

FOSSILIEN VON NEUBEUERN

Bilder aus der geologischen Vergangenheit



Von Herbert Hagn und Rudi Schmid
mit Fotos von Franz Höck

Neubeuern am Inn
Bilder aus der
geologischen Vergangenheit

Von Herbert Hagn und Rudi Schmid
mit Fotos von Franz Höck

Eine spontane Idee und eine Reihe glücklicher Umstände haben das Zustandekommen dieses Büchleins ermöglicht. Es sollte zur Eröffnung einer Ausstellung über Versteinerungen aus unserer Heimatgemeinde am 3. Juni 1988 erscheinen und für Laien und Fachleute gleichermaßen interessant sein. Ein Glücksfall war, Herrn Prof. Dr. H. Hagn als Autor zu gewinnen, der sich wie kein anderer seit Jahrzehnten mit der geologischen Vergangenheit von Neubeuern und Umgebung befaßt. Unterstützt von R. Schmid hat er mit bewundernswertem Elan und Zähigkeit ein Werk von hoher Qualität geschaffen.

Erfreulich und hilfreich waren das rege Interesse und die Aktivitäten, die bei vielen Neubeuernern in der Vorbereitungszeit geweckt wurden, und ich hoffe, daß die Fossilien einen dauerhaften Platz im Bewußtsein der Bürger erhalten werden.

Nicht zuletzt soll dieses Buch den Namen Neubeuern als berühmte Fossilienfundstätte über die Grenzen unserer Region hinaus tragen. Den Firmen PWA-G Raubling, Raiffeisenbank Neubeuern und Zementwerk Rohrdorf sei vielmals für die großzügige finanzielle Unterstützung gedankt.

D. Barth

Neubeuern, im Mai 1988

Inhalt

Vorwort	5
Einführung	7
Das Helvetikum	10
Nordhelvetikum	
Pinswanger Schichten	14
Adelholzener Schichten	15
Stockletten	17
Lithothamnienkalke	18
Korallen- und Riffschuttkalke	22
Südhelvetikum	
Hachauer Schichten	23
Schmalflöz-Schichten	23
Alveolinen-Schichten	25
Roterz-Schichten	25
Zwischen-Schichten	27
Schwarzerz-Schichten	27
Flöz-Nebengestein	29
Stockletten	31
Lithothamnienkalke	32
Die Flyschzone	33
Tristel-Schichten	34
Quarzit-Serie, Ofterschwanger Schichten	34
Reiselsberger Sandstein	34
Obere Bunte Mergel	35
Zementmergel-Serie	35
Land und Meer	36
Die gebirgsbildenden Vorgänge	39
Schriftenverzeichnis	41
Tafeln 1–30	45

Vorwort

Die Marktgemeinde Neubeuern, die Perle des Unterinntals, kann heuer auf eine 1200jährige Geschichte zurückblicken. Es geziemt sich daher, der Jubilarin ein kleines Geburtstagsgeschenk zu überreichen. Aus diesem Anlaß regte Herr Dr. D. Barth, Neubeuern, die beiden Verfasser an, eine Broschüre über die erdgeschichtliche Vergangenheit des Gebietes zu verfassen. Diese Idee wurde, trotz der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit, mit Begeisterung aufgenommen. Allerdings blieb es dann nicht bei einem schmalen Bändchen mit ein paar Abbildungen von Versteinerungen. Allzuviel Stoff hatte sich in den vergangenen Jahrzehnten angesammelt, zumal Neubeuern und Umgebung ein beliebtes Exkursionsziel für Studierende der Geologie und Paläontologie an der Universität München darstellt.

Das vorliegende Büchlein enthält einen Text- und einen Tafelteil. Im ersten Abschnitt wird eine allgemeinverständliche Einführung in die Erdgeschichte von Neubeuern und seiner Umgebung geboten. Es wird gezeigt, auf welche Weise die verschiedenartigen Ablagerungen des ausgehenden Erdmittelalters und der älteren Erdneuzeit entstanden sind. In diesem Schichtinventar spielen, wie sollte es anders sein, Reste ehemaliger Organismen, die uns heute als Versteinerungen vorliegen, eine große Rolle. Erst diese Kenntnisse befähigen uns, die ehemalige Verteilung von Land und Meer in scharfen Umrissen zu erkennen. So wird uns klar, daß z. B. die rotgefärbten Sandsteine des Haschlbergs in einer flachen Küstenregion abgelagert wurden, während die benachbarten Zementmergel von Pösnach einem Tiefseetrog entstammen. Schließlich gilt es, das Wirken gebirgsbildender Kräfte aufzuzeigen, die zu Stein verhärteten Meeresschlamm hoben, verfalteten, zerbrachen und in ein Trümmermosaik verwandelten. Das heutige Bild freilich wurde durch sehr junge, nämlich eiszeitliche Vorgänge geprägt. So widerstand z. B. der Neubeurer Schloßberg den Eismassen des Inngletschers, während weichere Gesteine in seiner Umgebung fortgeführt wurden und Hohlformen hinterließen. An der Ausgestaltung der heutigen Landschaft nahm endlich auch der Rosenheimer See Anteil.

Der Tafelteil vermittelt hingegen einen Überblick über die Lebewelt urzeitlicher Meere. Es wurde bewußt davon abgesehen, nur »klassische« Versteinerungen wie Muscheln, Schnecken und Seeigel abzubilden. Es wird vielmehr ein Streifzug durch alle Stämme wirbelloser Tiere veranstaltet, der durch Beispiele aus den Wirbeltieren und selbst aus dem Pflanzenbereich ergänzt wird. Der aufgeschlossene Laie wird daher sicher manch Unbekanntes entdecken, das seinen Blick weiten und zur näheren Beschäftigung anregen soll. Das vorliegende Büchlein soll ihn somit vom Staunen zum Wissen führen. Ein großer Teil der Versteinerungen oder Fossilien liegt körperlich erhalten vor, wodurch ihre äußere Form klar in Erscheinung tritt. In nicht wenigen Fällen schien es allerdings geboten, auch Anschliffe und selbst Dünnschliffe, also Gesteinspräparate, anzufertigen, um die Schönheit

der organischen Welt voll erfassen zu können. Es ist zweifellos ein reizvolles Unterfangen, mit Hilfe des Mikroskops auch den feinsten Strukturen nachzuspüren, um die zunächst stummen Zeugen der Vergangenheit zum Sprechen zu bringen. Wir erkennen auf diese Weise, wie kunstvoll und architektonisch vollendet die Hartteile wirbelloser Tiere konstruiert sind. Durch die Anwendung modernster Geräte, z. B. des Rasterelektronenmikroskops, gelingt es zudem, die Kunstformen der Natur auch im Kleinsten zu entdecken und damit einen Mikrokosmos zu erschließen. Es sei noch nachgetragen, daß mit dem bloßen Auge sichtbare Versteinerungen seit der Antike die Phantasie des Menschen beflügelten. Der begleitende Text wird Gelegenheit bieten, auf besonders eindrucksvolle Deutungen und Benennungen von Fossilien durch den Volksmund näher einzugehen.

Ein Teil der abgebildeten Stücke wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München aufbewahrt. In diesem Zusammenhang sei ihrem Direktor, Herrn Prof. Dr. D. HERM, für seine großzügige Unterstützung herzlich gedankt. Alle übrigen Fossilien wurden uns von den Herren Dr. CH. KÜNST, Rosenheim-Ludwigshafen, K. HAMBERGER, Pinswang und R. STUFFER, Altenbeuern, selbstlos zur Verfügung gestellt. Auch ihnen gebührt unser ergebener Dank. Groß ist die Zahl derer, die auf irgendeine Weise zum Gelingen unseres Vorhabens beigetragen haben. Wir danken insbesondere den Herren Dipl.-Geol. R. DARGA, Dipl.-Geol. L. DOHMANN, K. DOS-SOW, Prof. Dr. V. FAHLBUSCH, G. FUCHS, alle München, Dr. J. GREGOR, Gröbenzell, Dipl.-Geol. E. HAUSER, Dipl.-Geol. K.-H. KIRSCH, Dr. H. IMMEL, Dipl.-Geol. W. KUHN, alle München, Dr. H. MALZ, Prof. Dr. E. MARTINI, beide Frankfurt a. M., Dr. F. PFEIL, München, Prof. Dr. F. SCHMID, Hannover, Dr. M.-G. SCHULZ, Kiel, Dr. F. TRAUB, München, Dr. habil. K.-A. TRÖGER, Freiberg i. Sa., Prof. Dr. E. VOIGT, Hamburg und J. WÜHRL, München.

Unser ganz besonderer Dank gilt Herrn F. HÖCK, München, der sein ganzes Können einsetzte und keine Mühe scheute, um die Tafelvorlagen so ansprechend wie möglich zu gestalten. Ohne ihn wäre die vorliegende Veröffentlichung ein Torso geblieben.

Einführung

Die erste Erwähnung Neubeuerns im geologischen Schrifttum geht auf das Jahr 1792 zurück. In seiner »Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz« gab FLURL einen Überblick über den Stand der damaligen Kenntnisse im kurfürstlichen Bayern. Er wählte hierzu die Form von Briefen, die er seinem Gönner Sigismund von HAIMHAUSEN widmete. Diese literarische Form verleiht seinem Werk einen ganz besonderen Reiz. FLURL lag vor allem die Förderung der heimischen Bodenschätze am Herzen. So verwundert es nicht, daß er in seinem 11. Brief (S. 118) ausführlich über die Gewinnung von Mühlsteinen berichtete. Ihm verdanken wir auch die Einführung des Begriffs »Stockletten« in die Literatur (S. 190), ein Ausdruck, der aus der Bergmannssprache des Kressenberger Eisenerzreviers (Chiemgau) stammt und soviel wie »Berg- oder Gebirgslehm« bedeutet (HAGN 1973, S. 169). Der in Straubing geborene FLURL war seit 1788 Direktor der Nymphenburger Porzellanmanufaktur. Ihm unterstand schließlich das gesamte Salinen-, Berg- und Hüttenwesen.

Während der Regierungszeit des kunstliebenden Ludwig I. versank die bayerische Geologie oder Geognosie, wie sie damals hieß, in einen Dornröschenschlaf. Der rettende Prinz hieß SCHAFFHÄUTL, ein äußerst vielseitig begabter Mann, der nicht nur technische Erfindungen machte, sondern sich auch mit Musik und Dichtkunst beschäftigte. Nach seiner Rückkehr aus England im Jahre 1841 befaßte sich der in Ingolstadt Geborene immer mehr mit der geologischen Erforschung der bayerischen Alpen und ihres Vorlandes. Seine beiden ersten geologisch-paläontologischen Arbeiten stammen aus dem Jahre 1846. In einer davon (1846 b, S. 650 bzw. 656) führte er die Begriffe »Granit-Marmor« bzw. »Haberkörnlsandstein« in das Schrifttum ein. Besonders hervorzuheben ist auch sein Alterswerk »Südbayerns Lethaea Geognostica. Der Kressenberg und die südlich von ihm gelegenen Hochalpen geognostisch betrachtet in ihren Petrefacten« (1863), auch wenn ihm diese zusammenfassende Darstellung so manche Anfeindung eingebracht hat. SCHAFFHÄUTL war wie FLURL ein Pionier, der in Neuland vorstieß und dem man so manchen Fehler verzeihen muß (vgl. hierzu HAGN 1979 a).

Der dritte im Bunde war EMMRICH, ein Realschulprofessor aus Meiningen in Thüringen, der seine Sommerfrische in Bayern und Österreich verbrachte und dabei eifrig geologische Beobachtungen sammelte. Bereits im Jahre 1851 ging er ausführlich auf die Gesteine von Neubeuern und des »Dankelbergs« (Dandlberg) ein. Seine Ausführungen zeugen von einer scharfen Beobachtungsgabe.

Damit war der Bann gebrochen. In den folgenden Jahrzehnten wurde Neubeuern immer wieder im Zusammenhang mit geologischen Fragen oder Fossilfunden mehr oder minder

ausführlich erwähnt. Stellvertretend für alle übrigen Autoren seien hier nur GÜMBEL (1861), REIS (1896) und SCHLOSSER (1925) angeführt.

Eine ausführliche Darstellung des Helvetikums und der Flyschzone von Neubeuern ist in neuerer Zeit EDER (1925) zu verdanken (mit geologischer Karte). Ihm gelang es, die Kenntnisse des Gebietes weiter zu vermehren.

Seit 1949 befaßte sich HAGN mit der Geologie und Paläontologie von Neubeuern und seiner Umgebung. Im Jahre 1954 gelangte seine Dissertation zum Druck. Auch in seinen Arbeiten von 1955, 1960 und 1967 sind ausführliche Angaben über dieses Gebiet enthalten. Wenige Jahre später erschien sein Kapitel »Helvetikum-Zone« in den Erläuterungen der Geologischen Karte von Bayern 1 : 25000 zum Blatt Nr. 8238 Neubeuern. Im Jahre 1981 wurde Neubeuern von den Teilnehmern des 17. Europäischen Mikropaläontologischen Kolloquiums besucht, das im September dieses Jahres in Oberbayern stattfand (HAGN et al. 1981 mit ausführlichem Literaturverzeichnis auf S. 293 usf.).

Selbst in jüngster Zeit bieten Neubeuern und seine Umgebung immer noch Stoff für neue Untersuchungen. So konnte BUCHHOLZ (1986) von Braunschweig aus wertvolle Gesichtspunkte für die Deutung der Korallenkalke des Kirchbergs beitragen. Im Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München werden derzeit drei Dissertationen vorbereitet, die sich wenigstens teilweise mit der Geologie und Paläontologie Neubeuerns befassen. Dipl.-Geol. R. DARGA bearbeitet die Riffkalke des Kirchbergs (vgl. hierzu Tafel 6 und 29), während sich Dipl.-Geol. K.-H. KIRSCH den Dinoflagellaten der Kreide und des Alttertiär widmet (vgl. hierzu Tafel 26). Dipl.-Geol. E. HAUSER wurde hingegen mit der Aufgabe betraut, die Foraminiferen der Stockletten eingehend zu bearbeiten, die vor allem im Rohrdorfer Bruch großflächig aufgeschlossen sind (vgl. hierzu Tafel 4).

Aus diesem gedrängten Überblick geht hervor, welche Bedeutung dem Gebiet von Neubeuern für die Geologie des bayerischen Alpenvorlandes zukommt. Es braucht den Vergleich mit dem Kressenberg im Chiemgau nicht zu scheuen, der seine Berühmtheit einem jahrhundertelangen Bergbau verdankt (HAGN & WELLNHOFER 1972). In Neubeuern standen gleichfalls über Jahrhunderte hinweg zahlreiche Steinbrüche in Betrieb, die nicht nur wirtschaftlichen Segen brachten, sondern auch die mannigfaltigsten Gesteine ans Tageslicht brachten und so der Beobachtung preisgaben (BERNRIEDER 1987, S. 457–472).

Ein Blick auf die geologische Karte (Abb. 1) zeigt, daß auf Blatt Nr. 8238 Neubeuern Gesteine verschiedener geologischer Einheiten anzutreffen sind. Diese werden von Nord nach Süd als Molasse, Helvetikum, Ultrahelvetikum, Flysch und Kalkalpin bezeichnet. Da sie in sehr unterschiedlichen Ablagerungsräumen entstanden sind, unterscheiden sie sich in Alter und Ausbildung (Fazies) teilweise sehr stark voneinander. Im eigentlichen Gebiet von Neubeuern und Umgebung konnte die Molasse lediglich in Bohrungen der DEA (heute Deutsche Texaco AG) im Jahre 1960 angetroffen werden (HAGN 1973, S. 154 und später; ferner VEIT 1973). Ihre Gesteine finden daher in den folgenden Ausführungen keine Berücksichtigung. Dasselbe gilt für das Ultrahelvetikum, das im Raum Neubeuern infolge tektonischer Überwältigung durch den Flysch nicht aufgeschlossen ist. Auch das Kalkalpin, das am Sattelberg zum erstenmal in Erscheinung tritt und dann bis Innsbruck zu beiden Seiten den Inn säumt, kann aus Raumgründen in der vorliegenden Arbeit nicht ausführlich behandelt werden. Unsere ganze Aufmerksamkeit wird daher dem Helvetikum und der Flyschzone gelten.

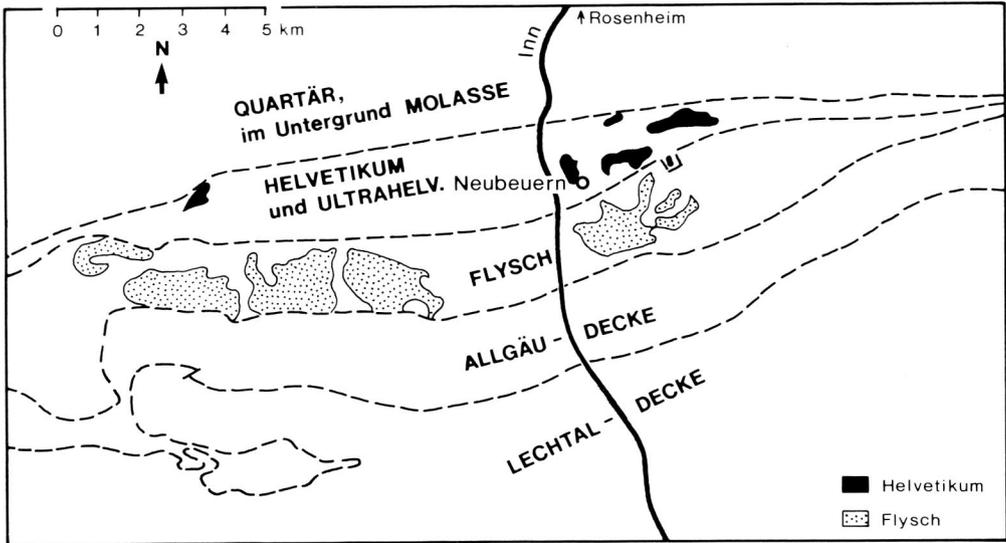


Abb. 1

Geologische Kartenskizze des Unterinntals im Meridian von Neubeuern. Nach der Geologischen Übersichtskarte 1 : 200000 Blatt CC 8734 Rosenheim, Hannover 1980 (Bearbeiter O. GANSS & A. ZITZMANN). Zeichnung: K. DOSSOW.

Das Helvetikum

Der Ausdruck Helvetikum oder Helvetische Zone ist ein Kind unseres Jahrhunderts. Er ist im bayerischen Schrifttum erst ab 1911 nachweisbar und daher noch keine 80 Jahre alt (HAGN 1978, S. 177). Der Name weist auf die Schweiz (Helvetia) hin. Demgemäß müßte es sich bei den Ablagerungen des bayerischen Helvetikums um Gesteine »nach Schweizer Art« handeln. Tatsächlich bestehen sehr enge Beziehungen in der Gesteinsausbildung und in der Fossilführung zwischen beiden Gebieten. Als man um die Jahrhundertwende in der Schweiz von helvetischen »Decken«, also von gewaltigen übereinander geschobenen Gesteinsmassen, sprach, übertrug man wenig später diesen Begriff auch auf die östlich des Rheins gelegenen Vorkommen.

Das Helvetikum ist im Raum Neubeuern in einer Breite von maximal 3 km aufgeschlossen. Unmittelbar westlich des Inns beträgt die Ausstrichbreite derselben Zone nur mehr etwa 100 m. Auf dieses Phänomen wird im Kapitel über die gebirgsbildenden Kräfte noch zurückzukommen sein. Während die helvetischen Gesteine in der Schweiz am Aufbau stattlicher Berge (z. B. Säntis) beteiligt sind, spielen sie in Oberbayern morphologisch nur mehr eine untergeordnete Rolle. Dennoch bauen die Ablagerungen des Helvetikums in Neubeuern und Umgebung Hügel und Höhenzüge auf, die aus der Ebene des Inntals herausragen (Abb. 2). Sie bilden zusammen mit den Flyschbergen (Dandlberg, Steinberg) eine malerische Kulisse.

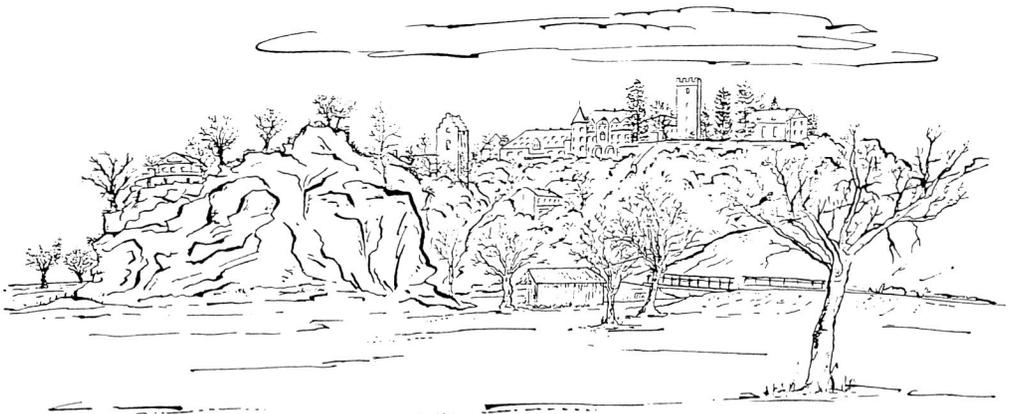


Abb. 2

Blick auf den Neubeuerer Schloßberg von Südosten. Am linken Bildrand erinnern die felsigen Abhänge des Haschlbergs (Roterz-Schichten) an den früheren Steinbruchbetrieb.
Zeichnung K. DOSSOW.

Die Ablagerungen des Helvetikums von Neubeuern gehören der hohen Oberkreide und dem Alttertiär an. Im Abschnitt »Land und Meer« wird dargelegt werden, warum ein Nordhelvetikum von einem Südhelvetikum abzutrennen ist. Einen Überblick über die Schichtfolgen und ihre einzelnen Schichtglieder vermittelt Tab. 1. Die internationale Zeitskala der Tab. 2 soll eine rasche Orientierung bei Altersangaben ermöglichen.

ZEIT-SCHEMA		NORDHELVETIKUM Rohrdorf	SÜDHELVETIKUM Neubeuern	
Eozän	PRIABON	Stockletten, bankweise Lithothamnienkalke	Stockletten und Lithothamnienkalke	
	BIARRITZ			obere Adelholzener Schichten
	LUTET	mittlere Adelholzener Schichten	Flöz-Nebengestein	
		CUIS	untere Adelholzener Schichten	Schwarzerz-Schichten s. I.
	Zwischen-Schichten			
Roterz-Schichten				
Alveolinen-Schichten				
Paleozän	ILERD	untere Adelholzener Schichten		Schmalflöz-Schichten s. I.
	THANET			
	DAN			
Oberkreide	MAASTRICHT		Pinswanger Schichten	Hachauer Sandmergel
	CAMPAN			

Tabelle 1: Stratigraphische Tabelle des Helvetikums von Neubeuern. Die Zeitabschnitte Campan, Maastricht, Dan usw. werden im stratigraphischen Sprachgebrauch als »Stufen« bezeichnet.

ma	Ära	System	Abteilung	Unterabteilung	Stufe	
1,8	Känozoikum Känophytikum	QUARTÄR	Holozän		Postglazial	
			Pleistozän	Jungpleistozän	Würm-Kaltzeit	
				Mittelpleistozän	Eem-Warmzeit Riß-Kaltzeit	
				Altpleistozän	Holstein-Warmzeit Mindel-Kaltzeit	
				Ältestpleistozän	Cromer-Warmzeit Günz-Kaltzeit	
					Waal-Warmzeit Donau-Kaltzeit Villafrancium	
		TERTIÄR	Neogen	Pliozän	Placenz Zanclium	Roman Daz
				Miozän	Messin Torton	Pont Pannon Sarmat
			Paläogen	Oligozän	Serravall	Baden Karpas
					Langh Burdigal Aquitain	Ottang Eggenburg Eger
				Eozän	Chatt Rupel Latdorf	
					Paleozän	Priabon Biarritz Lutet Cuis
Iland Thanet Mont Dan						
65	Mesozoikum Mesophytikum	KREIDE	Oberkreide		Maastricht Campen Santon Coniac Turon Cenoman	
			Unterkreide		Alb Apt Barrême Hauterive Valangin Berrias	
		JURA	oberer Jura	Malm	Portland Kimmeridge Oxford	Tithon
			mittlerer Jura	Dogger	Callov Bathon Bajoc Aalen	
			unterer Jura	Lias	Toarc Pliensbach Sinamur Hettang	
		Keuper	Rhät	Rhät		
			Nor	Sevat Alaun Lac		
			Karn	Tuval Jul Cordevol		
			Ladin	Langobard Fassan		
			Muschelkalk	Jllyr Pelson Hydasp		
Buntsandstein	Scyth		Campill Seis			
140						
210						
250						

Tabelle 2: Internationales Zeitschema der Erdgeschichte.

Das Erdaltertum (Paläozoikum) wurde aus Raumgründen weggelassen. ma bedeutet Jahrmlionen. Die Wende Kreide/Tertiär fand demnach vor 65 Millionen Jahren statt. Man beachte die strenge hierarchische Gliederung in Ära (große Zeiträume), Abteilung, Unterabteilung und Stufe (immer kleinere Zeitabschnitte). Mesozoikum bedeutet wörtlich übersetzt Mittelalterzeit (Erdmittelalter), Känozoikum Jungtierzeit (Erdneuzeit). Das Mesophytikum und Känophytikum beziehen sich auf die Entwicklung der Pflanzen (griech. phyton = Pflanze). Sie eilt der Entwicklung der Tiere voraus. Der Begriff Kreide wurde 1815 von Karl v. RAUMER in das Schrifttum eingeführt. Wenige Jahre zuvor (1809) schufen CUVIER & BRONGNIART den Namen Tertiär. Er geht auf die »montes tertiarii« zurück, unter denen ARDUINO um die Mitte des 18. Jahrhunderts in NE-Italien Lockergesteine verstand.

Nordhelvetikum

PINSWANGER SCHICHTEN

Vorkommen: Pinswanger Schichten sind vor allem an der Straße Rohrdorf–Langweid und im Pinswanger Graben (= Thalgraben nahe der Straße Pinswang–Saxenkam) aufgeschlossen. Von der zuletzt genannten Lokalität wurde ihr Name abgeleitet (HAGN 1952, S. 69). Kleine Vorkommen liegen in seichten Gräben am Nordfuß des Kirch- und Fadenbergs. Einzelne Schollen von Pinswanger Schichten wurden auch in einer tektonischen Brekzie beobachtet, die vor vielen Jahren im Rohrdorfer Zementbruch aufgeschlossen war. Derzeit ist ein kleiner Span derselben Schichten im Nordwestteil des Rohrdorfer Bruchs in enger Nachbarschaft zu Adelholzener Schichten freigelegt.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß in der Bohrung Neubeuern 101 im Jahre 1960 auch noch ältere Kreideschichten angetroffen wurden, die dem höheren Santon und dem Untercampan (siehe unten) angehören (HAGN 1973, S. 158–160).

Gesteinsausbildung: Die Pinswanger Schichten sind als stumpf- bis bläulichgraue, mitunter auch stahlblaue harte Kalkmergel ausgebildet. Das fast vollständige Fehlen von Sandkörnern, Glimmerplättchen und Glaukonit (ein grünes, Kalium-reiches, im Meer gebildetes Mineral) weist auf eine küstenferne Ablagerung hin. Die Verwitterungsfarbe der Pinswanger Schichten ist hellblau, ihr Bruch rau und uneben. Die Klufflächen sind gewöhnlich ockergelb oder auch violettschwarz verfärbt. Infolge einer meist starken Beanspruchung durch Gebirgsdruck neigt das Gestein zu einer Art Verschieferung.

Fossilinhalt und Altersstellung: Die Pinswanger Schichten sind ziemlich arm an größeren Versteinerungen. Am häufigsten sind noch Bruchstücke von Inoceramen (vgl. hierzu Tafel 11). Funde von Ammonshörnern an der Straße Rohrdorf–Langweid gehören zu den großen Seltenheiten. Die wenigen Stücke wurden von Herrn Dr. H. IMMEL als *Pachydiscus haldemsi* (SCHLÜTER) bestimmt (Tafel 17). Gleichfalls zu den Kopffüßlern (Cephalopoda) gehören die schlanken Rostren von *Belemnitella mucronata senior* NOWAK (Tafel 17), die den Nachweis liefern, daß das Kreidemeer von Neubeuern einstmals auch von Tintenfischen bevölkert war.

Löst man die Kalkmergel der Pinswanger Schichten in Wasser unter Zusatz von Wasserstoffperoxid auf und wäscht den so entstandenen Brei mit Hilfe eines Siebs aus, so erhält man eine ungemein reichhaltige Vergesellschaftung winziger und zierlicher Gehäuse von Protozoen (Einzeller, Foraminiferen). HAGN (1953a) konnte fast 200 verschiedene Arten und Unterarten beschreiben. Dieser Formenschatz, der sich erst unter dem Mikroskop offenbart, ermöglicht eine Altersbestimmung der Pinswanger Schichten als **Unteres Obercampan**. Sie wird durch die Ammoniten und Belemniten bestätigt (vgl. hierzu HAGN 1953 b).

ADELHOLZENER SCHICHTEN

Vorkommen: Die Verbreitung der Adelholzener Schichten ist an diejenige der Pinswanger Schichten gebunden (siehe oben). Die derzeit fossilreichste Fundstelle liegt im Nordwestteil des Rohrdorfer Bruchs, wo man die kalkigen Gehäuse von Großforaminiferen sackweise einscheffeln kann. Ein weiteres, wenn auch etwas verwachsenes Profil wird an der Straße Rohrdorf–Langweid beobachtet. Auch in den Bohrungen Neubeuern 101 und 102 wurden Adelholzener Schichten angetroffen.

Gesteinsausbildung: Die Adelholzener Schichten wurden nach Bad Adelholzen südwestlich Siegsdorf im Chiemgau benannt. Nach REIS (1896, S. 24), der sich um die räumliche und zeitliche Gliederung des bayerischen Helvetikums sehr verdient gemacht hat, können die Adelholzener Schichten dreigeteilt werden. Sie liegen den Pinswanger Schichten transgressiv auf, d. h. das Meer der Adelholzener Schichten überflutete eine Landschaft, die aus Gesteinen der höheren Oberkreide aufgebaut war. Zwischen den Pinswanger und den Adelholzener Schichten klafft daher eine beträchtliche Schichtlücke, die im Kapitel »Land und Meer« noch eine bedeutende Rolle spielen wird.

Die **Unteren Adelholzener Schichten** sind nur sehr dürrtig aufgeschlossen und müssen meist erschürft werden. Sie sind an der Straße Rohrdorf–Langweid und im Pinswanger Graben als mürbe oder auch stärker verfestigte Grünsandsteine ausgebildet, in denen neben Quarzkörnern Glaukonit (s. oben) vorherrscht.

Die **Mittleren Adelholzener Schichten** treten im Gelände am stärksten hervor. Es handelt sich um grünlich- bis gelblichgraue Kalke, die fast ausschließlich aus Gehäusen von Großforaminiferen aufgebaut werden. Das kalkig-mergelige Bindemittel tritt stark zurück, auch Quarz und Glaukonitkörner sind mengenmäßig ohne Bedeutung.

Die **Oberen Adelholzener Schichten** waren lange Zeit auf die Gräben am Nordfuß des Kirchbergs beschränkt. Im tieferen Teil herrschen grüngraue, schwach sandig-glaukonitische Mergel vor. Darüber folgen schwarze bis schwarzbraune, gelegentlich feinsandige und feinstglimmerige Mergel, die zuerst in einer tektonischen Brekzie des Rohrdorfer Bruchs entdeckt wurden. In den 70er Jahren wurde dieses Schichtglied im Nordwestteil des Zementbruchs in voller Breite angefahren, so daß seine Lage im Profil klar erkannt werden konnte (HAGN et al. 1981, S. 68–70). Es wird von Mittleren Adelholzener Schichten unter- und von basalen, feinsandigen Stockletten überlagert (Abb. 3).

Fossilinhalt und Altersstellung: Die **Unteren Adelholzener Schichten** erwiesen sich als fossilarm. Sie enthalten hauptsächlich Nummuliten (»Münztierchen«, Großforaminiferen).

Auch die Fossilführung der **Mittleren Adelholzener Schichten** ist weitgehend auf Großforaminiferen beschränkt. An Resten von Wirbellosen findet man hin und wieder die planispiral eingerollten Wohnröhren von Ringelwürmern (Anneliden), die den Namen *Rotularia spirulaea* (LAMARCK) tragen (Tafel 9). Nur ziemlich selten fallen dem Sammler neben Kleinbrachiopoden auch Bruchstücke der Riesenauster *Pycnodonte gigantea* (SOLANDER in BRANDER) sowie von *Conoclypus conoideus* (LESKE) in die Hände.

Die Großforaminiferen verteilen sich hauptsächlich auf die Arten *Nummulites millecaput* BOUBÉE, *Assilina exponens* (SOWERBY) und *Discoyclina discus* (RÜTIMEYER). Die erstgenannte Art ist die größte; sie erreicht in Adelholzen einen Durchmesser von 8 cm. In Neubeuern muß man sich derzeit mit Bruchstücken kleinerer Gehäuse begnügen.



Abb. 3

Profilabschnitt Adelholzener Schichten – basale Stockletten im NW-Teil des Rohrdorfer Bruchs. Links im Bild ist der enggepreßte Sattel aus Mittleren Adelholzener Schichten zu erkennen. Dieses Schichtglied wird von schwarzen Mergeln der Oberen Adelholzener Schichten (Bildmitte) begleitet. Rechts im Bild folgen die klotzig erscheinenden sandigen Stockletten. Phot. H. HAGN.

Assilina exponens (SOWERBY), ursprünglich aus dem Eozän von Indien beschrieben, liegt in zwei Erscheinungsformen vor. Ein Teil der Gehäuse, die auf der Oberfläche, zumal bei Benetzung mit Wasser, eine feine Zeichnung erkennen lassen, wird bis zu 2 cm groß (Tafel 2). Sie werden von kleinen linsenförmigen Gehäusen begleitet, die in unvorstellbaren Mengen aus den Kalken herauswittern. Beide Gehäuseformen repräsentieren nur verschiedene Generationen ein und derselben Art. Demgegenüber treten Discocyclinen stärker zurück (vgl. hierzu Tafel 3).

In den **Oberen Adelholzener Schichten** werden die Großforaminiferen durch Kleinforaminiferen ersetzt, die dem bloßen Auge verborgen bleiben. Ihre Auswertung unter dem Mikroskop läßt erkennen, daß die Wassertiefe inzwischen zugenommen hat. Die Oberen Adelholzener Schichten stellen daher einen Übergang zu den tieferen Stockletten her. Die schwarzen Mergel des Rohrdorfer Bruchs sind nicht eben reich an größeren Fossilresten. Immerhin konnten einzelne Korallen (*Diplohelia*) und Muscheln (*Spondylus*, *Variamusium*) gefunden werden. Selbst Haifischzähne und sogar ein Mäusezahn fehlen nicht (Tafel 25).

Den Adelholzener Schichten kommt ein **mitteleozänes** Alter zu. Ihre tieferen und mittleren Anteile sind in das **Lutet** einzustufen, während die Oberen Adelholzener Schichten die **Biarritz**-Stufe vertreten.

STOCKLETTEN

Vorkommen: Nordhelvetische Stockletten sind an der Straße Rohrdorf–Langweid sowie am Nordfuß des Kirch- und Fadenbergs aufgeschlossen. Besonders eindrucksvolle Aufschlüsse liegen im Nordteil des Rohrdorfer Bruchs.

Gesteinsausbildung: Im tiefsten Teil der Schichtfolge beobachtet man grünlichgraue, feinstsandig-glaukonitische, kalkreiche Mergel (»Sandige Stockletten«). Darüber folgen gewöhnlich bläulichgraue Stockletten, die hell anwittern und an Fremdstoffen allenfalls feinste Glimmerplättchen einschließen. Ihr Bruch ist meist schollig-muschelig. Der Tongehalt der Stockletten unterliegt gewissen Schwankungen. Kalkreiche Varietäten neigen im angewitterten Zustand zu einer stengelig-griffeligen Absonderung. Gelegentlich wurde sogar eine plattige Ausbildung der Kalkmergel festgestellt. Stellenweise beobachtet man Rostflecken, die auf verwitterten Pyrit zurückgehen. Die Klufflächen zeigen sich in der Regel bräunlich verfärbt. Die Stockletten sind häufig mit Rotalgenkalken verschiedenster Ausbildung vergesellschaftet. In ihrer Nachbarschaft treten sog. Lithothamnienschuttmergel auf (siehe folgendes Kapitel).

Fossilinhalt und Altersstellung: Die Basisbank der »sandigen« Stockletten enthält im Nordwestteil des Rohrdorfer Bruchs Knochenreste, Haifischzähne sowie reichlich Phosphoritknollen, die wohl ebenfalls auf Reste von Wirbeltieren zurückgehen (HAGN et al. 1981, S. 72) Die jüngeren Anteile der Stockletten sind hingegen fast frei von größeren Versteinerungen. Lediglich Grabgänge von Krabben (*Thalassinoides*) wurden stellenweise beobachtet.

