925
- EGGER, J. G.: Ostrakoden und Foraminiferen des Eybrunner Kreidemergels in der Umgebung von Regensburg. — *Ber. naturw. Ver. Regensburg*, **12**, 1907—1909, S. 1—48, Taf. 1—6, 1 Tab., Regensburg 1910
- ERTINGSHAUSEN, C. v.: Die tertiäre Flora von Häring in Tirol. — *Abh. k. k. Geol. Reichsanst.*, **2**, 3. Abth., S. 1—118, Taf. 1—31, 2 Tab., Wien 1853
- FINK, W.: Der Flysch im Tegernseer Gebiet mit spezieller Berücksichtigung des Erdölvorkommens. — *Geogn. Jh.*, **16**, 1903, S. 77—104, 1 geol. Karte 1:25000, 10 Abb., München 1905
- FISCHER, W.: Stratigraphische und tektonische Beobachtungen im Gebiet der Murnauer Mulde und Steinberg Mulde (Oberbayern, Allgäu und Vorarlberg). — *Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. u. -Ing.*, **27**, S. 39—57, 6 Abb., Riehen/Basel 1960
- FLURL, M.: Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz. — 30 unnum. S., S. 1—642, Taf. 1—4, 1 petrogr. Karte, Verlag J. Lentner, München 1792
- FRANK, M.: Das Wandern der „tektonischen“ Vortiefe in den Alpen. — *Cbl. Mineral. usw.*, **B**, S. 9—22, 2 Abb., Stuttgart 1930
- FRAUSCHER, K. F.: Das Unter-Eocän der Nordalpen und seine Fauna. I. Theil. Lamellibranchiata. — *Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Cl.*, **51**, S. 1—234, S. 1—8 (Tab.), Taf. 1—12, 1 Abb., 3 Tab., Wien 1886
- FRIESE, H.: Zur Foraminiferen-Fauna der Meeresmolasse des Unteren Inngbietes. — *Abh. Geol. Dienst. Berlin, N. F.*, **H. 227**, S. 1—52, Taf. 1—14, 1 Kartenskizze, Akademie-Verlag GMBH, Berlin 1951

- FÜCHTBAUER, H.: Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen. — *Eclogae Geol. Helv.*, **57**, S. 157—298, 29 Abb., 12 Tab., Basel 1964
- GANSS, O.: Geologische Exkursion in die Berchtesgadener Alpen vom 9.—11. September 1950. — *Geologica Bavarica*, **6**, S. 72—90, Taf. 2—5, 1 Abb., 1 Tab., Beil. 3, München 1951
- 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). — *Geologica Bavarica*, **26**, S. 1—164, 1 Karte und 1 Profilaf. 1: 25000, 7 Abb., 5 Beil., München 1956 (zitiert als GANSS et al.)
- GANSS, O. & KNIPSCHER, H. C. G.: Die Maastricht-Eozän-Folge des Helvetikums im Sprunggraben bei Oberteisendorf (Obb.) und ihre Gliederung mit Hilfe pelagischer Foraminiferen. — *Geol. Jb.*, **71**, S. 617—629, 2 Abb., 1 Tab., Hannover 1956
- GANSS, O. & SCHMIDT-THOMÉ, P.: Die gefaltete Molasse am Alpenrand zwischen Bodensee und Salzach. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **105**, 1953, S. 402—495, 1 Taf., 8 Abb., Hannover 1955
- GESSNER, D.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Inn und Walchsee (Tirol). — Unveröff. Diplomarbeit, 99 S., 1 geol. Karte 1:25000, 1 Profilaf., 16 Abb., 3 Tab., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. d. Univ., München 1961 (zitiert als 1961 Ms.)
- GLAESSNER, M. F. & WADE, M.: Revision of the Foraminiferal Family Victoriellidae. — *Micro-paleontology*, **5**, S. 193—212, Taf. 1—3. 6 Abb., 1 Tab., New York 1959
- GOERLICH, F.: Ostrakoden der Cytherideinae aus der Tertiären Molasse Bayerns. — *Senckenbergiana*, **34**, S. 117—148, Taf. 1—9, 2 Abb., Frankfurt a. M. 1953
- GOHRBANDT, K.: Zur Gliederung des Paläogen im Helvetikum nördlich Salzburg nach planktonischen Foraminiferen. 1. Teil: Paleozän und tiefstes Untereozän. Mit Beiträgen von ADOLF PAPP (Großforaminiferen) und HERBERT STRADNER (Nannofloren). — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **56**, S. 1—116, Taf. 1—11, 7 Abb., 1 Tab., Wien 1963 (1963a)
- GOHRBANDT, K.: Exkursion in das Gebiet von Salzburg. D I. Paleozän und Eozän des Helvetikums nördlich von Salzburg. — In: *Exkursionsführer für das Achte Europ. Mikropal. Koll. in Österreich*, S. 47—57, 3 Abb., Wien 1963 (1963 b)
- GOHRBANDT, K. H. A.: Some New Planktonic Foraminiferal Species from the Austrian Eocene. — *Micropaleontology*, **13**, S. 319—326, Taf. 1, 2 Abb., New York 1967
- GRIMM, W.-D.: Schwermineralgesellschaften in Sandschüttungen, erläutert am Beispiel der süddeutschen Molasse. — *Abh. Bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., N. F., H.* **121**, S. 1—135, 3 Abb., 10 Beilagen, München 1965
- GUDDEN, H. & ZIEGLER, J.-H.: Die Thermalwasserbohrungen Füssing 2 und 3 und ihre geologischen Befunde. — *Geologica Bavarica*, **55**, S. 216—230, 5 Abb., 2 Tab., München 1965
- GÜMBEL, C. W.: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. — S. I—XX, S. 1—950, 5 geol. Karten, 1 Bl. Gebirgsansichten, 42 Profilaf., 25 Abb., Verlag Justus Perthes, Gotha 1861
- GÜMBEL, C. W.: Die Nummuliten-führenden Schichten des Kressenbergs in Bezug auf ihre Darstellung in der *Lethaea geognostica* von Südbayern. — *N. Jb. Mineral. usw.*, S. 129—170, Stuttgart 1865
- GÜMBEL, C. W.: Beiträge zur Foraminiferenfauna der nordalpinen, älteren Eocängebilde oder der Kressenberger Nummulitenschichten. — *Abh. k. bayr. Akad. Wiss., II. Cl.*, **10**, II. Abth., S. 1—152, Taf. 1—4, München 1868
- GÜMBEL, C. W.: Die sogenannten Nulliporen (*Litbothamnium* und *Dactylopora*) und ihre Beteiligung an der Zusammensetzung der Kalkgesteine. Erster Theil: Die Nulliporen des Pflanzenreichs (*Litbothamnium*). — *Abh. k. bayr. Akad. Wiss., II. Cl.*, **11**, I. Abth., S. 1—42, Taf. 1—2, München 1871
- GÜMBEL, C. W.: Coccolithen im Eocänmergel. — *N. Jb. Mineral. usw.*, S. 299—302, Stuttgart 1873
- GÜMBEL, C. W.: Abriss der geognostischen Verhältnisse der Tertiärschichten bei Miesbach und des Alpengebiets zwischen Tegernsee und Wendelstein. — S. I—IV, S. 1—76, 3 Abb., 2 Tab., 2 geogn. Kartenbl., München 1875
- GÜMBEL, C. W. v.: Die geologische Stellung der Tertiärschichten von Reit im Winkel. — *Geogn. Jh.*, **2**, S. 163—175, Cassel 1889

