



GESCHIEBEKUNDE AKTUELL

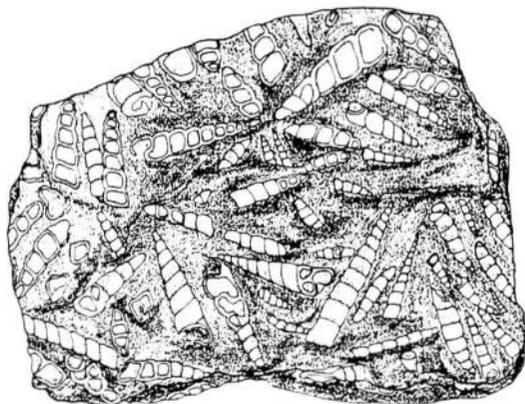
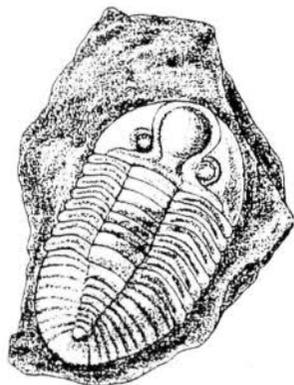
Mitteilungen der Gesellschaft für Geschiebekunde

SONDERHEFT 2

HAMBURG, AUGUST 1990

GESCHIEBE

Boten aus dem Norden



AUSSTELLUNG

Ausgerichtet vom Archiv für Geschiebekunde am
Geologisch-Paläontologischen Institut und Museum
der Universität Hamburg

Gestaltung: Dipl.-Geol. H.-W. Lienau

Bundesstraße 55, 2000 Hamburg 13



Inhalt

Ausstellungskatalog: Geschiebe – Boten aus dem Norden von Hans-Werner LIENAU, Hamburg

Titelbild: Werbeplakat, Zeichnungen: Bettina LIENAU

1. Einleitung	2
2. Eiszeiten in Norddeutschland	2
3. Ursachen der Eiszeiten	15
4. Nordische Geschiebe	21
4.1 Einleitung	21
4.2 Präkambrium	21
4.3 Kambrium	27
4.4 Ordovizium	33
4.5 Silur	46
4.6 Devon	58
4.7 Karbon	60
4.8 Perm	60
4.9 Trias	65
4.10 Jura	71
4.11 Kreide	79
4.12 Tertiär	91
5. Danksagung	110
6. Literatur	110

Das SONDERHEFT 1 kostet 15,- DM für Mitglieder der Gesellschaft für Geschiebekunde (GfG), Nicht-Mitglieder zahlen 20,- DM.

10 SONDERDRUCKE von Beiträgen in ›Geschiebekunde aktuell‹ (GA) werden kostenlos abgegeben. Die Autoren können außerdem die gewünschte Zahl von Heften zum Selbstkostenpreis bei der Redaktion bis Redaktionsschluß des jeweiligen Heftes bestellen. Autoren von Sonderheften erhalten 20 Freixemplare. Für den sachlichen Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich.

Impressum

GESCHIEBEKUNDE AKTUELL (GA) – Mitteilungen der Gesellschaft für Geschiebekunde – erscheint viermal pro Jahr, jeweils in der Mitte des Quartals, in einer Auflage von 450 Stück. Die Mitteilungen sind erhältlich bei der Redaktion oder der Verlagsbuchhandlung & Antiquariat D. W. Berger, Pommernweg 1, D-6368 Bad Vilbel 2. An die Mitglieder der GfG werden die Mitteilungen kostenfrei abgegeben. Redaktionsschluß ist am 15. des Vormonats.

SONDERHEFTE zu GA erscheinen in loser Reihenfolge. Mitglieder der GfG erhalten sie zum Sonderpreis.

VERLAG: Selbstverlag der Gesellschaft für Geschiebekunde e.V.

ISSN 0178-1731 C 1989 GfG

HERAUSGEBER: Gesellschaft für Geschiebekunde e.V.

c/o Archiv für Geschiebekunde am Geologisch-Paläontologischen Institut und Museum der Universität Hamburg, Bundesstraße 55, D-2000 Hamburg 13.

KONTO: Postgiroamt Hamburg, BLZ 200 100 20, Nr. 922 43-208.

MITGLIEDSBEITRÄGE: 35,- DM (12,- DM Ehepartner, Studenten etc.) pro Jahr.

BEITRITTSERKLÄRUNGEN: Bei Hans-Werner Lienau anfordern.

DRUCK: Zeitungsverlag Krause KG, Glückstädter Str. 10, D-2160 Stade.

REDAKTION der SONDERHEFTE: Dipl.-Geol. Hans-Werner Lienau, Geol.-Paläont. Inst. u. Mus., Bundesstraße 55, D-2000 Hamburg 13, Tel. 040/4123-4905.

Ausstellungskatalog:

Geschiebe — Boten aus dem Norden

mit 24 Abbildungen, 15 Tabellen und 33 Tafeln

Hans-Werner LIENAU¹

Prof. Ehrhard Voigt zum 85. Geburtstag gewidmet

Zusammenfassung: Diese Ausstellung erfolgt im Namen der ›Gesellschaft für Geschiebekunde e.V.‹ (GfG). Das Material entstammt überwiegend dem ›Archiv für Geschiebekunde‹ (AGH), das von der GfG gefördert sowie verwaltet wird und dem ›Geologisch-Paläontologischen Institut und Museum‹ der Universität Hamburg angeschlossen ist. Dabei gehört der größte Teil zur ehemaligen Sammlung des Pinneberger Kaufmannes Walter Kausch (1908-1977).

Nach einer Übersicht zu den Eiszeitaltern der Erdgeschichte und den daraus resultierenden Strukturen in der Landschaft (Moränen, Sander, Kryotur-bation, Eiskeile, Lößgürtel, Windkanter, gekritzte Geschiebe etc.) werden die pleistozänen Eiszeiten Norddeutschlands näher besprochen. Dabei wird auch die Entstehungsgeschichte der Ostsee skizziert.

In einem gesonderten Kapitel erfolgt eine kurzgefaßte Darstellung zur historischen Entwicklung der Vergletscherungstheorie, wobei auf die astro-nomischen Ursachen der Entstehung von Kaltzeiten eingegangen wird.

Der Hauptteil dieses Kataloges ist der Beschreibung der wichtigsten Geschiebe in altersmäßiger Reihenfolge gewidmet. Nach einer kurzen Übersicht zu jedem erdgeschichtlichen System mit Angaben über Dauer und wichtige Leitfossilien wird auf die paläogeographische Entwicklung in den Liefergebie-ten der nordischen Geschiebe (Fennoskandien, Baltikum) eingegangen. Dies wird z.T. durch Biotoprekonstruktionen ergänzt. In Tabellen werden dann die verschiedenen Geschiebetypen aufgelistet und im Text die ausgestellten sowie andere wichtige Erratika stichwortartig beschrieben.

Ein umfangreiches Literaturverzeichnis, mit dem Sekundärliteratur erschlossen werden kann, schließt diesen Ausstellungskatalog ab, der jedem Anfänger, aber auch dem fortgeschrittenen Sammler gute Dienste leisten möge.