Die Stockletten sind außerordentlich reich an **Kleinforminiferen** (Tafel 4). Da in den meisten Vergesellschaftungen die Gattung *Globigerina* und ihre Verwandten überwiegen, kann man die Stockletten mit dem Globigerinenschlamm der heutigen Meere vergleichen. Ihre Ablagerungstiefe war demnach bedeutend und konnte durchaus mehrere hundert Meter betragen. Vor allem mit Hilfe des Planktons (schwimmende Tiere ohne wesentliche Eigenbewegung wie z. B. Globigerinen) gelang eine eingehende Zonengliederung und damit eine Altersbestimmung der Stockletten. Aber auch der Meeresboden wurde von unzähligen Kleinforminiferen besiedelt; man spricht hier von einem sand- und kalkschaligen Benthos (griech. = Tiefe). Bereits 1868 lieferte GÜMBEL eine Darstellung der Foraminiferen der Stockletten, wobei er allerdings unser Gebiet nur am Rande berührte. Der Löwenanteil an seinem Material stammt aus der Gegend um Siegsdorf. Herr E. HAUSER arbeitet derzeit an einer Revision der GÜMBEL'schen Veröffentlichung. In diesem Zusammenhang finden auch die Stockletten von Rohrdorf und Umgebung eine gebührende Berücksichtigung.

Zu den Mikrofossilien zählen ferner **Ostracoden**, kleine Muschelkrebse aus dem Stamm der Gliederfüßer oder Arthropoden. Sie sind bis jetzt noch nicht ausreichend untersucht. Tafel 18 soll einen Eindruck von diesen kunstvoll verzierten Schälchen vermitteln. Besonders wertvoll war der Nachweis der Tiefsee-Gattung *Agrenocythere*, da die genannte Ostracode die Aussage gestattet, daß z. B. die Stockletten des Kirchbergs einem rezenten Tiefseeschlamm entsprechen.

Verwendet man noch stärkere Vergrößerungen (bis über 8000-fach), ändert sich das Bild abermals. Man hat es jetzt mit **Coccolithen**, mit sog. kalkschaligem Nannoplankton (griech. nannos = Zwerg) zu tun. Coccolithen im weitesten Sinn sind winzige Kalkgebilde, die in großer Zahl den Zellkörper von Flagellaten (»Geißelträger) bedecken. Nach dem Abster-

ben dieser an der Grenze Pflanze/Tier stehenden Organismen rieseln die runden oder sternförmigen Plättchen auf den Meeresboden und beteiligen sich am Aufbau der Gesteine. Auf den Reichtum der Stockletten an Coccolithen machte bereits GÜMBEL (1873, S. 300) aufmerksam. Im modernen Schrifttum spielen diese Kleinstfossilien bei Altersbestimmungen eine entscheidende Rolle (vgl. hierzu die Bestimmungen von E. MARTINI in HAGN et al. 1981, S. 69 usf.). Die Tafeln 27 und 28 sollen diese Wunderwelt vor Augen führen.

Schließlich seien hier auch die **Dinoflagellaten** nicht übergangen. Sie bauen ihre gleichfalls winzigen Hartteile aus organischer Substanz auf. Ihre Gewinnung ist langwierig und nicht ganz ungefährlich, da sie teilweise mit Flußsäure aus dem Gestein befreit werden müssen. Doch die Mühe lohnt sich, da auch Dinoflagellaten wertvolle Zeitmarken liefern. Herr Dipl.-Geol. K.-H. KIRSCH, der sich diesen »Wirbel-Geißelträgern« verschrieben hat, hatte die Freundlichkeit, uns die Bilder für die Tafel 26 zur Verfügung zu stellen.

Zusammenfassend kann daher gesagt werden, daß die nordhelvetischen Stockletten im **obersten Miozän** einsetzen und während des gesamten **Oligozäns** abgelagert wurden. Mit Hilfe der genannten Mikrofossilien gelang es somit, dieses zunächst sehr eintönig wirkende Schichtglied in ältere und jüngere Abschnitte zu gliedern.

LITHOTHAMNIENKALKE

Vorkommen: Die nordhelvetischen Lithothamnienkalken sind auf den Kirchberg und auf den Fadenberg beschränkt. Da die Rotalgenkalken einen idealen Zementrohstoff darstellen, werden sie im Rohrdorfer Bruch in großem Umfang abgebaut.

Gesteinsausbildung: Die Lithothamnien- oder Rotalgenkalken sind den Stockletten gewöhnlich bankartig eingelagert. Ihre Dicke erreicht manchmal 2 m und darüber. In der Regel liegen mittel- bis grobkörnige Fossil-Schuttkalken vor, in denen der Detritus von Algen bei weitem überwiegt. Feinkörnige Varietäten treten im Nordhelvetikum stärker zurück. Quarz- und Glaukonitkörner sind den Kalken in wechselnder Menge eingestreut. Ihre Farbe ist bläulichgrau, in angewittertem Zustand auch gelblichgrau. Seltener erscheinen die Schuttkalken weißlich oder weisen einen Stich ins Rötliche auf. Der Name »Granitmarmor«, den SCHAFFHÄUTL (1846 b, S. 650) für dieses weit verbreitete Gestein einführte, erscheint auf den ersten Blick paradox. Es sei aber berücksichtigt, daß es durch sein richtungslos körniges Gefüge tatsächlich an einen Granit erinnert, zumal die weißlichen Bruchstücke der Rotalgen-Skelette Feldspäte vortäuschen. Außerdem sei daran erinnert, daß in der steinverarbeitenden Industrie jeder schleif- und polierfähige Kalk als Marmor bezeichnet wird (z. B. Tegernseer Marmor, Adneter Marmor).

Neben seiner »Normalfazies« treten aber auch sehr grobkörnige Spielarten auf, die cm-große Gerölle eines dunkelgrauen, seltener rötlichen Riffschuttkalks einschließen (siehe nächstes Kapitel). Im Nordwestteil des Rohrdorfer Bruchs wurde sogar ein größerer Block eines Korallenkalks beobachtet, der in Rotalgenschutt eingebettet liegt. Außerdem findet man gelegentlich größere Lithothamnienknochen mit glaskopfförmig-traubiger Oberfläche (Tafel 29). Man nennt diese Gebilde Rhodolithe, also Rosensteine, wegen der Rotfärbung der lebenden Algen. Sie wurden von ihrer Unterlage gelöst und in tiefere Meeresgründe verfrachtet. Auf Umlagerung und Zerstörung im Küstenbereich weisen auch Gerölle von Mittleren Adelhölzern Schichten sowie isolierte Gehäuse von großen Nummuliten und Assilien aus denselben Ablagerungen hin.

Abb. 4

Das Bild zeigt eine steil einfallende Bank aus »Granitmarmor«, die mit gröberstrukturierten Lithothamnienschuttmergeln (Hammerbereich) in Verbindung steht. Die übrigen Bildteile werden von Stockletten eingenommen. NW-Teil des Rohrdorfer Bruchs. Phot. H. HAGN.



Eine weitere Besonderheit sind Lithothamnienschuttmergel, die an die Nachbarschaft von Rotalgenkalken gebunden sind (Abb. 4). Sie enthalten zahlreiche großwüchsige Foraminiferen des Seichtwasserbereichs. Durch Kornverfeinerung gehen sie allmählich in normale Stockletten über.

Betrachtet man einzelne Bänke von Rotalgenkalken etwas näher, bemerkt man sedimentologische Eigenschaften, die auf eine Ablagerung in größerer Wassertiefe hindeuten. Da ist zunächst einmal das »graded bedding«, die gradierte Schichtung. In derartigen Bänken nimmt die Korngröße von der Unterseite zur Oberseite beständig ab. Wieder andere Bänke lassen auf der Unterseite stromlinienartige Strömungsmarken erkennen, aus denen die Richtung der Wasserbewegung abgeleitet werden kann (Abb. 5). Auch Wühlgefüge, verursacht durch grabende Organismen (Würmer, Krebse, Seeigel), stellen sich nicht selten ein. Man nennt diese Erscheinung Bioturbation. Alle diese Merkmale lassen sich mit einem Transport von Hartteilen von Seichtwasserorganismen in den Tiefseetrog des Helvetikums widerspruchlos in Einklang bringen. Gesteine, die ihre Entstehung Gleit- und Fließvorgängen verdanken, werden in der Fachsprache Turbidite genannt (vgl. hierzu BUCHHOLZ 1986).



Abb. 5

Stromlinienförmige Strömungsmarken auf der Unterseite einer Lithothamnienkalkbank. NE-Teil des Rohrdorfer Bruchs. Phot. H. HAGN.

Fossilinhalt und Altersstellung: Der Granitmarmor und seine Begleitgesteine werden im wesentlichen aus Rotalgen aufgebaut. Die Algenstrünke (Thallus, Mehrzahl Thalli) sind zu Lebzeiten lebhaft rot gefärbt. Im fossilen Zustand ist diese rote Farbe verschwunden und die durch Kalkeinlagerung widerstandsfähig gewordenen Thalli erscheinen weißlich opak. Fast alle Rotalgen des Granitmarmors gehören der Familie Corallinaceae an. Korrekterweise müßte man daher den Namen Lithothamnienkalke durch den Ausdruck Corallinaceenkalke ersetzen, da in ihnen neben der Gattung *Lithothamnium* auch noch die Genera *Archaeolithothamnium*, *Lithophyllum*, *Mesophyllum*, *Lithoporella*, *Corallina* und *Jania* auftreten. Namentlich seien hier die Arten *Archaeolithothamnium nummuliticum* (GÜMBEL), *Mesophyllum ? torulosum* (GÜMBEL) und *Lithoporella melobesioides* FOSLIE (Tafel 29) genannt. Die Familie Squamariaceae wird durch *Pseudolithothamnium album* PFENDER vertreten. Es sei noch erwähnt, daß sich GÜMBEL (1871) auch mit Rotalgen ausführlicher befaßte.

In Dünnschliffen von Rotalgenkalcken werden zahlreiche Foraminiferen beobachtet. Aber auch Bryozoen (Moostierchen, vgl. hierzu Tafel 7) fehlen nicht. Größere Versteinerungen sind hingegen ziemlich selten. Am ehesten ist noch mit Stachelhäutern (Echinodermen) zu rechnen. Neben Seeigelresten trifft man hin und wieder auch Stielglieder von Seelilien (Tafel 24) an. Vereinzelt wurden auch kohlige Einschaltungen entdeckt und selbst Reste von versteinertem, aber nicht mehr strukturbietendem Holz gefunden.

Da die Rotalgenkalke den jüngeren Stockletten eingelagert sind, können sie ohne Einschränkung in das **Obereozän (Priabon)** gestellt werden.

Bemerkungen: Die Rotalgenkalke von Rohrdorf wurden im Jahre 1808 beim Bau der Soleleitung Traunstein–Rosenheim entdeckt. Dieser »Marmor« wurde sehr rasch beliebt und entwickelte sich zum Modegestein vor allem für Grabmäler (z. B. Alter Südlicher Friedhof in München; vgl. hierzu REIS 1935, S. 53–54). Er wurde aber auch für architektonische Zwecke verwendet. DÜRNEGGER (1913, S. 147–148; 1929, S. 250) schrieb die Entdeckung des »Granits« dem Schreiner, Maler und Grabsteinhauer Ignaz GRIS (1778–1842) zu. Die Inschrift auf seinem Grabstein im Rohrdorfer Friedhof (Abb. 6), in antikisierenden Hexametern verfaßt, lautet:

»Dankbar bedeck ich als Grabmal die Asche des redlichen Mannes
Welcher aus dusterer Gruft einst in das Leben mich rief.
Wanderer der du vielleicht schon empfangene Wohlthat vergessen
Lerne dem herzlosen Stein herzliche Dankbarkeit ab«.

Die Anfänge des »Südbayerischen Portland-Zementwerks Gebr. Wiesböck & Co. GmbH« datieren auf das Jahr 1928. 1931 verließ der erste Zement das Werk (HAGN 1973, S. 198). Die heutigen Ausmaße des Rohrdorfer Bruchs sind beträchtlich und bieten dem Geologen einen tiefen Einblick in den Aufbau des Fadenbergs.

Ergänzend sei noch nachgetragen, daß auf Klüften der Rotalgenkalke schöne Kalzitkristalle sprossen, die bei Mineralsammlern sehr begehrt sind.

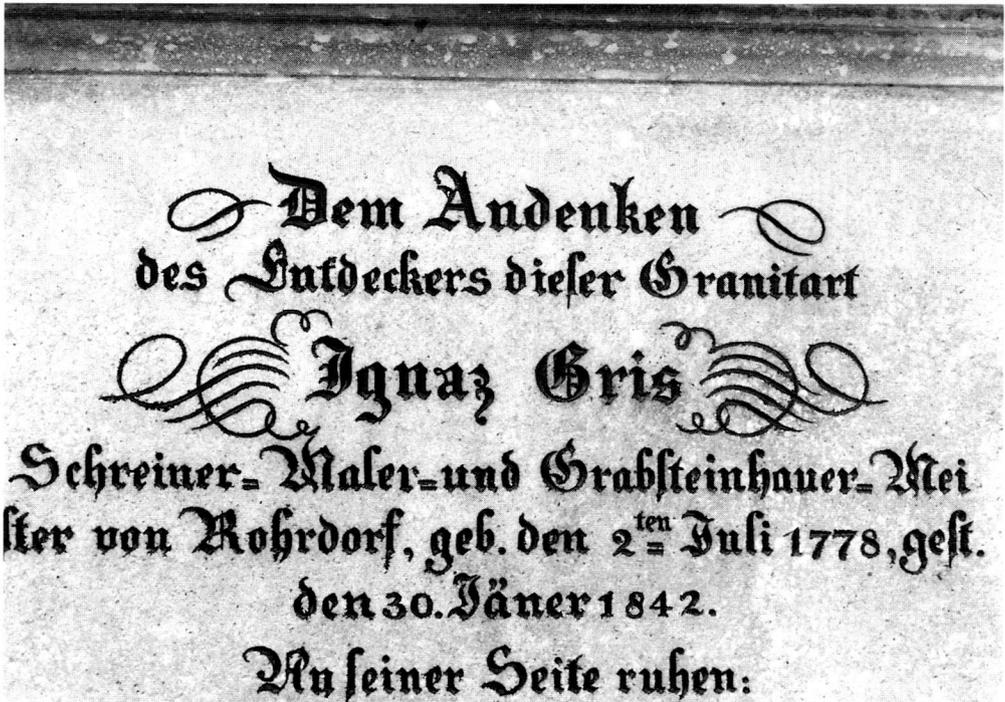


Abb. 6

Grabstein des Ignaz GRIS auf dem Rohrdorfer Friedhof (Ausschnitt). Phot. R. SCHMID.

KORALLEN- und RIFFSCHUTTKALKE

Vorkommen: Zusammenhängende Gesteinsverbände sind nur vom Kirchberg bekannt. Sie wurden im vorigen Jahrhundert in einem heute verlassenen Steinbruch (Gallaus- bzw. Garausbruch nach BERNRIEDER 1987, S. 460, 472) abgebaut. Nach SCHAFFHÄUTL (1846 b, S. 655) stammen die 66 Innen-Säulen von St. Bonifaz in München von »Binswang« (Pinswang), womit nur der Kirchberg gemeint sein kann. Einzelne Gerölle von Korallen- bzw. Riffschuttkalken wurden ferner in Rotalgenkalken des Rohrdorfer Bruchs entdeckt (s. voriges Kapitel).

Gesteinsausbildung: Noch vor wenigen Jahren lagen im Steinbruch größere Blöcke von grauen Korallenkalken herum, die auf den ersten Blick an Thecosmilienkalke des kalkalpinen Rhäts erinnerten. Heute ist die Fundstelle ziemlich abgesammelt und daher unergiebig. Viel häufiger sind graue und gelbliche Riffschutt- bzw. Fossiliscluttkalke, die erst im Dünnschliff eine reiche Fauna und Flora erkennen lassen (HAGN et al. 1981, S. 76–78).

Fossilinhalt und Altersstellung: Da die ehemals aragonitischen Korallenskelette heute in Kalzit umkristallisiert vorliegen, sind eingehendere Bestimmungen kaum mehr möglich. Immerhin gelang es Herrn Dipl.-Geol. R. DARGA, eine »Hirnkoralle«, deren Kelche eng verschlungen erscheinen, als *Colpophyllia stellata* (CATULLO) zu bestimmen (Tafel 6).

Die Begleitfauna ist nicht allzu reichlich. Sie umfaßt u. a. Schwämme (Poriferen), Lamelli-branchiaten sowie reguläre und irreguläre Seeigel. Sehr häufig findet man jedoch Rotalgenknollen, die wir bereits als Rhodolithen kennengelernt haben. Sie werden abwechselnd von Rotalgen, krustenförmigen Foraminiferen wie *Gypsina linearis* (HANZAWA) und Moostierchen (Bryozoen) aufgebaut. Unter den Rotalgen ist der Krustenbildner *Lithoporella melobesoides* FOSLIE besonders häufig (Tafel 29). Die Anwesenheit von Rotalgen in diesen »Verwachsungsgemeinschaften«, die in Wirklichkeit einen Kampf ums Überleben demonstrieren, weist auf eine Entstehung in der photischen Zone (griech. phos = Licht), d. h. im Seichtwasser, hin. Auch die Korallen gedeihen nur in seichtem, warmem und reinem Wasser. Das gesamte Ökosystem deutet daher auf ein tropisches Riffareal hin, in dem Photosynthese durch Algen möglich war.

Eingehende Untersuchungen von BUCHHOLZ (1986) und DARGA lieferten den Beweis, daß sämtliche Komponenten einschließlich der größeren Riffstöcke von ihrem Entstehungsort losgelöst und in Stockletten eingebettet wurden. Es sind dies dieselben Stockletten, von denen wir gehört haben, daß sie als fossiler Globigerinenschlamm und damit als Tiefseesedimente aufzufassen sind. Auch am Kirchberg haben demnach Untersuchungen und Gleitvorgänge größeren Ausmaßes stattgefunden. Das **Obereozän**, dem die genannten Gesteine ohne Ausnahme angehören, war demnach eine Zeit der tektonischen Unruhe, in der sich Krustenbewegungen größeren Ausmaßes ankündigten. Man sagt in diesem Zusammenhang auch, daß die Flyschfazies im Priabon auf den helvetischen Trog übergreifen hat (vgl. hierzu auch das Kapitel über die gebirgsbildenden Kräfte).

Bemerkungen: Im Bereich der Bayerischen Alpen kennt man ein einziges vergleichbares Riff. Es ist dies der Eisenrichter Stein bei Hallthurm am Westfuß des Untersberg. Weitere Riffe aus dem Obereozän sind uns nicht bekannt, weder aus Österreich noch aus der Schweiz. Die Riffkalke des Kirchbergs stellen daher etwas ganz Besonderes dar. Ihre Bedeutung für die Rekonstruktion der ehemaligen Küstensäume wird im Kapitel »Land und Meer« aufgehellert werden.

Südhelvetikum

Die Schichtfolge beginnt wiederum mit Kreideablagerungen, die aber mit den Pinswanger Schichten nicht das Geringste zu tun haben.

HACHAUER SCHICHTEN

Vorkommen: Das Vorkommen von Hachauer Schichten ist auf den Pinswanger Graben beschränkt.

Gesteinsausbildung, Fossilinhalt und Altersstellung: Es herrschen schwärzliche, glimmerführende Sandmergel vor, denen bankweise feinkörnige Sandsteine eingelagert sind. Sie setzen sich hauptsächlich aus Quarz, Feldspat und Glimmer zusammen. Auch Glaukonitkörner und Pflanzenhäcksel fehlen nicht. Die Ablagerung der Sandmergel und Sandsteine erfolgte wohl in geringer Wassertiefe bzw. in Küstennähe. Ihr Fossilgehalt ist äußerst gering. Selbst die Foraminiferenfauna erweist sich als sehr spärlich. Dennoch konnten Hinweise auf **höheres Maastricht** gewonnen werden.

Die Hachauer Schichten wurden zuerst von REIS (1896, S. 6 usf.) aus dem Katzenlochgraben westlich Hachau im Tal der Roten Traun (Chiemgau) beschrieben. Der tiefere Profilabschnitt wird von schwarzen Sandmergeln eingenommen, die von grauen, harten und zähen, fossilführenden Sandsteinen überlagert werden. Die Aufschlüsse im Pinswanger Graben sind daher dem tieferen Teil der Hachauer Schichten zuzurechnen.

Obwohl für den Fossilsammler uninteressant, nehmen die Hachauer Schichten bei paläogeographischen Überlegungen eine Schlüsselstellung ein. Unter Paläogeographie versteht man die Kenntnis von der ehemaligen Verteilung von Land und Meer. Die Hachauer Schichten wurden im Vergleich zu den Pinswanger Schichten viel weiter im Süden abgelagert und sind daher als Küstensedimente ausgebildet. Mit ihrer Hilfe gelang es, die Regression, also den Rückzug des Oberkreidemeeres nach Süden in klaren Strichen nachzuzeichnen. Sie wurden kurz vor der Wende Kreide/Tertiär abgelagert, als weiter im Norden weite Landstriche unter festländischen Einfluß gerieten und der Abtragung anheimfielen.

SCHMALFLÖZ-SCHICHTEN s. I.

Vorkommen: Diese Gesteinsfolge ist am Neubeurer Schloßberg im Nord- und im Südsattel sowie bei Langweid (Eckbichl) aufgeschlossen. Berühmt geworden sind die alten Abbaue von Mühl- und Schleifsteinen in der Wolfsschlucht, die sich bis in das Jahr 1489 zurückdatieren lassen (BERNRIEDER 1987, S. 459; vgl. hierzu GÜMBEL 1861, S. 639; DÜRN-EGGER 1922, S. 171). Die Wolfsschlucht im Nordteil des Neubeurer Schloßbergs zeugt demnach vom unermüdlichen Fleiß ungezählter »Steinhacker«, zumal an der nördlichen Wand noch deutliche Abbauspuren zu erkennen sind. Heute bietet sie eine malerische Kulisse, die zu den Sehenswürdigkeiten von Neubeuern gerechnet werden darf (Abb. 7).

Abb. 7

Eingang zur Wolfsschlucht, von Osten her. Rechts im Bild Oberpaleozän, links tiefes Untereozän. Die Schichten fallen sehr steil nach Süden ein.

Phot. R. SCHMID.



Gesteinsausbildung: Die Schichtfolge ist äußerst variabel. Es wurden helle Arkosen (Quarz-Feldspat-Gesteine), feinkörnige Grünsandsteine (mit Glaukonit), eisenschüssige Sandsteine mit Limonit (Eisenoxidhydrat), glaukonitische, brauneisenführende Sandkalke bzw. Kalksandsteine sowie schwärzliche, sandig-glimmerige Mergel beobachtet.

Wirtschaftliche Bedeutung erlangten lediglich die feinkörnigen Grünsandsteine, da aus ihnen die oben erwähnten Mühl- und Schleifsteine hergestellt wurden. Sie setzen sich aus Quarz, Feldspat, Glimmer und Glaukonit zusammen. Ihr Korn ist sehr gleichmäßig.

Mangels eines lokalen Namens wurden die sehr sandreichen Ablagerungen von Neubeuern und von Langweid mit einem Schichtnamen aus dem Ostteil des Kressenberger Eisenerzreviers (Chiemgau) belegt. Noch vor Einsetzen der Roterzflöze kam es in beiden Gebieten zur Ausfällung von Eisenverbindungen in sehr flachem Wasser. Der Name »Schmalflöz« weist zudem auf geringere Erzgehalte hin (HAGN 1973, S. 184).

Fossilinhalt und Altersstellung: Abgesehen von kleinen, einfach gebauten Nummuliten und anderen Mikrofossilien sind die Schmalflöz-Schichten im weiteren Sinn ziemlich arm an Versteinerungen. Lediglich die glaukonitischen, brauneisenführenden Sandkalke bzw. Kalksandsteine vom Nordhang des Neubeurer Schloßbergs lieferten eine spärliche Fauna,

in der die großwüchsige *Terebratula fumanensis* MENECHINI besonders hervortritt (Tafel 8). Daneben wurden Reste berippter Muscheln, Crinoidenschutt sowie sehr selten kleine Hai-fisch-Zähne gefunden. Im alten Steinbruch von Langweid konnte Herr J. WÜHRL, München, zudem den Steinkern einer hochgewundenen Schnecke aufsammeln, die der Gattung *Rostellaria (Calyptrophorus)* angehört. Aus der Wolfsschlucht liegt inzwischen der Steinkern eines *Strombus piriformis* (SCHAFHÄUTL) vor (Tafel 16).

Die Schmalflöz-Schichten von Neubeuern werden heute in die Ilerd-Stufe (höheres Paleozän) eingestuft. Wie Tab. 1 erkennen läßt, ist zwischen ihnen und den Hachauer Schichten der jüngsten Kreide eine Schichtlücke ausgebildet, die zeitlich aber eine geringere Spanne umfaßt als die Schichtunterbrechung im Nordhelvetikum.

ALVEOLINEN-SCHICHTEN

Vorkommen: Alveolinen-Schichten sind am Neubeurer Schloßberg an verschiedenen Stellen aufgeschlossen. Ihren Namen erhielten sie von einer Alveolinen führenden Sandsteinbank, die früher am Ostausgang der Wolfsschlucht anstand (HAGN 1952, S. 70). Dieses Schichtglied wurde auch in Langweid (Eckbichl) nachgewiesen.

Gesteinsausbildung: Es handelt sich um bräunliche, mittel- bis grobkörnige, eisenschüssige Mürbsandsteine sowie um gelbliche, fein- bis mittelkörnige Sandsteine. Letztere sind teilweise sehr hart und zäh. Die Alveolinen-Schichten wurden zweifellos in sehr seichem Wasser abgelagert und sind daher als Küstensedimente aufzufassen.

Fossilinhalt und Altersstellung: Von besonderer Bedeutung ist der Nachweis der Großforaminifere *Alveolina oblonga* D'ORBIGNY (Tafel 3), da diese Art das tiefste Untereozän (tiefes Cuis) anzeigt. Alveolinen sind im bayerischen Helvetikum ziemlich selten, da sich diese wärmeliebenden Einzeller nur sporadisch so weit nach Norden vorwagten.

Daneben werden verhältnismäßig häufig Gehäuse von Münztierchen (Nummuliten) beobachtet, die in einer kreidig-schaligen, unvererzten Erhaltung vorliegen.

Die Alveolinen-Schichten vermitteln im Profil zwischen den oberpaleozänen Schmalflöz-Schichten und den Roterz-Schichten. Wären Alveolinen häufiger, böten sich diese Ablagerungen als vorzüglicher Leithorizont an.

ROTERZ-SCHICHTEN

Vorkommen: Die lebhaft gefärbten Roterz-Schichten, deren Name aus dem Kressenberger Eisenerzrevier übernommen wurde, sind im Bereich des Neubeurer Schloßbergs an mehreren Stellen aufgeschlossen. Sie bilden den Kern zweier Ost-West-streichender Mulden. Die Roterz-Schichten dienen architektonischen Zwecken, waren aber auch als Hau- und Bruchsteine sehr geschätzt (GÜMBEL 1861, S. 891). Nach DÜRNEGGER (1922, S. 170–171) lagen die wichtigsten Brüche im SW-Teil des Neubeurer Schloßbergs. Der Gemeindesteinbruch am Haschlberg (Rachlberg) war seit 1785 in Betrieb und wurde erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts aufgelassen (BERNRIEDER 1987, S. 467). Etwas jünger ist der Steinbruch bei Langweid (Eckbichl), in dem gleichfalls neben anderen Gesteinen Roterz-Schichten gebrochen wurden. Er wurde erst in den Jahren 1845/47 eröffnet und überdauerte die Jahrhundertwende nicht (BERNRIEDER 1987, S. 468).

Gesteinsausbildung: Es herrschen dunkelrote bis rötlichbraune, brauneisenführende, kalkig gebundene Sandsteine vor. Ihre Verwitterungsfarbe ist bräunlich. Durch Auslaugung von Erzpartikeln oder von Fossilresten können löcherige Mürbsandsteine entstehen.

Fossilinhalt und Altersstellung: Die häufigsten Versteinerungen der Roterz-Schichten sind die kalkigen Gehäuse von Münztierchen, Nummuliten. Sie liegen in zweierlei Erhaltung vor. Die kleineren Gehäuse dieser Großforaminiferen sind in der Regel abgerollt, teilweise auch zerbrochen und mehr oder weniger stark mit Eisenoxidhydrat (Brauneisen, Limonit) imprägniert. Man nennt sie »vererzt«, obwohl nur die Hohlräume der Gehäuse mit Eisenerz erfüllt sind, während sich die Skelettelemente selbst noch unversehrt erhalten zeigen (Tafel 2). Derartige Nummuliten wurden von ihrem früheren Wohnort fortgeschwemmt, durch Strömungen verfrachtet und an anderen Stellen, also auf sekundärer Lagerstätte, wieder abgesetzt.

Daneben beobachtet man größere Gehäuse, die kaum oder überhaupt nicht von Erzlösungen durchdrungen wurden und die man deshalb als bodenständig (autochthon) ansieht. Ihre Gehäuse erscheinen weiß oder allenfalls schwach gelblich verfärbt und heben sich so von der durch Eisenverbindungen rötlich oder bräunlich getönten Grundmasse deutlich ab. Sie erinnern im Querbruch an Feldfrüchte, vor allem an Getreidekörner. Auf einen solchen Vergleich geht auch die Bezeichnung »Fruchtstein« zurück, die FLURL (1792, S. 119) für das Neubeurer Gestein gebrauchte (HAGN 1973, S. 188). Sehr treffend ist auch der Name »Haberkörnstein«, den SCHAFHÄUTL (1846 b, S. 656) in das Schrifttum einführte. Auf ihn wird in den Erläuterungen zu Tafel 1 noch ausführlich zurückzukommen sein.

Die Roterz-Schichten wurden früher in das Mitteleozän (Lutet) gestellt. Eine Bestimmung der Nummuliten durch SCHAUB (in HAGN 1973, S. 188–189) erbrachte indes ein etwas höheres Alter, nämlich **unteres Cuis**, also Untereozän. Dieser Befund paßt gut zum Alter der darunterliegenden Alveolinen-Schichten, die das tiefste Cuis kennzeichnen. Am Neubeurer Schloßberg wurden die Arten *Nummulites rotularius* DESHAYES, *N. cf. jacquoti* DE LA HARPE, *N. burdigalensis* DE LA HARPE und *N. aff. alpinus* SCHAUB erkannt. An weiteren Großforaminiferen konnten die Gattungen *Assilina*, *Operculina* und *Discocyclina* nachgewiesen werden.

Reste von Wirbellosen sind in den Roterz-Schichten nicht allzu häufig und gewöhnlich schlecht erhalten. Am ehesten stößt man noch auf die kalzitischen Schalen von Austern (*Pycnodonte*, *Lopha*) und Kamm-Muscheln (*Chlamys*). Steinkerne von Schnecken sind ziemlich selten. Gelegentlich gelingt der Fund eines kleinen Seeigels, der den Namen *Prenaster alpinus* DESOR trägt.

Bemerkungen: Der Erzgehalt der Roterz-Schichten ist zu gering, um an eine Verhüttung zu denken. Am Kressenberg und im Bereich des Grünten bei Sonthofen (Allgäu) wurden die Roterz-Schichten hingegen jahrhundertlang geschürft und auf Eisen verhüttet. Die dekorative Felsart des Neubeurer Haberkörnsteins brachte dennoch viel Gewinn, da er, zumal im vorigen Jahrhundert, reißend Absatz fand. Man kann ihn in den Sockelgesteinen der Maria-Hilf-Kirche in München, an der Otto-Kapelle in Kiefersfelden und an Brückenbauten in Rosenheim und Mühldorf wiederfinden, um nur einige Beispiele zu nennen (vgl. hierzu REIS 1935, S. 53; BERNRIEDER 1987, S. 470).

ZWISCHEN-SCHICHTEN

Vorkommen: Dieses geringmächtige und nicht sehr typisch ausgebildete Schichtglied ist nur aus dem Steinbruch von Langweid (Eckbichl) bekannt. Am Neubeurer Schloßberg scheinen diese Schichten zu fehlen. Möglicherweise reicht die Schichtfolge an dieser Lokalität nicht bis in das höhere Untereozän hinauf. Es könnte aber auch sein, daß die Zwischen-Schichten bereits abgebaut oder heute durch Pflanzenwuchs verhüllt, also nicht aufgeschlossen sind.

Gesteinsausbildung: Es liegen schmutziggraue bis bräunliche, mittelkörnige Sandsteine mit wechselndem Limonitgehalt vor. Am Aufbau des Gesteins sind im wesentlichen Quarzkörner beteiligt. Die Zwischen-Schichten sind daher sandreicher und erzärmer als die Roterz-Schichten. Von den Schwarzerz-Schichten unterscheiden sie sich durch ihre Kalkarmut sowie durch das weitgehende Fehlen von Fossilien. In den Zwischen-Schichten von Langweid wurden nur einige wenige Nummuliten beobachtet. Die Altersbestimmung **höheres Cuis** beruht daher auf ihrer Lage im Profil.

Bemerkungen: Am Kressenberg sind diese Ablagerungen als »Schicht mit vererzten Fossilien« ausgebildet. Sie lassen Anzeichen für eine Emersion, also für ein Auftauchen des Meeresbodens über den Wasserspiegel, erkennen. Im Steinbruch von St. Pankraz am Haunsberg nördlich Salzburg sind die Zwischen-Schichten als gelbe, wenig verfestigte Sande ausgebildet, die auch heute noch in beträchtlichem Umfang zu Bauzwecken abgebaut werden (TRAUB 1953, S. 15). Früher dienten sie den Salzburger Hausfrauen als Putzsande. Sie wurden aber auch beim Heraussägen von Blöcken des Untersberger Marmors (Gosau, höhere Oberkreide) verwendet.

SCHWARZERZ-SCHICHTEN s. I.

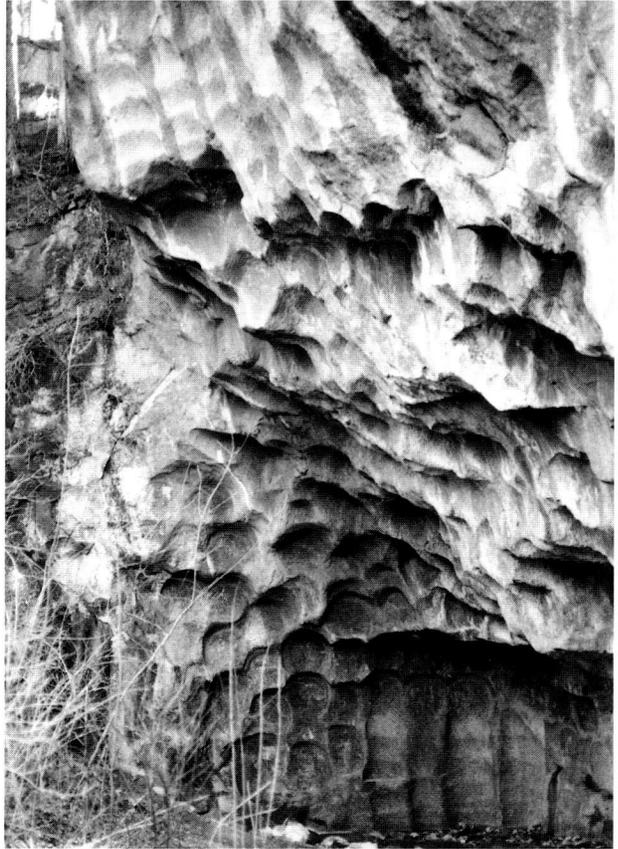
Vorkommen: Ablagerungen, die den Schwarzerz-Schichten des Kressenbergs zeitlich entsprechen, stehen vor allem im Raum Altenbeuern–Hinterhör an. Sie sind ferner im Steinbruch bei Langweid (Eckbichl) aufgeschlossen. Auch die Gesteine des Höhenzugs nördlich Althaus sind hierher zu rechnen.

Neben der Wolfsschlucht legt der alte Mühlsteinbruch am Hörerberg bei Hinterhör Zeugnis von harter Arbeit und mühseliger Plackerei vieler Generationen ab (Abb. 8). Der Steinbruch wurde nach BERNRIEDER (1987, S. 462) im Jahre 1572 »aufgeschlagen«. Er kam erst 1860 zum Erliegen. Zwischen 1635 und 1650 arbeitete ein Steinhacker 10–14 Tage an der Gewinnung eines Mühlsteins, der einen Erlös von 4–6 Gulden einbrachte (BERNRIEDER 1987, S. 464, 466). FLURL (1792, S. 118–119) beschrieb die Abbaumethoden bis in alle Einzelheiten. Demnach wurde der Umriß eines Mühlsteins aus dem harten Gestein herausgemeißelt. In die so entstandenen Vertiefungen wurden sodann Holzkeile getrieben. Diese wurden solange mit Wasser begossen, bis das gequollene Holz die Steine in der gewünschten Dicke von ihrer Unterlage löste. Eine gefährliche Arbeit war schließlich, die einzelnen Mühlsteine mit einem Durchmesser von 120–150 cm bis zum Inn zu transportieren, wo sie auf Plätten verladen wurden.