- GÜMBEL, K. W. v.: Geologie von Bayern. Zweiter Band. Geologische Beschreibung von Bayern. — S. I—VIII, S. 1—1184, zahlr. Abb. und Tab., 1 geol. Karte, Verlag von Th. Fischer, Cassel 1894
- HAGN, H.: Über Umlagerungsvorgänge in der subalpinen Molasse Oberbayerns und ihre Bedeutung für die alpine Tektonik. — *Geologica Bavarica*, 5, S. 1—45, Taf. 1—5, München 1950
- HAGN, H.: Das Alter der Konglomerate des Tratenbachs bei Lenggries (Bayer. Alpen). Ein Beitrag zur Mikropaläontologie der Alpenrandzone. — *N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh.*, S. 103—118, Stuttgart 1951
- HAGN, H.: Zur Kenntnis der obersten Kreide am Nordfuß des Untersberges (Salzburger Alpen). — *N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh.*, S. 203—223, Stuttgart 1952
- HAGN, H.: Zur Kenntnis des Unteren Obercampane (Zone der *BelemniteLLa mucronata* [SCHLOTH.] mut. *senior* NOWAK) in Südbayern. — *N. Jb. Geol. u. Paläont., Abh.*, 96, S. 304—338, Taf. 8, 1 Tab., Stuttgart 1953 (1953a)
- HAGN, H.: Beschreibung von *Triplasia loeblichii* n. sp. (Foram.) nebst Bemerkungen zu den Gattungen *Triplasia* und *Tribrachia*. — *Paläont. Z.*, 27, S. 212—219, Taf. 14, Stuttgart 1953 (1953b)
- HAGN, H.: Ein Fund der Gattung *Queraltina* MARIE, 1950 (Foram.) im Unter-Oligozän von Reit i. Winkl. Ein Beitrag zur Mikropaläontologie des inneralpinen Tertiärs. — *Geol. Jb.*, 68, S. 331—340, 2 Abb., Hannover 1953 (1953c)
- HAGN, H.: Some Eocene Foraminifera from the Bavarian Alps and Adjacent Areas. — *Contr. Cushman Found. Foramin. Res.*, 5, S. 14—20, Taf. 3—4, Washington 1954 (1954a)
- HAGN, H.: Über einen alluvialen Foraminiferenmergel von Neubeuern am Inn. Ein Beitrag zur Kenntnis von Umlagerungsvorgängen. — *N. Jb. Geol. u. Paläont., Abh.*, 98, S. 395—446, Taf. 26—28, 2 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1954 (1954b)
- HAGN, H.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Helvetikum und Flysch des Gebietes von Neubeuern am Inn (Oberbayern). — *Geologica Bavarica*, 22, S. 1—136, 1 geol. Karte 1:12500 mit Profilen, 26 Abb., München 1954 (1954c)
- HAGN, H.: Zur Kenntnis alpiner Eozän-Foraminiferen III. *Eorupertia cristata* (GÜMBEL). — *Paläont. Z.*, 29, S. 46—73, Taf. 4—6, 2 Abb., Stuttgart 1955 (1955a)
- HAGN, H.: Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayerischen Alpen. — *Internat. Sedim. Petr. Ser.*, 1, 174 S., 71 Taf., 2 Abb., 8 Tab., Verlag E. J. Brill, Leiden 1955 (1955b)
- HAGN, H.: Paläontologische Untersuchungen am Bohrgut der Bohrungen Ortenburg CF 1001, 1002 und 1003 in Niederbayern. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 105, 1953, S. 324—359, Taf. 10, 4 Abb., Hannover 1955 (1955c)
- HAGN, H.: Geologische und paläontologische Untersuchungen im Tertiär des Monte Brione und seiner Umgebung (Gardasee, Ober-Italien). — *Palacontographica*, 107, A, S. 67—210, Taf. 7—18, 8 Abb., Stuttgart 1956
- HAGN, H.: Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. — *Geologica Bavarica*, 44, S. 1—208, Taf. 1—12, 10 Abb., 1 Tab., München 1960
- HAGN, H.: Die Gliederung der Oberen Meeresmolasse nördlich vom Überlinger See (Bodensee) in mikropaläontologischer Sicht. — *Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg*, 5, S. 293 bis 321, 4 Abb., 1 Tab., Freiburg i. Br. 1961
- HAGN, H.: Klassische und neue Aufschlüsse mit Faunen der Oberkreide und des Tertiärs in den östlichen Bayerischen Alpen und angrenzenden Gebieten (unter Mitwirkung von D. HERM, O. HÖLZL, H. LÜHR, F. TRAUB und H. VÖLK. Zeichnungen: D. HERM). — *Paläont. Z.*, 35, S. 146—170, 14 Abb., Stuttgart 1961 (zitiert als HAGN et al.)
- HAGN, H. & HÖLZL, O.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit Berücksichtigung des im Süden anschließenden Helvetikums. — *Geologica Bavarica*, 10, S. 1—208, Taf. 1—8, 7 Abb., 2 Tab., München 1952