Abstract: [Catalogue of the exhibition ›Geschiebe — messengers of the north]. This exhibition was arranged in the name of the ›Gesellschaft für Geschiebe-kunde‹ (GfG). Most of the material is housed in the ›Archiv für Geschiebe-kunde‹ (AGH) which is promoted and managed from the GfG, and which is a subdepartment of the ›Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum‹ of the University of Hamburg (Germany). The majority of the geschiebe is taken from the former collection of the late merchant Walter Kausch (1908-1977).

After showing the ice ages in the history of the Earth and the resulting phenomena (e.g. moraines, sandurs, cryotur-bations, ice wedges, loess belts, ventifacts, striated pebbles), the Pleistocene ice ages of North Germany are described more extensively. The history of the Baltic Sea in the last ten thousand years is also shortly presented.

In a special chapter the historical evolution of the theory of ice ages is briefly discussed. Likewise, the astronomical causes of ice ages are reported.

¹Dipl.-Geol. Hans-Werner Lienau, Geologisch-Paläontologi-sches Institut und Museum der Universität Hamburg, Bun-desstraße 55, D-2000 Hamburg 13.

The main issue of this catalogue is describing the most important geschiebe sequenced by their age. After a short introduction into each period, its duration and guide fossils, the paleogeographical evolution of the source area of the geschiebe (Fennoskandia, Baltic) is shown. Some biotope reconstructions are also given in figures 15 to 24. In tables, the different types of geschiebe are listed, and most of the exhibited and other important geschiebe are described.

This catalogue ends with an extensive list of references, to be used by both amateurs and professionals as a guide to further literature about geschiebe. The exhibition and this catalogue may stimulate further interest of amateur collectors and scientist in this highly interesting area.

1. Einleitung

Die im Oktober 1984 gegründete >Gesellschaft für Geschiebekunde< (GfG) hat es sich zum Ziel gesetzt, die Geschiebeforschung zu fördern, indem sie Wissenschaftler und Laien zusammenführt, eigene Veröffentlichungen herausgibt und sich am Aufbau des >Archivs für Geschiebekunde< (AGH) in Hamburg beteiligt. Die Gründung des >Archivs für Geschiebekunde< erfolgte am 25.4.1988. Dieses Archiv ist dem Geologisch-Paläontologischen Institut und Museum der Universität Hamburg (GPIMH) angeschlossen und besteht zur Zeit aus Teilen dessen Geschiebesammlung, Schenkungen sowie eigenen Fundstücken. Außerdem existiert eine ständig wachsende Bibliothek. Da bislang kein eigenes Personal zur Verfügung steht, kann es aber leider seine Aufgaben noch nicht befriedigend erfüllen.

Geschiebe sind Gesteine und Fossilien, die von Gletschern von ihrem Ursprungsort wegtransportiert und an anderer Stelle in Moränen oder Schmelzwassersanden wieder abgelagert worden sind. In Schleswig-Holstein, Hamburg, Mecklenburg, Pommern, dem nördlichen Niedersachsen und Westfalen haben die Gletscher des letzten Eiszeitalters vor allem Geschiebe aus Finnland, Norwegen, Schweden, Dänemark, Estland und vom Boden der Ostsee hinterlassen (Abb. 14). Nur untergeordnet treten kurz transportierte Geschiebe, die sogenannter Lokalgeschiebe, auf. Für die Forschung besonders interessant sind einige Geschiebe mit bislang unbekannter Herkunft, deren Liefergebiet meist aus ihrer Vergesellschaftung mit bekannten Geschiebetypen abgeleitet wird.

Die hier ausgestellten Geschiebe gehören fast alle zum >Archiv für Geschiebekunde< (AGH Nr. 108/1-131) und entstammen größtenteils der ehemaligen Sammlung KAUSCH. Walter Julius Heinrich Kausch wurde am 11.3.1908 in Hamburg geboren und begann bereits als Kind mit dem Geschiebesammeln. Nach der Rückkehr aus englischer Kriegsgefangenschaft 1945 lebte er in Pinneberg und machte sich in Hamburg als Kaufmann selbstständig. Die Möglichkeit zur freien Zeiteinteilung nutzte er oft zum Sammeln von Geschieben in den Kiesgruben Ost-Holsteins, vor allem der am Segrahner Berg bei Gudow. Aber auch am Brodtener Ufer bei Travemünde und an der Küste von Hirtshals im nördlichen Jütland (Dänemark) sammelte er häufiger. So entstand eine umfangreiche Sammlung aus vorwiegend Sedimentärgeschieben, wobei die Lokalsammlung vom Segrahner Berg besondere Beachtung verdient. Nach seinem Tode am 14.3.1977 entschlossen sich seine heute noch in Pinneberg lebende Witwe und die drei Kinder seine Sammlung dem GPIMH zu spenden, damit eine spätere Nutzung der Sammlung zum Wohle der Allgemeinheit möglich ist. Durch diese vorbildliche Haltung konnte diese Ausstellung überhaupt erst realisiert werden.

2. Eiszeiten in Norddeutschland

Zur Vermeidung von Unklarheiten sollte man als übergeordneten Begriff für eine Zeitspanne globaler Abkühlung mit Inlandvereisung in Polnähe den Terminus >Eiszeitalter< verwenden, da dieser auch die Vorgänge mit einschließt, die in