Gesteinsausbildung: Die Schwarzerz-Schichten der oben genannten Vorkommen lassen eine sehr unterschiedliche Ausbildung erkennen. Einzelne Schichtglieder sind völlig frei von Eisenerz. Hierher gehören die hellen Mühlsandsteine von Altenbeuern und Hinterhör sowie die grauen Sandkalke und kalkig gebundenen Sandsteine der Höhe nördlich Althaus.

Abb. 8

Mühlsteinbruch von Hinterhör.
Die Abbauspuren sind noch
gut zu erkennen.
Phot. R. SCHMID.



Dem Schwarzerz am nächsten kommen bräunlichrote bis hellrote, brauneisenführende Sandkalke und kalkig gebundene Sandsteine, die bei Langweid, Altenbeuern und Hinterhör anstehen. Ihre Verwitterungsfarbe ist rostbraun. Der Erzgehalt dieser Schichten ist starken Schwankungen unterworfen. Unter dem Mikroskop stellt man fest, daß die Erzpartikel durch Strömungen zusammengeschwemmt und dadurch angereichert wurden.

Es war nicht leicht, die einzelnen Aufschlüsse sinnvoll miteinander zu verbinden. Infolge einer sehr starken Raumverengung im Gefolge von gebirgsbildenden Ereignissen wurden zusammenhängende Gesteinsserien auseinandergerissen und zu einem neuen, zunächst fremden Bild zusammengefügt. Eingehende Untersuchungen lassen aber den Schluß zu, daß die erzführenden Schichten mehr im Süden beheimatet waren, während die erzfreien Gesteine eine Verbindung zu den Adelholzener Schichten des Nordhelvetikums herstellten (vgl. hierzu HAGN 1973, S. 191–193).

Fossilinhalt und Altersstellung: Alle Gesteine sind mehr oder minder reich an Klein- und Großforaminiferen. Neben Nummuliten wurden reichlich Discocyclinen beobachtet (Tafel 3), die sich hauptsächlich auf die Arten *D. discus* (RÜTIMEYER) und *D. sella* (D'ARCHIAC) verteilen. An größeren Versteinerungen sind die Schwarzerz-Schichten s.l. nicht eben reich, zumal sie sich nur schwer aus den meist harten und zähen Gesteinen

herauslösen lassen. Neben der »Riesenauster« *Pycnodonte gigantea* (SOLANDER in BRANDER) wurde vor allem der stattliche Seeigel *Conoclypus conoideus* (LESKE), das Wappentier des bayerischen Helvetikums, gefunden (Tafel 20). Das Alter dieser Schichten ist **tieferes Miozän (Unter-Lutet)**.

Bemerkungen: Der Erzgehalt der Roterz- und Schwarzerz-Schichten hängt von der ehemaligen Zufuhr eisenhaltiger Verwitterungslösungen ab. Während das Schwarzerz des Kressenbergs einen Eisengehalt von über 30% aufweist, sind andere Gebiete weniger bevorzugt. So ist z. B. der Enzenauer Marmor des Helvetikums westlich von Bad Tölz, der an die Wende Cuis/Lutet zu liegen kommt, gleichfalls arm an Eisenverbindungen. Er wurde im Steinbruch Unterenzenau für architektonische Zwecke gebrochen.

Nachzutragen wäre noch, daß die hellen Mühlsteinsteine von Altenbeuern und Hinterhör zusammen mit Mühlsteinen aus dem Flintsbacher Biber-Bruch Verwendung fanden. Dabei dienten letztere als »Läufer oder Obersteine«, während der Neubeurer Stein als »Unter- oder Bodensteine« benützt wurden (v. OBERNBERG 1815, S. 327). Der Flintsbacher Steinbruch, der auch heute noch, wenn auch in sehr bescheidenem Umfang, in Betrieb steht, geht in zwischeneiszeitlichen Sandsteinen und Nagelfluhen (groben Konglomeraten) des Unterinntals um.

FLÖZ-NEBENGESTEIN

Vorkommen: Ablagerungen, die zeitlich und räumlich dem »Emanuelflöz-Nebengestein« bzw. dem »Glaukonitischen Kalksandstein« des Kressenbergs (SCHLOSSER 1925) entsprechen, sind im Raum Altenbeuern, Hinterhör und Langweid aufgeschlossen. Dieses Schichtglied folgt im Profil auf die Schwarzerz-Schichten s. l.

Gesteinsausbildung: Das Nebengestein liegt ganz allgemein in der Ausbildung von grauen, mehr oder minder glaukonitischen, mergeligen Sandsteinen, Sandmergeln, sandigen Mergelkalken und fossilreichen Kalken vor. Im Steinbruch von Langweid weisen die Schichten einen etwas plattigen Habitus auf. Bei Hinterhör ist das Gestein wenig verfestigt und zerfällt zu dunklem, erdigem Sand. Südöstlich Altenbeuern trifft man gelbbraune, grünstichige, stark glaukonitisch-phosphoritische, mürbe Sandmergel an, die sehr stark an das Nebengestein des Kressenbergs erinnern. Im Bürgl-Bruch von Altenbeuern beobachtet man hingegen dichte, graue, organogene, spätige Kalke mit zahlreichen Fossilresten und Holzkohle. Allen Spielarten gemeinsam ist das Auftreten einzelner größerer Quarzkörner, die in der feinkörnigen Grundmasse schwimmen.

Fossilinhalt und Altersstellung: Das Nebengestein ist durch seinen Fossilreichtum ausgezeichnet und erfreut sich deshalb bei Privatsammlern großer Beliebtheit. Es sei daher ein kurzer Überblick über die einzelnen Tiergruppen gegeben.

Foraminiferen: Es kommen sowohl Klein- als auch Großforaminiferen vor. Sie können entweder aus weicheren Lagen ausgeschlämmt oder in Dünnschliffen härterer Gesteinsbänke untersucht werden. Stratigraphisch bedeutsam ist die kleine planktonische Art *Morozovella* aff. *aragonensis* (NUTTALL), da sie höheres Miozän ausschließt. (HAGN 1973, S. 193, 195). Die Großforaminiferen verteilen sich auf die Gattungen *Nummulites*, *Assilina*, *Operculina* und *Discocyclina*.

Schwämme (Porifera): An der Schießstätte von Altenbeuern treten Kieselschwämme mit stark eingebuchteter Wand auf, die als *Guettardiscyphia* cf. *stellata* (MICHELOTTI)

bestimmt wurden (Tafel 5). Die Fundstelle liegt im Bürgl-Bruch, der, abgesehen von früheren Schürfungen, erst Ende des 18. Jahrhunderts angelegt wurde (BERNRIEDER 1987, S. 461, 467).

Korallen: Vereinzelt wurden Einzelkorallen gefunden, die den Namen *Balanophyllia vermicularis* (SCHAFHÄUTL) bzw. *Trochocyathus multicosatus* GÜMBEL tragen.

Moostierchen: Bryozoen erscheinen gelegentlich als zierliche, feinmaschige Bewüchse von Hartteilen anderer Organismen. So liegt von Hinterhör ein Seeigel, *Echinolampas escheri* AGASSIZ, vor, der von einer krustenförmigen Kolonie von *Membranipora* überwachsen ist (Tafel 7).

Armfüßler (Brachiopoden): Schalen dieser Tiergruppe werden gleichfalls nur hin und wieder angetroffen. Neben der normalwüchsigen *Terebratulina hilarionis* MENEGHINI konnte auch die kleine, zart berippte *Terebratulina parisiensis* DESHAYES nachgewiesen werden (Tafel 8).

Ringelwürmer (Annelida): Manche Schichtflächen des Nebengesteins von Langweid sind mit kleineren Röhrchen bedeckt, die als Wohnröhren von Würmern zu deuten sind. Die zweischichtig aufgebauten, unscheinbaren Gebilde werden *Ditrupa cornea* (LINNÉ) genannt (Tafel 9).

Muscheln (Lamellibranchiaten): Man unterscheidet zwischen Aragonitschalern (Homomyaria oder Gleichmusklern, nach dem Abdruck der Schließmuskel) und den überwiegend aus Kalzit bestehenden Hartteilen von Ungleichmusklern (Anisomyaria). Die erstere Gruppe wird nur durch kaum mehr bestimmbare Steinkerne vertreten, da Aragonit sehr leicht löslich ist. Zur zweiten, noch mit der Originalschale erhaltenen Gruppe sind hauptsächlich die Arten *Pycnodonte gigantea* (SOLANDER in BRANDER) sowie *Pycnodonte guembeli* MAYER-EYMAR zu rechnen. Sie werden von *Chlamys scutulata* (SCHAFHÄUTL) und *Spondylus radula* LAMARCK begleitet (Tafeln 12–14).

Schnecken (Gastropoden): Alle Gastropoden liegen als Steinkerne vor und haben daher die Attraktivität lebender Meeresschnecken eingebüßt. Auch ihre Hartteile bestanden ursprünglich aus Aragonit, der instabilen Modifikation des Kalziumkarbonats. Am eindrucksvollsten sind noch die riesenwüchsige *Gisortia gigantea* (MÜNSTER) und die ebenfalls stattliche *Pleurotomaria cf. puncticulosa* GÜMBEL (Tafel 15). An weiteren Gattungen können *Ampullina.*, *Potamides* und *Xenophora* nachgetragen werden (Tafel 16).

Kopffüßler (Cephalopoda): Diese Tiergruppe wird ausschließlich durch kleine Nautiliden repräsentiert (Tafel 14).

Gliederfüßler (Arthropoda): Der genannte Tierstamm spielt im Nebengestein vor allem von Altenbeuern eine bedeutende Rolle. **Ostracoden** (Muschelkrebse) können aus weicheren Einschaltungen durch Ausschlämmen gewonnen werden. Als Beispiele seien *Schizocythere cf. appendiculata* TRIEBEL und *Quadracythere* angeführt. Weit spektakulärer zeigen sich die zahlreichen **Krabben** (Brachyuren, Kurzschwanzkrebse). Allen voran der begehrte *Harpactocarcinus quadrilobatus* (DESMAREST), dessen früherer Name *Xanthopsis kressenbergensis* v. MEYER lautete (Tafel 19). Eine Besonderheit dieser Fundstelle sind die schwarzgefärbten Spitzen der Scherenfinger (Inkohlung von Chitin, das am Aufbau der Krebspanzer wesentlich beteiligt ist). Seltenerer Funde können auf *Palaeograpsus cf. loczyanus* LÖRENTHEY, *Titanocarcinus verrucosus* (SCHAFHÄUTL) und *Periacanthus cf. horridus* BITTNER bezogen werden.

Stachelhäuter (Echinodermen) fallen dem Sammler besonders reichlich in die Hände. Vor allem **Seeigel** (Echiniden) besiedelten die tropische Flachsee in großer Individuenzahl. Die häufigste Art ist wohl *Echinolampas escheri* AGASSIZ, während *Conoclypus conoideus* (LESKE) durch seine Ausmaße (bis über 10 m Höhe) besticht. Weitere Vertreter dieser durch eine fünfstrahlige Zeichnung auf der Oberseite gekennzeichneten Versteinerungen sind *Linthia subglobosa* DESOR, *Schizaster archiaci* COTTEAU, *Ditremaster nux* DESOR, *Conoclypus subcylindricus* (MÜNSTER), *Cassidulus testudinarius* BRONGNIART sowie *Echinanthus* und *Brissopatagus*. Diese Liste wären noch durch die Gattungen *Prenaster*, *Cyclaster*, *Eupatagus*, *Macropneustes* und *Maretia* zu ergänzen. Alle genannten Gattungen und Arten gehören zu den im Tertiär vorherrschenden irregulären Seeigeln, die auf oder im Schlamm lebten. Die Gruppe der radiärsymmetrischen regulären Seeigel, die Hartböden bevorzugten, wird lediglich durch die Gattung *Salenia* vertreten (vgl. hierzu die Tafeln 20–23). Auf Tafel 24 ist ein Querschnitt durch einen Seeigelstachel abgebildet. Die Schalen der Seeigel, die man Corona nennt, sind in der Regel gut erhalten, da sie aus Kalzit bestehen.

Mitunter werden auch Stielglieder und Kelchreste von **Seelilien** (Tafel 24) sowie Skelettelemente von **Seestern** angetroffen, doch fallen diese kleinen Hartteile nicht so sehr ins Auge.

Von **Haien (Selachiern)** sind nur die Zähne erhalten, die dem Ergreifen der Beute dienen. Sie sind gleichfalls sehr widerstandsfähig, da sie aus Kalziumphosphat aufgebaut werden. Auf Tafel 25 ist ein kräftiger Zahn von *Synodontaspis hopei* (AGASSIZ) abgebildet.

Pflanzliche Fossilien gehören zu den großen Seltenheiten. Immerhin liegt von Altenbeuern eine kleine **Frucht** vor, die von einem nahegelegenen Festland oder von einer Insel in das Meer gelangte (Tafel 29). Es handelt sich um *Palaeophytocrene kressenbergensis* (SCHAFHÄUTL).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Nebengestein dem Mitteleozän, genauer gesagt dem **mittleren** Teil der **Lutet**-Stufe angehört. Ablagerungen des Lutets wurden zuerst aus dem Pariser Becken (Lutetia = Paris) beschrieben.

STOCKLETTEN

Vorkommen: Südhelvetische Stockletten sind im Süden des Neubeurer Schloßbergs, in den Gräben südöstlich Altenbeuern und südwestlich Althaus sowie im Rohrdorfer Bruch aufgeschlossen. Südlich des Zementbruchs treten sie am Fadenberg an verschiedenen Stellen zutage und kommen am Nordfuß des Dandlbergs in enger Nachbarschaft zur Flyschzone vor.

Gesteinsausbildung: Die südhelvetischen Stockletten unterscheiden sich nur in wenigen Merkmalen von ihren nordhelvetischen Äquivalenten. Entsprechend ihrer südlichen Lage nimmt die Dicke der eingeschalteten Lithothamnienschuttkalke rasch ab. Ihr Korn wird nach Süden zu immer feiner, bis das Zerreibsel von Rotalgen ganz verschwindet. Gleichzeitig stellen sich Radiolarien (Protozoa, Strahl tierchen) ein, die auf ein offenes, tiefes Meer hinweisen.

Während die nordhelvetischen Stockletten und Lithothamnienschuttkalke eine Verbindung zur Molasse im Norden herstellten, vermittelten ihre südhelvetischen Vertreter zum Ultrahelvetikum im Süden (Abb. 9), das aber im Raum Neubeuern nicht aufgeschlossen ist. Die

große Ähnlichkeit der nord- und südhelvetischen Stockletten ist auf eine Absenkung des Meeresbodens im Obereozän zurückzuführen, wodurch die Unterschiede in der Ausbildung der älteren Gesteine aufgehoben wurden (HAGN 1973, S. 195).

Ursprünglich wurden im Eisenerzrevier des Kressenbergs alle weichen und nicht abbauwürdigen Gesteine als Stockletten bezeichnet (FLURL 1792, S. 190). Erst REIS (1896, S. 34) erkannte ihre Stellung im Profil. Sie liegen im Nordhelvetikum über Adelholzener Schichten, während sie im Südhelvetikum das Flöz-Nebengestein überdecken. Ihre Ablagerung setzte zwar bereits im höchsten Mitteleozän ein, doch gehört die Hauptmasse der Stockletten dem **Obereozän**, der **Priabon**-Stufe, an.

LITHOTHAMNIENKALKE

Vorkommen: Südhelvetische Lithothamnienkalke zeigen sich fast ausschließlich auf den Fadenberg beschränkt. Sie sind im Südteil des Rohrdorfer Bruchs auf breiter Front aufgeschlossen.

Gesteinsausbildung: Wie bereits erwähnt, werden die Lithothamnienkalke nach Süden zu immer feinkörniger. Der Transport des Rotalgenschutts erfolgte demnach von Nord nach Süd. Seine Ablagerung fand somit in beträchtlichen Tiefen statt. Die Vermergelung der südhelvetischen Schichtfolge brachte für die Kalkversorgung des »Südbayerischen Portland-Zementwerks Gebr. Wiesböck & Co. GmbH« ernsthafte Schwierigkeiten. Man sah sich daher gezwungen, Alpinen Muschelkalk und Wettersteinkalk der Mittleren Trias aus dem Inntal (Raum Nußdorf) heranzuführen und diese reinen Kalke den Rotalgengesteinen und Stockletten beizumengen.

Die Flyschzone

Die Flyschzone streicht in unterschiedlicher Breite von Vorarlberg über Bayern bis zum Wiener Wald in Niederösterreich. Sie wird daher neuerdings auch »Rhenodanubischer Flysch« genannt (»vom Rhein zur Donau«). Ihr Name stammt aus der Schweiz und wurde von dem berühmten Schweizer Geologen STUDER im Jahre 1827 in das Schrifttum eingeführt. Er leitet sich von einem Dialektwort ab, das soviel wie »gleiten« oder »fließen« bedeutet. Da die Schichtfolgen der Flyschzone sehr reich an Tonen sind, kommt es, vor allem bei hangparalleler Schichtung, nicht selten zu Rutschungen größeren Ausmaßes. Der Tonreichtum begünstigt ferner eine dichte Pflanzendecke. Diese hat zur Folge, daß sich die Aufschlußverhältnisse im Flysch meist sehr ungünstig gestalten. Da künstliche Aufschlüsse (Steinbrüche) nur in sehr beschränktem Umfang zur Verfügung stehen, ist die Kartierung sehr mühsam.

Obwohl der Begriff Flysch schon sehr früh Eingang in die bayerische Literatur fand, verhinderte die schon fast sprichwörtlich gewordene Fossilarmut der Flyschablagerungen jahrzehntelang ihre Altersdeutung. Man begnügte sich bis in die 30er Jahre unseres Jahrhunderts mit der Abtrennung einer Sandstein- von einer Kieselkalkgruppe. Außerdem war die Frage lange umstritten, ob der Flysch der Kreide oder dem Alttertiär angehört. Die ersten wichtigen Hinweise auf ein Kreidealter verdanken wir gelegentlichen Funden von Inoceramen in der Zementmergel-Serie (s. weiter unten). Bei der Erstellung eines modernen Gliederungsschemas leistete die Mikropaläontologie unschätzbare Dienste, die sich hauptsächlich der Foraminiferen und des Nannoplanktons bediente.

Noch bis in die 60er Jahre unseres Jahrhunderts wurden die Schichten der Flyschzone als Seichtwasserablagerungen aufgefaßt. Erst umfangreiche Vergleiche mit anderen Flyschgebieten (z. B. Karpaten) führten zu einer Deutung als Tiefseedimente. Hierbei spielten die sedimentologischen Eigenschaften der Flyschschichten (Wechsellagerung von Tonen und Mergeln mit Kieselkalk- oder Sandsteinbänken, gradierte Schichtung, unregelmäßige Schichtflächen, Auftreten von Lebensspuren u. a.) eine entscheidende Rolle. Man hat es daher weitgehend mit Turbiditen zu tun, deren Gesteinsmaterial einschließlich Fossilschutt aus Seichtwassergebieten in tiefe Meeresgründe (bis 3000 m und darunter) eingeschwemmt wurden. Die hierbei notwendigen Transportmedien werden »turbidity currents«, also Trübe- oder Suspensionsströme, genannt, die infolge ihres höheren spezifischen Gewichts auch gröberes und schwereres Gesteinsmaterial über weite Strecken hin verfrachten konnten (vgl. hierzu das Kapitel über die nordhelvetischen Lithothamnienkalke).

Die Berge der Flyschzone überragen die Hügel und Höhenzüge des Helvetikums. Ihre Höhen bleiben aber dennoch bescheiden (Dandlberg 909 m, Steinberg 726 m). Sie sind

durch weiche, gerundete Geländeformen ausgezeichnet und täuschen daher eine Mittelgebirgslandschaft vor. Die Flyschzone wurde nämlich im Jungtertiär und im Quartär sehr stark abgetragen, so daß heute nur mehr ein kleiner Teil der ehemaligen Ablagerungen sichtbar ist. Die Hauptmasse des Flysches liegt in Form von Geröllen in der Molasse bzw. in den eiszeitlichen Hüllschichten des Vorlands (Moränen, Schottern).

TRISTEL-SCHICHTEN

Dieses älteste Schichtglied der Rhenodanubischen Flyschzone liegt nur in Form einzelner Blöcke vor, die in Gräben am Nordostfuß des Dandlbergs gefunden wurden. Es handelt sich um Foraminiferensandkalke und um helle, spätige Sandkalke. Das Alter dieser Schichten kann mit **Barrême** bis **tiefes Apt** angegeben werden. Es liegt demnach Unterkreide vor. Der Name dieses Schichtglieds stammt aus der Schweiz (Rhätikon und Plessurgebirge).

QUARZIT-SERIE UND OFTERSCHWANGER SCHICHTEN

Die räumliche Verbreitung dieser beiden Schichtglieder ist gleichfalls sehr bescheiden. Am Nordostfuß des Dandlbergs wurden in einer Höhe von 720 m ü. NN in einer abgerutschten Gesteinsscholle dunkelgrüngraue, quarzitische Glaukonitsandsteine angetroffen, die mit hell- bis dunkelgrauen, teilweise auch schwarzen, mehr oder minder plattigen Ton- und Mergelsteinen wechsellagern (HAGN 1954, S. 96). In benachbarten Gräben konnten außerdem lose Blöcke von apfel- bis moosgrünen Ölquarziten aufgesammelt werden. Letztere entsprechen der eigentlichen Quarzit-Serie, während die Gesteine der abgeglittenen Scholle mit den etwas jüngeren Ofterschwanger Schichten (Name aus dem Allgäu) verglichen werden können. Abgesehen von winzigen Foraminiferen (u. a. die Kreide-Globigerine *Hedbergella* und *Heterohelix*) sind diese Ablagerungen fossilfrei. Die Quarzit-Serie und die Ofterschwanger Schichten vertreten im Flysch die **höchste Unterkreide**. Das zuletztgenannte Schichtglied kann örtlich allerdings noch bis in die tiefste Oberkreide (Cenoman) hineinreichen (PFLAUMANN 1973, S. 121).

REISELSBERGER SANDSTEIN

Der Name Reiselsberger Sandstein wurde bereits von SCHAFFHÄUTL (1851, 2. Seite nach S. XXXII.) in das geologische Schrifttum eingeführt. Er wurde vom Reisels-Berg südöstlich von Trauchgau abgeleitet. Der Reiselsberger Sandstein ist im Raum Neubeuern auf den Nordostteil des Dandlbergs beschränkt. Das harte Gestein bildet stellenweise kleine Wände (z. B. Schüsselwand bei 700 m).

Der dickbankige Reiselsberger Sandstein ist fein- bis grobkörnig ausgebildet. Lagenweise nimmt er sogar einen feinkonglomeratischen Habitus an. Er wird im wesentlichen aus Quarz, Feldspat und Glimmer aufgebaut. Daneben wurden Geröllchen bzw. Gesteinsfetzen von Glimmerschiefern, Phylliten, Serpentinitten sowie von Karbonaten (u. a. Dolomiten) beobachtet. Die Härteauslese der einzelnen Komponenten ist daher gering. Die Sedimentation erfolgte offenbar sehr rasch. Derartige Gesteine werden heute als Grauwacke bezeichnet (Name aus dem Harz). An Schwermineralen wäre noch Granat nachzutragen.

Der Reiselsberger Sandstein lieferte im Raum Neubeuern keine Fossilien. In benachbarten Gebieten konnte sein Alter mit **Cenoman** bis **Mittelturon** angegeben werden (PFLAUMANN 1973, S. 124).

OBERE BUNTE MERGEL

Dieses geringmächtige Schichtglied ist nur von einer einzigen Stelle auf der Nordostseite des Dandlbergs (bei 815 m) bekannt. Die Oberen Bunten Mergel sind als stumpfrote bis grünlichgraue, plattige, feinstglimmerige harte, teilweise kieselige Mergel ausgebildet. Sie erwiesen sich als fossiler. Für sie kommt hauptsächlich ein **Turon**-Alter in Frage.

ZEMENTMERGEL-SERIE

Die räumliche Ausdehnung der Zementmergel-Serie ist bedeutend. Sie baut den größten Teil des Dandlbergs sowie den Steinberg auf. Die besten Aufschlüsse bietet der Steinberg an der Straße Neubeuern–Nußdorf bei Pösnach. Die Aufschlußverhältnisse am Dandlberg sind infolge mächtiger Schuttbedeckung wesentlich ungünstiger.

Die Zementmergel-Serie ist von der Gesteinsausbildung her vielseitiger als allgemein angenommen wird. Ein Teil der Schichtfolge ist als dunkelgraue, bläulichgraue bis dunkelblaugraue Mergelkalke mit splittrig-muscheligem Bruch und weißlichen, bläulichen oder bräunlichen Anwitterungsfarben ausgebildet. Häufig sind ihnen blaugraue, plattige Tonschiefer eingeschaltet. Außerdem wurde eine Wechsellagerung von harten Kieselkalcken mit dünnplattigen Mergelkalcken beobachtet. Auch bläulichgraue, feinstsandige Kalcke mit unregelmäßigen Schichtflächen fehlen nicht.

Größere Versteinerungen sind im Flysch außerordentlich selten. Umso wertvoller sind vereinzelte Funde der Muschelgattung *Inoceramus*, die bei Pösnach gemacht wurden (SCHLOSSER 1893, EDER 1925). Auf Tafel 11 ist ein Stück aus der Sammlung von Herrn Dr. CH. KÜNAST abgebildet. Gelegentlich trifft man in Schlämmpfropfen von Zementmergeln einzelne, kleinwüchsige Foraminiferen, die hauptsächlich Campan belegen (HAGN 1954, S. 106–108). Es sei noch bemerkt, daß in Dünnschliffen vor allem von Kieselkalcken massenhaft Spicula von Kieselschwämmen beobachtet werden können. Sie werden daher als Spiculite oder Schwammnadelgesteine bezeichnet.

Lebensspuren treten im Flysch hingegen häufiger auf. Sie werden als Freßbauten und Weidespuren von Anneliden (Ringelwürmer) gedeutet. Namentlich seien *Chondrites intricatus* (BRONGNIART), *Ch. furcatus* (BRONGNIART) und *Helminthoidalabyrinthica* HEER genannt (Tafel 10–11). Für eine Altersdeutung sind sie allerdings nicht brauchbar.

Die Zementmergel-Serie des Dandlbergs und Steinbergs reicht mit Sicherheit bis in das **Campan**. Möglicherweise ist auch noch das Maastricht vertreten. In dem westlich des Inns anschließenden Gebiet konnte PFLAUMANN (1973, S. 135) selbst noch Ablagerungen aus dem Paleozän, dem tiefsten Alttertiär, nachweisen.

Die Zementmergel-Serie wurde früher auch »hydraulische Gruppe« genannt, weil man aus ihr (ziemlich schlechten) Zement herstellte. Nach BERNRIEDER (1987, S. 471–472) wurde 1858 in Unterpösnach ein Steinbruch eröffnet, in dem Zementmergel gebrochen wurden. Im Jahre 1872 folgte der Bau eines Zementofens, dem eine Zementmühle in der Nachbarschaft angegliedert war. Die Herstellung dieses »Neubeurer Zements« oder »Neubeurer Binders«, wie er auch genannt wurde, mußte bereits 1904 wieder eingestellt werden.

Die Flyschzone von Neubeuern ist 2 km breit. Sie umfaßt nur noch den südlichen Muldenzug sowie Teile der medianen Aufsattelung (s. weiter unten). Der nördliche Muldenzug ist heute bereits erosiv entfernt. Die Zementmergel stellen ein charakteristisches Schichtglied der südlichen Ausbildung von Flyschschichten dar.

Land und Meer

In den vorangegangenen Kapiteln wurden zahlreiche Schichten der Oberen Kreide und des Alttertiärs beschrieben, die im Meer entstanden sind. Es wurde gezeigt, welche Tiere den Meeresboden besiedelten oder sich im Wasser tummelten. Es gilt nun, sich eine Vorstellung von der räumlichen Verteilung der einzelnen Ablagerungsbereiche zu machen. Man spricht in diesem Zusammenhang von Paläogeographie, also von einer Beschreibung der alten Erdoberfläche.

Bei diesen Betrachtungen soll uns Abb. 9 hilfreich sein. Links im Bild erkennen wir einen Flachwasserbereich, dessen Boden allmählich nach Süden geneigt ist. Man nennt ihn den mesoeuropäischen Schelf, auf dem weiter im Norden die Molasse abgelagert wurde. Dieser Schelf wird in einen inneren, festlandnahen, und in einen äußeren, dem offenen Meer zugewandten Abschnitt unterteilt. Letzterer grenzt im Süden an einen steilen Abfall, der

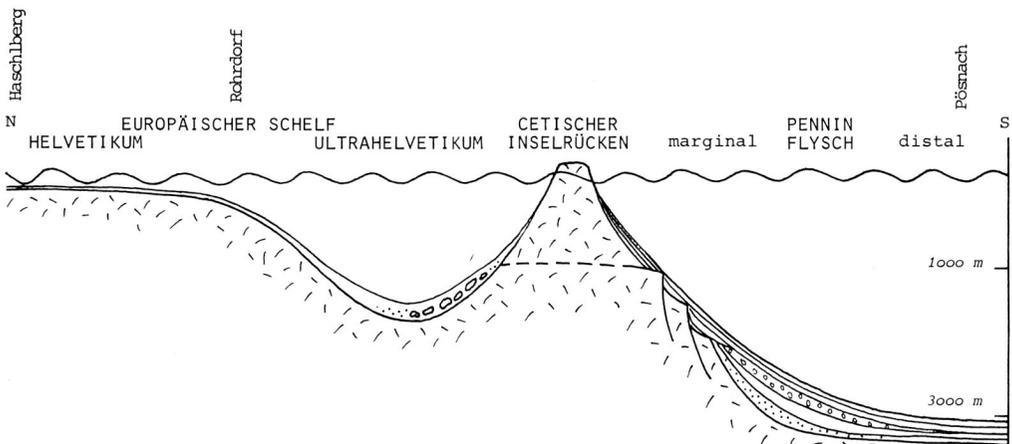


Abb. 9

Schematischer Schnitt durch die Ablagerungsräume des Helvetikums, Ultrahelvetikums und der Flyschzone. Nach HAGN et al. 1981, Abb. 11 auf S. 40 (etwas umgezeichnet).
Zeichnung: K. DOSSOW.

das Ende des Festlandssockels markiert. Dieser Kontinentalabhang leitet in die Tiefsee über, in der die Gesteine des Ultrahelvetikums und der Rhenodanubischen Flyschzone abgelagert wurden. Das Meer, das den gesamten Raum überflutete, wird Tethys genannt. Diese

Gestalt aus der griechischen Mythologie war die Gemahlin des Okeanos, von dem sich das Wort Ozean ableitet.

Der Tiefseetrog des Ultrahelvetikums und der Flyschzone wurde von einer kristallinen Aufragung zweigeteilt, die den Namen Cetischer Rücken (von Mons Cetius = Wiener Wald) erhielt. Allerdings sind heute alle Spuren dieser Schwelle im Raum von Neubeuern gänzlich verwischt. Da auch das Ultrahelvetikum vom Flysch des Dandlbergs und des Steinbergs überdeckt wird und daher unzugänglich ist, brauchen diese Einzelheiten hier nicht näher erörtert zu werden. Auch die Flyschzone bedarf keiner weiteren Erläuterung mehr.

Konzentrieren wir uns daher auf das Helvetikum. Aus der Abbildung geht hervor, daß seine Gesteine im Bereich des inneren und äußeren Schelfs sowie im obersten Teil des Kontinentalhanges abgelagert wurden. Die Zeichnung vermittelt naturgemäß nur ein statisches Bild, d. h. einen Zustand zu einer ganz bestimmten Zeit. Um den geodynamischen Ablauf in seiner ganzen Vielfalt aufzuzeigen, bedürfte es einer größeren Zahl von Skizzen, da sich das Meer in der jüngsten Oberkreide nach Süden zurückzog und im Mitteleozän erneut nach Norden vorstieß und somit die alten Gebiete wieder eroberte (Adelholzener Transgression). Dabei ist durchaus mit wiederholten Seespiegelschwankungen zu rechnen.

Auf dieser Regression und Transgression des helvetischen Meeres beruht auch die Einteilung in ein Nord- und Südhelvetikum. Dementsprechend ist die Schichtfolge des Südhelvetikums vollständiger als diejenige des Nordhelvetikums (Tab. 1). Im Norden ist zwischen der Oberkreide (Pinswanger Schichten) und dem transgressiven Mitteleozän (Adelholzener Schichten) eine beträchtliche Schichtlücke ausgebildet, die das Maastricht, das Paleozän sowie das gesamte Untereozän umfaßt. Gleichzeitig kam es in dieser Zone zur massenhaften Ausscheidung von Glaukonit, dessen grüne Farbe auf zweiwertiges Eisen zurückgeht. Im Südhelvetikum beobachtet man hingegen an der Wende Kreide/Tertiär eine viel geringere Schichtunterbrechung, die sich auf das untere und mittlere Paleozän beschränkt. Außerdem ist diese Zone durch das Vorkommen von sedimentären Eisenerzen gekennzeichnet, die durch dreiwertiges Eisen braungefärbt sind. Erst zur Zeit der Stockletten wurden diese Unterschiede in der Gesteinsausbildung aufgehoben, da der Meeresboden rasch absank und so das Relief aufgefüllt wurde.

Die Herkunft der Eisenlösungen, die im südhelvetischen Raum als Gele ausgefällt wurden, war lange Zeit eine offene Frage. Sie können nur aus dem Norden stammen, da sich im Süden des Helvetikums Tiefseeräume anschlossen. Wir haben gesehen, daß der nordhelvetische Bereich über viele Jahrtausende hinweg trockengefallen war und daß auch der Untergrund der späteren Molasse Festlandcharakter trug. Man kann sich daher gut vorstellen, daß langandauernde Verwitterungsprozesse Erzlösungen freisetzten, die durch Flüsse über das im Untereozän noch landfeste Nordhelvetikum in den südhelvetischen Ablagerungsraum eingeflößt wurden. Die hier geschilderten Merkmale des Nord- und Südhelvetikums sind im übrigen keine Besonderheit Oberbayerns, sondern lassen sich nach Westen über das Allgäu bis in die Nordschweiz (Maria Einsiedeln), nach Osten über den Haunsberg nördlich Salzburg bis an den Traunsee in Oberösterreich (Gschliefgraben) verfolgen.

Bleibt noch die Frage zu erörtern, ob der helvetische Ablagerungsraum durch Aufragungen des Untergrunds auf irgendeine Weise gegliedert war oder ob wir vielmehr ein einheitliches Meeresbecken annehmen können. Zunächst einmal ist zu fragen, woher die Unmengen an Sand kommen, die ja die Güte der Schleif- und Mühlsandsteine von Neubeuern bedingen.

Auch konnten Feldspäte in beträchtlichen Mengen (z. B. in den Arkosen vom Neubeurer Schloßberg) nachgewiesen werden, die ja nicht sonderlich verwitterungsbeständig sind und daher einen kurzen Transportweg voraussetzen. Und da ist noch die Frucht, *Palaeophytocrene kressenbergensis* (SCHAFHÄUTL) aus dem Nebengestein von Altenbeuern, von der wir zwar wissen, daß sie driften konnte, die aber doch einmal von einem Festland oder einer Insel ins Meer gelangt sein mußte. Derartige Überlegungen hatten seinerzeit HAGN (1954, S. 76 usf.) bewogen, eine Intrahelvetische Schwelle, also ein langgestrecktes Landgebiet, anzunehmen, das zu bestimmten Zeiten die Grenze zwischen Nord- und Südhelvetikum nachzeichnete.

Und noch eines ist zu bedenken. Es ist sicher kein Zufall, daß die Lithothamnienkalke des Obereozäns gerade im Bereich des Rohrdorfer Bruchs eine erstaunliche Mächtigkeit erreichen, ohne die ein Zementbruch nicht denkbar wäre. Da die Rotalgen Photosynthese betrieben, konnten sie nur auf Untiefen gedeihen, die sich langsam absenkten und so immer neuen Generationen von Algen Lebensraum boten. Auch diese Untiefen wurden von HAGN mit der Intrahelvetischen Schwelle in Verbindung gebracht. In jüngster Zeit konnte indes BUCHHOLZ (1986, S. 51, Tafel 1, Bild 3) zeigen, daß Strömungsmarken auf der Unterseite von nordhelvetischen Rotalgenkalken eine Transportrichtung nach Südwesten, also zur Beckenmitte hin, anzeigen. Auch die Korallenriffe des Kirchbergs säumten nach diesem Autor den Nordrand des helvetischen Meeres, da sie seiner Meinung nach eine Verbindung zu Rotalgenkalken der Vorlandmolasse herstellten. Man ist daher gezwungen, die Untiefen des helvetischen Meeres, zumindest im Obereozän, weiter nach Norden zu verlegen, als dies bisher geschah. Aus alledem geht hervor, daß das Helvetikum von Neubeuern auch heute noch neue Beobachtungen zuläßt, die als Mosaiksteinchen unser paläogeographisches Bild weiter vervollständigen.