- HAGN, H. & HÖLZL, O.: Zur Grenzziehung Katt/Aquitain in der bayerischen Molasse. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., S. 1—40, 2 Tab., Stuttgart 1954
- HAGN, H., HÖLZL, O. & HRUBESCH, K.: Zur Gliederung des Oligozäns im östlichen Oberbayern und in Nordtirol. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., S. 423—447, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1962
- HAGN, H. & LINDENBERG, H. G.: Revizija *Globigerina (Subbotina) eocaena* GÜMBEL iz Eocena predgorij Bavarskich Al'p. — Voprosy Mikropaleontologii, **10**, S. 342—358, 1 Taf., 4 Abb., Moskau 1966
- HAGN, H. & WELLNHOFER, P.: Ein erraticches Vorkommen von kalkalpinem Obereozän in Pfaffing bei Wasserburg. — Geologica Bavarica, **57**, München 1967 (im Druck)
- HAGN, H. & ZEIL, W.: Der Geröllbestand der jungkattischen Konglomerate im Staffelsee bei Murnau (Oberbayern) und seine Bedeutung für die Paläogeographie der subalpinen Molasse. — Geol. Jb., **69**, S. 537—598, Taf. 40—44, 1 Abb., Hannover 1954
- HAHN, F. F.: Einige Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. — Z. deutsch. geol. Ges., **64**, 1912, Monatsber., S. 528—536, 3 Abb., Berlin 1913 (1913a)
- HAHN, F. F.: Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. I. Teil. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **6**, S. 238—357, Taf. 11—13, 6 Abb., Wien 1913 (1913b)
- HASEMANN, W.: Geologie des Brunnstein- und Traithengebietes in den oberbayerischen Alpen. — Diss. Univ. München, S. 1—46, 1 geol. Karte 1:25000, 1 Tab., Waldshut (Baden) 1929
- HEERMANN, O.: Erdölgeologische Grundlagen der Aufschlussarbeiten im ostbayerischen Molassebecken. — Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. u. Ing., **21**, S. 5—22, 5 Abb., Riehen/Basel 1954
- HEERMANN, O.: Bau und Erdölhoffigkeit des ostbayerischen Molassebeckens. — Erdöl und Kohle, **8**, S. 69—74, 3 Abb., Hamburg 1955
- HEISSEL, W.: Beiträge zur Tertiär-Stratigraphie und Quartärgeologie des Unterinntales. — Jb. Geol. Bundesanst., **94**, 1949—1951, S. 207—221, Taf. 21—22, 2 Abb., Wien 1951
- HEISSEL, W.: Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes. Mit einem Beitrag von G. WOLLETZ. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **48**, 1955, S. 49—70, 1 Taf., 1 Tab., Wien 1957
- HERM, D.: Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen der Oberkreide im Becken von Reichenhall und Salzburg. — Unveröff. Diss., 232 S., 24 Taf., 3 Anhänge, Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1960 (zitiert als 1960 Ms.)
- HERM, D.: Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen der Oberkreide im Lattengebirge und im Nierental (Gosaubecken von Reichenhall und Salzburg). — Abh. Bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., N. F., H. **104**, S. 1—119, Taf. 1—11, 9 Abb., München 1962
- HESSE, R.: Herkunft und Transport der Sedimente im bayerischen Flyschtrog. — Z. deutsch. geol. Ges., **116**, 1964, S. 403—426, Taf. 1—4, 5 Abb., Hannover 1965
- HESSE, R.: Flysch-Zone. — In: Erläut. zur Geol. Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 8236 Tegernsee, S. 32—74, 13 Abb., Verlag Bayer. Geol. Landesamt, München 1966
- HILLEBRANDT, A. v.: Das Paläozän und tiefere Untereozän im Becken von Reichenhall und Salzburg. — Unveröff. Diss., 281 S., 6 Taf., 13 Abb., 1 Tab., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1960 (zitiert als 1960 Ms.)
- HILLEBRANDT, A. v.: Das Paläozän und seine Foraminiferenfauna im Becken von Reichenhall und Salzburg. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., N. F., H. **108**, S. 1—182, Taf. 1—15, 12 Abb., München 1962 (1962a)
- HILLEBRANDT, A. v.: Das Alttertiär im Becken von Reichenhall und Salzburg (Nördliche Kalkalpen). — Z. deutsch. geol. Ges., **113**, S. 339—358, 7 Abb., Hannover 1962 (1962b)
- HILLEBRANDT, A. v.: *Nummulites (?) paleocaenicus* n. sp., eine neue Nummuliten-Art aus dem Paläozän des Beckens von Reichenhall und Salzburg. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **2**, S. 1—7, Taf. 1—2, 1 Abb., 1 Tab., München 1962 (1962c)
- HILLEBRANDT, A. v.: Zur Entwicklung der planktonischen Foraminiferen im Alttertiär und ihre stratigraphische Bedeutung. — Paläont. Z., **38**, S. 189—206, 5 Abb., Stuttgart 1964

- HILLEBRANDT, A. v.: Foraminiferen-Stratigraphie im Alttertiär von Zumaya (Provinz Guipúzcoa, NW-Spanien) und ein Vergleich mit anderen Tethys-Gebieten. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., N. F., H. 123, S. 1—62, 3 Prof., 3 Kartenskizzen, 5 Tab., München 1965
- HÖLZL, O.: Molluskenfaunen der subalpinen Molasse Oberbayerns. (Vorläufiger Bericht). — N. Jb. Mineral. usw., Mh., 1945—1948, B, S. 385—400, Stuttgart 1948
- HÖLZL, O.: Die Corbiculidae der oligozänen und miozänen Molasse Oberbayerns sowie Bemerkungen zu den oberbayerischen Cyrenenschichten nebst Beschreibung neuer Arten. — Geologica Bavarica, 29, S. 1—84, Taf. 1—7, 6 Abb., München 1957
- HÖLZL, O.: Leitende Molluskenarten aus der marinen und brackischen Molasse Oberbayerns. — Paläont. Z., 35, S. 62—78, 8 Tab., Stuttgart 1961
- HÖLZL, O.: Die Molluskenfauna der oberbayerischen marinen Oligozänmolasse zwischen Isar und Inn und ihre stratigraphische Auswertung. — Geologica Bavarica, 50, S. 1—275, Taf. 1—12, 13 Abb., 8 Tab., München 1962
- HOFKER, J.: Studien an planktonischen Foraminiferen. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Abh., 114, S. 81—134, 85 Abb., Stuttgart 1962
- HOFMANN, G. W.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Oligozän und Miozän des Prienprofils und angrenzender Gebiete (Subalpine Molasse). — Unveröff. Diplomarbeit, 78 S., 5 Anlagen, davon 1 geol. Karte 1:25000, 2 geol. Karten 1:5000, 2 Prof. 1:25000 bzw. 1:10000, 4 Abb., 2 Tab., 3 Beil., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1960 (zitiert als 1960 Ms.)
- HOFMANN, G. W.: Der Muldenbau in der subalpinen Molasse des Prienprofils im östlichen Oberbayern. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, 1961, S. 557—570, 4 Abb., Hannover 1962
- HOFMANN, G. W.: Untersuchungen an der Gattung *Bolivina* (Foraminifera) im Oligozän und Miozän der ostbayerischen Molasse. — Unveröff. Diss., 103 S., Taf. 1—5, 20 Abb., 2 Tab., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1965 (zitiert als 1965 Ms., hierzu Photodruck). — Geologica Bavarica, 57, München 1967 (im Druck, zitiert als 1967 a)
- HOFMANN, G. W.: Über *Siggrunda porosa* HOFFMEISTER & BERRY (Foram.) aus der ostbayerischen Molasse. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., S. 342—349, 5 Abb., Stuttgart 1967 (1967 b)
- HOFMANN, R.: Bionomische Untersuchungen in der tiefsten Molasse der Murnauer Mulde. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., S. 334—346, 1 Tab., Stuttgart 1965
- HOTTINGER, L.: Über palaeocaene und coeae Alveolinen. — Eclogae Geol. Helv., 53, S. 265 bis 283, Taf. 1—21, 3 Abb., 1 Tab., Basel 1960
- HOTTINGER, L., LEHMANN, R. & SCHAUB, H.: Données actuelles sur la biostratigraphie du Nummulitique Méditerranéen. — Coll. sur le Paléogène (Bordeaux, Septembre 1962), Mém. Bur. Rech. Géol. Min., 28, S. 611—652, Taf. 1—6, 2 Tab., Paris 1964
- HOTTINGER, L. & SCHAUB, H.: Zur Stufeneinteilung des Palaeocaens und des Eocaens. Einführung der Stufen Ilerdien und Biarritzien. — Eclogae Geol. Helv., 53, S. 453—480, 1 Abb., 2 Tab., Basel 1960
- IMKELLER, H.: Die Kreide- und Eocänbildungen am Stallauer Eck und Enzenauer Kopf bei Tölz. Ein Beitrag zur Geologie der bayerischen Alpen. — Progr. z. Jber. städt. Handelsschule München, S. 1—83, 1 geol. Karte 1:10000, 1 Profilanf., 1 Abb., 2 Tab., München 1895/96
- JANOSCHEK, R.: Das Tertiär in Österreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 56, 1963, S. 319—360, 1 Tab., Wien 1964
- KENAWY, A. I.: Die Großforaminiferen des bayerischen Ultrahelvetikums. — Unveröff. Diss., 113 S., 19 Taf., 8 Abb., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1961 (zitiert als 1961 Ms., hierzu Photodruck)
- KENAWY, A. I.: Die Großforaminiferen des bayerischen Ultrahelvetikums. — Geologica Bavarica, 56, S. 103—176, Taf. 1—19, 8 Abb., München 1966
- KLASZ, I. DE: Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen im Gebiet von Eisenärzt bei Traunstein/Obb. (Unter besonderer Berücksichtigung der helvetischen Oberkreide.) — Unveröff. Diss., 128 S., 1 geol. Karte 1:5000, 1 Profilanf., Taf. 1—5, 15 Abb., 2 Textfig., 2 Tab., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1953 (zitiert als 1953 Ms.)