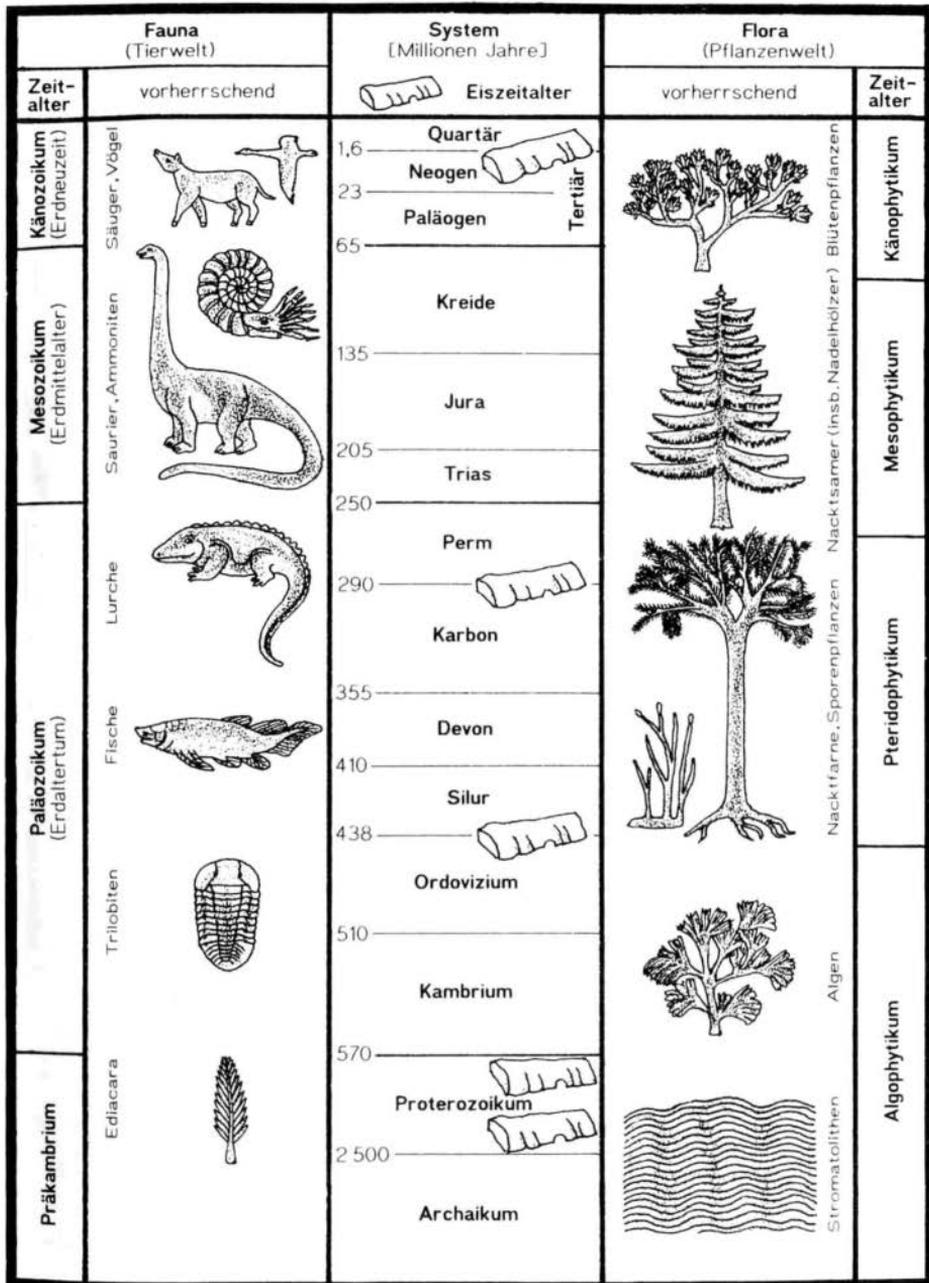


Abb. 1 Erdgeschichtliche Zeittafel mit den Eiszeitaltern sowie den vorherrschenden Faunen und Floren (verändert nach LICHTER 1979).

Quartär	Norddeutschland		
	Gliederung		Wichtigste Ereignisse und Ablagerungen
Holozän	Postglazial		Weiterer ständiger Rückzug des Eises. Öffnung der Ostsee.
Jungpleistozän	Weichsel-Eiszeit	Jung-Weichsel	8 000 J. v. Chr. Baltischer Eisstausee.
			Goti-Glazial
		Dani-Glazial	
		Germani-Glazial	
	Mittel-Weichsel	25 000	Mehrere Phasen (Pommersche, Frankfurter, Brandenburger Ph.).
	Früh-Weichsel	120 000	Eis dringt nicht über die Elbe, periglaziale Bildungen in Niedersachsen; Löß-Ablagerungen.
	Eem-Warmzeit	130 000	Eem-Meer (ca. heutige Nordsee-Küstenlinie); Torfe, Süßwasserbildungen.
Mittelpleistozän	Saale-Eiszeit	Warthe-Stadium	Moränen der Gohrde- und Lüneburger Phase.
		Interstadial	Eisrückzug.
		Drenthe-Stadium	Moränen der Rehburger Phase, Lamstedter Phase u.a.; maximale Eisausdehnung am Niederrhein und in Südniedersachsen.
	Holstein-Warmzeit	300 000	Ablagerungen des Holstein-Meeres im norddeutschen Küstenbereich; Torfe, Süßwasserbildungen.
	Elster-Eiszeit	Lauenburger Ton.	
Altpleistozän	Cromer-Komplex		Größte Eisausdehnung in Mitteldeutschland, älteste Grundmoräne und Schmelzwassersande.
	Bavel/Leerdam-Komplex	1 Mio. J.	Fortschreitende Abkühlung, Wechsel von Kalt- und Warmzeiten; Meeresspiegel sinkt infolge Bindung von Wasser als Festlandeis.
	Menap/Waal-Komplex	1,6 Mio. J.	
	Eburon-Komplex		
Tegelen-Komplex			
		2 Mio. J.	

Liegendes: Pliozän

Tab. 1 Gliederung des Quartär (verändert nach SCHMIDT 1971)

Kultur-Stufen		Entwicklung des Menschen	Alpengebiet (Gliederung)	
Jüngere Kulturen			Postglazial	
Jungpaläolithikum	Magdalén	<i>Homo sapiens sapiens</i>	Würm-Eiszeit	Spät-Würm (Spät-Glazial)
	Solutré Aurignac Moustier	<i>Homo sapiens sapiens</i> (Cro-Magnon-Mensch)		Mittel-Würm
Mittelpaläolithikum	Levallois	<i>Homo sapiens neanderthalensis</i> <i>Homo s. praeneanderthalensis</i>		Früh-Würm
Altpaläolithikum	Acheul	<i>Homo sapiens</i> von Ehringsdorf (<i>ante-</i> oder <i>praeneanderthalensis</i>)	Riß/Würm-Interglazial	
		<i>Homo s. anteneanderthalensis</i> (= <i>Homo sapiens steinheimensis</i>)	Riß-Eiszeit	
Geröll- Kulturen	Abbéville, Clacton	<i>Homo erectus pekinensis</i> <i>Homo erectus heidelbergensis</i> <i>Homo erectus erectus</i>	Mindel/Riß-Interglazial	
		<i>Homo erectus leakeyi</i>	Mindel-Eiszeit	
		<i>Homo erectus modjokertensis</i> <i>Homo habilis</i>	Günz/Mindel-Interglazial	
			Günz-Eiszeit	
			Donau/Günz-Warmzeit	Villafranca
			Donau-Kaltzeit	
			Biber/Donau-Warmzeit	
			Biber-Kaltzeit	
Liegendes: Pliozän				

PROBST 1986, ŠIBRAVA et al. 1986 und DE JONG 1986).

größerer Entfernung von den Gletschern weltweit ablaufen. Ein Eiszeitalter ist durch die Wechselfolge von Kalt- und Warmzeiten gekennzeichnet, die regionale Unterschiede aufweisen. Den Begriff ›Eiszeit‹ sollte man nur als Synonym von ›Kaltzeit‹ verwenden.

Je nach Anerkennung recht unsicherer altpräkambrischer Eiszeiten gab es im Laufe der etwa 5 Milliarde Jahre währenden Erdgeschichte fünf bis sieben Eiszeitalter (Abb. 1), die jeweils durchschnittlich ca. 50 Millionen Jahre dauerten.

- a) **Mittelpräkambrium:** ›Huron-Eiszeit‹, vor ca. 2,5 – 2 Milliarde Jahren; eventuell das größte Eiszeitalter aller Zeiten, am besten in Nordamerika überliefert;
- b) **Jungpräkambrium:** vor ca. 800 Millionen Jahren; weltweit nachgewiesenes Eiszeitalter;
- c) **Grenzbereich Ordovizium/Silur:** ›Sahara-Vereisung‹ und ›Tafelberg-Vereisung‹, vor ca. 450 Millionen Jahren; eventuell war ganz Afrika vereist;
- d) **Permo-karbonische Vereisung:** vor ca. 300 Millionen Jahren; damalige Südhalbkugel (Gondwana) war vereist;
- e) **Känozoisches Eiszeitalter:** vor ca. 50 Millionen Jahren; antarktische Vereisungen begannen bereits im Eozän, waren im Miozän wieder reduziert und setzten sich dann verstärkt fort; im arktischen Raum Beginn im O-Pliozän; die quartären Eiszeiten sind allerdings der bei weitem wichtigste Teil.