Die gebirgsbildenden Vorgänge

Ein Blick auf Abb. 10 zeigt, daß Helvetikum und Flysch durch eine bedeutende Störung voneinander getrennt werden. Noch um die Jahrhundertwende wurde ganz allgemein angenommen, daß beide Einheiten sedimentär miteinander verbunden seien. Daher wurde den Gesteinen der Flyschzone ein obereozänes oder sogar unteroligozänes Alter zugeschrieben, da man die nummulitenführenden Gesteine des Helvetikums als ihre Unterlage ansah. Erst seit den Forschungen HAHN's aus den Jahren 1913 und 1914 wissen wir, daß beiden Zonen eine eigenständige Geschichte zukommt. Sie wurden erst durch gebirgsbildende Vorgänge in ihre heutige Nachbarschaft gebracht.

Der Baustil der Flyschzone ist rasch erklärt. Ihre tonreichen Ablagerungen wurden zu weitgespannten, fast möchte man sagen eleganten Faltenstrukturen verformt. Man unterscheidet einen nördlichen und einen südlichen Muldenzug, die durch eine mediane Aufsattelung miteinander in Verbindung stehen. Wir haben bereits erfahren, daß im Raum Neubeuern nur mehr Teile dieses Sattels sowie nur mehr der südliche Muldenzug erhalten sind. Die gesamte Nordmulde sowie ein Teil der medianen Aufwölbung fielen der Abtragung zum Opfer. Dies mag damit zusammenhängen, daß die Flyschzonen von Neubeuern gegenüber ihren Äquivalenten westlich des Inns um ca. 2 km weiter nach Norden geschoben wurde. Dies ist auch der Grund dafür, daß, wiederum im Gegensatz zum Wendelsteinvorland, das gesamte Ultrahelvetikum von der Oberfläche verschwunden ist. Es liegt heute unter dem Flysch des Dandlbergs und Steinbergs begraben.

Die Gesteine des Helvetikums weisen hingegen einen völlig abweichenden Baustil auf. Sie lassen, gleichfalls durch den Vorschub des Flysches nach Norden bedingt, eine ungeheuer starke Raumverengung erkennen. Die ehemals flach abgelagerten Schichten wurden herausgehoben, steilgestellt und zu enggepreßten Mulden und Sätteln verformt. Doch auch hierfür war der zur Verfügung stehende Platz stellenweise noch zu eng. Die Faltenstrukturen wurden zerrissen und die einzelnen Profilteile schuppenartig aufeinandergeschoben. So kommt es, daß größere zusammenhängende Profile heute nur mehr an einzelnen Stellen anzutreffen sind. Als Beispiele seien der Neubeurer Schloßberg mit seinen zwei Sätteln aus Paleozängesteinen sowie das Profil im Steinbruch von Langweid (Eckbichl) angeführt. Auch im Rohrdorfer Bruch beobachtet man noch umfangreichere, wenn auch in sich gestörte Schichtfolgen. Sehr komplizierte Lagerungsverhältnisse werden hingegen im Pinswanger Graben (Thalgraben) angetroffen, wo Gesteine des Südhelvetikums (Hachauer Schichten, Stockletten) auf engstem Raum an nordhelvetische Ablagerungen (Pinswanger Schichten) stoßen. Im Rohrdorfer Bruch ist es dagegen auf den ersten Blick schwierig, das Nordhelvetikum vom Südhelvetikum abzutrennen, da die Grenze durch ähnlich ausgebildete Gesteine (Stockletten und Lithothamnienkalk) verläuft. In früheren Jahren war die

Überschiebungsbahn durch eine wenige Meter mächtige tektonische Reibungsbrekzie markiert, die aus Schollen nordhelvetischer Gesteine zusammengesetzt war.

Auch der Kontakt Molasse/Helvetikum, der in den Bohrungen Neubeuern 101 und 102 angefahren wurde, ist tektonischer Natur und als Überschiebungsbahn zu deuten. Dasselbe gilt für die Grenze Flysch/Kalkalpin. Auch hier fanden Überwältigungen größeren Ausmaßes statt.

Die gebirgsbildenden Ereignisse, die uns den heutigen Bau der helvetischen Zone bescheren, konnten frühestens im Oligozän, also nach Beendigung der Stocklettsedimentation, begonnen haben. Sie dauerten sicher noch bis in das Jungtertiär an. Wenn auch in der Erdneuzeit keine Fernschübe mehr stattfanden, wie das zur Zeit der Oberen Kreide geschah, so lösten doch die sog. »tertiären Nachbewegungen« noch zahlreiche raumverzehrenden Vorgänge aus. Man kann auch sagen, daß sich der Hauptschauplatz der Gebirgsbildung im Tertiär aus dem kalkalpinen Raum heraus in das Vorland verlagerte.

Auf das Kalkalpin sei hier nicht näher eingegangen. Es sei lediglich ausgeführt, daß die kalkalpinen Decken sehr weit im Süden beheimatet waren und erst im Laufe der Oberkreide ihre heutige nordalpine Position erreichten. Ihre Förderweite betrug ein paar hundert Kilometer. Man machte früher den Fehler, allzu kleinräumig zu denken. Die moderne Lehre von der Plattentektonik (plate tectonics), die anstelle des Begriffs Überschiebung die Bezeichnung Unterschiebung oder Subduktion setzt, ermuntert vielmehr zu großräumigen Betrachtungen. So kann auch als sicher gelten, daß die heute auf eine Breite von ungefähr 5 km zusammengedrängten Gesteine des Helvetikums und der Flyschzone von Neubeuern ursprünglich in Ablagerungsräumen entstanden, deren Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung mehrere Zehner, wenn nicht sogar hundert Kilometer, erreichte.

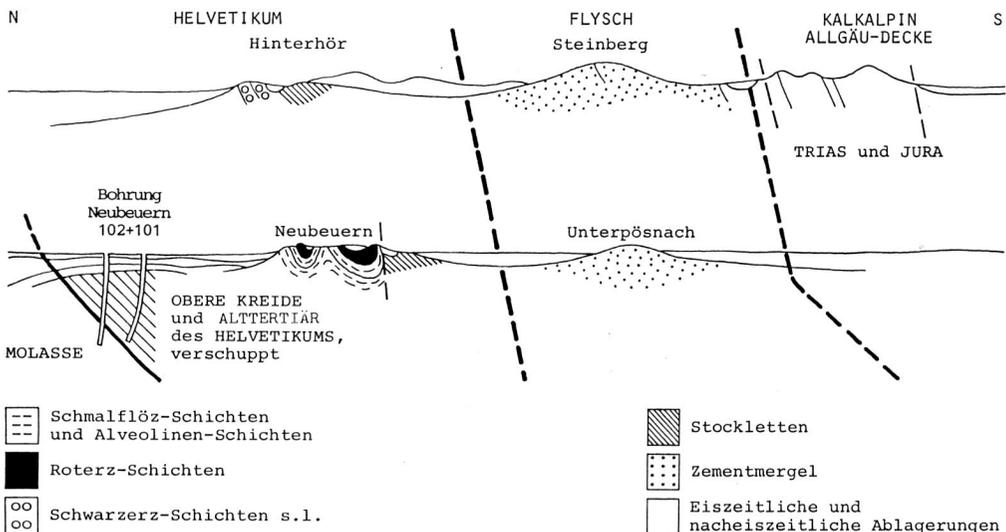


Abb. 10

Zwei Profile durch die Alpenrandzone von Neubeuern. Aus: Geologische Profile zu Blatt Neubeuern 1 : 25000, München 1973 (Bearbeiter H. WOLFF). Im unteren Profil wäre zu ergänzen, daß auch die Bohrung Neubeuern 101 die Grenze Molasse/Helvetikum durchsunken hat.

Zeichnung: K. DOSSOW.

Schriftenverzeichnis

- ABEL, O. (1939): Vorzeitliche Tierreste im Deutschen Mythus, Brauchtum und Volksglauben. – S. I–XIII, S. 1–304, 186 Abb., Jena (Gustav Fischer).
- BERNRIEDER, J. (1987): Chronik des Marktes Neubeuern. Ein Heimatbuch. – 960 S., zahlr. Abb., Neubeuern.
- BUCHHOLZ, P. (1986): Der ostbayerische Lithothamnienkalk – Sedimentologie und Diagenese eines Erdgasträgers. – Bswg. geol.-paläont. Diss. 5, 105 S., 33 Abb., 3 Tab., 5 Tafeln, Braunschweig.
- DÜRNEGGER, J. (1913): Rohrdorf einst und jetzt. – S. 1–195, zahlr. Abb. und Vignetten, 3 Tafeln, Törwang.
- DÜRNEGGER, J. (1922): Neubeuern am Inn in alter und neuer Zeit. – S. 1–204, 22 Abb., zahlr. Vignetten, Törwang.
- DÜRNEGGER, J. (1929): Der Samerberg in Vergangenheit und Gegenwart. 2. Auflage. – S. 1–366, 117 Abb., zahlr. Vignetten, Törwang.
- EDER, W. (1925): Das Heuberg-Gebiet und sein Vorland. Beitrag zur Geologie des Unterinntales. – N. Jb. Mineral usw., 52. Beil.-Bd., S. 1–70, Tafel 1–2 (1 geol. Karte 1 : 25000, 1 Profiltafel), Stuttgart.
- EMMRICH, A. (1851): Geognostische Beobachtungen aus den östlichen bairischen und den angränzenden österreichischen Alpen. – Jb. k. k. Geol. Reichsanst., 2, S. 1–22, 6 Abb., Wien.
- FLURL, M. (1792): Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz. – 30 nichtnum. S., S. 1–642, Tafel 1–4, 1 petrogr. Karte, München (Lentner).
- GÜMBEL, C. W. (1861): Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. – S. I–XX, S. 1–950, 5 geol. Karten, 1 Bl. Gebirgsans., 42 Profiltafeln, 25 Abb., Gotha (Justus Perthes).
- GÜMBEL, C. W. (1868): Beiträge zur Foraminiferenfauna der nordalpinen, älteren Eocängebilde oder der Kressenberger Nummulitenschichten. – Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., 10, II. Abth., S. 1–152, Tafel 1–4, München. Hierzu Reprint der Fa. Antiquariaat Junk, Lochem 1970, mit einem Vorwort von J. HOFKER.
- GÜMBEL, C. W. (1871): Die sogenannten Nulliporen (*Lithothamnium* und *Dactylopora*) und ihre Betheiligung an der Zusammensetzung der Kalkgesteine. Erster Theil: Die Nulliporen des Pflanzenreichs (*Lithothamnium*). – Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., 11, I. Abth., S. 1–42, Tafel 1–2, München.
- GÜMBEL, C. W. (1873): Coccolithen im Eocänmergel. – N. Jb. Mineral. usw., S. 299–302, Stuttgart.
- HAGN, H. (1952): Zur Kenntnis von Helvetikum und Flysch im Raum von Neubeuern am Inn. – Geologica Bavarica, 14, S. 69–75, 1 Tab., München.

- HAGN, H. (1953 a) : Die Foraminiferen der Pinswanger Schichten (Unteres Obercampan). Ein Beitrag zur Mikropaläontologie der helvetischen Oberkreide Südbayerns. – *Palaeontographica* Abt. A, 104, S. 1–119, 27 Abb., Tafel 1–8, Stuttgart.
- HAGN, H. (1953 b): Zur Kenntnis des Unteren Obercampan (Zone der *Belemnitella mucronata* [SCHLOTH] mut. *senior* NOWAK) in Südbayern. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 96, S. 304–338, 1 Tab., Tafel 8, Stuttgart.
- HAGN, H. (1954): 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 Prof., 26 Abb., München.
- HAGN, H. (1955): Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayerischen Alpen. – *Internation. Sedim. Petr. Ser.*, 1, S. I–XI, S. 1–174, 2 Abb., 8 Tab., Tafel 1–71, Leiden (E. J. Brill).
- HAGN, H. (1960): Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. – *Geologica Bavarica*, 44, S. 1–208, 10 Abb., 1 Tab., Tafel 1–12, München.
- HAGN, H. (1967): Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes. – *Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol.*, 7, S. 245–320, 3 Abb., 1 Tab., München.
- HAGN, H. (1973): Das Helvetikum von Neubeuern am Inn. Mit Beiträgen von Erlend MARTINI und Wolf OHMERT. – In: WOLFF, H.: *Geologische Karte von Bayern 1 : 25000 Erläuterungen zum Blatt Nr. 8238 Neubeuern*, 151–208, 348–352, Abb. 18–19, Tafel 11–20, München.
- HAGN, H. (1978): Die älteste Molasse im Chiemgau/östliches Oberbayern (Katzenloch-Schichten, Priabon). – *Mitt. Bayer. Staatssgl. Paläont. hist. Geol.*, 18, S. 167–235, 5 Abb., Tafel 13–16, München.
- HAGN, H. (1979 a): Karl Emil SCHAFFHÄUTL – der erste Bearbeiter der Großforaminiferen des bayerischen Alpenvorlandes. – *Jber. 1978 und Mitt. Freunde Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol.*, 7, S. 21–52, 4 Abb., davon 1 Portrait, Tafel 1–4, München.
- HAGN, H. (1979 b): Maria-Ecker-Pfennige – Versteinerungen aus dem Chiemgau als Wallfahrtsandenken. – *Volkskunst*, 2, Heft 3, S. 167–175, 8 Abb., München (Callwey).
- HAGN, H. et al. (1981): Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. *Exkursionsführer zum 17. Europäischen Mikropaläontologischen Kolloquium in Oberbayern, September 1981.* – *Geologica Bavaria*, 82, 408 S., 70 Abb., 7 Tab. 13 Tafeln, München.
- HAGN, H. (1985): Schlangensteine und Natternzungen. – *Volkskunst*, 8, Heft 4, S. 10–16, 8 Abb., München (Callwey).
- HAGN, H. & WELLNHOFER, P. (1972): Der Kressenberg – eine berühmte Fossilagerstätte des bayerischen Alpenvorlandes. – *Jb. Ver. Schutze Alpenpflanzen und -Tiere*, 38, 1973, S. 1–35, 8 Abb., Tafel 1–4, München (Vorabdruck).
- HEBEISEN, K. B. (1978): Zaubersteine – Schlangensteine. Versteinerungen – Volksglaube, Sagen, Geschichte. – S. 1–104, zahlr. Abb., Bern (Verlag Paul Haupt).
- OBERNBERG, J. v. (1815): *Reisen durch das Königreich Baiern. I. Theil. Der Isarkreis.* – S. I–VIII, S. 1–136, S. I–VIII, S. 137–304, S. I–VIII, S. 305–475, 1 topogr. Karte (Chiemsee), München und Leipzig.
- PFLAUMANN, U. (1973): Flysch-Zone. – In: WOLFF, H.: *Geologische Karte von Bayern 1 : 25000 Erläuterungen zum Blatt Nr. 8238 Neubeuern*, S. 116–135, 346–347, Abb. 12–14, Tafel 7–9, München.
- REIS, O. M. (1896): *Erläuterungen zu der geologischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. I. Stratigraphischer Theil.* – *Geogn. Jh.*, 8, 1895, S. 1–155, 7 Abb., Cassel.

- REIS, O. M. (1935): Die Gesteine der Münchner Bauten und Denkmäler. – Veröff. Ges. Bayer. Landeskunde München, H. 7–12, S. I–XI, S. 1–243, 41 Abb., 2 Übersichtskarten, Portrait des Verf., München.
- SCHAFHÄUTL, K. (1846 a): Einige Bemerkungen über die Nummuliten vorzüglich des Bai-rischen östlichen Vorgebirges. – N. Jb. Mineral., Geogn., Geol. und Petref.-Kunde, S. 406–420, Tafel 8 (partim), Stuttgart.
- SCHAFHÄUTL, K. (1846 b): Beiträge zur nähern Kenntniss der Bayerischen Voralpen. – Ebenda, S. 641–695, 5 Abb., Tafel 8 (partim), Tafel 9, Stuttgart.
- SCHAFHÄUTL, K. (1851): Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. Als Anhang: Studien des königlich-bayerischen Bergmeisters HAILER über die Lage-rungsverhältnisse des Gebirges und des Salzgebildes bei Berchtesgaden. – S. I–XXXII, 4 nichtnum. S., S. 1–208, Tafel 1–44, 1 geogn. Karte, 2 Tab., München.
- SCHAFHÄUTL, K. (1863): Süd-Bayerns Lethaea Geognostica. Der Kressenberg und die südlich von ihm gelegenen Hochalpen geognostisch betrachtet in ihren Petrefacten. – S. I–XVII, S. 1–487, S. I–VIII, 46 Abb., 1 Tab., Tafel 1–86, 2 Karten, Leipzig (Voss).
- SCHEUCHZER, J. J. (1731): Kupfer-Bibel, In welcher Die Physica Sacra, Oder Geheiligte Natur-Wissenschaft Derer In Heil. Schrifft vorkommenden Natürlichen Sachen, Deutlich erklärt und bewährt, Erste Abtheilung. – Zahlr. nichtnum. S., S. 1–276, 1 Frontispiz, 1 Portrait, 174 Tafeln, Augsburg und Ulm.
- SCHLOSSER, M. (1893): Geologische Notizen aus dem bayrischen Alpenvorlande und dem Inn-thale. – Verh. k. k. geol. Reichsanst., S. 188–198, Wien.
- SCHLOSSER, M. (1925): Die Eocänaunen der bayerischen Alpen. I. Teil: Die Faunen des Unter- und Mitteleocän. – Abh. Bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Abt., 30, 7 Abh., S. 1–207, 2 Tab., Tafel 1–6, München.
- TICHY, G. (1980): Über das Auftreten von Icacinae-Früchten aus dem Eozän von St. Pankraz bei Salzburg und dem Kressenberg in Oberbayern (Helvetikum). – Verh. Geol. B.-A., 1979, S. 415–421, 1 Tafel, Wien.
- TRAUB, F. (1938): Geologische und paläontologische Bearbeitung der Kreide und des Tertiärs im östlichen Rupertiwinkel, nördlich von Salzburg. – Palaeontographica, 88, A, S. 1–114, 2 Abb., 2 Textteil. mit 1 geol. Karte 1 : 25000 und 3 Profilen, Tafel 1–8, Stuttgart.
- TRAUB, F. (1953): Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg. – Geologica Bavarica, 15, S. 1–38, 4 Abb., München.
- VEIT, E. (1973): Das Ergebnis der Untersuchungsbohrungen Neubauern 101 und 102. – In: WOLFF, H.: Geologische Karte von Bayern 1 : 25000 Erläuterungen zum Blatt Nr. 8238 Neubauern. – S. 323–328, Abb. 38, München.
- VOGELTANZ, R. (1968): Beitrag zur Kenntnis der fossilen Crustacea Decapoda aus dem Eozän des Südhelvetikums von Salzburg. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 130, S. 78–105, 10 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- VOGELTANZ, R. (1970): Sedimentologie und Paläogeographie eines eozänen Sublitorals im Helvetikum von Salzburg (Österreich). – Verh. Geol. B.-A., S. 373–451, 14 Abb., 3 Tab., 2 Falttab., 5 Tafeln, Wien.

Tafeln

TAFEL 1: HABERKÖRNLSTEIN, ANGESCHLIFFENES HANDSTÜCK
Neubeurer Schloßberg, Roterz-Schichten
Vergrößerung x 2,3
Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Die durch Eisenverbindungen rötlichbraun gefärbte Grundmasse erscheint im Bild dunkel. In ihr schwimmen zahlreiche helle, unvererzte Gehäuse von Nummuliten. Sie verleihen dem Gestein ein gesprenkeltes Aussehen.

FLURL (1792, S. 119) nannte die nummulitenführenden Sandsteine von Neubeuern Fruchtsteine, wobei er die Ähnlichkeit dieser Großforaminiferen mit Gerstenkörnern hervorhob. Ein halbes Jahrhundert später überlieferte SCHAFFHÄUTL (1846 b, S. 656) die Bezeichnung Haberkörnstein. Der Ausdruck Fruchtsteine (*lapides frumentarii*) war gerade im 18. Jahrhundert weit verbreitet. Selbst Hirse- und Mohngesteine wurden beschrieben. Ihre Namen, Cenchrites bzw. Meconites, sind bereits im 37. Buch der »Naturalis historia« des römischen Schriftstellers PLINIUS d. Ä. aufgezeichnet.

Da Nummuliten infolge ihrer Größe mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden können, erregten sie bereits die Aufmerksamkeit antiker Autoren. So berichtete HERODOT im 5. vorchristlichen Jahrhundert über »Konchylien«, die aus den Kalkquadern der Pyramiden von Gizeh bei Kairo herauswitterten. Auch PLINIUS d. Ä. erwähnte im 36. Buch seines oben genannten Werks einen »linsenförmigen« Sand (*lentis similitudine*), der auf kleine, isolierte Nummuliten schließen läßt. Ferner überlieferte der griechische Reiseschriftsteller STRABO (64 ? v. – 24 ? n. Chr.) eine volkstümliche Deutung der Großforaminiferen, nach der die in ungeheuren Mengen auftretenden Gehäuse die versteinerten Überreste von Speisen der Arbeiter wären, die am Bau der Pyramiden beteiligt waren.

Auch in jüngster Zeit bildeten sich zahlreiche Sagen und Legenden über in Stein verwandelte Feldfrüchte. Hier stand das Fluchmotiv Pate. Das »Strafwunder« Versteinereung ereignete sich wegen irgendeiner Missetat (Geiz, Hartherzigkeit, Mißachtung des Sonntags). Hierher gehören z. B. die versteinerten Linsen von Guttaring in Kärnten, über die WULFEN am Ende des 18. Jahrhunderts berichtete. Hingegen stellten sich die Bethlehemitischen Erbsen, einst als Wallfahrtsandenken aus dem Hl. Land hochgeschätzt, als Konkretionen der Oberkreide, also als anorganische Bildungen heraus (HAGN 1979 b, S. 168).



TAFEL 2: DÜNNSCHLIFFE VON *NUMMULITES* UND *ASSILINA*

Oben: *Nummulites* sp., Medianschnitt eines sehr kleinen Gehäuses
Neubeurer Schloßberg, Roterz-Schichten.

Vergrößerung x 56

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München (Schliff 22 b/51).

Nummuliten sind kompliziert gebaute, bilateral-symmetrische Großforaminiferen. Sie werden von zahlreichen, verhältnismäßig dicht gedrängten Windungen aufgebaut, die durch gebogene Kammerscheidewände (Septen) in einzelne Kammern unterteilt werden. Wird ein Gehäuse in der Medianebene, also parallel zur Symmetrieebene, geschnitten, beobachtet man zwischen dem Ende eines Septums und dem Schalenblatt des vorhergehenden Umgangs eine Passage für den Durchtritt des Protoplasmas, die man Foramen nennt. Von diesem Merkmal leitete D'ORBIGNY bereits 1826 den Begriff Foraminifere (»Lochträger«) ab. Durch die Imprägnation der Hohlräume eines Gehäuses mit Limonit werden alle Einzelheiten des Feinbaus, z. B. die Poren und das Kanalsystem, sichtbar.

Der erste Bearbeiter bayerischer Nummuliten war SCHAFHÄUTL (1846 a), der auch später diesem Metier treu blieb (z. B. 1863). Seine Verdienste wurden von HAGN (1979 a) gewürdigt.

Der Name Nummulit leitet sich von lat. nummus bzw. nummuli = Münze, Geld ab. Nummuliten wurden im Volksmund häufig als versteinertes Geld gedeutet (z. B. Starzer Kreuzer der Teisendorfer Gegend, St. Ladislaus-Pfennige in Siebenbürgen). In den meisten Erzählungen ist wiederum das Fluchmotiv bestimmend (vgl. hierzu ABEL 1939).

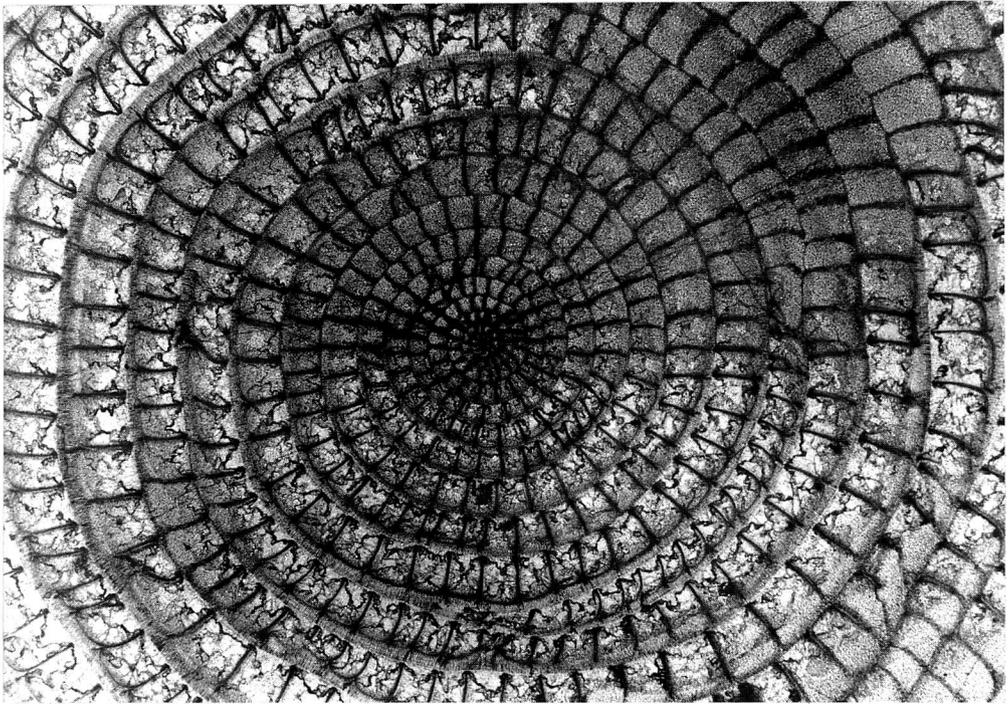
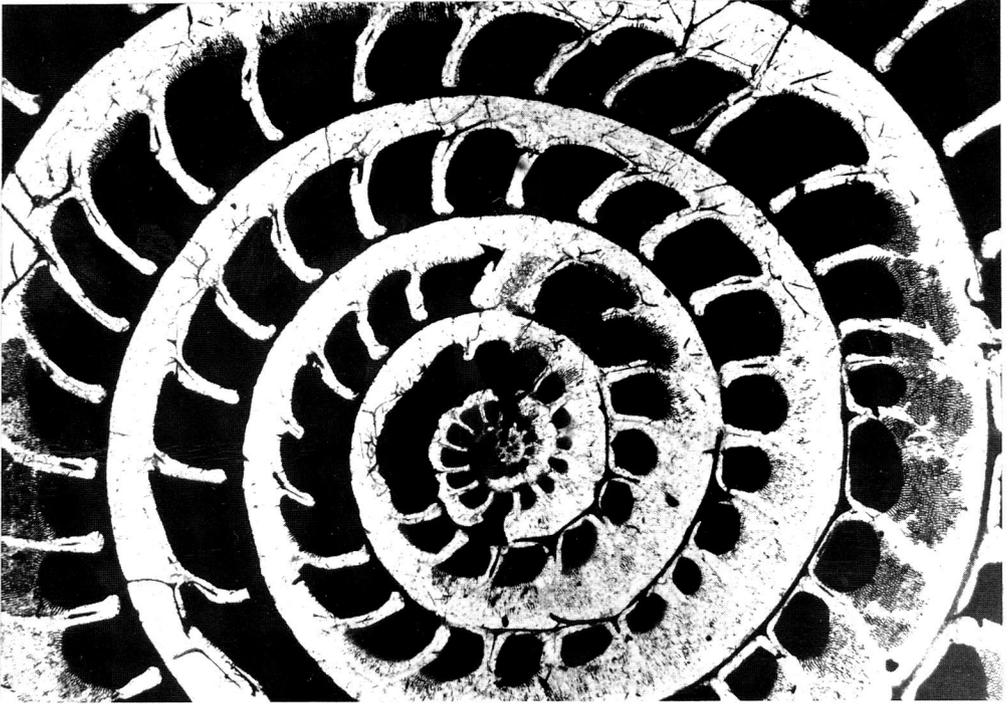
Der Begriff »Bratterburgerpfennige«, den FLURL (1792, S. 119) benützte, hat indes mit Großforaminiferen nichts zu tun. Es handelt sich hierbei um kleine Brachiopoden (Cranien) aus Südschweden (HAGN 1979 a, S. 22).

Unten: *Assilina exponens* (SOWERBY), Medianschnitt eines großen Gehäuses
Straße Rohrdorf–Langweid, Mittlere Adelholzener Schichten.

Vergrößerung x 8

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München (Schliff G 4194 a/88).

Der Medianschnitt von *Assilina* entspricht weitgehend demjenigen von *Nummulites*, doch verlaufen die Septen weniger gebogen. Die vorliegende Art war im vorigen Jahrhundert im Chiemgau als Wallfahrtsandenken geschätzt und wurde unter der Bezeichnung Maria-Ecker-Pfennige von den Pilgern aufgelesen. Die radiär stehenden Kammerscheidewände erinnerten sie an den Strahlenkranz der Madonna des Gnadenbilds von Maria Eck (HAGN 1979 b).



TAFEL 3: DÜNNSCHLIFFE VON *DISCOCYCLINA* UND *ALVEOLINA*

Oben: *Discocyclus discus* (RÜTIMEYER), Querschnitte

Aufschluß südöstlich Altenbeuern, Schwarzerz-Schichten s. I.

Vergrößerung x 27

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München (Schliff G 4197 a/88).

Discocyclusen (wörtlich übersetzt »Scheibenkreislinge«) gehören zu den sog. orbitoidalen Großforaminiferen. Sie sind anders gebaut als die Nummuliten und Assilinen. Sie bestehen aus einer Mediankammerlage, die im Querschnitt als dunkle Linie zu erkennen ist. An sie schmiegen sich zu beiden Seiten die sog. Lateralkammern an. Das obere Gehäuse ist in der Mitte getroffen und zeigt daher die Anfangskammern. Großforaminiferen lebten mit Algen in Symbiose. Sie waren an die durchlichtete Zone des Meeres gebunden und somit dem Wellenschlag ausgesetzt. Es ist erstaunlich, auf welche verschiedene Weise die einzelnen Großforaminiferen ihre Gehäuse »seetüchtig« machten, indem sie einen höchst komplexen Feinbau verwirklichten.

Der Luzerner Arzt Carl Nikolaus LANG beschrieb in seiner *Historia lapidum figuratorum Helvetiae* Discocyclusen noch im Jahr 1708 als *Salicites*, also als Weidengesteine. Er sah in ihnen Nachbildungen von Weidenblättchen (*Salix*) im Schoß der Erde. Es gelang erst mit Hilfe der Sündflut-Theorie, die Fossilien aus dem Reich der Phantasie zu lösen und sie als Reste ehemaliger Pflanzen und Tiere zu betrachten (vgl. hierzu die Erläuterungen zu Tafel 30).

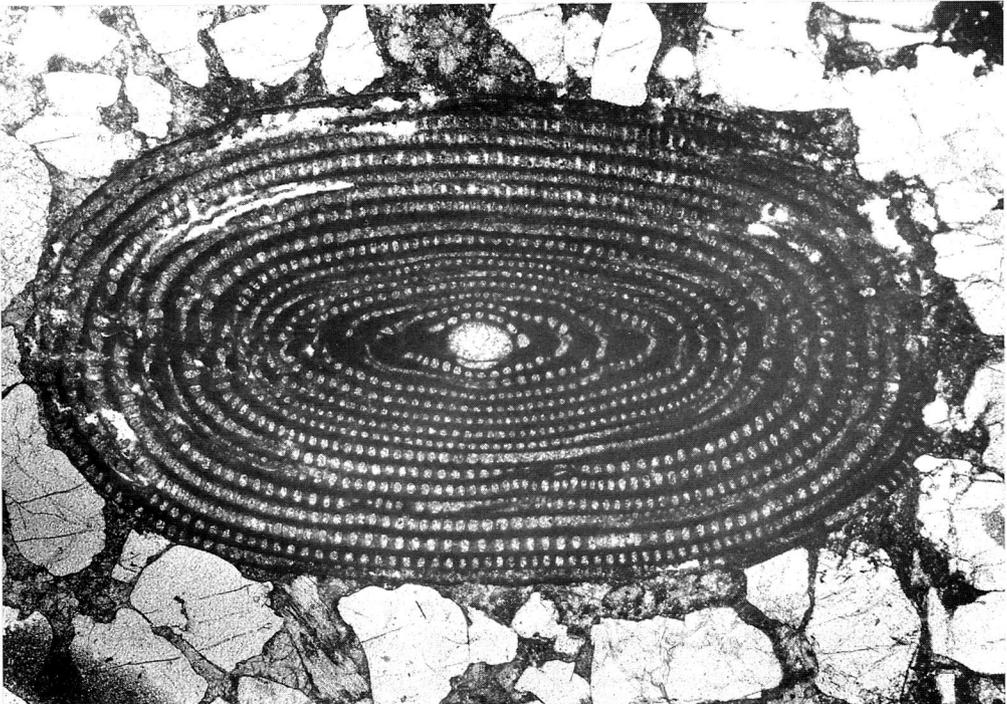
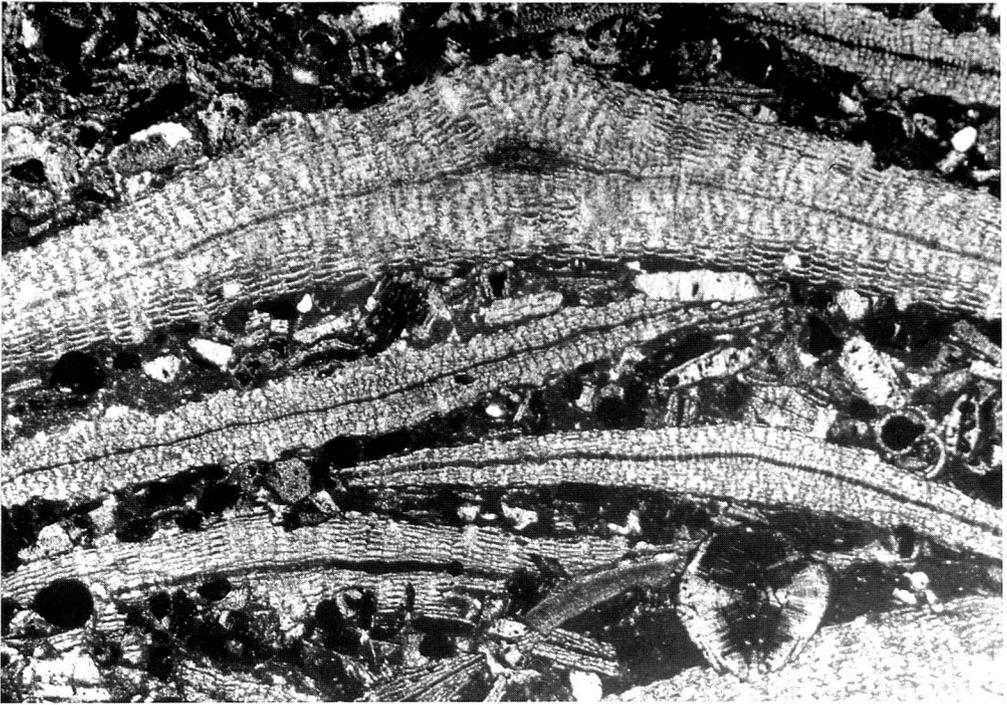
Unten: *Alveolina oblonga* D'ORBIGNY, zentrierter Längsschnitt

Neubeurer Schloßberg, Wolfsschlucht, Alveolinen-Schichten

Vergrößerung x 28

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München (Schliff G 1426 a/72).

Die Alveolinen werden zu den kalkschalig-imperforierten Großforaminiferen gerechnet. Die hellen, bullaugenartigen Punkte sind keine Poren der Gehäusewand, sondern Sekundärkammerchen. Alveolinen sind daher gleichfalls sehr kunstvoll gebaut, um die Bruchgefahr durch Wellenschlag zu mindern. Die Gehäusewand dieser Gruppe besteht aus extrem winzigen Kalkpartikeln, so daß das Licht kaum durchdringen kann. Sie erscheint daher im Schliff dunkel, fast opak. Man nennt diese Foraminiferen deshalb auch Porzellanschaler. Dagegen werden die hellen, durchscheinenden Gehäuse von *Nummulites*, *Assilina* und *Discocyclusina* in die Gruppe der Hyalina (Glasartige) eingereiht. In der Mitte des abgebildeten Alveolinen-Gehäuses beobachtet man die Anfangskammer, die Proloculus (lat.) oder Protoconch (griech.) genannt wird.