- KLASZ, I. DE: *Quadratobuliminella* n. gen., eine neue Foraminiferengattung von der Wende Kreide—Tertiär. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., S. 434—436, 2 Abb., Stuttgart 1953
- KNIPSCHER, H. C. G.: Die Gliederung der ungefalteten Molasse im östlichen Teil Bayerns auf Grund mikropaläontologischer Untersuchungen. — *Geologica Bavarica*, 14, S. 48—68, Taf. 1, 4 Abb., München 1952
- KNIPSCHER, H. C. G.: Das Alter der Hachauer Schichten bei Hachau (Oberbayern). — N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., S. 420—424, Stuttgart 1956
- KÖVECS, G.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Rattenberg und Niederbreitenbach (Tirol). — Unveröff. Diplomarbeit, 113 S., 1 geol. Karte 1:25000, 1 Profilaf. 1:25000, 72 Abb., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1964 (zitiert als 1964 Ms.)
- KOLLMANN, H. A.: Stratigraphie und Tektonik des Gosaubeckens von Gams (Steiermark, Österreich). — Jb. Geol. Bundesanst., 107, S. 71—159, Taf. 1—4, 5 Abb., Wien 1964
- KORDIUK, B.: Zur Entwicklung des subalpinen Molassetroges. — Abh. Preuß. Geol. Landesanst., N. F., 187, S. 3—47, Taf. 1—3, 14 Abb., 2 Tab., Berlin 1938
- KOROBKOV, I. A.: Krylonogie (Mollusca Pteropoda) paleogenovykh otlozhenij juga SSSR. — *Voprosy Paleontologii*, 5, S. 71—92, Taf. 1—4, Leningrad 1966
- KOROBKOV, I. A. & KOROBKOV, A. I.: K probleme jarusnogo dclenija Oligozena. — *Izvest. Akad. Nauk. Arm. SSR*, 18, S. 3—14, Erevan 1965
- KORSCHULT, F.: Die Haushamer Mulde östlich der Leitzach bei Miesbach. — *Geogn. Jh.*, 3, S. 44—64, 1 Abb., 1 Tab., Cassel 1890
- KOSCHINSKY, C.: Ein Beitrag zur Kenntniss der Bryozoenfauna der älteren Tertiärschichten des südlichen Bayerns. I. Abtheilung: Cheilostomata. — *Palaontographica*, 32, S. 1—73, Taf. 1—7, 1 Tab., Stuttgart 1885
- KRAUS, E.: Die Baugeschichte der Alpen. II. Teil: Neozoikum. — 489 S., 123 Abb. im Text und auf 11 Taf., Akademie-Verlag, Berlin 1951
- KRAUS, E. C.: Sedimentation und Mechanismus der Geosynklinale. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., S. 131—143, 1 Abb., Stuttgart 1967
- KRAUS, L. & PAULUS, B.: Neue Erkenntnisse über die Promberger Schichten und die kohleführende Ablagerungen der Subalpinen Molasse zwischen Isar und Lech. — *Erdöl und Kohle. Erdgas. Petrochemie*, 15, S. 783—790, 3 Abb., 3 Tab., Hamburg 1962
- KÜPPER, I.: Vorkommen von *Miogypsina (Miogypsinoides) complanata* SCHLUMBERGER im Chatt der Tiefbohrung Kirchham 1 (Molassezone, Oberösterreich). — *Erdoel-Erdgas-Z.*, 82, S. 295—297, 3 Abb., Wien 1966
- KUHN, O.: Geologie von Bayern. — Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage, S. 1—165, 113 Abb. in 169 Einzeldarstell., BLV Verlagsgesellschaft München, Basel und Wien 1964
- KULP, J. L.: Geologic Time Scale. — *Science*, 133, Nr. 3459, S. 1105—1114, 1 Abb., Washington 1961
- LEBLING, C.: Jungtertiäre Brüche in den östlichen Nord-Alpen. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., S. 281—293, 6 Abb., Stuttgart 1966
- LEMCKE, K.: Zur Paläogeographie der Glassande in der subalpinen Molasse Südbayerns. — *Geol. Rdschau*, 56, S. 262—266, 1 Abb., Stuttgart 1967 (1967 a)
- LEMCKE, K.: Zwölf Jahre Öl- und Gasförderung im süddeutschen Alpenvorland — ein Überblick. — *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.*, 33, S. 23—31, 6 Abb., Riehen/Basel 1967 (1967 b)
- LEONHARD, K. C. v.: Geologie oder Naturgeschichte der Erde auf allgemein faßliche Weise abgehandelt. Dritter Band. — S. 1—628, 11 Stahlstiche, 19 Lithograph., Stuttgart 1840
- LEUCHS, K.: Neue Probleme der Alpengeologie. — *Senckenbergiana*, 7, S. 129—138, Frankfurt a. M. 1925
- LEUPOLD, W.: Neue mikropaläontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen. — *Eclogae Geol. Helv.*, 26, S. 295—319, Basel 1933