Ausdehnung während der größten Vereisung



Ausdehnung während der letzten Eiszeit



Lößgürtel



Packeis

Abb. 2 Verbreitung der pleistozänen Vergletscherung (umgezeichnet nach BRINKMANN & KRÖMMELBEIN 1977).

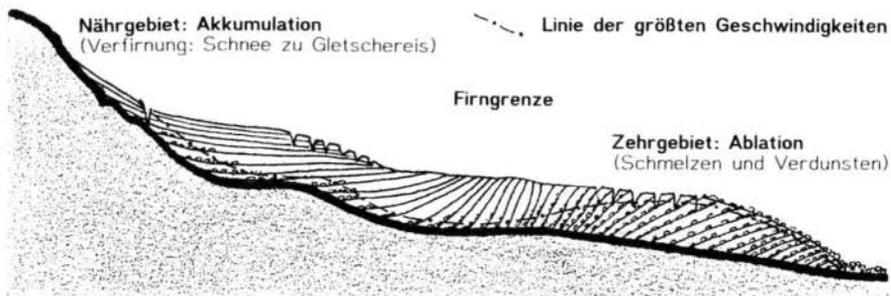


Abb. 3 Bau des Gletschers (umgezeichnet nach STREIFF-BECKER 1938 in BRINKMANN & ZEIL 1975).

Das Quartär begann vor ca. 1,6 Millionen Jahren und wird auch als das Eiszeitalter bezeichnet. Dem Pleistozän (früher: Diluvium) mit seinen Vereisungen folgt das Holozän (früher: Alluvium), welches vor ca. 10 000 Jahren begann und vermutlich eine Warmzeit (Interglazial) innerhalb des Eiszeitalters darstellt (Tab. 1). Aufgrund der starken Anklänge an die rezente Lebewelt können zur Gliederung nur wenige, sich schnell entwickelnde Formen herangezogen werden. Als Leitfossilien dienen deshalb einerseits die Säugetiere (vor allem Nager, Elefanten, menschliche Kulturstufen) und andererseits bei den Mikrofossilien die Foraminiferen, Radiolarien, Nannoplankton sowie Pollen und Sporen.

Im Gegensatz zur im Juni 1989 veröffentlichten globalen stratigraphischen Tafel der »International Union of Geological Sciences« (IUGS) wird in Norddeutschland die Tertiär/Quartär-Grenze immer noch mit 2 Millionen Jahre datiert. Um nicht in einem populärwissenschaftlichen Werk mit den sonst für diese Region üblichen Zeitangaben (EHLERS, persönl. Mitt.) in Widerspruch zu geraten, wird deshalb auch hier in der Übersichtstabelle (Tab. 1) mit 2 Millionen Jahren gearbeitet. Allerdings befinden sich die norddeutschen Quartärgeologen hier in der Pflicht, ihre Grenzziehung der international gültigen anzupassen, da die Tertiär/Quartär-Grenze eine der definierten Grenzen ist, für die ein »Global Stratotype Section and Point« (GSSP) festgelegt worden ist.

Das Altpleistozän läßt sich in Norddeutschland nur an wenigen Stellen nachweisen. Wo es vorhanden ist, zeigt es eine Wechselfolge aus Sanden (z.B. der plio-pleistozäne Kaolinsand), Schluffen und geringmächtigen Braunkohlenflözen. Infolge fortschreitender Abkühlung kam es zur Bindung von Wasser als Festlandeis und damit zum Absinken des Meeresspiegels. Relativ rasch wechselten sich Kalt- (Glaziale) und Warmzeiten (Interglaziale) ab, wobei die klimatischen Unterschiede zunächst noch gering waren und hochglaziale Abschnitte fehlten. Dagegen steigern sich im Mittel- und Jungpleistozän die Unterschiede zwischen den Kalt- und Warmzeiten. Die wichtigsten Kaltzeiten stellen Eiszeiten mit weiträumiger Vergletscherung dar und werden im Alpengebiet anders benannt (Günz, Mindel, Riß, Würm) als in Nordeuropa (Tab. 1), wobei die Korrelation der einzelnen Abschnitte nicht umfassend geklärt ist.

So überzogen die eiszeitlichen Gletscher weite Teile Nordamerikas und Nordeuropas sowie ganz Antarktika mit mehreren 1000 m Eis (Abb. 2). Vereisungszentren befanden sich außerdem im Bereich der Anden, der Alpen und des Himalaya. Die Flächen außerhalb des unmittelbaren Einflüßbereiches der Gletscher und ihrer Schmelzwässer sind durch die Lößgürtel gekennzeichnet. Die Umgrenzungen der Eisvorstöße sind an den Endmoränenzügen zu erkennen. In den ehemals von Eis bedeckten Räumen finden sich deutliche Zeugen der Vereisung.

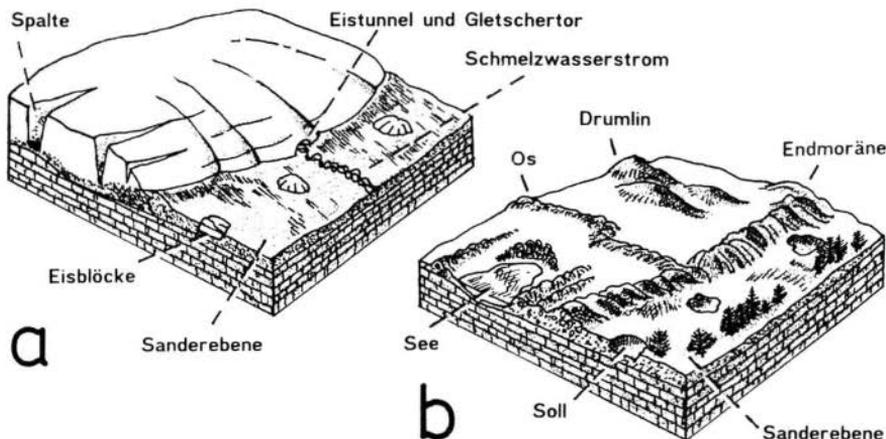


Abb. 4 Gletschersedimente.