TAFEL 4: KLEINFORAMINIFEREN DER STOCKLETTEN

Kirchberg, Stockletten

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München

Oben links: *Fissurina tricincta* (GÜMBEL). Vergrößerung x 66

Oben rechts: *Globigerina yeguaensis* WEINZIERL & APPLIN. Vergrößerung x 110

Mitte: *Hantkenina longispina* CUSHMAN. Vergrößerung x 126

Unten links: *Uvigerina nuttalli* CUSMAN & EDWARDS. Vergrößerung x 90

Unten Mitte: *Anomalinoides capitatus* (GÜMBEL). Vergrößerung x 66

Unten rechts: *Marginulinopsis fragaria* (GÜMBEL). Vergrößerung x 66

Alle Aufnahmen wurden mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) gemacht. Vor der Aufnahme mußten die Gehäuse mit Gold bedampft werden, um ein störungsfreies Abtasten mit dem Elektronenstrahl zu gewährleisten. Das Rasterelektronenmikroskop gestattet eine weit größere Schärfentiefe als die konventionelle Photographie.

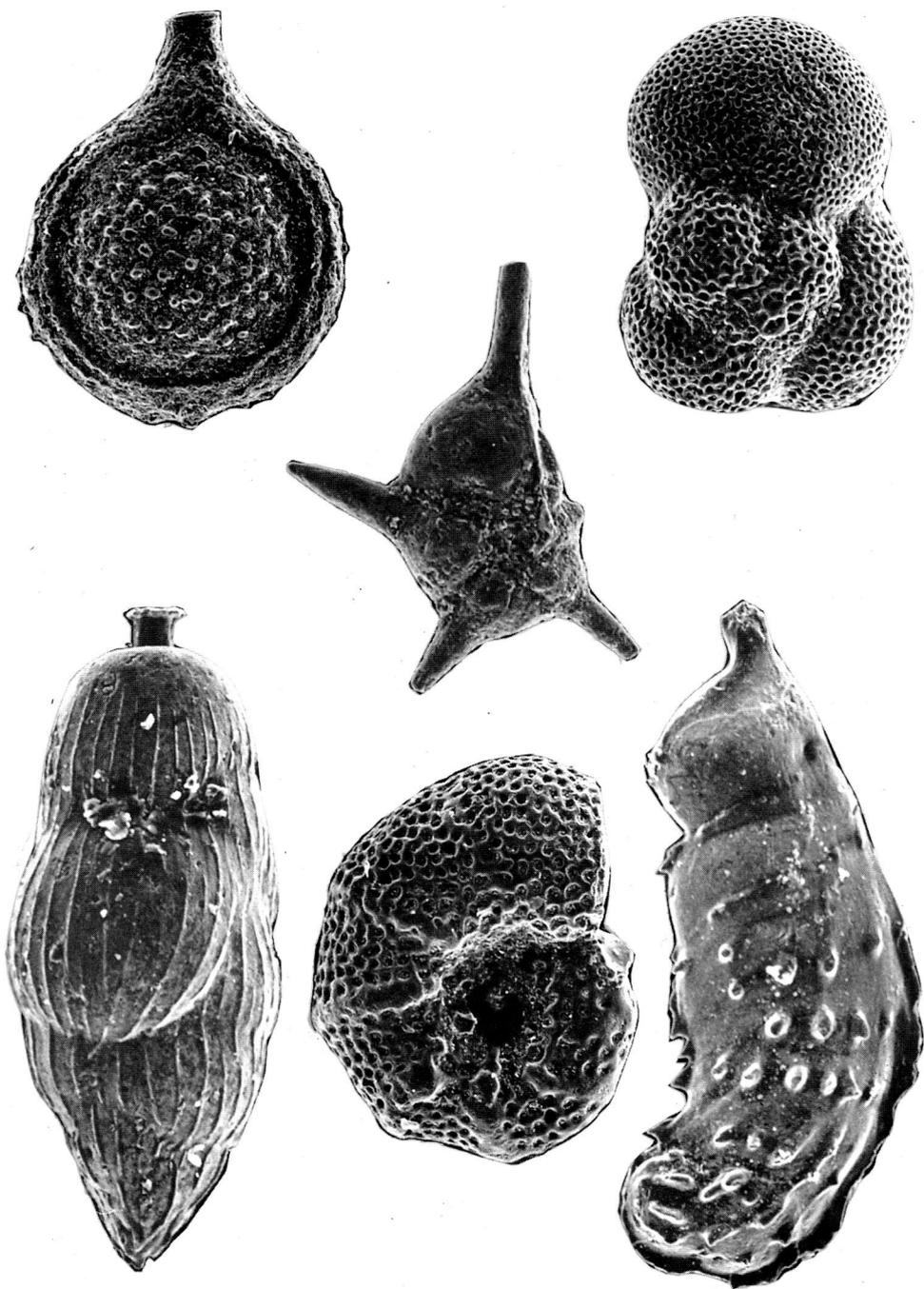
Man beachte, daß in der obigen Liste einige Autorennamen (z. B. GÜMBEL) in Klammern stehen, während andere (z. B. CUSHMAN) ohne Klammern geschrieben wurden. Dies ist kein Versehen, sondern durch Vorschriften bei der Namengebung (Nomenklaturregeln) bedingt.

Die Arten *Hantkenina longispina* und *Globigerina yeguaensis* gehören dem Plankton (griech. planktos = herumirrend) an. Sie hatten keine wesentliche Eigenbewegung, sondern wurden in den oberflächennahen Wasserschichten der Meere durch Strömungen verdriftet. Sie weisen daher eine sehr weite horizontale Verbreitung auf. Bezeichnenderweise wurden beide Arten zuerst aus Nordamerika beschrieben.

Alle übrigen Arten sind dem Benthos (griech. benthos = Meerestiefe) zuzurechnen. Sie waren Bewohner des Meeresbodens.

Die ersten Kleinforminiferen wurden in der 2. Hälfte des 17. Jahrhunderts entdeckt, als es gelungen war, brauchbare Vergrößerungsgläser als Vorläufer unserer heutigen Mikroskope herzustellen. In diesem Zusammenhang ist vor allem Anton van LEEUWENHOEK (1632–1723), ein Delfter Kaufmann, zu erwähnen, der auf diesem Gebiet bahnbrechend wirkte. Es wird berichtet, daß er in seinem Laboratorium sogar von Zar Peter I. aufgesucht wurde.

An der Gestaltung der Tafel 4 war Herr Dipl.-Geol. E. HAUSER maßgeblich beteiligt.



TAFEL 5: GUETTARDISCYPHIA EF. STELLATA
(MICHELOTTI), KIESELSCHWAMM

Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Oben: Angeschliffenes Gesteinsstück mit Querschnitt eines Schwammkörpers.

Vergrößerung x 1,3

Die Wand des trichterförmigen, an seine Unterlage (Substrat) befestigten Schwamms ist stark eingebuchtet. Durch dieses Merkmal wird die Gattung *Guettardiscyphia* angezeigt, die von der Oberkreide bis ins Alttertiär vorkommt. Der Name bedeutet »Becher des GUETTARD« (griech. skyphos = Becher; GETTARD war ein Geologe und Mineraloge im Paris des 18. Jahrhunderts). Die Wand läßt stellenweise Poren (Ostien) erkennen, durch die das nährstoffreiche Wasser in das Innere gelangen konnte. Das Gesteinsstück wurde vor dem Photographieren mit einer Lösung von Malachitgrün in Wasser behandelt, um das Skelett besser hervortreten zu lassen. Die mergelige und damit tonreichere Grundmasse saugte die Farblösung infolge Kapillarwirkung ein, während die Hartteile des Schwamms ungefärbt blieben.

Unten: Dünnschliff durch die Wand einer *Guettardiscyphia*.

Schliff G 1430 a/72

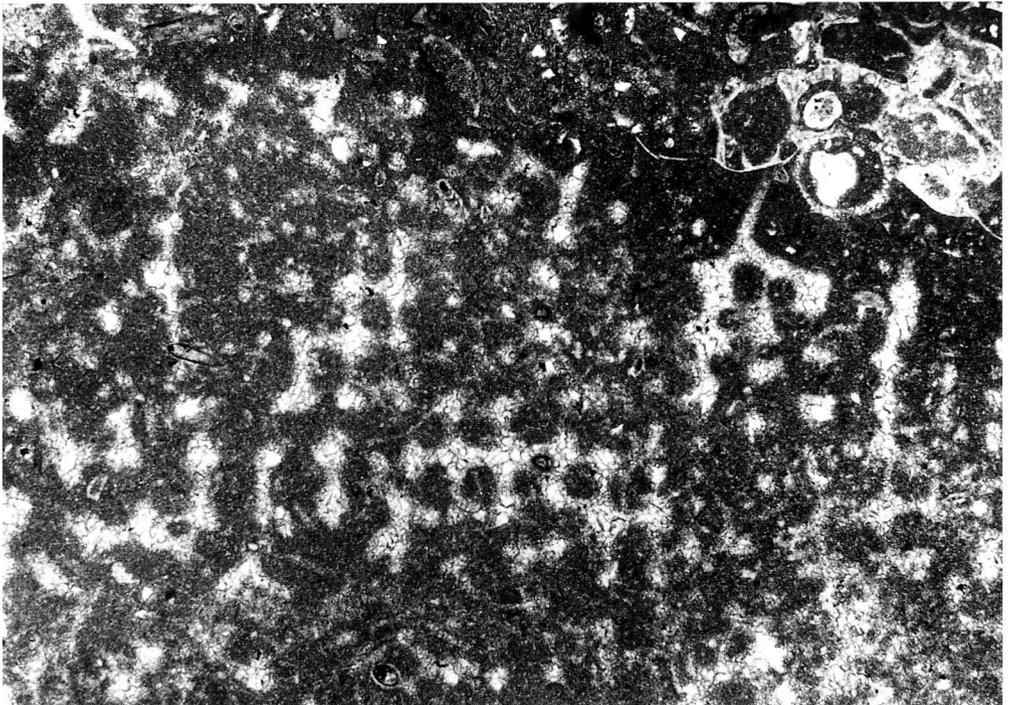
Vergrößerung x 45

Das Schliffbild zeigt Schwammnadeln (Spicula), die ein zusammenhängendes, rechtwinkeliges Gerüst aufbauen. Die Kreuzungsknoten des kubischen Maschenwerks sind gut zu erkennen. Diese Art von Skelettbildung weist auf die Klasse Hyalospongea (Glasschwämme) und insbesondere auf die Ordnung Dictyida (griech. dictyon = Netz) hin. Die Schwammnadeln wurden ursprünglich als Skelettopal, also in Form nicht kristallisierter, amorpher Kieselsäure ausgeschieden. In Altenbeuern liegen sie sekundär in Kalzit umgewandelt vor. Durch diesen Mineralaustausch (Metasomatose) wurden die Feinheiten des Aufbaus, z. B. der Achsialkanal, zerstört.

Glasschwämme kommen in den heutigen Meeren von der Gezeitenzone bis in Tiefen von 6000 m vor. Sie können daher in unserem Fall nicht zur Ermittlung der Meerestiefe herangezogen werden.

Kieselschwämme sind im Jura und auch noch in der Kreide sehr häufig. Im Alttertiär gehören sie durchaus zu den Seltenheiten. Lediglich im Bürgl-Bruch war die Funddicke etwas größer.

Die Bestimmung des Schwamms ist dem unlängst verstorbenen Dr. R. FÖRSTER zu verdanken.



TAFEL 6: KORALLEN

Kirchberg, Riffkalke des Obereozäns

Aufbewahrung: Sammlung K. HAMBERGER, Pinswang

Oben: *Colpophyllia stellata* (CATULLO). Schwach verkleinert (x 0,79)

Unten: Anschliff eines Korallenstocks.

Natürliche Größe

Der Name *Colpophyllia* (Bestimmung R. DARGA) leitet sich von griech. kolpos = Buch und phyllon = Blatt (gemeint sind hier die blattartigen Sternleisten oder Septen) ab. Die langgestreckten Kelche des Korallenstocks sind buchtartig miteinander verschlungen. Man kann das vorliegende Stück daher als »Hirnkoralle« bezeichnen. Seine Erhaltung ist schlecht, da nicht das Skelett selbst, sondern nur der Abdruck der Stockoberfläche in feinem Schlamm vorliegt.

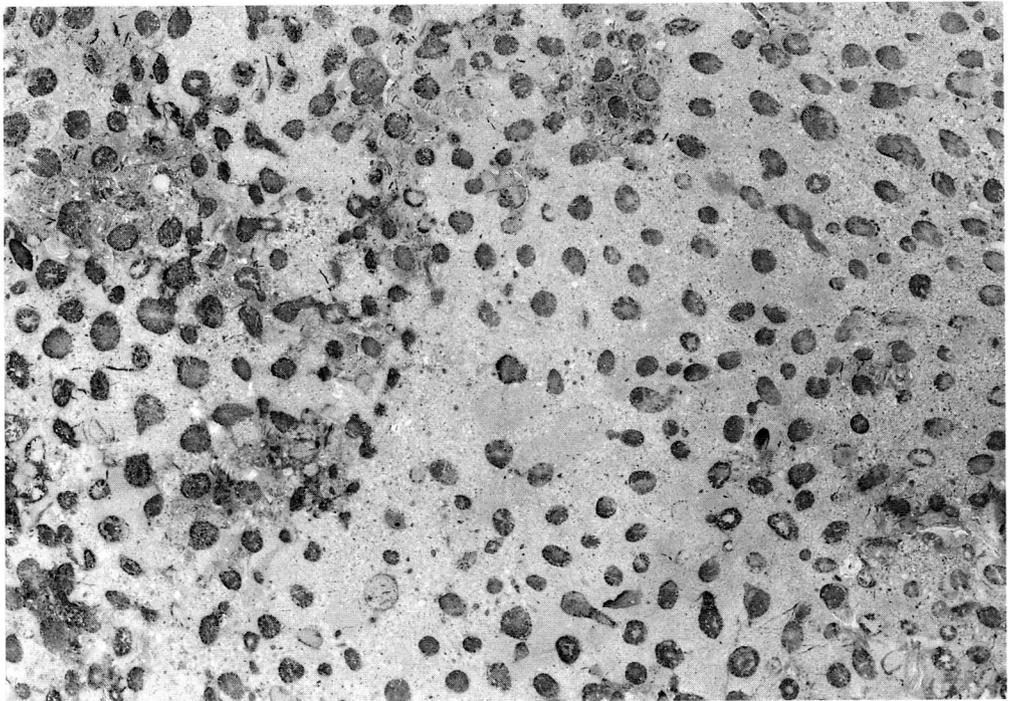
Die Steinkorallen oder Madreporarier bauen ihre Hartteile aus Aragonit auf, der in Form feinsten Faserbüschel vorliegt. In der tropischen Flachsee werden die delikaten Feinstrukturen rasch zerstört und durch mehr oder weniger groben, kalzitischen Blockzement ersetzt. Die Bestimmung von Korallen gestaltet sich daher, zumindest bei unseren Stücken, als sehr schwierig, wenn nicht unmöglich.

Stockkorallen spielten im Erdmittelalter (Mesozoikum) eine große Rolle. Hier sei nur an die Riffe der jüngsten Trias (Rhät) erinnert. Im Oberen Jura haben die an der Oberfläche verkieselten Riffe von Nattheim in Württemberg Berühmtheit erlangt. Aus der Oberen Kreide seien Korallenvorkommen des Cenomans (z. B. am Roß- und Buchstein in den Tegernseer Bergen) und der Gosau erwähnt. Im Eozän des Helvetikums treten Stockkorallen bereits sehr stark zurück. Immerhin konnte SCHLOSSER (1925) einzelne isolierte Stöcke vom Kressenberg beschreiben. Frau Hilda STEINBACHER, Berchtesgaden, gelang es darüber hinaus, im Steinbruch von St. Pankraz am Haunsberg nördlich Salzburg zahlreiche, teilweise sehr ansehnliche Stöcke aus den Erzschiefer zu bergen, die auf durch Wellenschlag zerstörte Riffe hinweisen.

Stockkorallen stellen an ihre Umwelt sehr hohe Anforderungen. Da sie mit Algen in Symbiose leben, muß das Wasser flach und klar sein. Die günstigsten Wassertemperaturen liegen zwischen 25 und 28° bei einem Salzgehalt von 35–40‰.

Eine mechanische Präparation von Korallen mit Hammer und Meißel ist wenig erfolgreich. Durch Tonhäutchen verunreinigte Oberflächen behandelt man am besten mit KOH oder NaOH, wodurch der Ton aufgeweicht wird und weggebürstet werden kann. Derart behandelte Stücke müssen anschließend gut mit Wasser ausgespült werden.

Die sternförmig gebauten Kelche vieler Korallen haben auch in der Volkskunde Spuren hinterlassen. Aus Korallen der alpinen Oberkreide (Gosau) wurden die sog. »Verschreierhärchen« hergestellt (ABEL 1939, S. 44–47).



TAFEL 7: MOOSTIERCHEN (BRYOZOEN)

Oben: Krustenförmiger Überzug von *Membranipora* sp. auf einem Seeigel (*Echinolampas escheri* AGASSIZ)

Hinterhör, Flöz-Nebengestein

Vergrößerung x 7,3

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Unten: *Membranipora* sp. auf einer Großforaminifere

Rohrdorfer Bruch, NW-Teil, Mittlere Adelholzener Schichten

Vergrößerung x 41

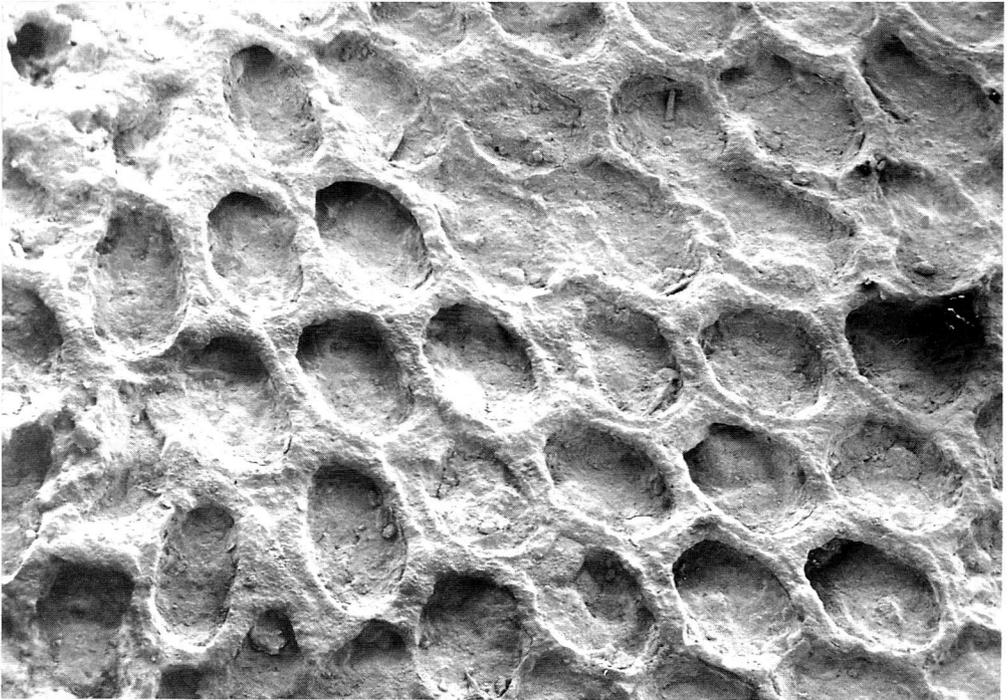
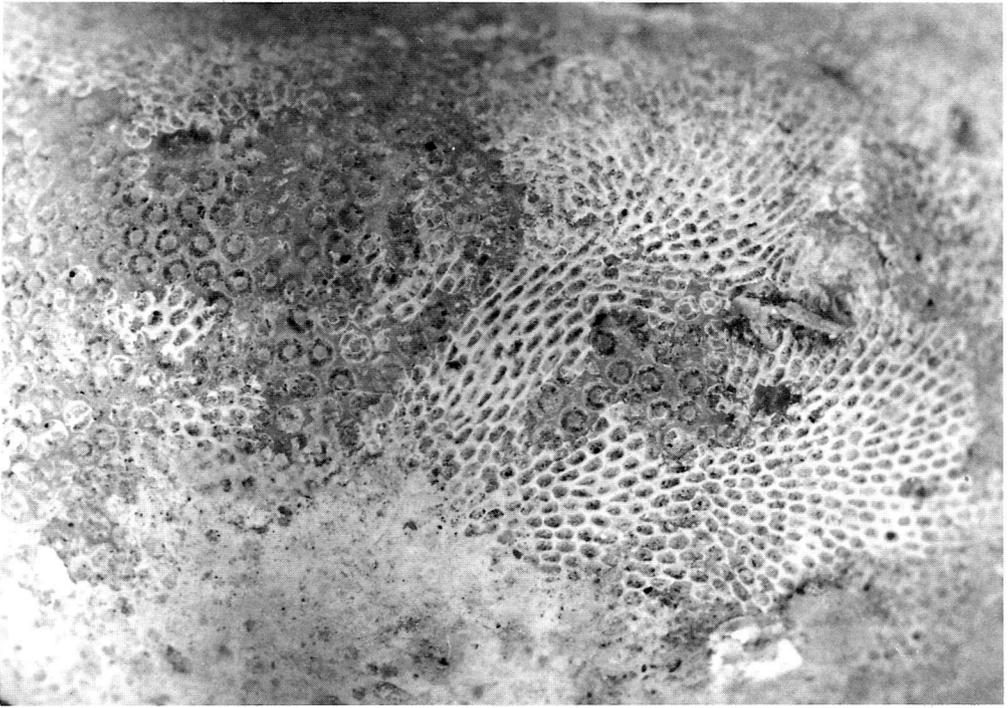
Aufbewahrung: Geol.-Paläont. Inst. und Museum, Hamburg.

Der Name Bryozoe leitet sich von griech. bryon = Moos und zoon = Tier ab. Diese sessile Tiergruppe bildet krustenförmige, bäumchenartige oder auch knollige Kolonien, die sich aus zahlreichen Zoöcien (wörtlich übersetzt »Tierwohnungen«) zusammensetzen. Diese Zoöcien erscheinen in den Abbildungen der Tafel 7 als maschenartige Vertiefungen. Vor allem das untere, mit dem Rasterelektronenmikroskop aufgenommene Bild, läßt die wannenartig eingesenkten Zoöcien gut erkennen. Kolonien von Bryozoen, die einen Durchmesser bis zu 50 cm erreichen können, sind von Korallen vor allem durch das Fehlen von Sternleisten (Septen) zu unterscheiden. Bryozoen treten nicht selten gesteinsbildend auf. Im Riffbereich haben ästige Formen die Aufgabe, den Riffschutt am Abgleiten in das offene Meer zu hindern und damit den Riffbereich zu konsolidieren.

Die Gattung *Membranipora* gehört zur Ordnung der Cheilostomata (»Lippenmünder«). Sie ist erst ab dem Jura bekannt und stellt die modernste und formenreichste Gruppe der Bryozoen dar. Die »Sammelgattung« *Membranipora* umfaßt allein an die 600 Arten. Am Aufbau der Hartteile ist neben Kalzit auch organische Substanz beteiligt, die fossil nicht überliefert wird. Die Erhaltung der vorliegenden Stücke ist daher ziemlich schlecht, da die Oberfläche zudem abgerieben ist und somit viele Merkmale nicht mehr erkennen läßt. Auf sie soll deshalb an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Auf einer Unterlage (Substrat, das »darunter Gebreitete«) festsitzende, also sessile Organismen nennt man Epöken (von griech. epi = darauf und oikos = Haus). In unserem Fall wurden Seeigelschalen und flache Gehäuse von Großforaminiferen besiedelt und damit als Unterlage benützt. Nicht selten umhüllen Krusten von Bryozoen auch die Thalli von Rotalgen. Dieser Vorgang kann sich, z. B. bei den Rhodolithen (S. ..), mehrfach wiederholen. Hierdurch wird ein Kampf ums Dasein angezeigt, da ja die verhüllten Algen keine Photosynthese mehr betreiben können.

Herrn Prof. Dr. E. VOIGT, Hamburg, sei für die Überlassung des unten wiedergegebenen Bildes sowie für die Bestimmung herzlich gedankt.



TAFEL 8: ARMFÜSSLER (BRACHIOPODEN) AUS DEM PALEOZÄN UND EOZÄN

Oben links: *Terebratulina parisiensis* DESHAYES

Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

Vergrößerung x 6,3

Oben rechts: *Terebratula fumanensis* MENEGHINI

Neubeurer Schloßberg, Nordwand, Schmalflöz-Schichten s. l.

Vergrößerung x 1,8

Unten: Querschliff durch die Schale von *Terebratula fumanensis* MENEGHINI, wie oben rechts, Vergrößerung x 75 (Schliff G 4207 a/88).

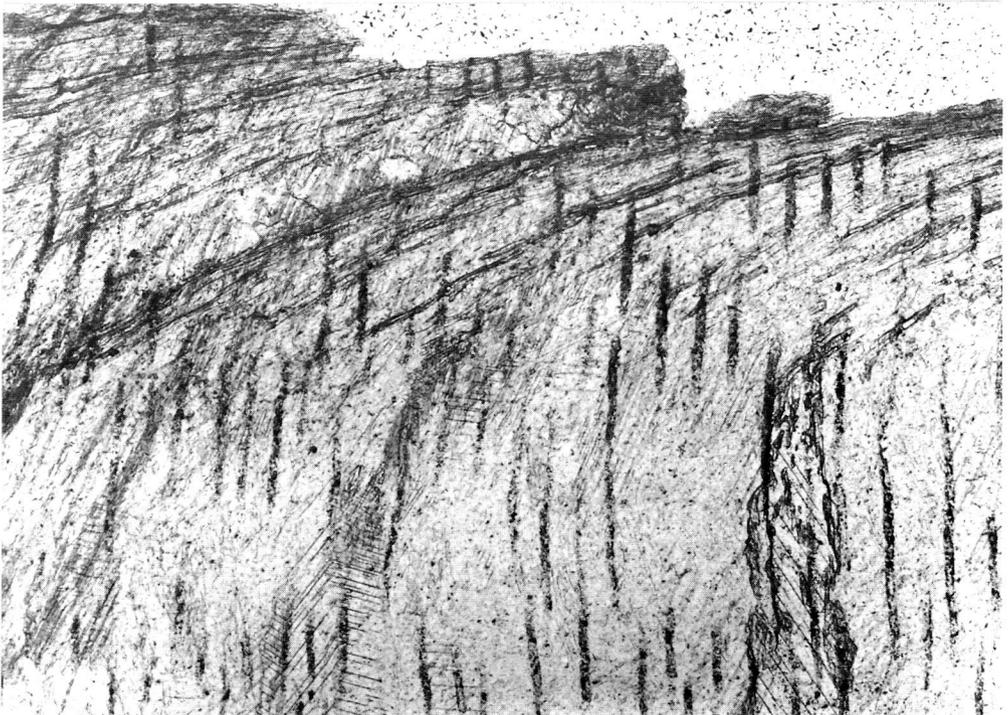
Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Terebratulina und *Terebratula* gehören zur Familie der Terebratulidae, deren Angehörige seit der oberen Trias bekannt sind. Ihr Name kommt von lat. *terebrā* = Bohrer und bedeutet daher soviel wie »die kleine Durchbohrte«. Damit ist bereits das wichtigste Merkmal der jüngeren Brachiopoden, nämlich das kreisrunde Stielloch, angesprochen. Terebrateln werden im Volksmund deshalb auch »Lochmuscheln« genannt.

Die Schale der Brachiopoden besteht aus einer größeren, meist stärker gewölbten Klappe, deren Wirbel von der Stielöffnung durchbrochen wird, und einer kleineren, gewöhnlich flacheren Klappe, an die im Inneren (auf unserem Bild nicht sichtbar) das sog. Armgerüst befestigt ist. Dieses, bei den Terebrateln schleifenförmige, Armgerüst stützt fleischige, mit Tentakeln versehene Anhänge, die man früher irrtümlich mit dem Fuß der Weichtiere (Mollusken) verglichen hat (griech. *brachion* = Arm, *pous* = Fuß). Sie sind für die Sauerstoffversorgung sowie für die Nahrungszufuhr verantwortlich. Das lebende Tier ist mit einem biegsamen Stiel an seine Unterlage befestigt und kann daher keine Ortsveränderung wahrnehmen.

Die Schale der Terebrateln besteht aus sehr dünnen, schräggestellten Kalzitprismen, die von mehr oder minder feinen, senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Kanälen (»Tubuli«) durchbrochen werden. Da diese Röhren an der Oberfläche schon mit der Lupe erkennbar sind, spricht man auch von »punctaten« Brachiopoden.

Die Brachiopoden hatte ihre Blütezeit im Erdaltertum (Paläozoikum). Sie treten aber auch noch in der Trias und im Jura (z. B. im Dogger des Laubensteingebiets) gesteinsbildend auf. Im Tertiär spielten sie indes kaum mehr eine Rolle. Heute leben nur noch 70–80 Gattungen, denen, grob geschätzt, etwa 2000 fossile Gattungen gegenüberstehen.



TAFEL 9: WOHNRÖHREN VON RINGELWÜRMERN (ANNELIDEN)

Oben: *Rotularia spirulaea* (LAMARCK)

Kirchberg, Gräben am Nordfuß, Mittlere Adelholzener Schichten

Vergrößerung x 2,5

Unten: Schnitte durch *Ditrupa cornea* (LINNÉ)

Langweid (Eckbichl), Flöz-Nebengestein

Vergrößerung x 27 (Schliff 47 a/51)

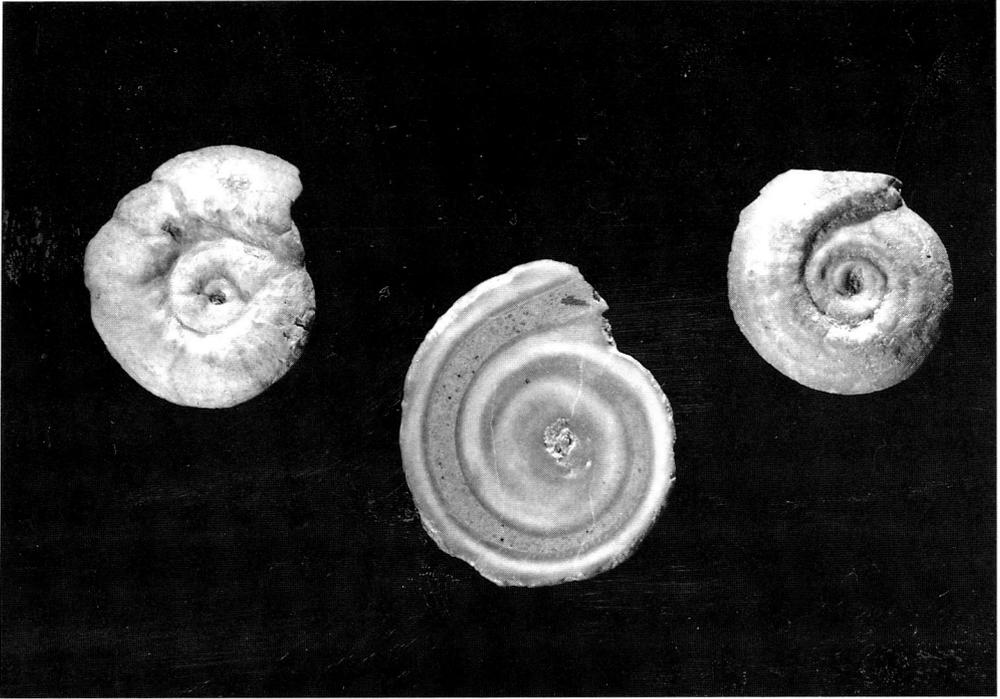
Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Die Gattungen *Rotularia* und *Ditrupa* gehören zur Ordnung der Sedentaria, also zu den Seßhaften. Sie scheiden kalkige Wohnröhren aus, die entweder an ein Substrat befestigt sind oder lose auf dem Meeresboden liegen. Die bekannteste Gattung ist wohl *Serpula*, die in zahlreichen Dünnschliffen aus dem Paleozän und Eozän des Helvetikums von Neubeuern nachgewiesen werden konnte. Die Gattung *Rotularia* (Oberkreide bis Eozän) besitzt abgeflachte Wohnröhren, die im Anfangsteil räumlich gewunden sind, im erwachsenen Stadium hingegen eine planspirale Einrollung zeigen. Der äußere Röhrenrand ist meist mit einem Kiel versehen. Außerdem sind die einzelnen Wachstumsstadien an Einkerbungen der Oberfläche zu erkennen. *Rotularia spirulaea* ist im europäischen Eozän (u. a. auch bei Priabona in NE-Italien) weit verbreitet, fehlt aber bereits im Oligozän.

Ditrupa cornea bildet bis zu 1 cm lange, schmale, manchmal etwas gebogene Röhren, die im Flöz-Nebengestein von Langweid auf manchen Schichtflächen angereichert erscheinen.

Die kalkigen Annelidenröhren bestehen aus Kalzit und zeichnen sich durch einen zweischichtigen Aufbau aus. Durch dieses Merkmal unterscheiden sie sich eindeutig von morphologisch ähnlich aussehenden Schnecken und Grabfüßlern (Scaphopoden). So wurde *Rotularia spirulaea* von manchen Autoren irrtümlich zu den Wurmschnecken (Vermetidae) gestellt, während man *Ditrupa cornea* lange Zeit als *Dentalium* cf. *nitidum* DESHAYES bestimmte.

Noch ein Wort zu mehrfach gebrauchten stratigraphischen Bezeichnungen. Die Ilerd-Stufe wurde von den beiden Schweizern HOTTINGER und SCHAUB im Jahre 1960 nach der Provinz Lérida in Nordspanien benannt. Das Cuis wurde erstmals in Aufschlüssen nahe dem Ort Cuisse-la-Motte im Ostteil des Pariser Beckens untersucht. Das Lutet weist auf lat. Lute-tia für Paris hin. Die Biarritz-Stufe wurde von der gleichnamigen Stadt an der französischen Atlantikküste abgeleitet (gleichfalls von HOTTINGER und SCHAUB 1960). Der Begriff Priabona endlich stammt aus der Gegend nördlich Verona und Vicenza, der berühmten Landschaft des Vicentin, die bereits GOETHE in seiner Italienischen Reise begeistert beschrieb.



TAFEL 10: LEBENSSPUREN (CHONDRITEN) AUS FLYSCH-ABLAGERUNGEN

Oben: *Chondrites intricatus* (BRONGNIART).

Vergrößerung x 1,4

Unten: *Chondrites furcatus* (BRONGNIART).

Natürliche Größe

Straße Neubeuern–Nußdorf bei Pösnach, Campan, Zementmergel-Serie

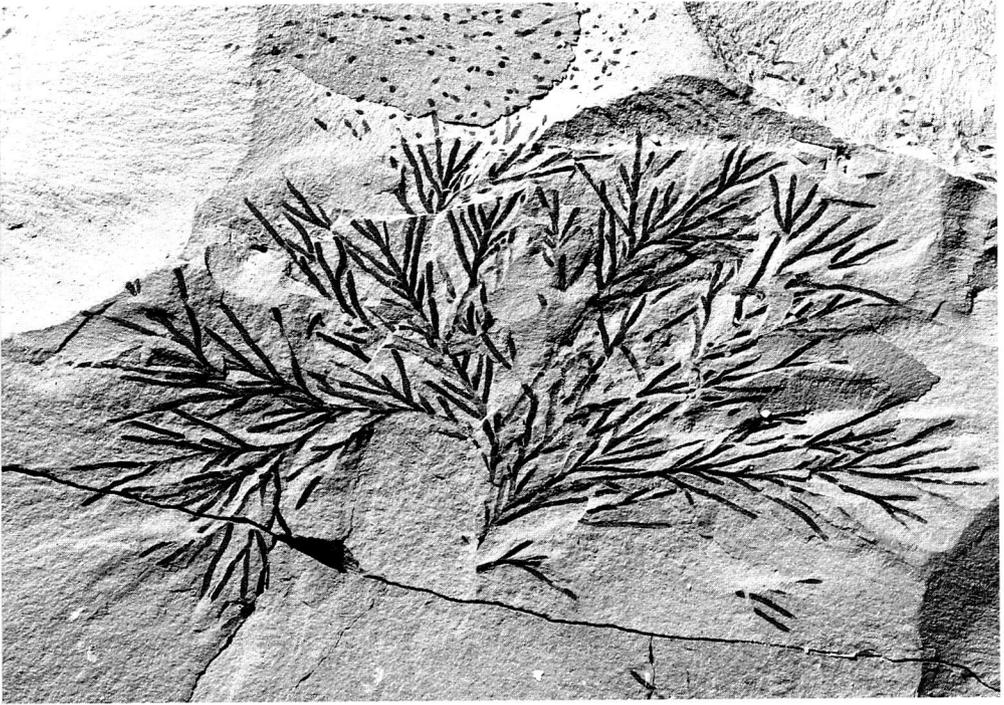
Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNST, Rosenheim.