- LIEBUS, A.: Ergebnisse einer mikroskopischen Untersuchung der organischen Einschlüsse der oberbayerischen Molasse. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., **52**, S. 71—104, Taf. 5, 7 Abb., 2 Tab., Wien 1902
- LINDENBERG, H. G.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Gebiet von Kössen in Tirol. — Unveröff. Diplomarbeit, 102 S., 1 geol. Karte 1:10000, 1 Profiltaf. 1:10000, 1 Übersichtsskizze 1:25000, 15 Taf., 13 Abb., 1 Panoramaphoto, Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1962 (zitiert als 1962 Ms.)
- LINDENBERG, H. G.: Die Bolivinen (Foram.) der Häringer Schichten. Mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär des Unterinntal-Gebietes. — Unveröff. Diss., 153 + 15 S., 1 geol.-tekt. Übersichtsskizze, 5 Detailkarten, 5 Taf., 19 Abb., 4 Beil., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1964 (zitiert als 1964 Ms.)
- LINDENBERG, H. G.: Die Bolivinen (Foram.) der Häringer Schichten. Mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär des Unterinntal-Gebietes. — Boll. Soc. Pal. Ital., **4**, 1965, S. 64—160, 32 Abb., 5 Detailkarten, 4 Beil., Modena 1966
- LINSTOW, O. v.: Die Verbreitung der tertiären und diluvialen Meere in Deutschland. — Abh. Preuß. Geol. Landesanst., N. F., **87**, S. 1—243, Taf. 1—14, 12 Abb., Berlin 1922
- LOMBARD, A.: Les laminites et la stratification du flysch. — Arch. Sci., **13**, S. 567—570, 4 Abb., Genf 1960
- LORI, J. G.: Sammlung des bayerischen Bergrechts, mit einer Einleitung in die bayerische Bergrechtsgeschichte. — 8 nichtnum. S., S. I—CXX, 16 nichtnum. S., S. 1—647, Verlag Franz Lorenz Richter, München 1764
- LÜHR, H.: Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär von Häring in Tirol. — Unveröff. Diss., 174 S., 9 Taf., 16 Abb., 3 Tab., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1962 (zitiert als 1962 Ms., hierzu Photodruck)
- MAIER, W.: Glaukonitische Mikrofossilien aus dem alpinen Fozän von Rohrdorf. — Z. deutsch. geol. Ges., **109**, 1957, S. 448—451, 2 Abb., Hannover 1958
- MEYER, H. v.: Tertiaere Decapoden aus den Alpen, von Oeningen und dem Taunus. — Palaeontographica, **10**, S. 147—178, Taf. 16—19, Stuttgart 1862
- MODELL, H.: Die Najaden der oberbayerischen Cyrenenschichten. — Palaeontographica, **75**, S. 63—80, Taf. 13—14, 1 Tab., Stuttgart 1931
- MÜLLER, K.: Sedimentpetrographische Untersuchungen im „Randceno-man“ in Bayern und Vorarlberg. — 39 S., Taf. 1, 3 Abb., Diss. (Photodruck) Clausthal 1967
- MÜLLER-DEILE, G.: Flyschbreccien in den Ostalpen und ihre paläogeographische Auswertung. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. **84**, B, S. 330—378, Taf. 21—27, Stuttgart 1940
- MURAWSKI, H.: Geologisches Wörterbuch. Begründet von C. CH. BERINGER. — 5. Auflage, 243 S., 61 Abb., 10 Tab., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1963
- NATHAN, H.: Geologische Ergebnisse der Erdölbohrungen im bayerischen Innviertel. — Geologica Bavarica, **1**, S. 3—68, Taf. 1, 5 Abb., 6 Tab., München 1949
- NEVIANI, A.: Appunti per una storia intorno ai Foraminiferi dall'antichità al secolo XVIII. — Mem. Pont. Acad. Sci. Novi Lync., Ser. III, **2**, S. 131—210, 3 Abb., Vatikan 1935
- OHMERT, W.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der Alpenrandzone zwischen Ostin und Marienstein (Tegernsee). — Unveröff. Diplomarbeit, 111 + 8 S., 1 geol. Übersichtskarte 1:25000, 1 tekt. Karte 1:25000, 2 geol. Karten 1:5000, 2 Profiltaf. 1:5000, 11 Taf., 22 Abb., 1 Tab., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1964 (zitiert als 1964 Ms.)
- OHMERT, W. & WITT, W.: Ultrahelvetikum und Helvetikum-Zone. — In: Erläut. zur Geol. Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 8236 Tegernsee, S. 74—93, 3 Abb., Verlag Bayer. Geol. Landesamt, München 1966
- OSCHMANN, F.: Stratigraphie, Paläogeographie und Fazies in der ostbayerischen Molasse und deren oberkretazischem Untergrund. — Erdöl und Kohle, **10**, S. 692—693, Hamburg 1957