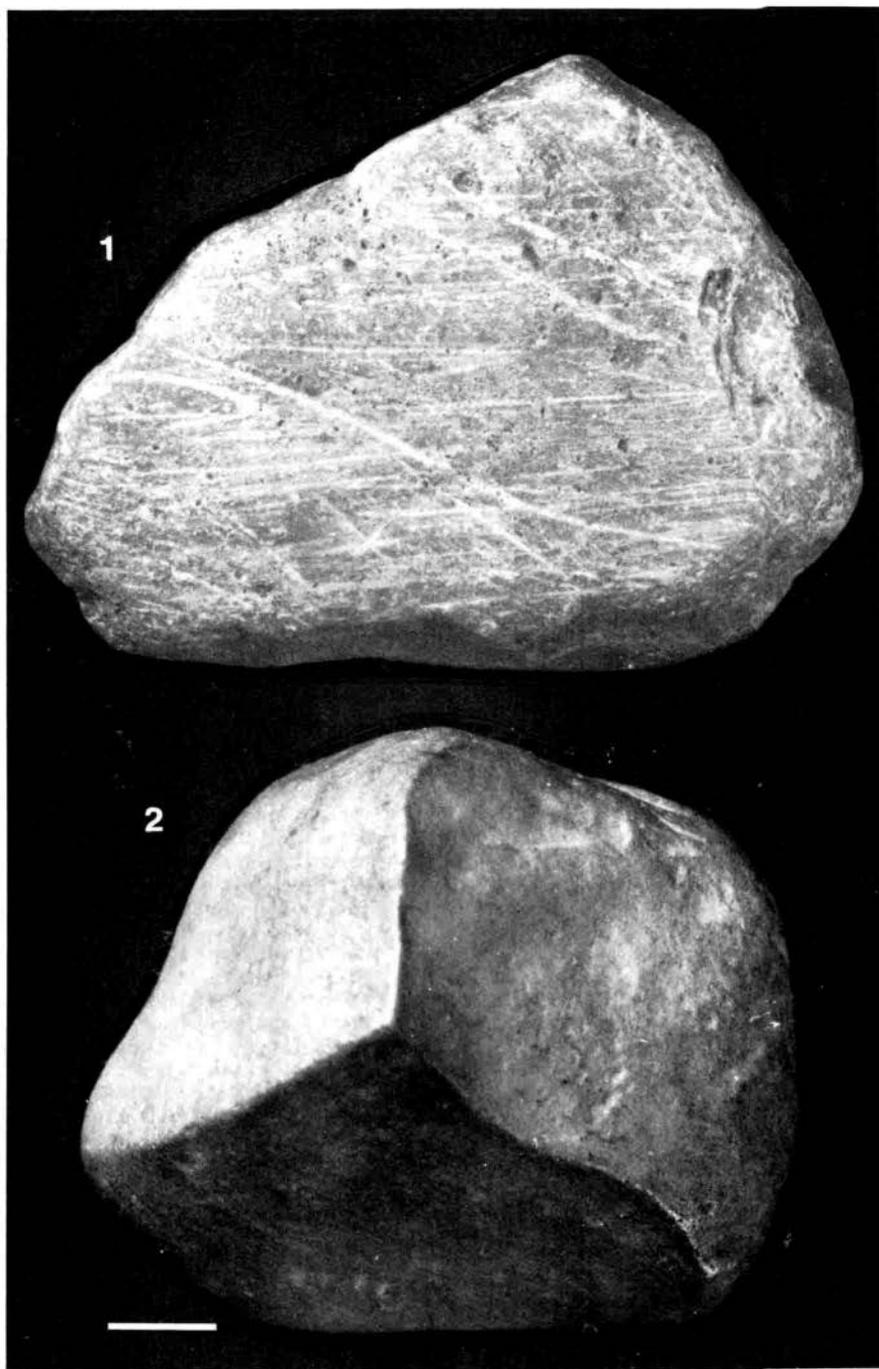
a Gletscherfront.

b Die gleiche Region nach dem Rückzug des Gletschers (umgezeichnet nach GREENE in BEISER 1967).

Ein Gletscher bewegt sich nämlich sehr langsam. In der Nährregion kommt es durch die Kompaktion von Schnee zur Bildung von Gletschereis, welches horizontale Schichtung zeigt (Abb. 3). Der große Druck führt an der Gletscher-
 sohle zum Schmelzen und damit zur Gleitbewegung. Das unter dem Gletscher fließende Wasser tritt am Eisrand durch das sogenannte Gletschertor aus. Das Ende eines Gletschers, die Zehrregion, ist durch den größeren Anteil an abschmelzendem Eis gegenüber nachrückendem gekennzeichnet. Durch diese zähe Fließbewegung werden von Gletschern überfahrene Erhebungen zu Buckeln abgeschliffen und durch die mitgeführten Gesteinsbrocken (Geschiebe) geschrammt (Gletscherschliff). Dies hinterläßt auch auf dem transportierten Material Spuren (gekritztes Geschiebe; Taf. I, Fig. 1). Täler erhalten durch Gletscher einen U-förmigen Querschnitt. Als Nunatak bezeichnet man eine Erhebung, welche nicht über-, sondern umfahren und an den Flanken abgeschliffen wurde. Gletschereis transportiert schiebend ohne das Material nach Härte oder Korngröße auszulesen und hinterläßt charakteristische Sedimente (Moränen), die deshalb aus unsortiertem Material bestehen (Abb. 4). Nach Abschmelzen des Gletschers bleibt der mitgeschleppte Schutt als Grundmoräne liegen. Die Grundmoräne besteht in der Regel aus kalkhaltigen, sandigen Tonen und wird in Norddeutschland in frischem, unverwittertem Zustand als Geschiebemergel bezeichnet. Dieser kann durch Oberflächenwässer später entkalkt werden (Geschiebelehm). Tunnelfüllungen im Gletscher können als Wall (Oser), Ausfüllungen von Vertiefungen auf oder zwischen den Gletschern als isolierte Hügel (Kames) erhalten bleiben. Stillstandszeiten des Gletschers führen zu parallel zur Eisfront angeordneten Erdwallbildungen, den Endmoränen, welche durch wechselndes Vor- und Rückweichen der Gletscherfront zur Stauchendmoräne umgewandelt werden können. Bei Abtransport des feineren Materials durch Schmelzwässer entstehen Blockpackungen aus grobem Geschiebematerial. Größere

Tafel I (S. 9):

- 1 Gekritztes Geschiebe. Quarzit; Präkambrium; Johannistal bei Heiligenhafen; Leihgabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg); 1:1.
- 2 Windkanter, Quarzit; Präkambrium; Kiesgrube Braderup, Sylt; AGH Nr. G 108/1 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1cm.



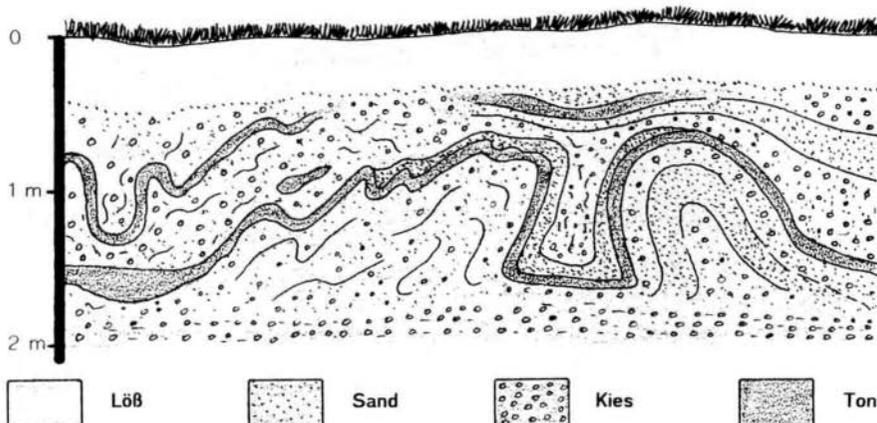


Abb. 5 Kryoturbation (umgezeichnet nach STEEGER in BRINKMANN & ZEIL 1975).