Nicht wenige Ringelwürmer scheiden keine mineralischen Wohnröhren aus, sondern leben im oder auf dem Meeresboden, wobei sie mehr oder minder hinfallige Spuren hinterlassen. Auf Tafel 10 sind Freßbauten mit regelmäßig verzweigten Stollen abgebildet, die den Namen *Chondrites* tragen. Dabei wird die feingliedrige Art *intricatus*, die breitere und plumperere *furcatus* genannt. Letztere ist mit *Chondrites targionii* (BRONGNIART) nahe verwandt. Der Name Chondrit kommt von griech. chondros = Knorpel, in unserem Fall vom Knorpel eines jungen Hirschgeweihs. Der Name bezieht sich daher auf die hirschgeweihartige Form dieser Lebensspuren.

Da die Tiefwassersedimente der Flyschzone sehr arm an organischen Stoffen sind, waren die grabenden Organismen gezwungen, ihren Raumanteil möglichst quantitativ zu nutzen. Da sich die Würmer mit Hilfe ihres Hautmuskelschlauches zurückziehen und wieder vorstoßen können, ist ein Individuum in der Lage, ein vierteiliges Spurennetz anzulegen. Man beachte, daß die Chondriten im Flysch immer dunkel auf hellem Untergrund erscheinen, im Gegensatz zu ähnlichen Bildungen im »Seegrasschiefer« des Lias epsilon von Holzmaden (Württemberg), in dem die Wurmspuren hell im dunklen Sediment in Erscheinung treten.

Bohr- und Wühlvorgänge im Bodenschlamm nennt man Bioturbation. Sie führen häufig zu einer empfindlichen Störung des ursprünglichen Gefüges (»Entscheidung«). Die Kenntnis von den Lebensspuren wird Ichnologie (griech. ichnos = Spur) genannt. Lebensspuren sind sehr wichtige Anzeiger für Wassertiefen. Zur Altersbestimmung sind sie allerdings nur sehr bedingt tauglich.

Viele Lebensspuren erinnern an pflanzliche Gebilde, vor allem an Tang. Es ist daher kein Zufall, daß sie zuerst von Paläobotanikern beschrieben wurden. In diesem Zusammenhang sind die Namen Kaspar Maria Graf von STERNBERG (1761–1838), Oswald HEER (1809–1883) und Adolphe BRONGNIART (1801–1876) zu nennen, dessen Vater Alexandre u. a. Direktor der Porzellanmanufaktur in Sèvres war. SCHAFFHÄUTL (1851, Tafel 3–7) bildete die ersten Chondriten aus dem bayerischen Flysch ab.



TAFEL 11: LEBENSSPUR UND VERSTEINERUNG AUS DEM FLYSCH

Oben: *Helminthoida labyrinthica* HEER

Straße Neubeuern–Nußdorf bei Pösnach, Campan, Zementmergel-Serie
Verkleinerung x 0,7

Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNST, Rosenheim.

Bei *Helminthoida labyrinthica* hat man es nicht mit einem Freißbau, sondern mit einer Weidespur zu tun. Der Wurmkörper hinterließ auf dem weichen Meeresboden eingetiefte sog. »geführte Mäander«, die sich nicht überkreuzen. Also auch hier das Prinzip der quantitativen Nahrungsausnutzung. Der Schweizer Paläobotaniker Oswald HEER beschrieb die vorliegende Lebensspur in seinem Werk »Die Urwelt der Schweiz« (1865, S. 245–246, Tafel 10, Fig. 12) als »Wurmstein«. Der Name leitet sich von griech. helmis, helminthos = Wurm ab. Auch SCHAFHÄUTL (1851, Tafel 9) war diese Weidespur bereits bekannt.

Unten: *Inoceramus (Endocostea) sp. ex gr. balticus* J. BÖHM

Straße Neubeuern–Nußdorf bei Pösnach, Campan, Zementmergel-Serie
Vergrößerung x 1,1

Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNST, Rosenheim.

Körperlich erhaltene Evertibraten (Wirbellose) gehören im Flysch zu den allergrößten Seltenheiten. Dennoch gelang es, gelegentlich Funde der Gattung *Inoceramus* zu machen. Diese Muschelgattung mit ihren so bezeichnenden Querwülsten liebte schlammigen Boden und konnte so, wenn auch nur in geringer Individuenzahl, in der Tiefsee siedeln. Ihr Name kommt von griech. is, inos = Faser und keramos = Dachziegel, da meist nur die kalzitische, aus senkrecht zur Oberfläche stehenden Prismen aufgebaute Außenschicht erhalten ist. Sie erscheint im Querbruch faserig. Die aragonitische, perlmutterglänzende Innenschicht ist dagegen in der Regel aufgelöst.

Von der Straße Neubeuern–Nußdorf wurden *Inoceramen*funde bereits von SCHLOSSER (1893, S. 195) und von EDER (1925, S. 41) erwähnt. Diese Stücke überdauerten allerdings den Krieg nicht. Weitere Funde wurden aus dem Wendelsteinvorland bei Litzldorf und aus dem Kalkgrabenbruch NE Schliersee bekannt. Als mäßig fossilführend erwiesen sich ferner die Steinbrüche im Muntigl-Flysch nördlich Salzburg.

Das Stück aus der Sammlung KÜNST wurde von Herrn Dr. habil. K.-A. TRÖGER, Freiberg (Sachsen) dankenswerterweise als *I. (Endocostea) sp. ex gr. balticus* J. BÖHM bestimmt. Diese Art zeigt Campan als Fundschicht an. Das vorliegende Fossil ist leider nur als Steinkern erhalten.



TAFEL 12: AUSTERN (OSTREIDAE)

Oben: Zwei Schalen von *Lopha martinsi* (D'ARCHIAC)

Kirchberg, Riffkalke des Obereozäns

Verkleinerung x 0,8

Aufbewahrung: Sammlung K. HAMBERGER, Pinswang.

Die zweiteilige Schale von Austern wird von einer stärker gewölbten linken, festgewachsenen und einer flacheren rechten Klappe zusammengesetzt. Die Abbildung zeigt die Außenseite zweier linken Klappen, die in der Mitte mehr oder weniger deutlich die Anheftungsstelle erkennen lassen. Die Oberfläche ist mit kräftigen Radialfalten verziert. Die gegenüberliegenden rechten, im Bild nicht sichtbaren Klappen sind mit Serpeln und Bryozoen bewachsen und dienten damit als Substrat für andere Organismen.

Der Name *Lopha* leitet sich von griech. lophos = Federbusch, Kamm des Haushahns ab. Austern mit berippter Schale werden daher gerne als Hahnenkammaustern bezeichnet (z. B. *Lopha cristagalli* aus dem Dogger). *Lopha martinsi* tritt z. B. auch in den obereozänen Priabona-Schichten NE-Italiens häufig auf.

Lopha martinsi war eine Bewohnerin des Riffs des Kirchbergs und wurde zusammen mit Korallen und anderen Tierresten in die Stockletten eingespült. Ihr Lebensraum unterscheidet sich daher von ihrem Einbettungsraum. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer Lebens- und einer Totengemeinschaft (Biocönose bzw. Thanatocönose).

Unten: *Pycnodonte gigantea* (SOLANDER in BRANDER)

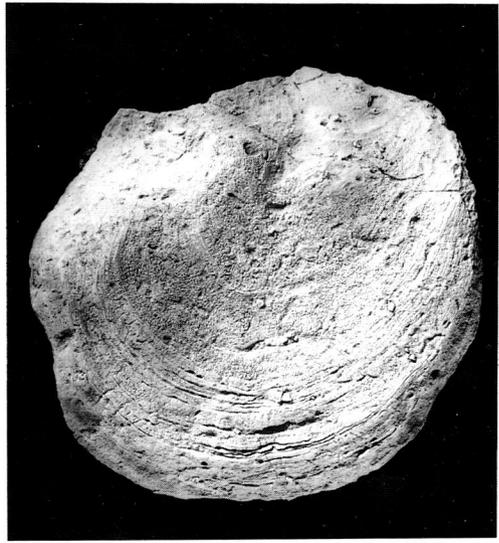
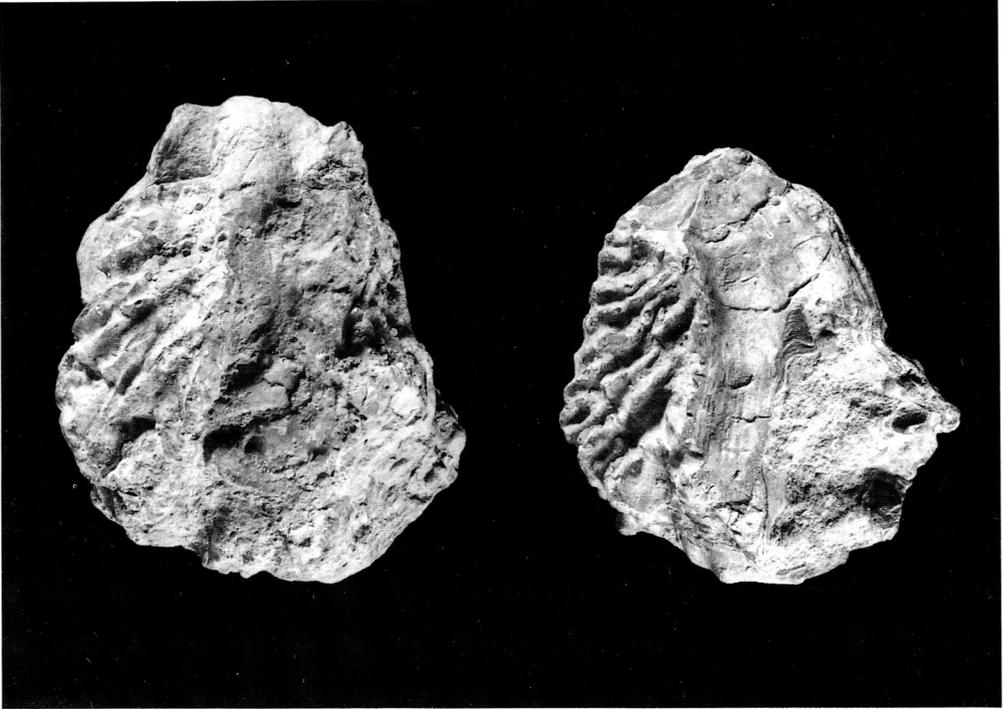
Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

Verkleinerung x 0,6

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Das linke Bild zeigt die Innenseite einer rechten Deckelklappe. Am oberen Rand ist die gestreifte Ligamentgrube zu erkennen. Das hornige Ligament diente zum Öffnen der beiden Klappen. Außerdem sieht man in der Mitte eine kräftige Narbe zum Ansatz des Schließmuskels. Die Ostreidae gehören zur Gruppe der Anisomyaria oder Ungleichmuskler. Im rechten Bild ist die Außenseite derselben Klappe dargestellt. Die flache, etwas gewellte Oberfläche läßt Anwachsstreifen erkennen.

Pycnodonte gigantea, die »Riesenauster« mit einer Länge von über 10 cm ist im Eozän des Helvetikums weit verbreitet. Da ihre Schale aus Kalzit besteht (siehe Tafel 13), liegt sie durchwegs gut erhalten vor.



TAFEL 13: AUFBAU VON AUSTERNSCHALEN

Oben: Querschnitt durch eine Schale von *Pycnodonte guembeli* MAYER-EYMAR
Hinterhör, Flöz-Nebengestein

Vergrößerung x 39

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München (Schliff G 4209 a/88).

Unten: Querschnitt durch eine Schale von *Pycnodonte gigantea*
(SOLANDER in BRANDER)

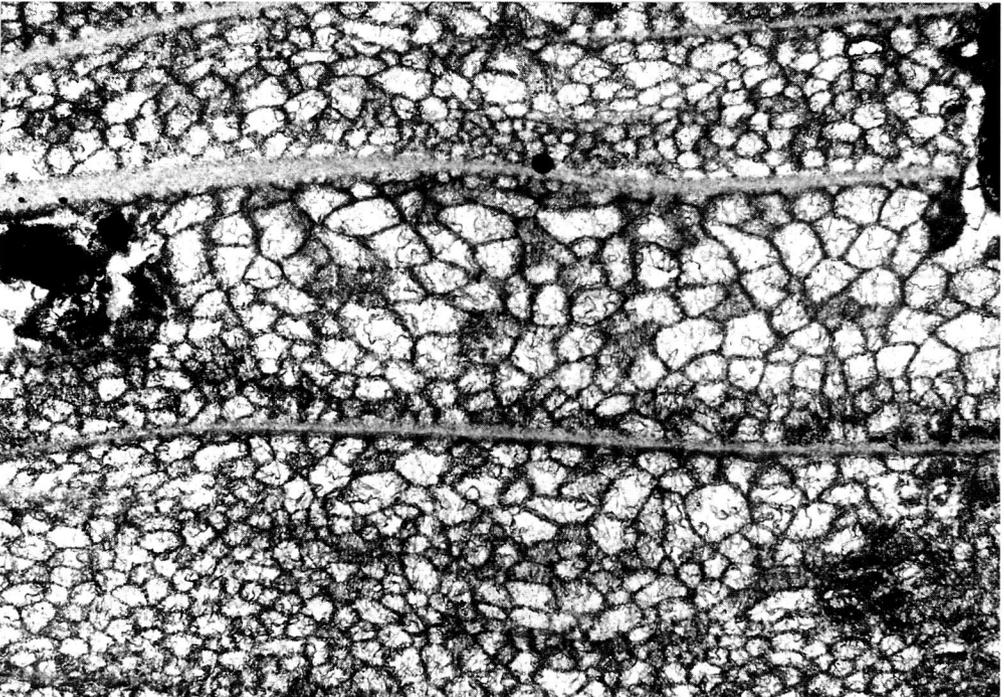
Aufschluß südöstlich Altenbeuern, Schwarzerz-Schichten s. l.

Vergrößerung x 39

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München (Schliff G 4198 a/88).

Die Schalen der Gattung *Pycnodonte* weisen überwiegend eine blasige bzw. zellige Feinstruktur auf. Sie wird durch vertikale oder schräggestellte, dünne Schalenblätter gebildet, die meist unregelmäßig geformte Hohlprismen aufbauen. Diese werden, häufig mehrfach, von feinblättrigen Lagen abgelöst. Durchmesser und Form der Hohlprismen unterliegen starken Schwankungen. Dennoch hat es den Anschein, als sei die Schale von *P. guembeli* gröberprismatisch als die Hartteile von *P. gigantea*.

Die Hohlprismen wurden erst im Lauf der Verfestigung des Meeresschlammes (Diagenese) mit körnigem Kalzit (Blockzement) ausgefüllt. Die Schalen wurden dadurch bedeutend schwerer. Demnach ist hier das Prinzip der Gewichtersparnis realisiert, das in Verbindung mit der räumlichen Feingliederung der Schale ein Höchstmaß an Festigkeit verbürgt. Wir erleben an diesem Beispiel Tiere als Baumeister. Gerade an Hand von Dünnschliffbildern ließe sich das Thema »Natur und Technik« überzeugend abhandeln.



TAFEL 14: MUSCHELN (LAMELLIBRANCHIATEN) UND *NAUTILUS*

Oben links: *Chlamys scutulata* (SCHAFHÄUTL), linke Klappe
Vergrößerung x 1,2

Oben rechts: *Spondylus radula* LAMARCK, rechte Klappe
Vergrößerung x 1,1

Unten rechts: *Nautilus centralis* SOWERBY
Vergrößerung x 1,3
Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein
Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNST, Rosenheim.

Unten links: *Pycnodonte guembeli* MAYER-EYMAR, linke Klappe
Hinterhör, Flöz-Nebengestein
Vergrößerung x 1,3
Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

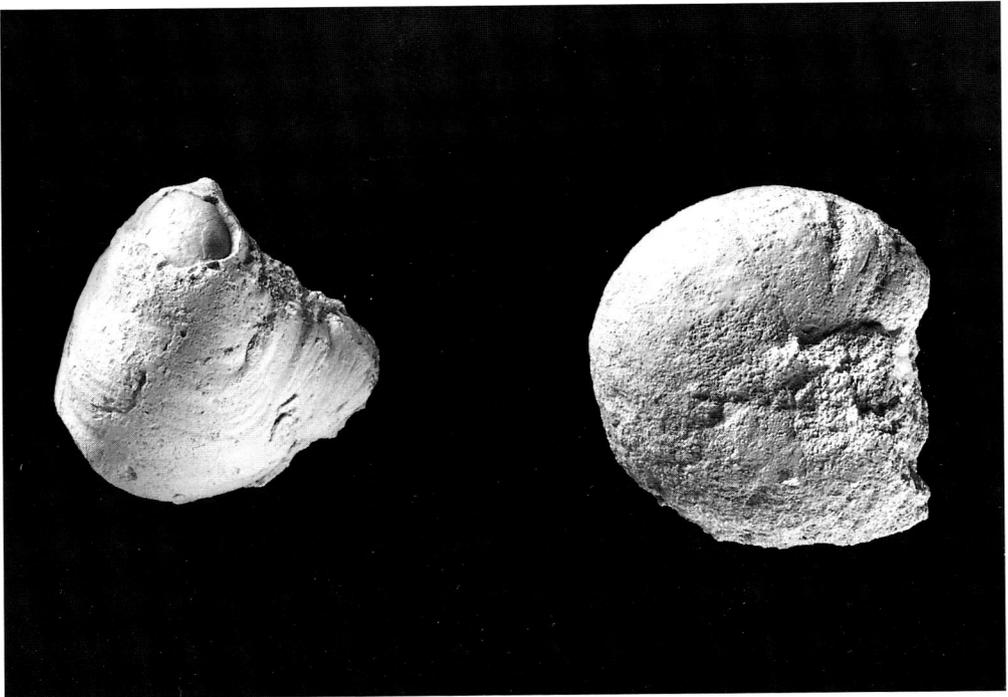
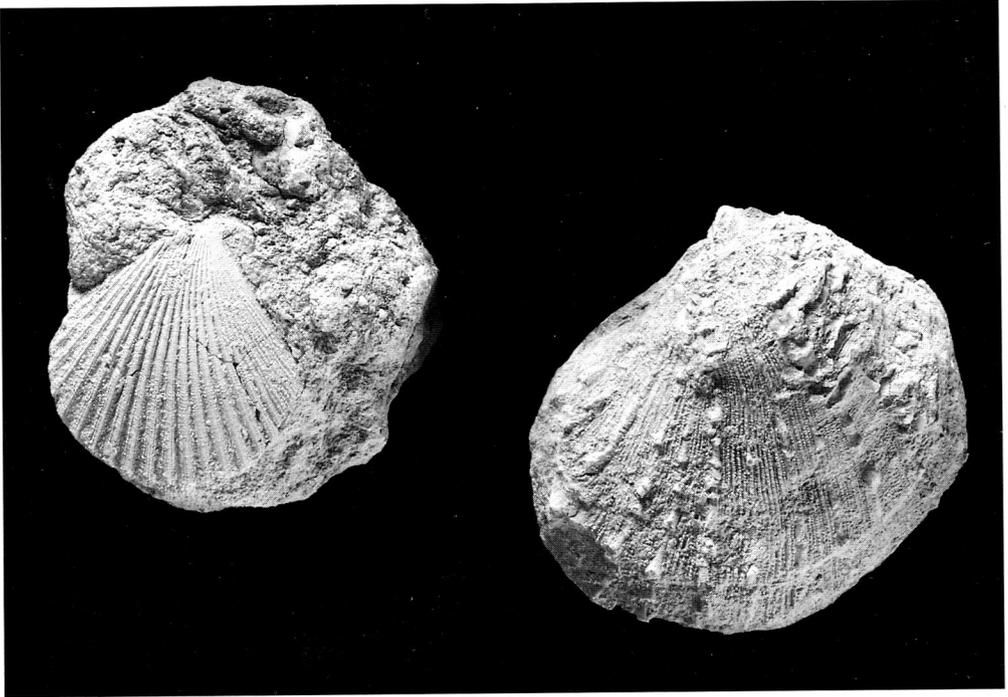
Das Nebengestein ist verhältnismäßig reich an Muscheln. Allerdings können nur die Kalzit-schaler (*Anisomyaria*) sicher bestimmt werden. Die ursprünglich aragonitischen Schalen der *Homomyaria* hinterlassen gewöhnlich nur Steinkerne, die nur in wenigen Fällen eine gesicherte Bestimmung zulassen.

Kamm-Muscheln der Familie Pectinidae gehören zu den häufigeren Funden. Der Name *Chlamys* (griech.) bedeutet soviel wie Reitermantel. Die kräftigen Längsrippen mögen zu einem Vergleich mit dem Faltenwurf eines Mantels angeregt haben.

Die Gattung *Spondylus* erweist sich meist als sehr derbschalig. Ihre Rippen sind häufig in Dornenreihen aufgelöst. Größere Stacheln sind gewöhnlich abgebrochen.

Pycnodonte guembeli ist ein kleinwüchsiger Verwandter von *P. gigantea* (Tafel 12). Die Schale ist mit einem flügelartigen Fortsatz versehen, der das Hinterende markiert. Ihre Feinstruktur wurde in Tafel 13, Bild oben, dargestellt. *P. guembeli* kommt bei Hinterhör gehäuft vor. *Pycnodonte* bedeutet »derber Zahn«. Ihr früherer Name lautete *Gryphaea* (Greifsmuschel).

Das kleinwüchsige Gehäuse von *Nautilus centralis* war ursprünglich aragonitisch und besaß eine irisierende Perlmutterstruktur. Heute liegt es als unscheinbarer Steinkern vor, der aber immerhin die Cephalopoden im Eozän vertritt. Eine weitere Gattung wäre *Aturia*, von der aber keine photogenen Reste vorliegen. Der planspiral eingerollte und damit bilateral-symmetrische *Nautilus* gehört heute zu den »lebenden Fossilien«, da er im Indopazifischen Ozean noch in einigen Arten fortlebt.



TAFEL 15: SCHNECKEN (*GISORTIA* UND *PLEUROTOMARIA*)

Links oben: *Gisortia gigantea* (MÜNSTER), Seitenansicht,
Verkleinerung x 0,8

Rechts oben: Spira desselben Gehäuses.
Verkleinerung x 0,5

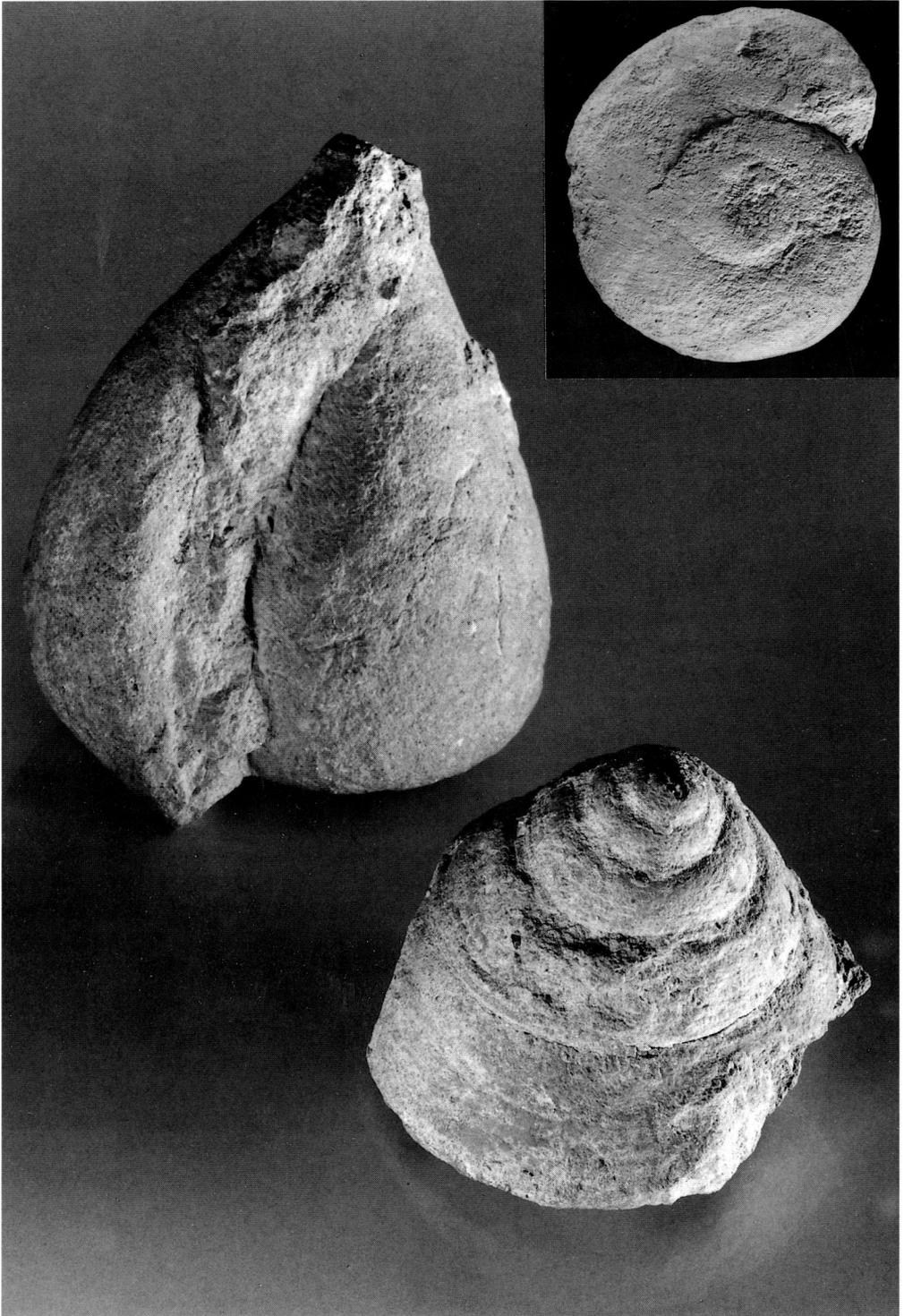
Unten: *Pleurotomaria* cf. *puncticulosa* GÜMBEL,
Verkleinerung x 0,8
Langweid (Eckbichl), Flöz-Nebengestein
Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNAST, Rosenheim.

Gisortia gigantea tritt im helvetischen Eozän von den Roterz-Schichten bis zum Flöz-Nebengestein auf. Der letzte Umgang dieser stattlichen Schnecke umhüllt alle früheren Windungen. Da aber die ursprünglich aragonitische Schale längst weggelöst ist, läßt der Steinkern die spirale Einrollung erkennen (Bild rechts oben). Fast alle Gastropoden weisen räumlich gewundene Gehäuse auf. Sie haben damit jegliche Symmetrie verloren.

Die vorliegende Art wurde von Graf Georg zu MÜNSTER als »*Strombus*« *giganteus* im 3. Teil des von August GOLDFUSS herausgegebenen Sammelwerks »*Petrefacta Germaniae*« (1841–1844) vom Kressenberg beschrieben. Das Original hierzu, das den Krieg überstand, wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München aufbewahrt. Der Graf kaufte von Bergmeister STÖLZL in Bergen im Chiemgau eine umfangreiche Sammlung von Fossilien aus dem Kressenberger Eisenerzrevier, die er zunächst nach Bayreuth brachte. Sie kam, wenigstens teilweise, im Jahre 1845 nach München (HAGN & WELLNHOFER 1972, S. 25).

Die Gattung *Gisortia* gehört zur Familie der Cypraeidae (zum Namen vgl. Tafel 18) und ist demnach eine Verwandte der allerdings viel kleineren Kauri-Schnecke, die heute den Namen *Monetaria moneta* (LINNÉ) trägt. Ihr Name besagt, daß sie etwas mit Geld zu tun hat. In der Tat war die Kauri-Schnecke eine der verbreitetsten Geldarten Afrikas, Asiens und Ozeaniens. Man kann sie in China bis auf etwa 1500 v. Chr. zurückverfolgen. Im Jahre 1624 kostete ein Sklave an der Kamerunküste nur 60–70 Kauris. Kauri-Schnecken waren teilweise noch bis in unser Jahrhundert in Gebrauch (zitiert aus: *Primitives Geld*, Heft 19, Erläuterung Schausamml. Naturwiss. Mus. Coburg). Die dekorativen Gehäuse wurden aber auch zu Schmuckstücken (z. B. Pferdegeschirren) oder zu Fruchtbarkeitsamuletten verarbeitet.

Die etwas altertümlich wirkende *Pleurotomaria* ist durch ein Schlitzband in der Mündungsregion ausgezeichnet, das der Sauerstoffversorgung diente. Von diesem Merkmal, das an unserem Stück leider nicht mehr sichtbar ist, leitet sich auch ihr Name ab (»seitlich geschnitten«). *Pleurotomaria* gehört zu den Archaeogastropoda und ist seit dem Lias fossil belegt.



TAFEL 16: SCHNECKEN (GASTROPODEN)

Oben links: *Strombus piriformis* (SCHAFHÄUTL)

Neubeurer Schloßberg, Wolfsschlucht, Schmalflöz-Schichten s. 1.

Mitte: *Ampullina sigaretina* (LAMARCK)

Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München

Oben rechts: *Ampullina patula* (LAMARCK)

Unten links *Potamides cf. pyramidalis* (SCHAFHÄUTL)

Unten rechts: *Xenophora patellata* (DESHAYES)

Langweid (Eckbichl), Flöz-Nebengestein

Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNAST, Rosenheim

Alle Vergrößerungen x 1,2.

Die Bestimmung von Steinkernen von Gastropoden ist eine höchst undankbar Aufgabe. Mit der Auflösung der aragonitischen Schale sind fast alle wesentlichen Merkmale (z. B. Skulptur) verschwunden. Übriggeblieben sind nur die Ausfüllungen der Umgänge, die mal höher, mal niedriger gewunden erscheinen. Zudem wurden manche Steinkerne durch den Gebirgsdruck verformt. Als besonders tückisch erweist sich hierbei die bruchlose Deformation, da sie einen abweichenden Habitus vortäuschen kann. Erschwerend kommt noch hinzu, daß die eozänen Mollusken des bayerischen Helvetikums dringend einer modernen Bearbeitung bedürfen. Ihre letzte Revision erfolgte durch SCHLOSSER (1925). Für das Paleozän steht hingegen die hervorragende Darstellung von TRAUB (1938) zur Verfügung, die in den letzten Jahren vom selben Autor durch weitere Beiträge laufend ergänzt wurde.

Die geschilderte Misere ist, wie gesagt, auf Aragonit, die instabile Modifikation des Kalziumkarbonats, zurückzuführen. Aragonit kristallisiert rhombisch, weist keine Spaltbarkeit auf und besitzt ein höheres spezifisches Gewicht als Kalzit. Eine bezeichnende Feinstruktur, an der man Muscheln, Schnecken und Grabfüßler, nicht aber Cephalopoden erkennen kann, ist die Kreuzlamellenstruktur. Kalzit hingegen bildet trigonale Kristalle aus, die vollkommen nach dem Rhomboeder spalten. Als Beispiele hierfür seien Echinodermenspatkalk des Jura (z. B. Hierlatzkalk) und der Kreide (Schrattenkalk) angeführt. Mit Hilfe der MEIGEN'schen Reaktion lassen sich im übrigen Kalzit und Aragonit leicht voneinander unterscheiden. Zu diesem Zweck kocht man die zu untersuchenden Hartteile in einer wässrigen Lösung von Kobaltnitrat. Färben sie sich rötlich, liegt Aragonit vor, der sich an der Oberfläche in ein basisches Kobaltkarbonat verwandelt hat. Erfolgt keine Farb-reaktion, kann man hingegen auf Kalzit schließen.



TAFEL 17: AMMONITEN UND BELEMNITEN DER OBERKREIDE

Oben: *Pachydiscus (Pachydiscus) haldemsis* (SCHLÜTER)

Straße Rohrdorf–Langweid, Pinswanger Schichten

Verkleinerung x 0,7

Aufbewahrung: Linkes Gehäuse: Sammlung Dr. CH. KÜNAST, Rosenheim –

Rechtes Gehäuse: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Die ursprünglich aragonitischen Gehäuse liegen als Steinkerne vor. Da aber die Schalenwand sehr dünn war, wurde die Berippung auf den Steinkern »durchgedrückt«. Es liegen daher sog. Skulptursteinkerne vor. Der Name dieser im bayerischen Helvetikum ziemlich seltenen Versteinerung bedeutet »dicke Scheibe aus Haldem« in Westfalen. Die Gattung *Pachydiscus* weist in der höchsten Oberkreide gelegentlich Riesenwuchs auf. So sind Gehäuse bekannt, deren Windungen im ausgerollten Zustand 11 m und mehr messen. Kurz vor ihrem Aussterben an der Wende Kreide/Tertiär lassen die Ammoniten auch noch andere Entartungen, z. B. Entrollung, erkennen (Beispiel: *Scaphites*).

Die Bezeichnung »Ammons-Horn« ist bereits im 37. Buch der Naturgeschichte von PLINIUS d. Ä. aufgezeichnet. Er geht auf den ägyptischen Sonnengott Amun Re zurück, der in der Ohrregion als göttliches Attribut der Fruchtbarkeit ein Widderhorn trug.

Die Spirale der Ammonitengehäuse zog schon seit altersher die Menschen in ihren Bann. Sie wurden bei allerlei unheilabwendenden (apotropäischen) Praktiken benützt. Eine ausführliche Darstellung dieses faszinierenden Themas ist bei ABEL (1939) und HEBEISEN (1978) zu finden.

Die Bestimmung der vorliegenden Stücke verdanken wir Herrn Dr. H. IMMEL, München.

Unten: *Belemnitella mucronata senior* NOWAK

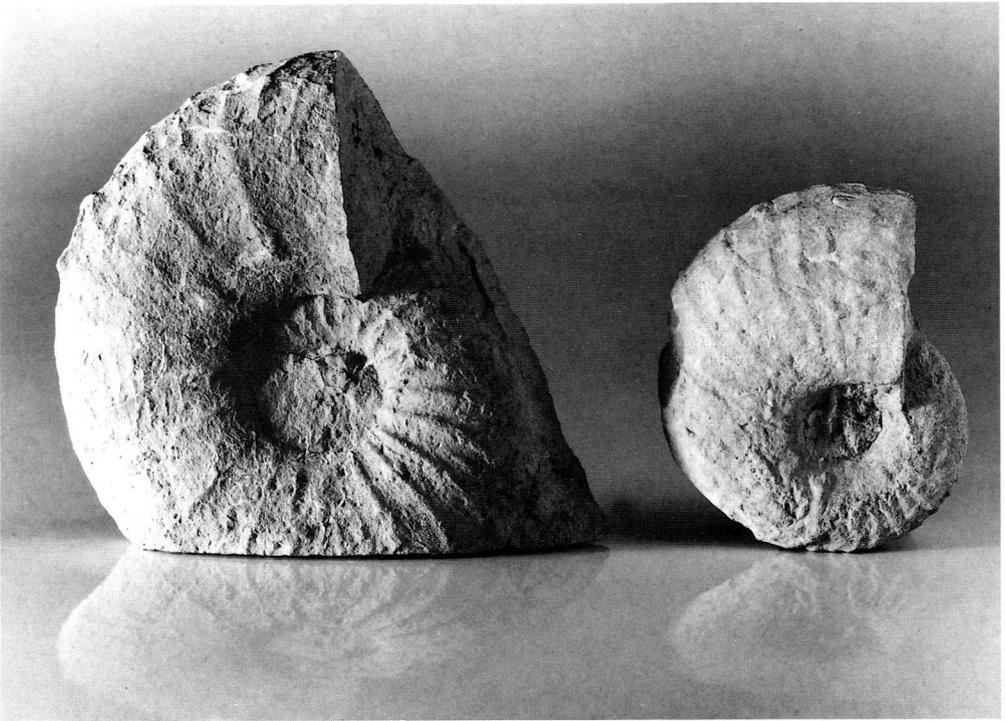
Straße Rohrdorf–Langweid und Pinswanger Graben, Pinswanger Schichten

Vergrößerung x 1,1

Aufbewahrung: Linkes Rostrum: Sammlung Dr. CH. KÜNAST, Rosenheim. Die beiden rechten Spaltstücke: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Der Name Belemnit kommt von griech. belemnion = Geschoß. Die zigarrenförmigen, aus ziemlich reinem, radialstrahligem Kalzit bestehenden Gebilde (lat. rostrum) dienen der Stabilisierung der Tintenfische beim Schwimmen. Eine Bestimmung der Kreide-Belemniten (hier: Prof. Dr. F. SCHMID, Hannover, und Dr. M.-G. SCHULZ, Kiel) ist nur durch Spalten des Rostrums möglich. Dabei wird der gekammerte Phragmokon (griech. phragma = Scheidewand) im oberen Zeil des Rostrums sichtbar.

Belemniten dienten in früherer Zeit als Blitzamulette (»Donnerkeile«), fanden aber auch in der Volksmedizin Verwendung. Aus Raumgründen ist es nicht möglich, auf diesen volkskundlichen Aspekt hier näher einzugehen (vgl. hierzu ABEL 1939 und HEBEISEN 1978).