- OSCHMANN, F.: II. Introduction into the Regional Geology of the South German Molasse Basin. — 6th World Petroleum Congress, Excursion Guide Book III, Folded Molasse, Helveticum, and Flysch; Oil and Gas Fields of the Unfolded East-Bavarian Molasse, S. 5—17, Abb. 7 bis 16, Hannover 1963
- OSCHMANN, F. & HAMMER, G.: III. Excursion. 2. Field Trip to the East-Bavarian Basin. — 6th World Petroleum Congress, siehe oben, S. 27—48, Abb. 22—31, Hannover 1963
- OSSWALD, K.: Die Wendelsteingruppe. Abriss der stratigraphischen, tektonischen und morphologischen Geschichte. — Mitt. Geogr. Ges. München, 21, S. 183—403, 1 geol. Karte 1:25000, 1 Profiltaf., 1 tekt. Karte 1:100000, 1 Abb., München 1928
- PAPP, A.: Vorkommen und Verbreitung des Obereozäns in Österreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 50, 1957, S. 251—269, Taf. 1—2, 2 Abb., 8 Tab., Wien 1958
- PAPP, A.: Nummuliten aus dem Untereozän vom Kühlgraben am Fuße des Untersberges (Salzburg). — Verh. Geol. Bundesanst., S. 163—179, 10 Abb., 1 Tab., Wien 1959
- PAPP, A.: Tertiär. Grundzüge regionaler Stratigraphie (Mit Beiträgen von M. F. GLAESSNER, W. KLAUS, A. TOLLMANN und K. TURNOVSKY). — In: PAPP, A. & THENIUS, E.: Handbuch der Stratigraphischen Geologie, 3, 1. Teil, S. 1—XI, S. 1—411, 89 Abb., 63 Tab., Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1959 (zitiert als PAPP et al.)
- PAULUS, B.: Zur Stratigraphie und Fazies der oligozänen und miozänen Molasse im südlichen Oberbayern. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 30, S. 53—97, 12 Abb., Riehen/Basel 1963
- PAULUS, B.: C. Schichtenfolge (Stratigraphie). I. Der tiefere Untergrund unter besonderer Berücksichtigung des von den Bohrungen Landsham 1 und Pliening 101—105 erschlossenen Tertiärs (unter paläontologischer Mitarbeit von MAX BROCKERT und WINFRIED HINSCH, mit einem sedimentpetrographischen Beitrag von W. ZIMMERLE). — In: Erläut. zur Geol. Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 7736 Ismaning, S. 9—96, 5 Abb., 7 Tab., 2 Beil., Verlag Bayer. Geol. Landesamt, München 1964 (zitiert als PAULUS et al.)
- PAVLOVEC, R.: Zur Taxonomie der Nummulitinae *Operculina exiliformis* n. sp. aus dem Paläogen im südlichen Slowenien. — Slov. Akad. Znan. Umetn., Cl. IV, Razpr. IX/6, S. 33—45, Taf. 1—5, 5 Abb., 6 Tab., Ljubljana 1966
- PFLAUMANN, U.: Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen im nördlichen Wendelsteinvorland. — Unveröff. Diplomarbeit, 102 + 9 S., 1 geol. Karte 1:5000, 1 geol. u. 1 tekt. Übersichtskarte 1:25000, 1 Profiltaf. 1:25000, 10 Taf., 29 Abb., 3 Tab., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1960 (zitiert als 1960 Ms.)
- PFLAUMANN, U.: Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Flysch-Oberkreide zwischen Wertach und Chiemsee in Bayern. — Unveröff. Diss., 180 + 22 S., Taf. 1—14, 9 Abb., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1964 (zitiert als 1964 Ms., hierzu Photodruck)
- PICCOLI, G. & MOCELLIN, L. G.: Studi sulla macrofauna priaboniana di Priabona (Prealpi Venete). — Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. Padova, 23, S. 1—120, Taf. 1—5, 5 Abb., Padua 1962
- PREY, S.: Aufnahmen in der Flyschzone auf den Blättern Gmunden-Schafberg (4851) und Kirchdorf/Krems (4852) (Gschieflgraben), sowie auf den Blättern Ybbs (4754) und Gaming-Mariazell (4854) (Rogatsboden) (Bericht 1951). — Verh. Geol. Bundesanst., S. 41—45, Wien 1952
- PREY, S.: Flysch und Helvetikum in Salzburg und Oberösterreich. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, S. 282—292, 3 Abb., 2 Tab., Hannover 1962
- REICHEL, R.: Die bayerische Flyschzone im Ammergau. — Geologica Bavarica, 41, S. 55—98, Taf. 1—3, 12 Abb., 2 Tab., München 1960
- REIS, O. M.: Die Korallen der Reiter Schichten. — Geogn. Jh., 2, S. 91—162, Taf. 1—4, 3 Abb., 2 Tab., Cassel 1889
- REIS, O. M.: Erläuterungen zu der geologischen Karte der Vordoralpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. I. Stratigraphischer Theil. — Geogn. Jh., 8, 1895, S. 1—155, 7 Abb., Cassel 1896

- REIS, O. M.: Zur Geologie der Eisenoolithen führenden Eocänschichten am Kressenberg in Bayern. — *Geogn. Jh.*, **10**, 1897, S. 24—49, Profiltaf. 1—2, München 1898
- REISS, Z.: Notes on Foraminifera from Israel. 5. Studies on Victoriellidae. — State of Israel, Min. Developm., Geol. Survey, S. 1—9, Taf. A—B, 1 Abb., Jerusalem 1957
- RICHTER, M.: Die deutschen Alpen und ihre Entstehung. — *Deutscher Boden*: Band **5**, S. 1—179, 56 Abb., 6 Tab., Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin 1937
- RICHTER, M.: Die Gliederung der subalpinen Molasse. — *N. Jb. Mineral. usw.*, Beil.-Bd. **83**, B, S. 1—45, 9 Abb., 1 Textbeil., 1 Tab.-Beil., Stuttgart 1940
- RICHTER, M., CUSTODIS, A., NIEDERMAYER, J. & SCHMIDT-THOMÉ, P.: Geologie der Alpenrandzone zwischen Isar und Leitzach in Oberbayern. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **91**, S. 649—704, Taf. 14—15 (1 geol. Karte 1:25000 und 15 Profile), Berlin 1939 (zitiert als M. RICHTER et al.)
- ROTHPLETZ, A.: Fossile Kalkalgen aus den Familien der Codiaceen und der Corallineen. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **43**, S. 295—322, Taf. 15—17, Berlin 1891
- ROTHPLETZ, A.: Ueber die Fytsch-Fucoiden und einige andere fossile Algen, sowie über liasische, Diatomeen führende Hornschwämme. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **48**, S. 854—914, Taf. 22 bis 24, 3 Abb., Berlin 1896
- RUTSCH, R. F.: Das Typusprofil des Helvétien. — *Eclogae Geol. Helv.*, **51**, S. 107—118, 2 Abb., Basel 1958
- RUTSCH, R. F.: Zur Paläogeographie der subalpinen Unteren Meeresmolasse (Rupélien) der Schweiz. I. Teil. — *Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. u. -Ing.*, **28**, Nr. 74, S. 27—32, 1 Taf., Riehen/Basel 1961
- RUTSCH, R. F.: *Ido.*, II. Teil. — *Ebenda*, **28**, Nr. 75, S. 13—24, Riehen/Basel 1962
- SCHAFHÄUTL, K.: Beiträge zur nähern Kenntniss der Bayerischen Voralpen. — *N. Jb. Mineral. usw.*, S. 641—695, Taf. 8 (partim) — 9, Abb. 1—5, Stuttgart 1846
- SCHAFHÄUTL, K. E.: Süd-Bayerns Lethaea Geognostica. Der Kressenberg und die südlich von ihm gelegenen Hochalpen geognostisch betrachtet in ihren Petrefacten. — S. I—XVII, S. 1—487, Taf. 1—86, 2 Karten, 46 Abb., 1 Tab., Verlag von L. Voss, Leipzig 1863
- SCHAUB, H.: Fytschfragen im Bau der Alpen. — *Verh. Naturf. Ges. Basel*, **72**, S. 333—342, 9 Abb., Basel 1961
- SHELLMANN, TH.: Alte und neue Gedanken zur Altersstellung und Gliederung des marinen Tertiärs in Niederhessen. I. Teil. — *Jber. Wetterau*, **117—118**, S. 25—62, Hanau 1965
- SCHIEMENZ, S.: Fazies und Paläogeographie der Subalpinen Molasse zwischen Bodensee und Isar. — *Beih. Geol. Jb.*, **38**, S. 1—119, Taf. 1—6, 23 Abb., 17 Tab., Hannover 1960
- SCHLAGER, M.: Bericht über geologische Arbeiten 1956. — *Verh. Geol. Bundesanst.*, S. 64—74, Wien 1957
- SCHLOSSER, M.: Das Eocän und Unteroligocän der bayrischen Alpen. — *Cbl. Mineral. usw.*, S. 180—184, Stuttgart 1922
- SCHLOSSER, M.: Revision der Unteroligocänfauna von Häring und Reut im Winkel. — *N. Jb. Mineral. usw.*, Beil.-Bd., **47**, 1922, S. 254—294, 1 Tab., Stuttgart 1923
- SCHLOSSER, M.: Die Eocänfaunen der bayerischen Alpen. I. Teil: Die Faunen des Unter- und Mittelocäen. II. Teil: Die Obereocänfauna. — *Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Abt.*, **30**, 7. Abh., S. 1—207, S. 1—68, Taf. 1—8, 4 Tab., München 1925 (1925a)
- SCHLOSSER, M.: Sind die Kressenberger Eocänschichten Kreide? — *Cbl. Mineral. usw.*, B, S. 305—309, Stuttgart 1925 (1925b)
- SCHMIDT-THOMÉ, P.: Molasse-Untergrund und Helvetikum-Nordgrenze im Tegernsee-Bereich und die Frage der Herkunft von Erdöl und Jodwasser in Oberbayern. — *Geol. Jb.*, **74**, S. 225—242, 3 Abb., Hannover 1957
- SCHMIDT-THOMÉ, P.: Zur Geologie der Alpenrandzone bei Füssen. — *Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, N. F., **44**, S. 121—144, 10 Abb., Stuttgart 1962