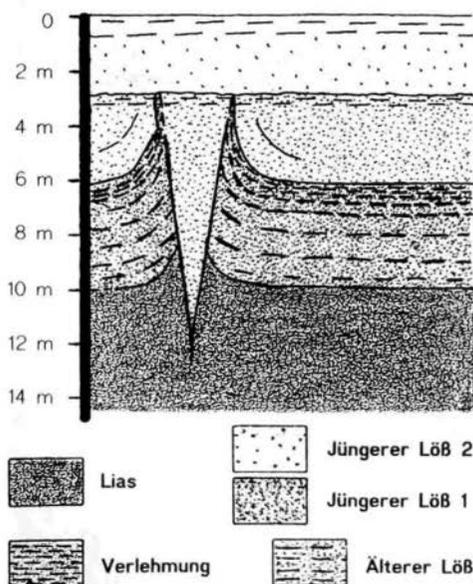


Abb. 6 Eiskeil (umgezeichnet nach SELZER in BRINKMANN & ZEIL 1975).

vom Gletscher ausgeschürfte Becken und abgetrennte Toteis-Blöcke hinterlassen beim Abschmelzen Vertiefungen (Sölle), die mit Wasser volllaufen können. So entstanden z.B. die Holsteiner und die Mecklenburger Seenplatten. Sander sind ausgedehnte Sandflächen, welche vom Schmelzwasser im Vorraum des Gletschers abgelagert wurden und bis zu den Urstromtälern reichen, in denen die Schmelzwässer zusammenflossen. Weitere Zeugen der ehemaligen Vereisung sind Bodenstrukturen, welche in den Sanden und Kiesen der Aufschlüsse Norddeutschlands immer wieder beobachtet werden können. Hierzu gehören unregelmäßige Verfaltungen oder schieferge Verketnungen oberflächennaher Bodenschichten (Kryoturbationen; Abb. 5) und sedimentgefüllte, sich nach unten zuspitzende keilförmige Spalten, die Eiskeile (Abb. 6). Beide entstehen durch den Wechsel von Gefrieren und Auftauen der oberen Bodenschichten im Vorfeld der Gletscher. Die kräftigen Fallwinde vor den Gletschern nahmen feinen Sand der

Sander auf und erzeugten so auf größeren Steinen einen charakteristischen Windschliff, der meist an deutlichen Schliff-Facetten zu erkennen ist. Man bezeichnet solche Stücke deshalb als Windkanter (Taf. I, Fig. 2).

Die Bindung von Wasser als Gletschereis führte weltweit zum Absinken des Meeresspiegels (Regression), während es in den Warmzeiten durch teilweises Schmelzen der Gletscher zum Vordringen der Meere (Transgression) kam. Deshalb kann man auch an den Küsten der nicht vergletscherten Regionen die Transgressionen der Warmzeiten und die Regressionen der Kaltzeiten durch die verschiedenen Strandlinien im Pleistozän nachweisen.

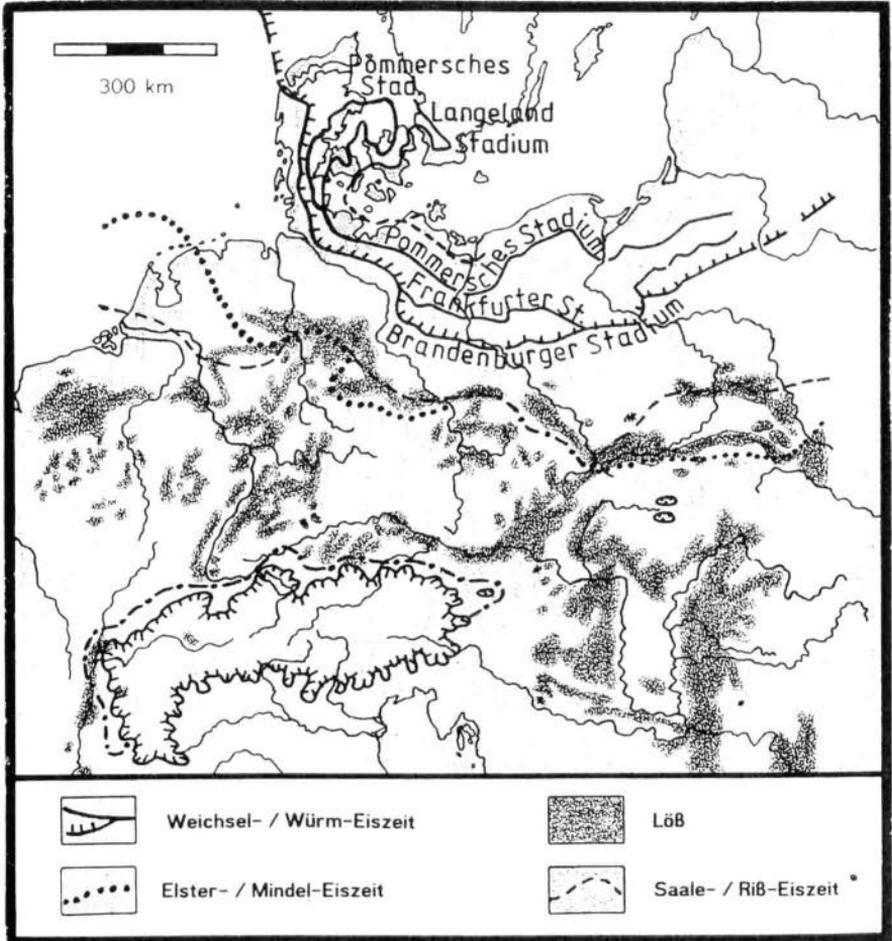
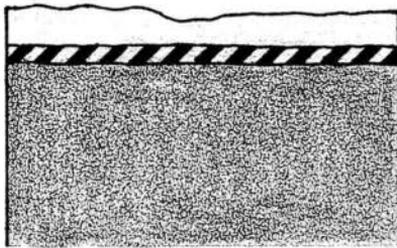
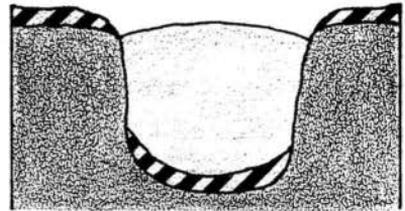


Abb. 7 Vereisungsgrenzen und Lößverbreitung in Mitteleuropa (umgezeichnet nach HOHL 1981).

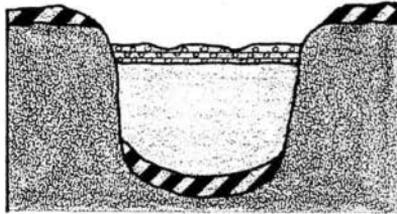
In Norddeutschland sind drei Vereisungen mit weiträumiger Vergletscherung von Bedeutung, die Elster-, die Saale- und die Weichsel-Eiszeit, welche durch die Holstein- und die Eem-Warmzeit getrennt werden (Tab. 1, Abb. 7).