TAFEL 18: OSTRACODEN DER STOCKLETTEN

Oben: *Atlanticythere* sp., linke Klappe. Vergrößerung x 126

Mitte: *Henryhowella* cf. *asperrima* (REUSS), linke Klappe. Vergrößerung x 126

Unten: *Agrenocythere* sp., rechte Klappe. Vergrößerung x 112

Kirchberg, Stockletten

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

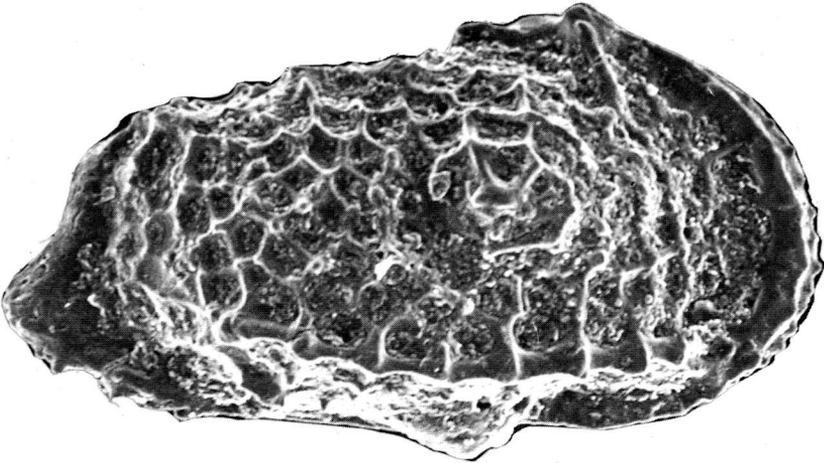
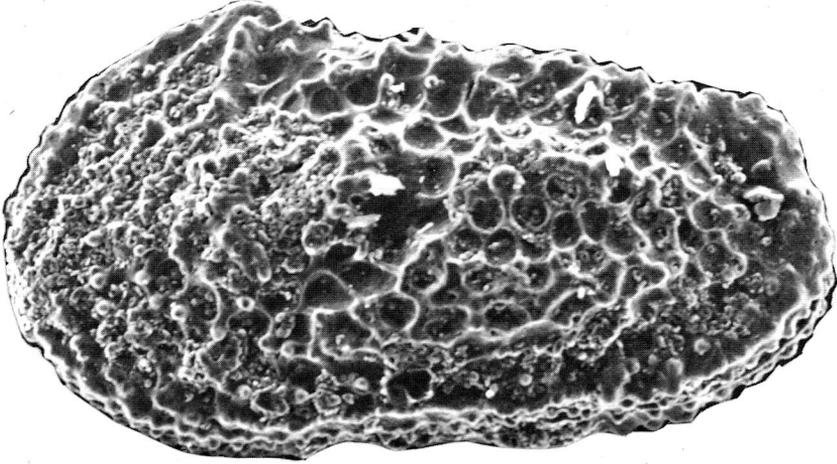
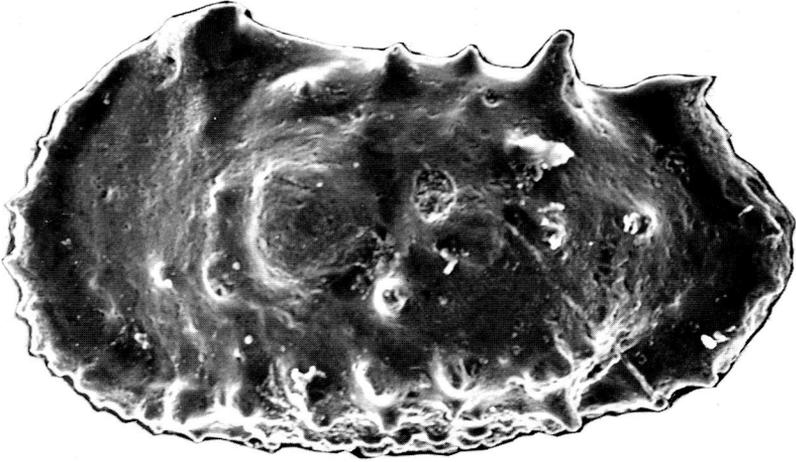
Ostracoden gehören zu den niederen Krebsen und damit zum Stamm der Arthropoda oder Gliederfüßler. Ihre Gliedmaßen (Extremitäten) sind allerdings fossil nicht erhalten. Die kalzitische Schale besteht aus einer rechten und einer linken Klappe, die an der Oberfläche häufig mit Dornen und Netzwerk verziert sind. Auf der inneren Oberfläche der Klappen befinden sich die für die Bestimmung wichtigsten Merkmale (Beschaffenheit der Randzone, Schloß, Muskeleindrücke). Die Bestimmung der Ostracoden ist nicht ganz einfach, da ein Geschlechtsdimorphismus besteht (Männchen, Weibchen), der sich auch in den Hartteilen ausdrückt. Außerdem werden im Lauf des Wachstums mehrere Häutungsstadien gebildet und periodisch abgeworfen. Lediglich das erwachsene Tier kann eindeutig bestimmt werden.

Ostracoden sind wichtige Leitfossilien. Da sie sehr verschiedenartige Lebensräume besiedelten (Süßwasser, Brackwasser, marine Bereiche von der Küste bis zur Tiefsee), lassen sie auch Aussagen über die Entstehung ihrer Fundschicht zu. So gilt z. B. die Gattung *Agrenocythere* als Anzeiger für Tiefsee (vgl. hierzu HAGN et al. 1981, S. 123–124). Ihre Obergrenze liegt bei 400 m.

Der Name Ostracode leitet sich von griech. ostrakon = Schale von Seetieren ab. Das Wort bedeutet auch gebrannten Ton bzw. Scherbe eines irdenen Gefäßes (vgl. hierzu den Ostracismus, das Scherbengericht des alten Athens).

Die heute gültige Namengebung (binäre Nomenklatur, also Gattungs- und Art-Name) geht auf Carl von LINNÉ (1707–1778) zurück (10. Ausgabe seines Hauptwerks »Systema naturae« 1758). In der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts wurden zuerst die Gattungen *Cypris* und *Cythere* aufgestellt. *Cypris* leitet sich von Kypris, einem Beinamen der Göttin Aphrodite, ab, deren Kult auf Zypern begründet wurde (davon auch lat. cuprum = Kupfer, ein Metall, das ihr zugeordnet war). *Cythere* läßt sich auf Kythereia zurückführen, wie diese Göttin auf der Insel Kythira südlich des Peloponnes genannt wurde. Diese Insel wird auch noch in der modernen Belletristik als Stätte der Liebe und des himmlischen Glücks beschrieben. Im »galanten« Zeitalter war es offenbar Mode, Seetiere nach dieser dem Meer entstiegenen Liebesgöttin zu benennen, wie die Muschelgattungen *Cytherea*, *Venus* und *Astarte* (Ishtar aus Babylonien) beweisen.

Die Bestimmungen der Ostracoden verdanken wir Herrn Dr. H. MALZ, Frankfurt a. M., die Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop Herrn Dipl.-Geol. E. HAUSER, München.



**TAFEL 19: *HARPACTOCARCINUS QUADRILOBATUS* (DESMAREST),
KRABBE**

Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

Natürliche Größe

Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNST, Rosenheim

Oben: Ansicht des dorsalen Rückenpanzers (Carapax). Die gezackte Vorderseite mit den beiden Ausschnitten für die Augen zeigt nach unten. Sie wird von kräftigen Scheren eingesäumt.

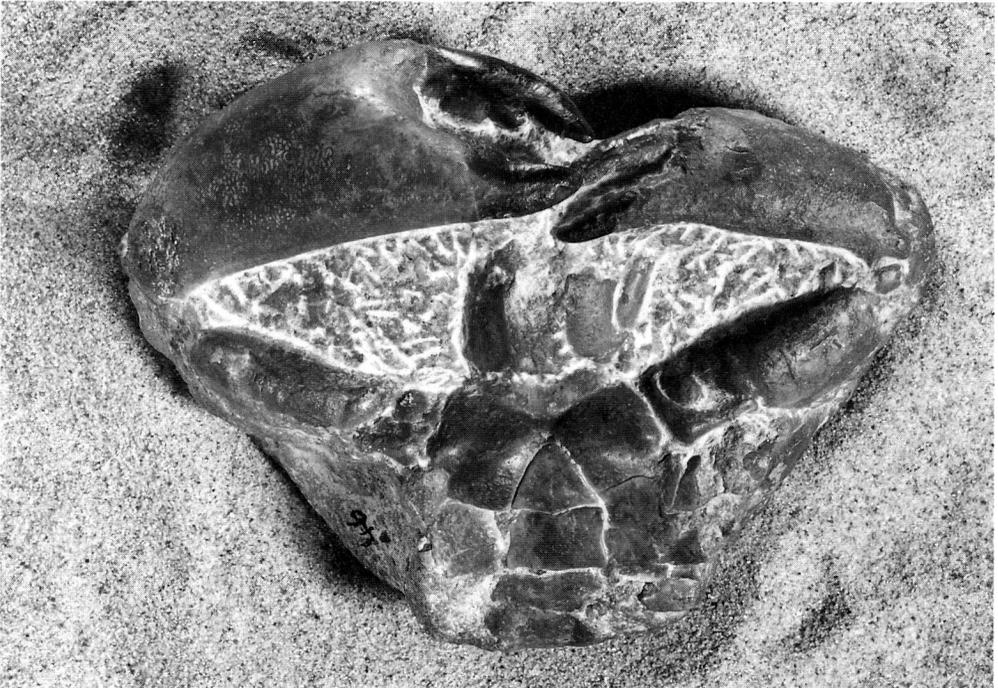
Unten: Ansicht von der Bauchseite. Unterhalb der Scheren mit den schwarzen Scherenfingern beobachtet man den eingerollten, unter den Carapax eingeschlagenen, kurzen Unterleib (Abdomen).

Der Ausdruck Carapax leitet sich von griech. karabos = Käfer oder Meereskrabbe ab. Er entspringt in der Kopfregion (Cephalon) und verlängert sich bis zum Rumpf (Thorax). Man nennt ihn daher auch Cephalothorax. Dieser Rückenpanzer besteht aus organischer Substanz (Chitin), der Kalksalze, nämlich Kalziumkarbonat und teilweise auch Kalziumphosphat, eingelagert sind. Dieser Verfestigung der Hartteile verdanken die Krabben ihre fossile Überlieferung.

Die Krabben gehören zur Unterordnung der Brachyuren (Kurzschwanzkrebse) und diese wiederum zur Ordnung der Decapoda (Zehnfüßler). Sie repräsentieren damit die höheren Krebse. Der Carapax von *Harpactocarcinus* ist seitlich stark verbreitert und erscheint oberflächlich nur schwach verziert. Das erste Schreitbeinpaar ist zu kräftigen Scheren umgebildet, die dem Beutefang dienen. *Harpactocarcinus* heißt wörtlich übersetzt »Räuberkrebs« (griech. harpakter = Räuber).

Von fossilen Krabben findet man gewöhnlich nur Teile ihres Panzers, da die toten Tiere durch Verwesungsgase Auftrieb erhalten und daher häufig verdriftet werden. Vollständige Exemplare sind daher ziemlich selten. Werden sie dennoch in größerer Zahl wie im Bürgl-Bruch gefunden, ist an Spülsäume zu denken (VOGELTANZ 1968, S. 82). Nach diesem Autor, der sich auch um die Erforschung des Helvetikums des Haunsbergs nördlich Salzburg sehr verdient gemacht hat (1970), sind die Krabben Strand- und Seichtwasserbewohner, die in der Nähe eines Festlandes lebten (1968, S. 86). Dieser Befund stimmt gut mit der Annahme SCHLOSSER's (1925, S. 184) überein, daß das Flöz-Nebengestein des Kresenbergs in einer Tiefe von »vielleicht nur etwa 50 m« abgelagert wurde.

Die auf der Titelseite abgebildete Krabbe gehört gleichfalls zu *Harpactocarcinus quadrilobatus* (DESMAREST). Sie läßt noch ihre Schreitbeine (Pereiopoden) erkennen. Das Stück stammt aus der Sammlung von R. SCHMID, Prien.



TAFEL 20: CONOCLYPUS CONOIDEUS (LESKE)

Raum Altenbeuern, wohl Schwarzerz-Schichten s. I.

Oben: Natürliche Größe

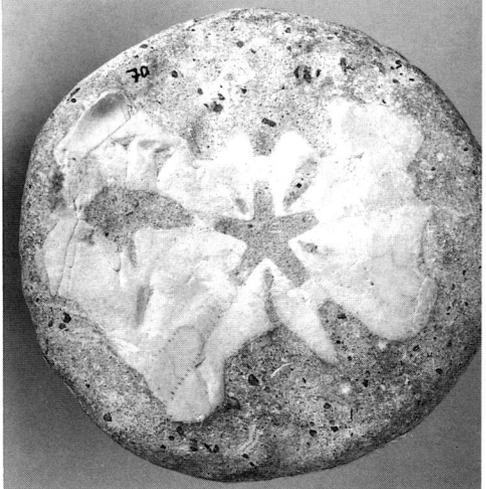
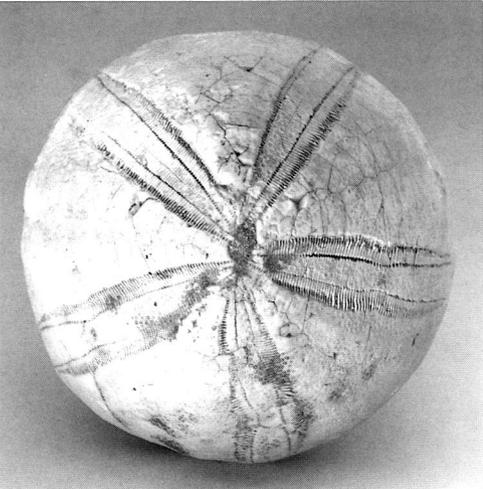
Unten: Verkleinerung x 0,6

Aufbewahrung: Sammlung R. STUFFER, Altenbeuern

Seeigel (Echiniden nach griech. echinos = Igel) kommen im Eozän des Helvetikums auffallend häufig vor. Der Star dieser Runde ist zweifellos *Conoclypus* («konischer Schildbuckel») *conoideus*, der mit seinem Durchmesser bis zu 15 cm und mit seiner Höhe über 10 cm alle anderen Stachelhäuter im wahrsten Sinne des Wortes überragt. Seine Schale (man nennt sie bei Seeigeln Corona) wird aus 20 vertikalen Reihen von kalzitischen Tafeln zusammengesetzt. Jede dieser Tafeln bzw. Platten besteht aus nur einem einzigen Kalzitkristall, der nach dem Rhomboeder spaltet. Dies ist auch der Grund, warum man Seeigel nicht mit Hammer und Meißel präparieren soll, da jede mechanische Beanspruchung Spaltflächen erzeugt, die der Schönheit des Fossils Abbruch tun. Ähnlich den Korallen verwendet man am besten KOH oder NaOH, um feine Tonbesteuge zu entfernen.

Tafelreihen, deren Platten durchbohrt sind und daher Poren aufweisen, nennt man Ambulacralreihen (von lat. ambulare = spazierengehen). Aus diesen Poren treten nämlich beim lebenden Tier muskulöse »Saugfüßchen« aus, die durch ein kompliziertes Wassergefäßsystem im Schaleninneren gespeist werden. Alle übrigen Tafelreihen tragen die Bezeichnung Interambulacralreihen. Die Oberflächen der Platten ist mit Stachelwarzen verziert, die bei *Conoclypus* ziemlich klein erscheinen. Auf den Warzen saßen einst die Stacheln, die durch Muskeln bewegt werden konnten. Sie dienten dem Schutz vor Feinden, der Fortbewegung und auch dem Beutefang.

Für die Systematik der Seeigel ist die Lage von Mund (Peristom) und After (Periproct) von besonderer Bedeutung. Bei *Conoclypus* liegt der Mund im Zentrum der Unterseite. Der After ist zum Schalenrand hin verlagert. Man hat es daher mit einem irregulären Seeigel zu tun, der eine bilaterale Symmetrie aufweist. Der Mund wird von einer sternförmigen Einbuchtung der Oberfläche, der sog. Floscelle, gesäumt. Da er mit einem Kieferapparat aus einzelnen kalkigen »Zähnen« bewehrt ist, gehört *Conoclypus* in die Überordnung der Gnathostomata (von griech. gnathos = Gebiß und stoma = Mund). Daraus kann auf eine räuberische Lebensweise dieses stattlichen Seeigels geschlossen werden, der wohl die begehrteste Trophäe der Fossiljäger darstellt.



TAFEL 21: SEEIGEL AUS DEM BÜRGL-BRUCH VON ALTENBEUERN

1. *Linthia subglobosa* DESOR
2. *Conoclypus subcylindricus* (MÜNSTER)
3. *Echinolampas escheri* AGASSIZ
4. *Conoclypus subcylindricus* (MÜNSTER)
5. *Salenia* sp.
6. *Cassidulus testudinarius* BRONGNIART
7. *Schizaster archiaci* COTTEAU
8. *Ditremaster nux* DESOR
9. *Echinantus* sp.

Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

Vergrößerung x 1,1

Aufbewahrung: Mit Ausnahme von 5. (R. SCHMID, Prien) alle aus der Sammlung Dr. CH. KÜNST, Rosenheim.

Auf Tafel 21 sind sehr verschiedenartige Seeigel vereinigt. Allen gemeinsam aber ist ihre Herkunft. Sie stammen aus dem Flöz-Nebengestein des Bürgl-Bruchs von Altenbeuern.

Salenia (Nr. 5) gehört als einzige zu den regulären, radiärsymmetrischen Seeigeln, bei denen sich Mund und After achsial gegenüber stehen (After auf der Ober-, Mund auf der Unterseite). Ihre kleine, kreisrunde, turbanförmige Corona ist mit ziemlich derben Stachelwarzen versehen. Die Seltenheit von *Salenia* ist sicher ökologisch bedingt, da dieser Gattung der schlammige Boden nicht zusagte. Die regulären Seeigel besitzen im übrigen einen komplizierten Kieferapparat, den man »Laterne des Aristoteles« nennt, da er von diesem antiken Forscher und Philosophen (384–322 v. Chr.) zum ersten Mal beschrieben wurde.

Conoclypus subcylindricus, der kleine Bruder von *C. conoideus*, tritt im Flöz-Nebengestein von Neubeuern und vom Kressenberg ziemlich häufig auf. Wir haben diese Gattung bereits als gebißtragenden, irregulären Seeigel aus der Gruppe der Gnathostomata kennengelernt (Tafel 20).

Alle übrigen Echiniden sind zur gebißlosen Überordnung der Atelostomata (Mund nicht mehr ganz im Zentrum) zu stellen. Dabei bilden die Gattungen *Cassidulus*, *Echinolampas* und *Echinanthus* (»Stachelblume«) eine natürliche Gruppe, deren Ambulacralfelder blattförmig ausgestaltet sind und daher nach griech. petalon = Blatt Petalodien genannt werden. Eine weitere Gruppe wird durch die herzförmigen Coronen der Gattungen *Linthia* (nach dem Schweizer Geologen Escher von der Linth), *Schizaster* (»Spaltstern«) und *Ditremaster* (»Doppellochstern«, da sich Mund und After auf der Unterseite gegenüberstehen) repräsentiert. Letztere werden auch in der Ordnung Spatangoida zusammengefaßt. Ihnen kommt eine grabende bzw. wühlende Lebensweise zu. Rezente Vertreter können bis zu einer Tiefe von 7000 m vordringen.



TAFEL 22: *ECHINOLAMPAS ESCHERI* AGASSIZ UND
CASSIDULUS TESTUDINARIUS BRONGNIART

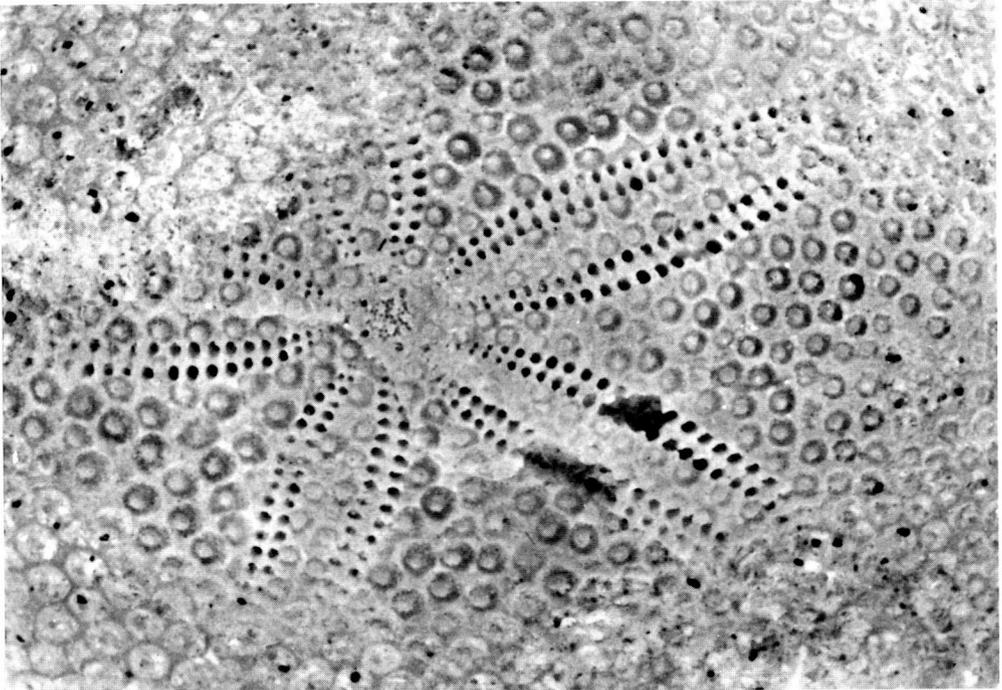
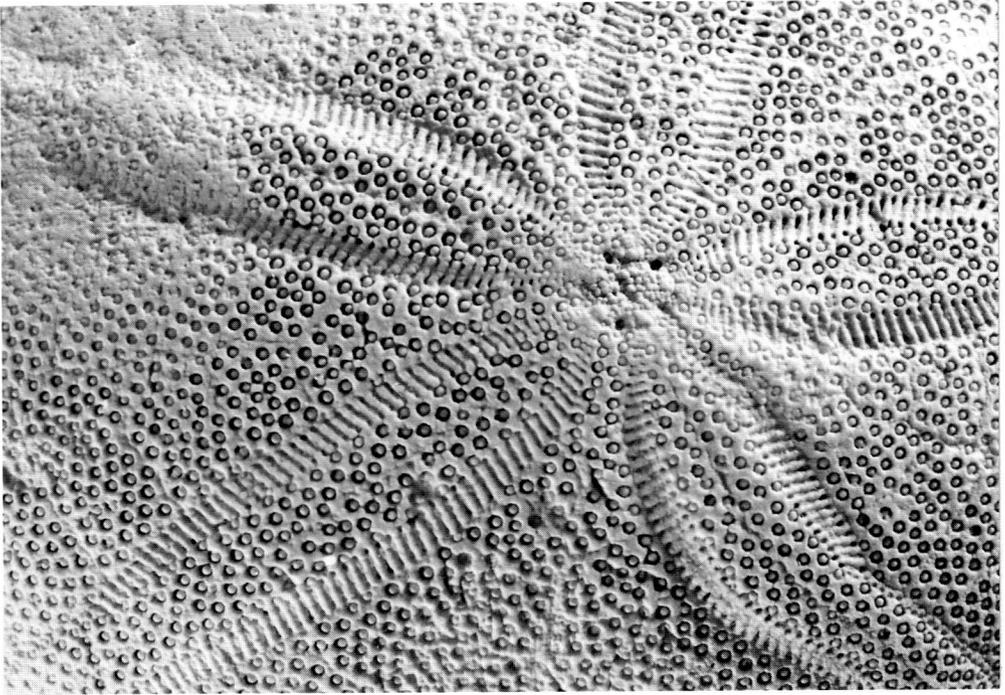
Oben: Oberseite und Scheitelfeld von *Echinolampas escheri* AGASSIZ
(Exemplar 3 der Tafel 21)
Vergrößerung x 4,5

Unten: Oberseite und Scheitelfeld von *Cassidulus testudinarius* BRONGNIART
(Exemplar 6 der Tafel 21)
Vergrößerung x 8
Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

Die prachtvolle Erhaltung der beiden Seeigel läßt ihre Oberseite im besten Licht erscheinen. Man erkennt deutlich die blattförmigen Ambulacralfelder mit dem Durchtritt der Poren, die bei *Echinolampas* (oben) durch Furchen miteinander verbunden sind. Man nennt sie daher gejocht. Die Petalodien sind nach unten offen. Die Stachelwarzen, sozusagen die Gelenkköpfe zum Ansatz der Stacheln, erscheinen ziemlich klein. Nach dem Tod der Tiere fallen die Stacheln gewöhnlich ab und werden durch Strömungen verfrachtet. Man kann sie durch Schlämmen gewinnen oder in Dünnschliffen (Tafel 24) untersuchen. Schalen mit noch erhaltenen Stacheln sind aus dem Helvetikum nicht bekannt. Derartige Funde liegen aber z. B. aus den Solnhofener Plattenkalken (Malm) sowie aus den miozänen Neuhofener Schichten der Vorlandmolasse (Ottmanger Schlier) in Niederbayern vor.

Die beim lebenden Tier aus den Poren austretenden Saugfüßchen sind bei dieser Gruppe von Seeigeln zu gefiederten, besenartigen Anhängen entwickelt, die einerseits der Atmung dienen, andererseits mit ihren klebrigen Enden Nahrungsstoffe heranschaffen.

Das Scheitelfeld im Zentrum der Oberfläche enthüllt noch eine weitere Besonderheit. Es wird von fünf Genitalplatten gebildet, von denen vier je eine Genitalpore einschließen. Durch diese Öffnungen werden bei den sich getrenntgeschlechtlich fortpflanzenden Seeigeln Eier bzw. Spermien ins Wasser entleert. Die Befruchtung findet daher außerhalb der Corona statt. Auf beiden Abbildungen sind die vier Genitalporen als dunkle Punkte erkennbar. Die fünfte Genitalplatte wird von mikroskopisch feinen Poren durchsetzt, die als Sieb für das hydraulische System dienen, das die Ambulacralfüßchen speiste und somit periodisch anschwellen ließ. Sie wird auch Madreporenplatte genannt.



TAFEL 23: BRISSOPATAGUS SP.

Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

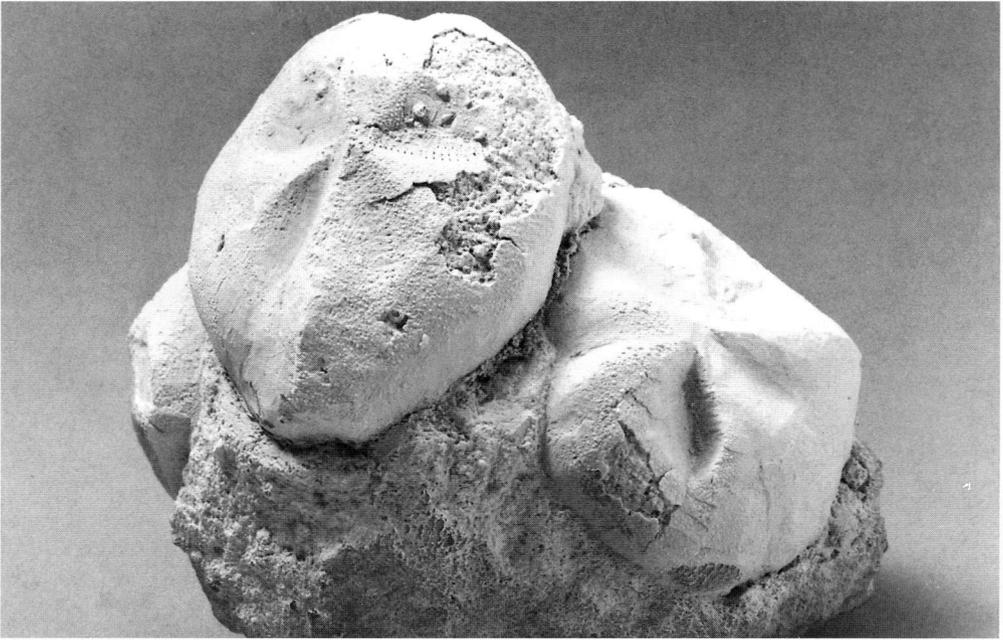
Oben: Vergrößerung x 1,9

Unten: Vergrößerung x 2,9

Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNAST, Rosenheim.

Die Gattung *Brissopatagus* tritt gewöhnlich gesellig auf. Derartige Seeigelnester sind natürlich bei Sammlern sehr begehrt, doch wird die Freude daran durch die Dünnschaligkeit der Corona getrübt. Sie wird nämlich durch den Gebirgsdruck häufig zerbrochen und durch die Einwirkung von Atmosphärrillen weiter zerstört. Die Dünnschaligkeit weist aber auf die grabende Lebensweise dieser herzförmig-ovalen Seeigel hin, die wie alle irregulären Echiniden eine bilaterale Symmetrie aufweisen. Die breitere Vorderseite läßt eine mehr oder minder tiefe Mittelfurche erkennen. Auch die übrigen Porenreihen sind in wannenförmige Vertiefungen eingebettet, um eine Verschmutzung der kiemenartigen Atmungsorgane zu verhindern. Ferner verliefen über die Corona mit Borsten besetzte Streifen, die sog. Fasciolen, in denen ein Wasserstrom aufrechterhalten wurde, der Fremdkörper entfernen sollte. Die Ordnung der Spatangoida ist daher an die schlammige Ausbildung des Meeresbodens optimal angepaßt. Die Vergesellschaftung verschiedener Individuen von *Brissopatagus*, wie sie auf dieser Tafel dargestellt ist, kann daher sowohl als Lebens- als auch als Totengemeinschaft (Bio- bzw. Thanatocönose) gedeutet werden.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß die Fünzfahl der Ambulacralfelder bzw. -streifen der Seeigel schon sehr früh die Aufmerksamkeit des Menschen errege. Diese Fünzfahl ist ja auch im Pentagramm (Drudenfuß) gegenwärtig, das seit jeher in unheilabwendender (apotropäischer) Funktion stand. So wurden Seeigel schon in der Jungsteinzeit (Neolithikum) den Toten als Grabbeilagen mitgegeben. Sie erhielten daher auch den Namen Seelensteine. Selbst in der Volksmedizin fanden sie wegen ihrer rauhen Oberfläche Beachtung. Man empfahl sie zur Linderung von Blasenleiden (Analogiezauber). Bezüglich weiterer Einzelheiten muß aus Raumgründen auf die Darstellungen bei ABEL (1939) und HEBEISEN (1978) verwiesen werden.



TAFEL 24: STIELGLIEDER VON SEELILIEN SOWIE QUERSCHNITT EINES SEEIGELSTACHELS

Oben: In der oberen Reihe sind drei Stielglieder von Seelilien (Crinoiden) aus der Familie Isocrinidae abgebildet. Darunter liegen, lose gestreut, einige Stielglieder der Gattung *Rhizocrinus*

Rohrdorfer Bruch, Lithothamnienkalke

Vergrößerung x 2,6

Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNAST, Rosenheim.

Die drei Stielglieder der oberen Reihe lassen reich verzierte Gelenk-(Artikulations-)flächen erkennen. Früher wurden diese Stielabschnitte, die jeweils ebenfalls nur aus einem einzigen Kalzitkristall bestehen, zur Gattung *Pentacrinus* gestellt. Für die Zuordnung zu einer bestimmten Gattung der Isocrinidae ist das vorliegende Material noch zu gering. Möglicherweise liegt die von Graf zu MÜNSTER aufgestellte Art *cingulatus* vor.

Auch die radiärstrahligen Stielglieder von Seelilien sind volkstkundlich von Interesse. Sie wurden wegen ihrer Zeichnung als Sonnenradsteine aufgefaßt. Stielglieder von *Encrinus* aus dem germanischen Muschelkalk wurden als Bonifazius-Pfennige gesammelt und verehrt.

Die im unteren Bildteil erkennbaren, etwas unregelmäßig geformten Stielglieder werden meist als *Rhizocrinus cornutus* (SCHAFHÄUTL) bestimmt, doch ist eine Verwandtschaft mit der Gattung *Bourgueticrinus* nicht zu verkennen. Auch die eozänen Crinoiden bedürfen dringend einer Revision. Diese unscheinbaren Stielglieder treten auch im Flöz-Nebengestein von Langweid ziemlich häufig auf.

Unten: Querschnitt durch einen Seeigelstachel

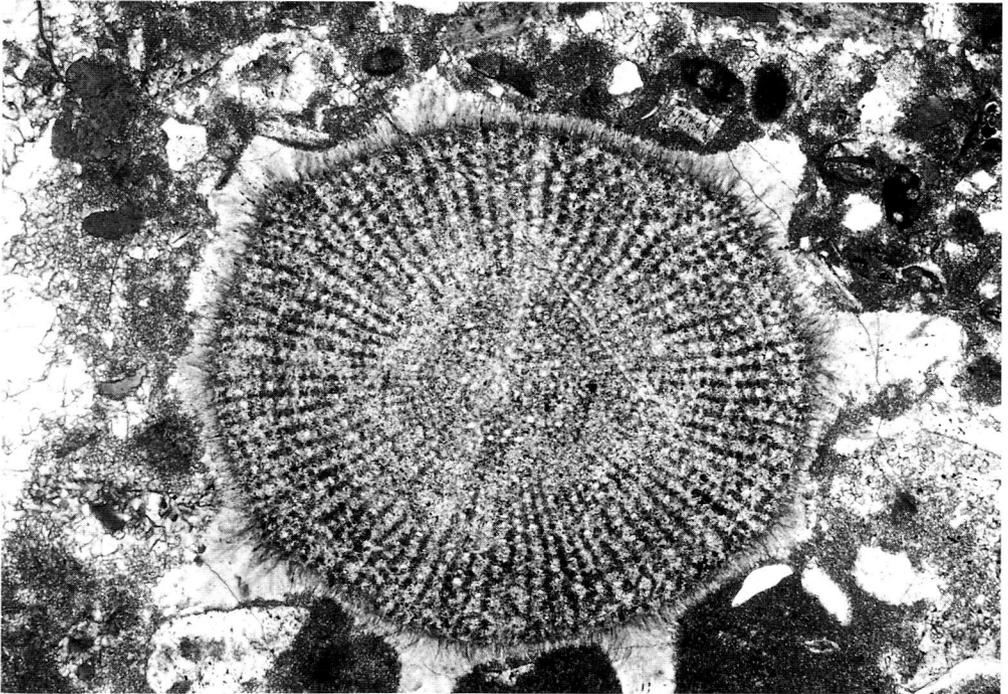
Langweid (Eckbichl), Flöz-Nebengestein

Vergrößerung x 43

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München (Schliff 47 a/51).

Das Bild läßt den komplizierten, aber streng geometrischen Aufbau eines Stachels eines regulären Seeigels erkennen. In der Mitte, im Achsialbereich, beobachtet man ein eher schwammiges Gewebe. Nach den Seiten zu sind die einzelnen Kalkpartikel radiär ausgerichtet. Sie schließen zahlreiche feine Hohlräume ein, die sekundär mit Kalzit ausgefüllt wurden.

Man hat es hier mit der sog. »Siebstruktur« zu tun, die ausnahmslos allen Echinodermen eignet. Allerdings sind Seeigelstachel besonders kunstvoll gebaut. Neben Gewichtersparnis wurde auch Stabilität angestrebt, da die Stachel nicht nur dem Schutz der Corona, sondern auch der Fortbewegung dienen.



TAFEL 25: ZÄHNE VON HAIFISCHEN UND KLEINSÄUGERN

Großer Zahn links: *Synodontaspis hopei* (AGASSIZ)

Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

Vergrößerung x 2,5

Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNAST, Rosenheim.

Rechts oben: *Physogaleus secundus* (WINKLER)

Rohrdorfer Bruch, NW-Teil, Obere Adelholzener Schichten (schwarze Mergel)

Vergrößerung x 7,4

Aufbewahrung: Sammlung Dr. F. PFEIL, München.

Rechts Mitte: *Hexanchus* sp.

Rohrdorfer Bruch, NW-Teil, Obere Adelholzener Schichten (schwarze Mergel)

Vergrößerung x 11

Aufbewahrung: Sammlung J. POLLERSPÖCK, München.

Haifischzähne werden in den eozänen Ablagerungen des Helvetikums von Neubeuern immer wieder gefunden. Aus den bisherigen Funden kann auf etwa 20 Arten geschlossen werden. Die Haie zeigen flaches, warmes Wasser an.