- SEDGWICK, A. & MURCHISON, R. I.: A Sketch of the Structure of the Eastern Alps; with Sections through the Newer Formations on the Northern Flanks of the Chain, and through the Tertiary Deposits of Styria, etc. etc. — *Transact. Geol. Soc., sec. ser.*, **3**, S. 301—420, 4 unnum. S., Taf. 35—40, 2 Tab., London 1831
- SEILACHER, A.: Zur ökologischen Charakteristik von Flysch und Molasse. — *Eclogae Geol. Helv.*, **51**, 1958, S. 1062—1078, 1 Abb., 3 Tab., Basel 1959
- SRBIK, R. v.: Geologische Bibliographie der Ostalpen von Graubünden bis Kärnten. I. u. II. Band. — S. I—XIV, S. 1—1412, 1 Abb., Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1935
- SRBIK, R. v.: Geologische Bibliographie der Ostalpen von Graubünden bis Kärnten. 1. Fortsetzung. — S. I—XV, S. 1—388, Verlag Innsbrucker Buchdruckerei J. Winkler, Innsbruck 1937
- STACKELBERG, U. v.: Oberkreide und Alttertiär des Helvetikums am bayerischen Alpenrand im Westen von Tölz. — *Geologica Bavarica*, **41**, S. 3—54, 20 Abb., 1 Beil., München 1960
- STAESCHE, K.: Paläozän oder Paläozän? — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **115**, 1963, S. 664—669, Hannover 1966
- STEPHAN, W.: I. Tertiär. a. Molassebecken. — In: Erläut. zur Geol. Karte von Bayern 1:500000, zweite Auflage, S. 178—195, 322—326, 1 Abb., 3 Tab., Verlag Bayer. Geol. Landesamt, München 1964
- STEPHAN, W.: Zur faziellen und zyklischen Gliederung der chattischen Brackwasser-Molasse in Oberbayern. — *Geologica Bavarica*, **55**, S. 239—257, 3 Abb., 2 Beilagen, München 1965
- STEPHAN, W.: Molasse-Zone. — In: Erläut. zur Geol. Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 8236 Tegernsee, S. 93—132, 1 Abb., Beilagen 1—4, Verlag Bayer. Geol. Landesamt, München 1966
- STRADNER, H. & PAPP, A.: Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und deren stratigraphische Bedeutung mit Hinweisen auf Mexiko, Rumänien und Italien. — *Jb. Geol. Bundesanst., Sonderband 7*, S. 1—160, Taf. 1—42, 24 Abb., 4 Tab., Wien 1961
- STUHLIK, H.: Die Faziesentwicklung der südbayerischen Oligocänmolasse. — *Jb. k. k. Geol. Reichsanst.*, **56**, S. 277—350, 1 geol. Karte 1:50000, Taf. 7—8, 5 Abb., 2 Tab., Wien 1906
- STUDER, B.: Index der Petrographie und Stratigraphie der Schweiz und ihrer Umgebungen. — S. I—V, S. 1—272, 1 Tab., Bern 1872
- TEUBERT, J.: Die kalkalpine Randzone westlich des Tegernsees zwischen Aueralpe und Söllbach (Oberbayern). — Unveröff. Diplomarbeit, 65 S., 1 geol. Karte 1:5000, 1 Profiltaf., 2 Taf., 24 Abb., 2 Tab., Inst. für Geol. der Techn. Hochsch., München 1960 (zitiert als 1960 Ms.)
- TOLLMANN, A.: Ostalpensynthese. — S. 1—256, 11 Taf., 23 Abb., Verlag Franz Deuticke, Wien 1963 (1963a)
- TOLLMANN, A.: Die Faziesverhältnisse im Mesozoikum des Molasse-Untergrundes der West- und Ostalpen und im Helvetikum der Ostalpen. — *Erdocl.-Z.*, H. 2, S. 41—52, 2 Abb., Wien 1963 (1963 b)
- TOLLMANN, A.: Zur alpidischen Phasengliederung in den Ostalpen. — *Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl.*, S. 237—246, Wien 1964
- TOLLMANN, A.: Das Längen-Breiten-Verhältnis der geosynklinalen Sedimenttröge. — *Geol. Rdschau*, **56**, S. 78—94, 1 Abb., Stuttgart 1967
- TRAUB, F.: Beitrag zur Kenntnis der helvetischen Kreide-Eocänserie nördlich von Salzburg. — *Zbl. Mineral. usw.*, B, S. 12—15, Stuttgart 1936
- TRAUB, F.: Geologische und paläontologische Bearbeitung der Kreide und des Tertiärs im östlichen Rupertiwinkel, nördlich von Salzburg. — *Palaontographica*, **88**, A, S. 1—114, Taf. 1—8, 2 Abb., 2 Textteil. mit 1 geol. Karte 1:25000 und 3 Profilen, Stuttgart 1938
- TRAUB, F.: Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg. — *Geologica Bavarica*, **15**, S. 1—38, 4 Abb., München 1953