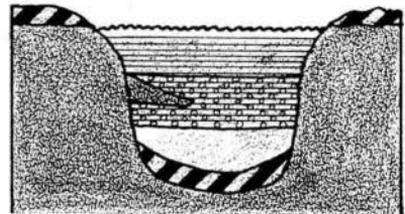
a  ältere Gesteine



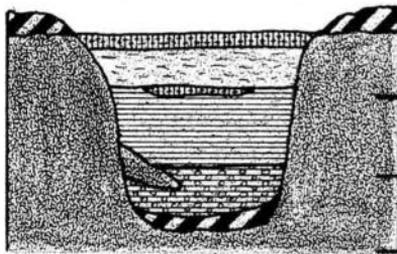
b  Elster-Moräne



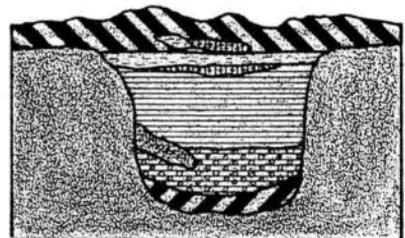
c  Schmelzwassersande



d  Lauenburger Ton



e  Torf  Ton und Sand



f  Weichsel-Moräne

Abb. 8 Rinnen der Elster-Eiszeit in Schleswig-Holstein
(umgezeichnet nach GRIPP 1964).

- a Flächenhafte Bedeckung durch die Elster-Gletscher.
- b Toteis in einer vom Gletscher erodierten Rinne.
- c Überdeckung des Toteises durch Schmelzwassersande.
- d Einbruch älterer Gesteine durch Rutschungen an den Flanken und Sedimentation von Gletschertrübe (Lauenburger Ton).
- e Holstein-Warmzeit mit Sedimentation von Torfen sowie von Tonen und Sanden eines vorwiegend kühlen Meeres.
- f Erosionstätigkeit der Weichsel-Gletscher und Sedimentation deren Moränenmaterials, in dem sich das erodierte Material als eingelagerte Schollen findet.

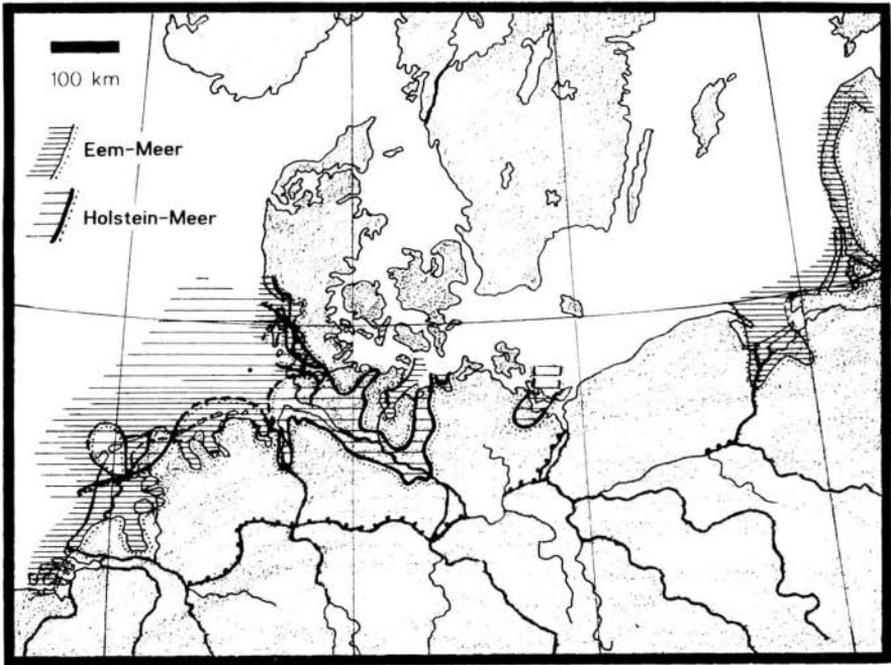


Abb. 9 Verbreitung des Holstein- und Eem-Meeres (umgezeichnet nach BRINKMANN & KRÖMELBEIN 1977, dort vereinfacht und ergänzt nach WOLDSTEDT & DUPHORN 1974).

Die Vergletscherung während der Elster-Eiszeit hinterließ als Sedimente hauptsächlich Grundmoränen sowie Schmelzwassersande. Diese werden bis 45 m mächtig und enthalten Geschiebe mit einer Zusammensetzung aus kristallinem Präkambrium, Sedimentärgeschieben des Kambrium bis Silur, Rhombenporphyr (Perm), Sedimentärgeschieben der Kreide und des Tertiär sowie Findlinge bis zu vielen Tonnen Gewicht. Man findet diese Sedimente bevorzugt in den subglazialen Rinnen (Abb. 8), wo sie vor der Abtragung (Erosion) geschützt waren. Darüber lagert ein bis 180 m mächtiger, dunkelgrauer Tonmergel ohne Fossilien, der Lauenburger Ton. Seine Ablagerung erfolgte als Gletscherstausee-Sediment.

In der Holstein-Warmzeit kamen im nordeutschen Küstenbereich ca. 35 m mächtige, dunkle Tone mit Mollusken zur Ablagerung (Abb. 9), während sich weiter landwärts Süßwassersedimente einschalteten, welche selten Wirbeltierreste (Fische oder Säugetiere) enthalten.

Die Gletscher der Saale-Eiszeit überführen meist die Endmoränen der Elster-Eiszeit. Ihre Geschiebe sind in Schleswig-Holstein durch die Anwesenheit silurischer Borealis- und devonischer Estherienkalkes sowie Muschelkalk und oberoligozänes Sternberger Gestein gekennzeichnet. Die Eisvorstöße lassen sich in zwei Abschnitte (Drenthe- und Warthe-Stadium) mit dazwischen liegender wärmerer Rückzugszeit gliedern. Dabei weist das Drenthe-Stadium bei genauer Betrachtung zwei Phasen auf (Drenthe I und II).

Die Eem-Warmzeit war wärmer als das Holstein. Ihre marinen Sedimente finden sich etwa entlang der heutigen Nordsee-Küstenlinie (Abb. 9). Große Teile des Landes zeigen Torfe mit wärmeliebenden Floren und Faunen.