Die zungenförmigen, großen Zähne räuberischer Haie wurden in der älteren Literatur als Glossopetren (Zungensteine) bezeichnet. PLINIUS d. Ä., auf den dieser Name zurückgeht, nahm an, sie seien vom Himmel gefallen. Nach germanischer Vorstellung stammten diese spitzen Gebilde vom Mondwolf, der den Mond zu verschlingen trachtete (vgl. hierzu ABEL 1939, S. 204–216). Eine andere, von der Kirche unterstützte Deutung geht auf die Apostelgeschichte (28, 3–6) zurück. Schauplatz der Handlung ist diesmal die Mittelmeerinsel Malta, vor deren Küste der Hl. Paulus Schiffbruch erlitt. Danach sind die Glossopetren versteinerte Natternzungen (man beachte das Fluchmotiv!), die noch bis in das 17. Jahrhundert hinein in großen Mengen nach Mitteleuropa gebracht wurden und dort hauptsächlich als giftabweisende Mittel Verwendung fanden. Dabei erkannte bereits Niels STENSEN (auch als STENO bekannt), dänischer Arzt und Naturforscher, später apostolischer Generalvikar für Niedersachsen (1638–1687), die wahre Natur der Glossopetren, da er 1666 den Schädel eines bei Livorno gestrandeten Haies seziiert hatte (vgl. hierzu HAGN 1985, S. 12 usf.).

Unten: Vorderer Backenzahn eines Kleinsäugers (links: von oben, rechts von der Seite)

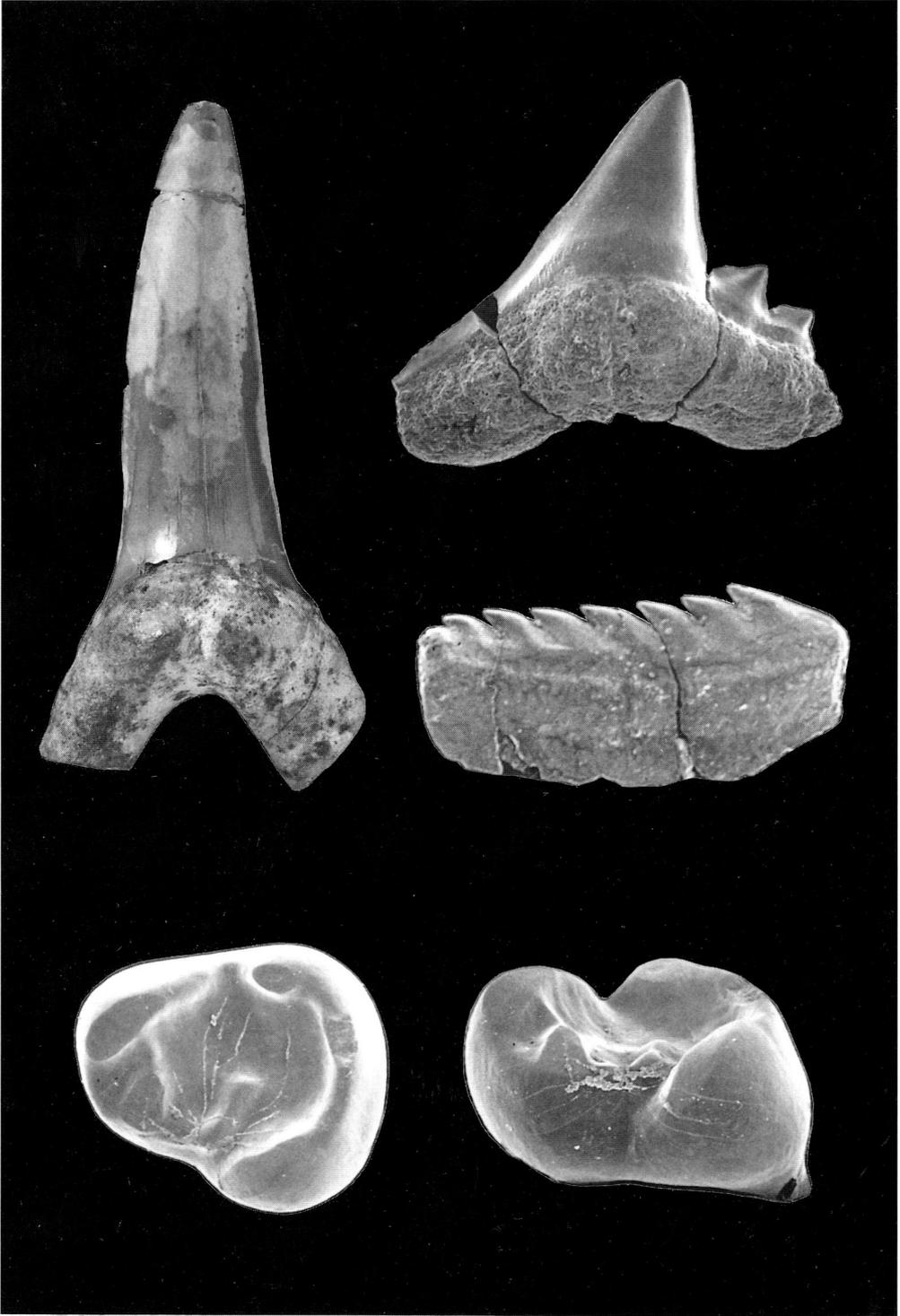
Rohrdorfer Bruch, NW-Teil, Obere Adelholzener Schichten (schwarze Mergel)

Vergrößerung x 50

Aufbewahrung: Sammlung Dr. F. PFEIL, München

Aus den schwarzen Mergeln der Oberen Adelholzener Schichten konnte ein kleiner Prämolare eines schlafmausähnlichen Kleinsäugers aus der Verwandtschaft von *Gliravus* (Familie Gliridae) ausgeschlämmt werden. Dieser Zahn ist eine Rarität ersten Ranges, der nicht nur für die Kenntnis der Evolution früher Nagetiere von großer Bedeutung ist, sondern auch die Nähe eines Festlands oder doch zumindest einer Insel anzeigt. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß auch SCHLOSSER (1925, S. 186, 191, 205–206) vom Kressenberg Gesteine und Fossilien kannte, die auf die Nähe eines Landes schließen lassen.

Die Tafel 25 wurde dankenswerterweise von Herrn Dr. F. PFEIL, München, gestaltet.



TAFEL 26: DINOFLAGELLATEN DER STOCKLETTEN

Rohrdorfer Bruch, Stockletten

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Oben: Übersichtspräparat in Glycerin-Gelatine mit zahlreichen Zysten von *Homotryblium floripes* (DEFLANDRE & COOKSON).

Vergrößerung x 233

Unten links: *Deflandrea* sp.

Vergrößerung x 670

Unten rechts: *Deflandrea phosphoritica* EISENACK

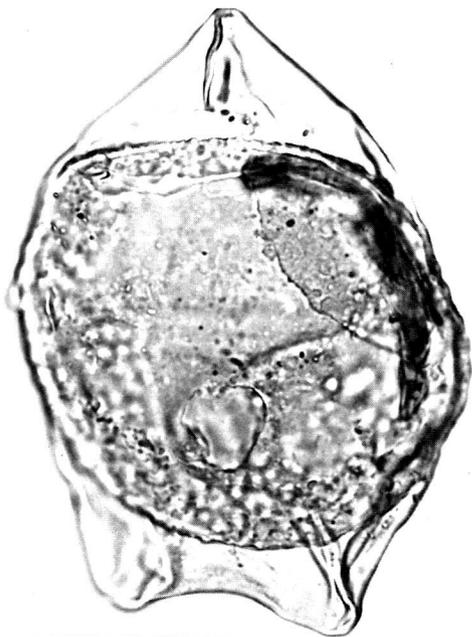
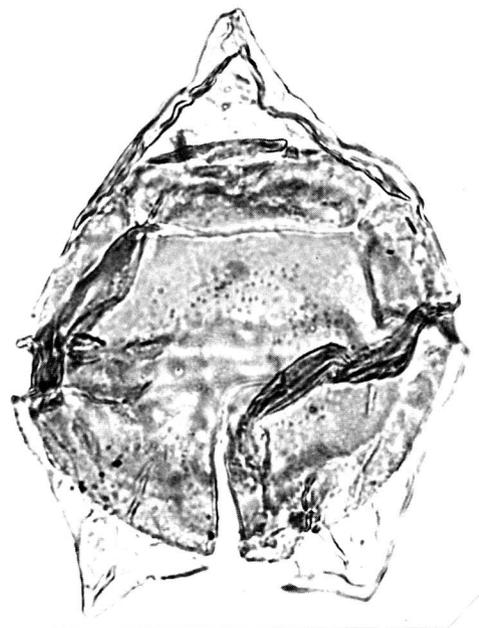
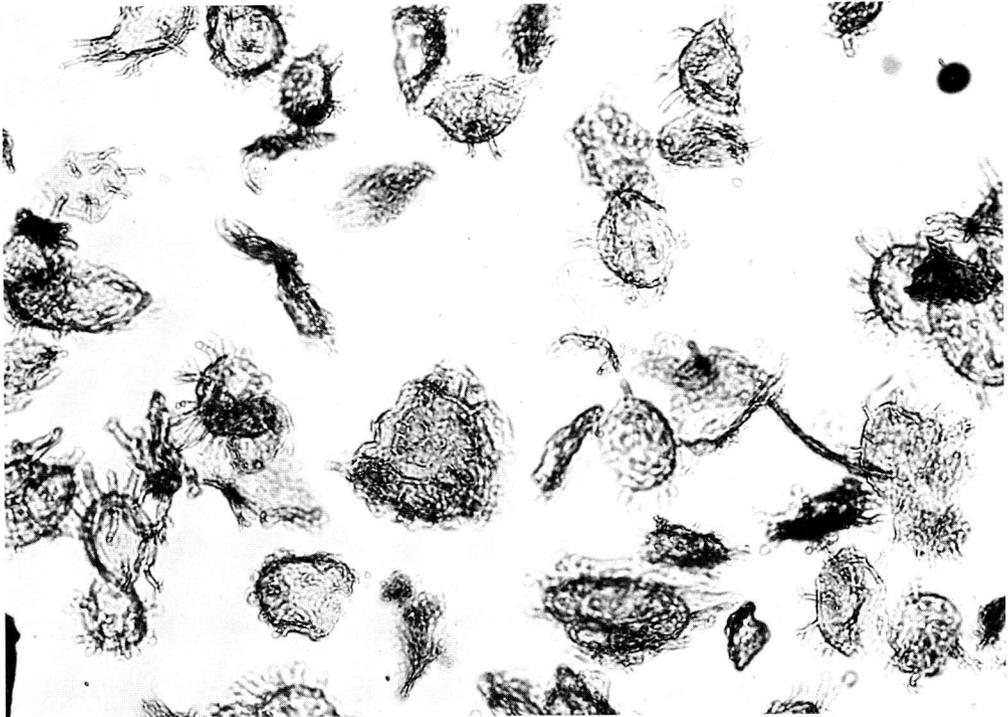
Vergrößerung x 670

Dinoflagellaten sind einzellige Organismen von meist sehr geringer Größe. Der Besitz von zwei Geißeln weist sie als Flagellaten aus. Die meisten Dinoflagellaten leben von Photosynthese. Da einige von ihnen aber auch Nahrung aufnehmen, kann man sie in ihrer Gesamtheit weder eindeutig zu den Algen noch zu den Protozoen stellen. Die tänzelnde Art ihrer Bewegung trug ihnen ihren Namen ein (griech. dinos = Wirbel). Die Dinoflagellaten gehören teils dem Plankton, teils dem Benthos an. Fossil sind sie als sog. Zysten überliefert, die aus organischer Substanz, dem Sporopollenin, bestehen. Dieser Stoff wird sehr leicht oxidiert und dadurch zerstört. Es ist daher peinlich darauf zu achten, daß zur Untersuchung auf Dinoflagellaten nur frisches, unverwittertes Material (z. B. Bohrkerne) verwendet wird. Auch Rotsedimente erweisen sich gewöhnlich als fossilieer, da in ihnen gleichfalls Oxidation wirksam war. Dinoflagellaten trifft man daher am häufigsten in grauen oder dunklen Tönen, Mergeln und Siltsteinen an. Früher suchte man sie in Feuersteinen und Phosphoriten. Heute stehen ausgeklügelte Aufbereitungsverfahren zur Verfügung, bei denen Säuren (Salz- und Flußsäure) eine große Rolle spielen.

Die oben genannten Namen DEFLANDRE und EISENACK deuten auf Pioniere in der Dinoflagellatenforschung hin. Heute wird weltweit eine intensive Forschung betrieben, da sich Dinoflagellaten mit zunehmendem Kenntnisstand immer mehr als wertvolle Zeitmarken erweisen. In Bayern arbeitet derzeit K.-H. KIRSCH mit großem Erfolg. Die auf Tafel 26 abgebildeten Dinoflagellaten sind neu für die bayerische Literatur. Sie feiern in diesem Büchlein sozusagen Premiere.

Dinoflagellaten lösen gelegentlich auffallende Naturerscheinungen aus. Auf sie geht z. B. das Meeresleuchten durch die Gattung *Noctiluca* zurück. Bei hemmungsloser Vermehrung verursachen sie die »Rote Flut«, die verheerende Folgen für die Ökologie der betroffenen Gebiete hat. Möglicherweise ist die Rotfärbung des Nils, die im Alten Testament (Exodus 7, 20–21) beschrieben wurde, mit einer Dinoflagellaten-»Blüte« zu erklären. Das von ihnen ausgeschiedene Gift Saxitoxin kann auch dem Menschen beim Verzehr von Muscheln gefährlich werden.

Wir danken Herrn Dipl.-Geol. K.-H. KIRSCH für das überlassene Bildmaterial sowie für mannigfache Hinweise zum Thema Dinoflagellaten.



TAFEL 27: KALKSCHALIGES NANNOPLANKTON (COCCOLITHEN)

Oben: Oberfläche einer sandschaligen Foraminifere mit zahlreichen Exemplaren von *Coccolithus pelagicus* (WALLICH)
Vergrößerung x 2400

Unten: *Coccolithus pelagicus* (WALLICH)
Vergrößerung x 6300

Kirchberg, Stockletten

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Coccolithen (wörtlich übersetzt: Kornsteine) sind winzige, kalzitische Gebilde verschiedenster Form, die den Zellkörper von Flagellaten (Coccolithophorida) in großer Zahl bedecken. Nach dem Absterben der Organismen rieseln die nunmehr isolierten »Körner« in unvorstellbaren Mengen auf den Meeresboden und beteiligen sich damit an der Gesteinsbildung. So schätzte bereits GÜMBEL (1873, S. 300), daß ein Kubikmeter Stockletten des Kressenbergs nicht nur 5 Milliarden Foraminiferen, sondern auch 800 Billionen Coccolithen enthält. Da die Coccolithophoriden planktonisch leben, findet man ihre Reste bevorzugt in feinkörnigen, küstenferneren Sedimenten. Sie sind mindestens seit dem Lias fossil belegt, doch erlangen sie erst ab der Kreide eine größere Bedeutung für die Altersbestimmung von Gesteinen. Ab der Wende Kreide/Tertiär gehören sie zu den wichtigsten Leitfossilien. So wurde z. B. das Alttertiär (Paleozän, Eozän, Oligozän) in die Zonen NP (Nannoplankton Paläogen) 1–25 eingeteilt. Die Stockletten des Kirchbergs vertreten hierbei die Zone NP 19 (höheres Obereozän; vgl. hierzu MARTINI in HAGN et al. 1981, S. 78).

Die wohl häufigste Art ist *Coccolithus pelagicus* (WALLICH). Die flachen, untertassenähnlichen Gebilde sind durch Einschnitte fein verziert. In kalkreichen Sedimenten kommt es häufig zu einer sekundären Kalkanlagerung, welche die Bestimmung erschweren oder auch unmöglich machen kann.

Die Coccolithen der Stockletten wurden von Herrn Prof. Dr. E. MARTINI, Frankfurt a. M., einem der besten Kenner auf diesem Gebiet, bestimmt. Ihm ist dafür herzlich zu danken. Die Aufnahmen wurden mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops im Institut Dr. KLINGELE, München, gemacht. In diesem Zusammenhang ist Herrn Dipl.-Geol. W. KUHN für seine Mühe zu danken.



TAFEL 28: KALKSCHALIGES NANNOPLANKTON (*DISCOASTER* u. a.)

Oben: Oberfläche einer sandschaligen Foraminifere mit *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL

Vergrößerung x 4600

Unten rechts: *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL

Vergrößerung x 7000

Unten links: *Coronocyclus robustus* (BRAMLETTE & SULLIVAN)

Vergrößerung x 6000

Kirchberg, Stockletten

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

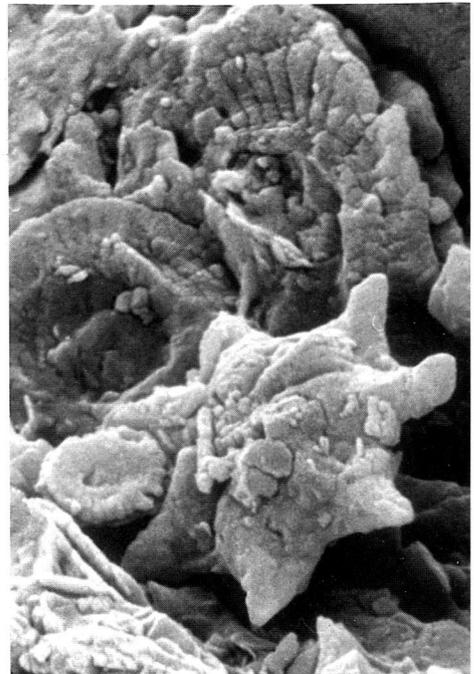
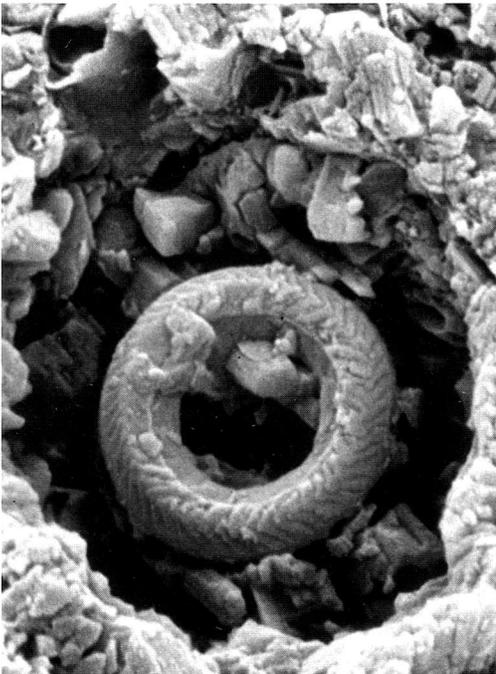
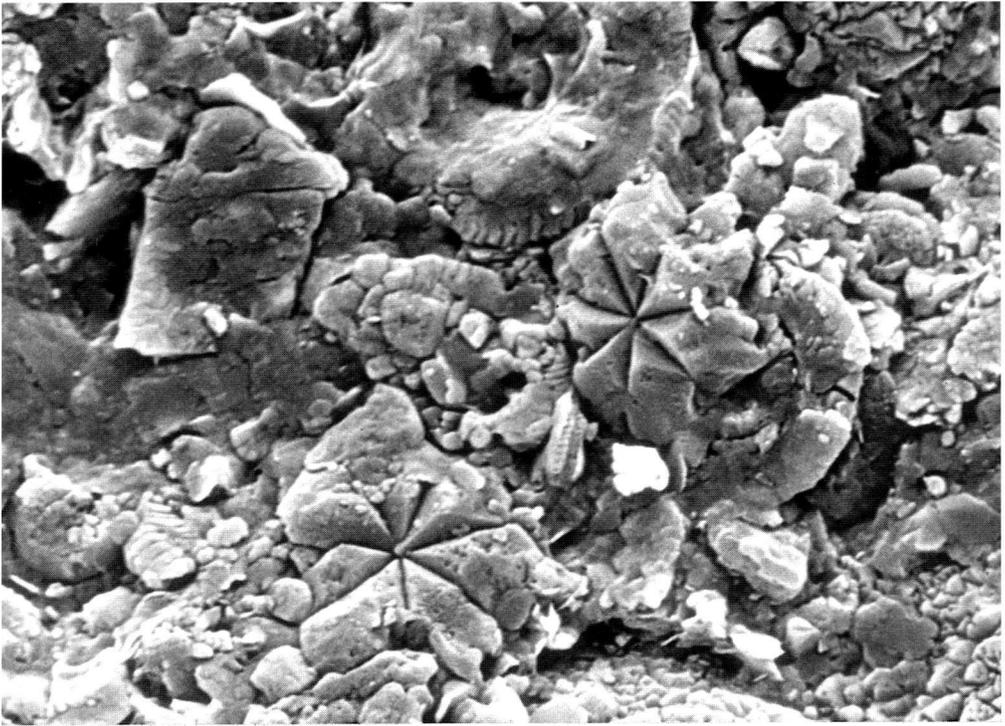
Nannoplankton bedeutet Zwergplankton. Der Begriff Plankton wurde bereits in den Erläuterungen zu Tafel 4 gewürdigt.

Für die Gewinnung von kalkschaligem Nannoplankton benötigt man nur sehr geringe Gesteinsmengen. Weiche, schlämbare Gesteine liefern die beste Ausbeute. Bei den präparativen Arbeiten muß jede Verunreinigung peinlichst vermieden werden, da sie fatale Folgen für die Bestimmungsergebnisse haben könnte.

Die auf den Tafeln 27 und 28 abgebildeten Coccolithen und Discoasteriden stammen von der Oberfläche einer sandschaligen, also agglutinierten Foraminifere (*Cylindroclavulina colomi* HAGN). Die Gehäusewand dieser Art besteht aus dem »naturbelassenen« Schlamm des Meeresbodens, der reich an Nannoplankton war. Im Gegensatz dazu besitzen manche Sandschaler die Fähigkeit, bestimmte Materialien, z. B. Quarzkörner einer bestimmten Größe, Farbe oder Form, aber auch Glimmerplättchen und Schwammnadeln, in ihr Gehäuse einzubauen.

Die Gattung *Discoaster* ist im Alttertiär durch zahlreiche Arten vertreten. Ihr Name bedeutet »Scheibenstern«. Sie wird durch fünf oder mehr strahlenförmige Anhänge gekennzeichnet. Jeder Strahl entspricht einem Kalzitindividuum. Die Gruppe um *Discoaster* wird daher Pentalitha (»Fünfsteine«) genannt. Dagegen weisen die eigentlichen Coccolithen einen feinfaserigen Aufbau auf. Für sie wurde deshalb der Name Heliolitha (»Sonnensteine«) geprägt. Diese Differenzierung auch im kleinsten Bereich ist überraschend. Sie wurde erst unter dem Polarisationsmikroskop entdeckt.

Ergänzend sei noch ausgeführt, daß auch die Pinswanger Schichten der höheren Oberkreide reichlich Nannoplankton enthalten. Eine bezeichnende Art dieser Schichten ist *Eiffellithus turriseiffeli* (DEFLANDRE). Der Name läßt auf eine turmförmige Gestalt schließen (vgl. hierzu MARTINI in HAGN et al. 1981, S. 79–80).



TAFEL 29: PFLANZLICHE FOSSILIEN

Oben links: Rhodolith

Rohrdorfer Bruch, Lithothamnienkalke

Vergrößerung x 2,2

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München.

Rhodolithe (»Rosensteine«) wurden im Haupttext schon gebührend gewürdigt (S. 18). Sie weisen eine glaskopffartig-traubige Oberfläche auf. Werden sie durch Wellenschlag zerbrochen, liefern sie das Rohmaterial zum Aufbau von Rotalgenschuttkalken (»Granitmarmor«). Es sei noch erwähnt, daß sich bereits SCHAFHÄUTL (1846 b, S. 651–655, Tafel 8 partim) mit den Strünken (Thalli) von Rotalgen befaßte. Allerdings erkannte er ihre wahre Natur noch nicht.

Oben rechts: *Palaeophytocrene kressenbergensis* (SCHAFHÄUTL)

Altenbeuern (Bürgl), Flöz-Nebengestein

Vergrößerung x 2,6

Aufbewahrung: Sammlung Dr. CH. KÜNAST, Rosenheim.

Die abgebildete Frucht läßt zahlreiche Grübchen erkennen, die in Längsreihen angeordnet sind. Ein zweites, schlechter erhaltenes Exemplar wurde hier nicht berücksichtigt. Die Bestimmung führte dankenswerterweise Herr Dr. J. GREGOR, Gröbenzell, durch. Das schwammige Gewebe des Endokarps (Fruchtkörper) ist mit Luftkammern ausgestattet, die ein »Driften« entlang einer Küste gestatteten. Ferner wurde bei einem Exemplar ein Bohrmuschelgang festgestellt, der in dieselbe Richtung weist. Die Gattung *Palaeophytocrene* gehört zur Familie der Icacinaceae, deren heutige Vertreter fast ausschließlich in tropischen Regenwäldern beheimatet sind. Fossile Belege sind auch vom Kressenberg und von St. Pankraz nördlich Salzburg bekannt (TICHY 1980).

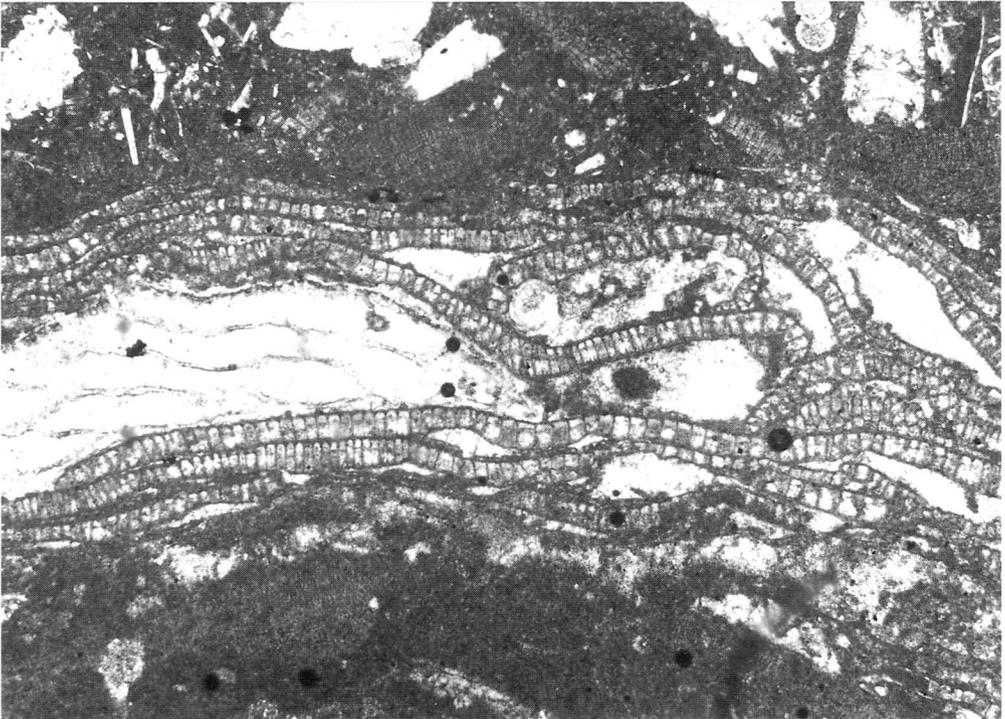
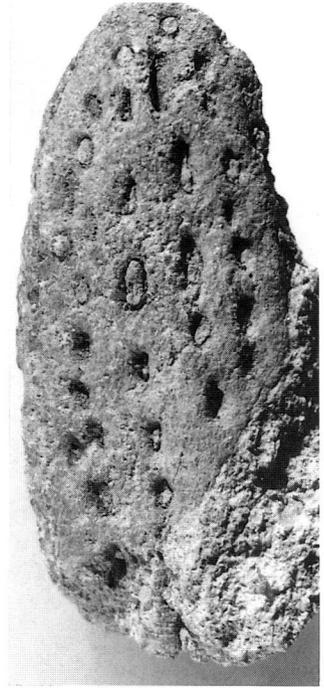
Unten: Querschnitt durch Krusten von *Lithoporella melobesioides* FOSLIE

Rohrdorfer Bruch, Lithothamnienkalke

Vergrößerung x 55

Aufbewahrung: Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München (Schliff G 4210 a/88).

Kalkalgen besitzen die Fähigkeit, Kalzit auszuscheiden und somit ihre Zellstrukturen zu konservieren. Unser Dünnschliffbild zeigt einen Querschnitt durch mehrere Krusten der Gattung *Lithoporella*, die aus verhältnismäßig groben, rechteckigen Zellen zusammengesetzt sind. In der linken Bildmitte werden Bryozoen (zu erkennen an den langgestreckten Zoöcien) von Algenkrusten eingehüllt. Die dunklen Bildteile sind gleichfalls auf Rotalgen zu beziehen, deren Zellstruktur aber viel feiner ist und sich optisch daher nicht mehr so gut auflösen läßt.



TAFEL 30: TAFEL 43 AUS DER »KUPFER-BIBEL«
VON J. J. SCHEUCHZER (1731) (SÜNDFLUT-THERAPIE)

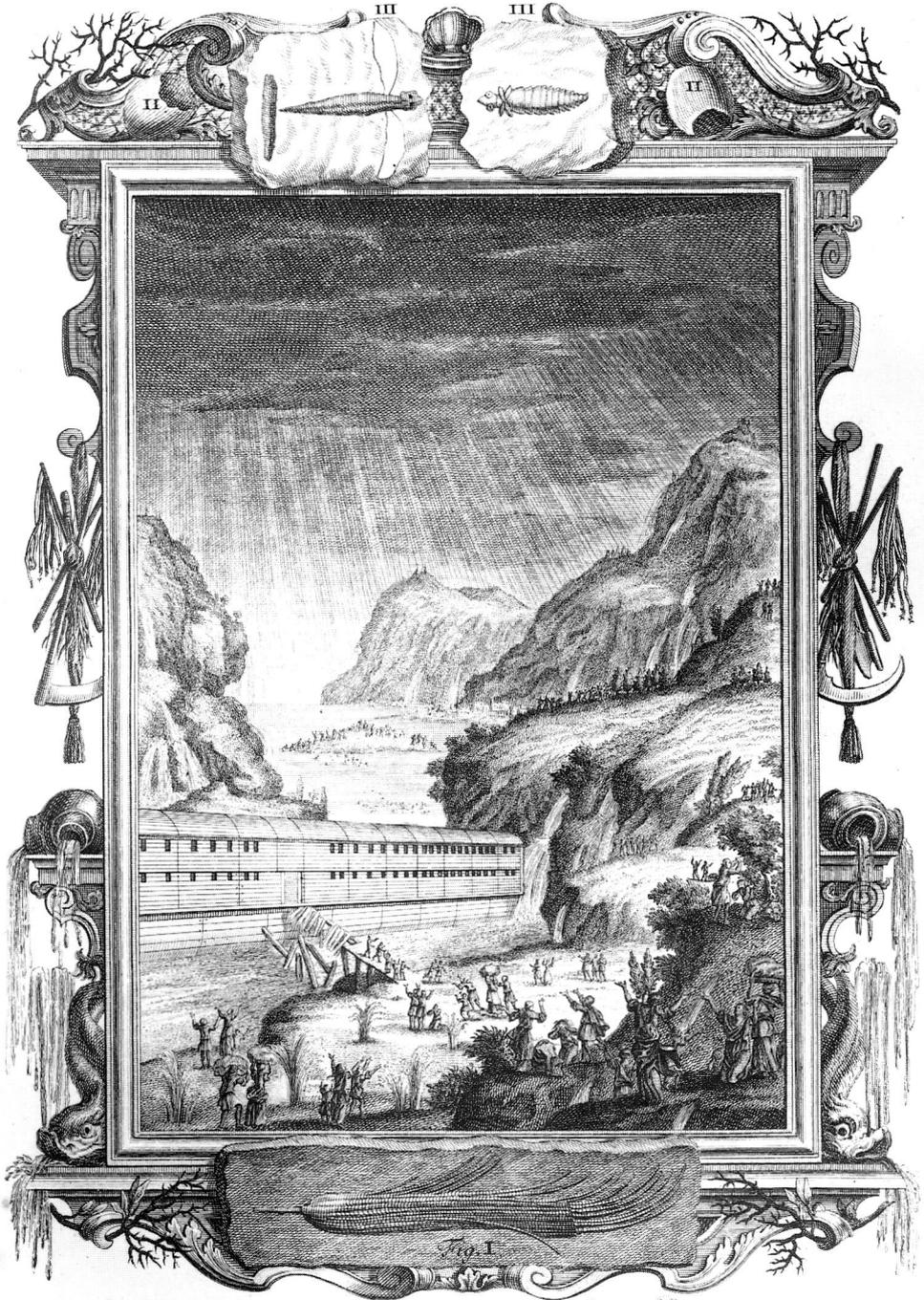
Noch zu Beginn des 18. Jahrhunderts besagte die offizielle Lehrmeinung, daß die Fossilien (von lat. fossa = Graben) im Erdboden oder im Gestein durch eine gestaltende Kraft (vis plastica oder formativa) entstanden seien. Man dachte auch an einen gesteinsbildenden Saft (succus lapidescens) und schloß nicht einmal den Einfluß der Gestirne aus. Demnach wurden die Versteinerungen als »Naturspielchen« (ludi naturae) gedeutet, die nicht selten Pflanzen und Tiere nachahmten (vgl. hierzu Tafel 3).

Man nannte sie auch »Figurensteine« (lapides figurati). Diese Ansichten gehen im Grunde auf ARISTOTELES zurück und wurden in der mittelalterlichen Philosophie der Scholastik weiter gepflegt.

In der Mitte des 17. Jahrhunderts entstand in England die Vorstellung, die Fossilien seien Überreste von Lebewesen, die in der Sündflut (eigentlich Sintflut, d. h. große Flut) umgekommen seien. Diese zuerst von BURNET, später von WOODWARD geäußerten Ansichten wurden auf dem Kontinent von Johann Jacob SCHEUCHZER (1672–1733) in Zürich begeistert aufgenommen. Er studierte in Altdorf bei Nürnberg und promovierte in Utrecht. SCHEUCHZER bekleidete im Jahr seines Todes die Stelle eines 1. Stadtarztes in Zürich. Er war vielseitig gebildet. Neben Medizin und Mathematik befaßte er sich mit Theologie, Philosophie, Geschichte und Geographie. Er gilt ferner als einer der Pioniere der Hochgebirgsforschung. In seiner vierbändigen »Kupfer-Bibel«, die über 2000 Seiten umfaßt und 750 großformatige Kupferstiche enthält (1731–1735), versuchte er, die naturwissenschaftlichen Kenntnisse seiner Zeit mit der mosaischen Schöpfungsgeschichte in Einklang zu bringen. Berühmt geworden ist das Skelett eines Riesensalamanders aus dem Obermiozän von Öhningen am Bodensee, das er für die sterblichen Überreste eines in der Sündflut ertrunkenen Menschen hielt (Homo diluvii testis).

So sehr man die Sündflut-Theorie heute belächeln mag, sie hatte doch ihr Gutes. Sie befreite die Lehre von den Versteinerungen aus der Zwangsjacke philosophischer Vorurteile und gab ihr damit wertvolle Impulse. Man sah in den Versteinerungen endlich die Überreste ehemals lebender Pflanzen und Tiere.

Die rechts wiedergegebene Tafel zeigt in einem barocken Rahmen, der am oberen Rand Versteinerungen aus dem Untereozän vom Monte Bolca, nördlich Verona (links), und von Öhningen (rechts) einschließt, eine bewegende Szene. Die Schleusen des Himmels sind geöffnet, Wasser tritt aus den Bergen hervor, das Land versinkt in der Flut. Die Brücke zur Arche ist bereits abgebrochen. Im Vordergrund werfen Menschen ihre Arme verzweifelt zum Himmel, um noch Einlaß zu begehren. Die Kupfer-Bibel ist ein Hauptwerk süddeutscher Buchdruckerkunst des späten Barock.



GENESIS cap. VII. v. II.
Diluvii initium.

I. Buch Moſis Cap. VII. v. II.
Anfang der Hundfluth.

AUTORENBIOGRAPHIE

HERBERT HAGN, geboren 9. Juni 1927 in München, hat Geologie und Paläontologie studiert und 1952 über Neubeuern promoviert. Seit 1962 ist H. Hagn Professor für Geologie und Paläontologie an der Universität München. Schwerpunkte seiner gegenwärtigen Forschungen sind die Mikropaläontologie, Alpengeologie und Keramikforschung.

RUDOLF SCHMID, geboren 30. Januar 1945 in Siegsdorf, hat Mathematik und Physik studiert und ist Gymnasiallehrer in Prien a. Chiemsee. Seit vielen Jahren ist er ambitionierter Fossiliensammler und hat sich auf Seeigel spezialisiert.



© by Prof. Dr. H. Hagn, Institut für Paläontologie und historische Geologie, 8000 München 2.

Alle Rechte vorbehalten.

Satz und Druck: Rapp-Druck, 8201 Fischbach

Papier: Euroart glänzend, 150 g von PWA-G

Vertrieb: Raiffeisenbank, 8201 Neubuern

Herausgeber: Dr. D. Barth, 8201 Neubuern

Umschlagfoto: *Harpactocarcinus quadrilobatus* (DESMAREST),
eine Riesenkrabbe aus dem Eozän von Altenbuern
(Sammlung R. Schmid, Präparation F. Böhm)