- TRAUTH, F.: Das Eozänvorkommen bei Radstadt im Pongau und seine Beziehungen zu den gleichaltrigen Ablagerungen bei Kirchberg am Wechsel und Wimpassing am Leithagebirge. — Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., **95**, S. 171—278, Taf. 1—5, 5 Abb., 4 Tab., Wien 1918
- VÖLK, H.: Geologie des westlichen Unterinntales zwischen Oberaudorf und Kiefersfelden. — Unveröff. Diplomarbeit, 98 S., 1 geol. Karte 1:10000, 1 Profiltaf., 16 Abb., 5 Beil., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1960 (zitiert als 1960 Ms.)
- WEILER, W.: Die Fischfauna der unteren und oberen Meeresmolasse Oberbayerns. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. **68**, B, S. 305—352, 34 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1932
- WEITHOFER, K. A.: Die Oligozänablagerungen Oberbayerns. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **10**, 1917, S. 1—125, Taf. 1—2, 1 Abb., 3 Tab., Wien 1918
- WICHER, C. A. & BETTENSTAEDT, F.: Zur Oberkreide-Gliederung der bayerischen Innviertel-Bohrungen (mit Beiträgen von OTTO SEITZ und RUDOLF OBERHAUSER). — *Geologica Bavarica*, **30**, S. 3—54, 3 Abb., 1 Tab., München 1957
- WITT, W.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der Alpenrandzone zwischen Schliersee und Ostin (östlich Tegernsee). — Unveröff. Diplomarbeit, 107+13 S., 1 geol. Karte 1:5000, 1 Profiltaf. 1:5000, 1 tekt. Übersichtskarte 1:25000, 9 Taf., 14 Abb., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1963 (zitiert als 1963 Ms.)
- WITT, W.: Ostracoden der bayerischen Molasse (unter besonderer Berücksichtigung der Cytherinae, Leptocytherinae, Trachyleberidinae, Hemicytherinae und Cytherettinae). — Unveröff. Diss., 140 S., Taf. 1—7, 11 Abb., 3 Tab., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1965 (zitiert als 1965 Ms.)
- WITT, W.: Ostracoden der bayerischen Molasse (unter besonderer Berücksichtigung der Cytherinae, Leptocytherinae, Trachyleberidinae, Hemicytherinae und Cytherettinae). — *Geologica Bavarica*, **57**, S. 1—120, Taf. 1—7, 16 Abb., 3 Tab., München 1967
- WOLF, M.: Sporenstratigraphische Untersuchungen im „Randcenoman“ Oberbayerns. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., S. 337—354, 5 Abb., Stuttgart 1963
- WOLF, M.: Sporomorphen aus dem bayerischen Flysch. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **12**, S. 113—116, Taf. 1, 1 Abb., Krefeld 1964
- WOLFF, W.: Die Fauna der südbayerischen Oligocänenmolasse. — *Palaontographica*, **43**, S. 223 bis 311, Taf. 20—28, 2 Tab., Stuttgart 1897
- ZEIL, W.: Beiträge zur Kenntnis der Deutenhausener Schichten (Subalpine Molasse Oberbayerns). — *Geologica Bavarica*, **17**, S. 101—112, 2 Abb., München 1953
- ZEIL, W.: Zur Frage der Faltungszeiten in den deutschen Alpen. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **113**, 1961, S. 359—366, 1 Abb., Hannover 1962
- ZIEGLER, J. H.: Die Assilinen des Eozäns vom Kressenberg in Oberbayern. — *Geologica Bavarica*, **44**, S. 209—231, Taf. 1—4, 2 Beil., München 1960
- ZÖBELEIN, H. K.: Zur Altersdeutung der Cyrenenschichten in der Subalpinen Molasse Oberbayerns. — *Geologica Bavarica*, **17**, S. 113—134, 2 Abb., München 1953
- ZÖBELEIN, H. K.: Über Alttertiär-Gerölle aus der subalpinen Molasse des westlichen Oberbayerns und der inneralpinen Molasse (Angerbergsschichten) des Tiroler Unterinntales (Vorläufige Mitteilung). — *N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh.*, S. 342—348, Stuttgart 1955
- ZÖBELEIN, H. K.: Kritische Bemerkungen zur Stratigraphie der Subalpinen Molasse Oberbayerns. Mikropaläontologischer Teil von FRANZ GOERLICH, Bentheim, und H. C. G. KNIPSCHIEER, Calgary (Canada). — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **23**, S. 1—91, 2 Abb., Wiesbaden 1957
- ZÖBELEIN, H. K.: Über die chattische und aquitanische Stufe und die Grenze Oligozän/Miozän (Paläocogen/Neogen) in Westeuropa. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **52**, 1959, S. 245—265, 2 Abb., Wien 1960
- ZÖBELEIN, H. K.: Über die Bausteinschichten in der Subalpinen Molasse des westlichen Oberbayerns. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **113**, 1961, S. 261—265, 2 Abb., Hannover 1962

]

H

r-  
h  
*la*  
d  
n  
n  
n

5,  
d  
y  
is  
n

-  
n  
i-  
s  
s  
r  
,

e

l



ZEIT-SCHEMA	MOLASSE				HELVETIKUM			ULTRAHELVETIKUM		FLYSCH	KALKALPIN						ZEIT-SCHEMA	
	VORLANDMOLASSE s str		AUFGERICHTETER SUDRAND DER VORLANDMOLASSE		FALTEN-MOLASSE	NÖRDLICHE HELVETIKUM		SÜDLICHE HELVETIKUM		N S	BECKEN von REICHENHALL und SALZBURG			UNTERINNTAL-GEBIET				
	Bohrungen Dr. Tenbrugg CE 1001 und 1002	Bohrungen Ampling-Muhldorf	Traun-Profil	Prien-Profil	Gebiet Hausham-Marienstein	Neubeuern a Inn	Kressenberg b Siegsdorf	Haunsberg N Salzburg	NÖRDLICHE FAZIES		SÜDLICHE FAZIES	Untersberg-Vorland	Reichenhall	Untersberg W-Seite	Oberaudorf	Reifling		Maringg
UNTER-MIOZÄN	AQUITAN (unt.)	Abov d. Maria v. Willdenhoff	Sandige Tonmergel	Phalzberg-Schichten	Horizont von Willdenhoff												AQUITAN (unt.)	
OLIGOZÄN	CHATT	Horiz. d. Reiner Mühle Mergelzone u. Bändermergel	Hangende Tonmergel Sandstein-Serie Liegende Tonmergel	Horiz. d. Reiner Mühle Sandmergel, Sandstein, Konglomerat, Fischschichten	Horiz. d. Reiner Mühle Horiz. d. Braunerberg Horiz. d. Rastbachau Cyprien-Schichten Lugodol Tonmergel	Cyprien-Schichten	Bauleiten-Schichten										CHATT	
	RUPEL	Horizonte von Sandmergel, Mergel, Kalk, Sandstein, Konglomerat, Fischschichten	Tonmergel-Schichten Bändermergel Heller Mergelkalk Fischschichten Lithothamnien-Kalk Amplinger Sandstein Sandstein-Serie Mergelzone	Tonmergel	Tonmergel-Schichten	Tonmergel-Schichten	Fischschichten											RUPEL
EOZÄN	LATTORF																	LATTORF
	PRIABON																	PRIABON
	BIARRITZ																	BIARRITZ
	LUTET																	LUTET
	CUIS																	CUIS
PALEOZÄN	FLERD		Transgression auf Obere Flöhe															FLERD
	LANDEN																	LANDEN
	MONTAN																	MONTAN
OBERE PERIODEN	MAASTRICHT (ob.)		Transgression auf Untere Ober-Campan														MAASTRICHT (ob.)	

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

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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: 1967

Band/Volume: [7](#)

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

Artikel/Article: [Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes 245-320](#)