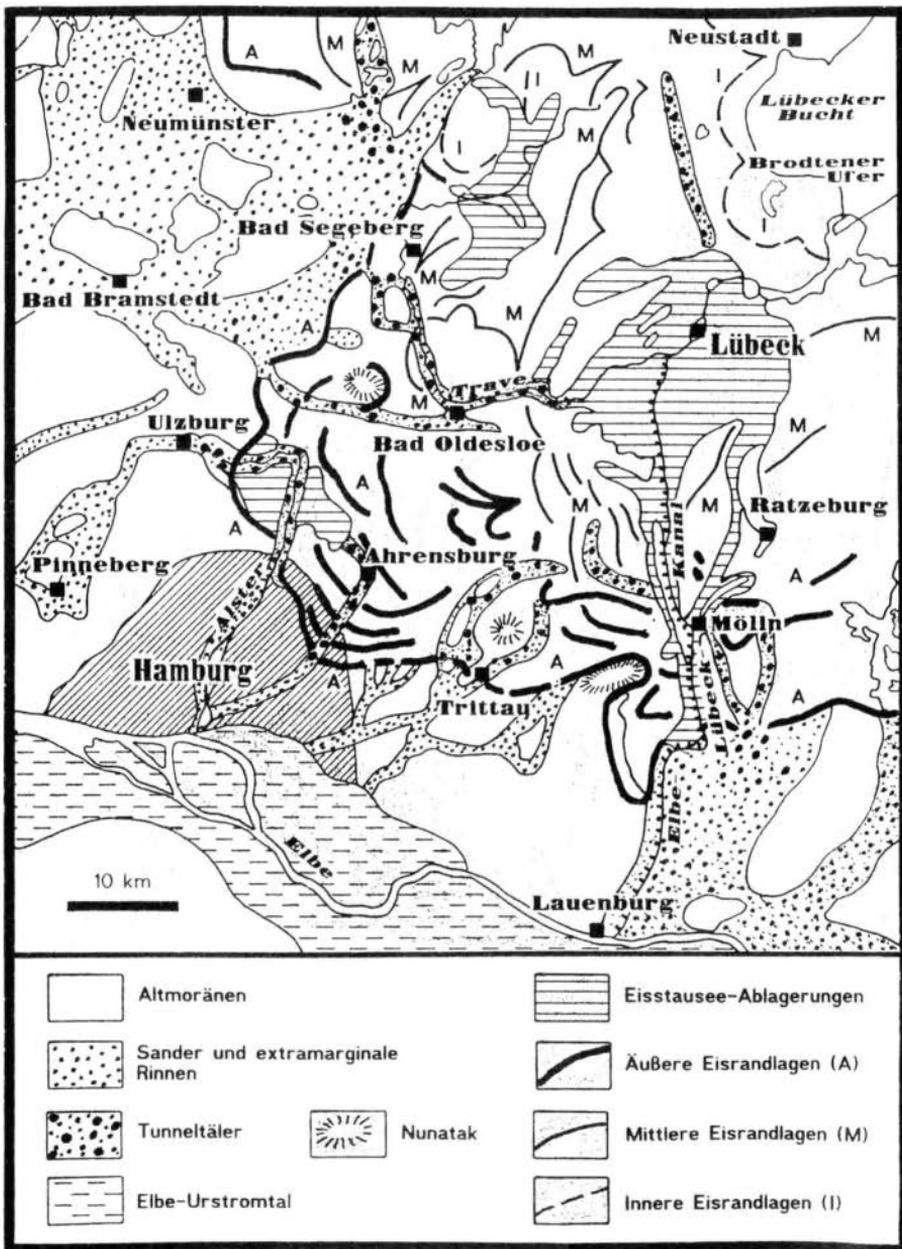


Abb. 10 Quartärgeologische Karte von Südostholstein (umgezeichnet nach SCHALLREUTER et al. 1984, basierend auf DEGN & MUUSS 1963).

Die Gletscher der Weichsel-Eiszeit bedeckten zwar nur eine kleinere Fläche als die älteren Eisvorstöße, aber da sie das letzte glaziale und damit am wenigsten erodierte Element darstellen, sind ihre Auswirkungen am deutlichsten zu erkennen. Während der Früh- und Mittelweichselzeit erfolgte der Vorstoß der Gletscher nur bis zum Südrand Skandinaviens, so daß anfangs Schleswig-Holstein noch überwiegend eisfrei war. Zu diesen Zeiten entstanden die Bildungen des Neiglazialbereichs (z.B. Kryoturbation, Eiskeile, Windkanter). Erst in der Jungweichselzeit erfolgte das Vorrücken der Gletscher bis an die Unterelbe (Abb. 7: Endmoränen des Brandenburger Stadiums). Zu dieser Zeit wurde auch der weichselzeitliche Löß abgelagert. Mit Abschmelzen der Gletscher gegen Ende der Jungweichselzeit entstand die Stillstandsfläche des Frankfurter Stadiums, während das Pommersche Stadium nach weiterer Rückzugszeit ein erneutes kurzes Vorrücken der Gletscher markiert. Den jüngsten Moränenzug stellt das Langeland-Stadium dar (Abb. 7). In Schleswig-Holstein, wo die weichselzeitlichen Eisrandlagen sehr eng beieinander liegen, wird in Anlehnung an GRIPP nur zwischen Äußeren (A), Mittleren (M) und Inneren (I) Eisrandlagen unterschieden (Abb. 10).

Das Abschmelzen des Weichsel-Eises führte einerseits zu einer Transgression im Bereich des Kattegat, während andererseits im Bereich der heutigen südlichen Ostsee der Baltische Eissees als Schmelzwasserbecken entstand (Abb. 11). Aus dem Baltischen Eissees bildete sich im Holozän durch das Eindringen des Meeres über Mittel-Schweden aufgrund des durch das Abschmelzen der Gletscher ansteigenden Meeresspiegels das Yoldia-Meer mit arktischen Faunen. Das Abschmelzen der Gletscher verringerte aber auch die Auflast auf dem fennoskandischen Kern, der sich daher aufzuwölben begann, was zur erneuten Abtrennung der Ostsee vom Meer und zur Aussüßung durch die wasserliefernden Flüsse zum Ancylus-See führte. Nach dem Überlaufen des Beckens durch den Belt machten sich wieder marine Einflüsse geltend; das Littorina-Meer mit dem höchsten Salzgehalt in der Geschichte der Ostsee entstand. Der immer noch andauernde Anstieg Fennoskandiens verengte den Verbindungsweg zur Nordsee wieder und bedingte in der Limnea-Zeit eine erneute Aussüßung bis zum heutigen Stand (Mya-Zeit).

3. Ursachen der Eiszeiten

Lange Zeit galt die Lehrmeinung, daß Findlingsblöcke und Moränenmaterial durch große Flutwellen an ihre jetzigen Fundorte verfrachtet worden seien. Dies stand auch im Einklang mit der Bibel: alle Lebensformen sollen nach Sintfluten neu geschöpft worden sein (daher auch >Diluvium<). Der englische Geologe Charles Lyell veröffentlichte dann 1833 seine Theorie, daß die Findlinge in Treibeis eingefroren verdriftet worden seien.

Es ist aber überliefert, daß in den Schweizer Bergen schon viel früher die dortigen Bewohner der Ansicht waren, daß ihre Gletscher bedeutend größere Ausmaße gehabt hätten als zum damaligen Zeitpunkt (z.B. der Geistliche Bernard Friedrich Kuhn 1787). Auch der schottische Geologe James Hutton sah bei seinem Besuch im Schweizer Jura 1794 in den Findlingen den Beweis für eine ehemalige umfassende Vergletscherung dieser Berge. Aber die Schweizer Wissenschaftler, die diese Theorie in der wissenschaftlichen Öffentlichkeit vertraten, waren nicht beharrlich und aggressiv genug, so daß die restlichen Geologen die Gletscher-Theorie ignorierten, während sie für viele einfache Schweizer Bergbewohner als ganz normale Tatsache galt.

Einen engagierten und couragierten Verfechter fand die Gletscher-Theorie erst als Louis Agassiz begann, sich mit diesem Thema zu beschäftigen. Er war ein junger, aber bereits so bekannter Fisch-Spezialist, daß er zum Präsidenten der Schweizer Gesellschaft für Naturwissenschaften gewählt worden war. Zur Überraschung aller Kollegen, die einen Bericht über neue Fischfunde erwarteten, hielt er 1837 auf der Jahresversammlung der Schweizer Gesellschaft für

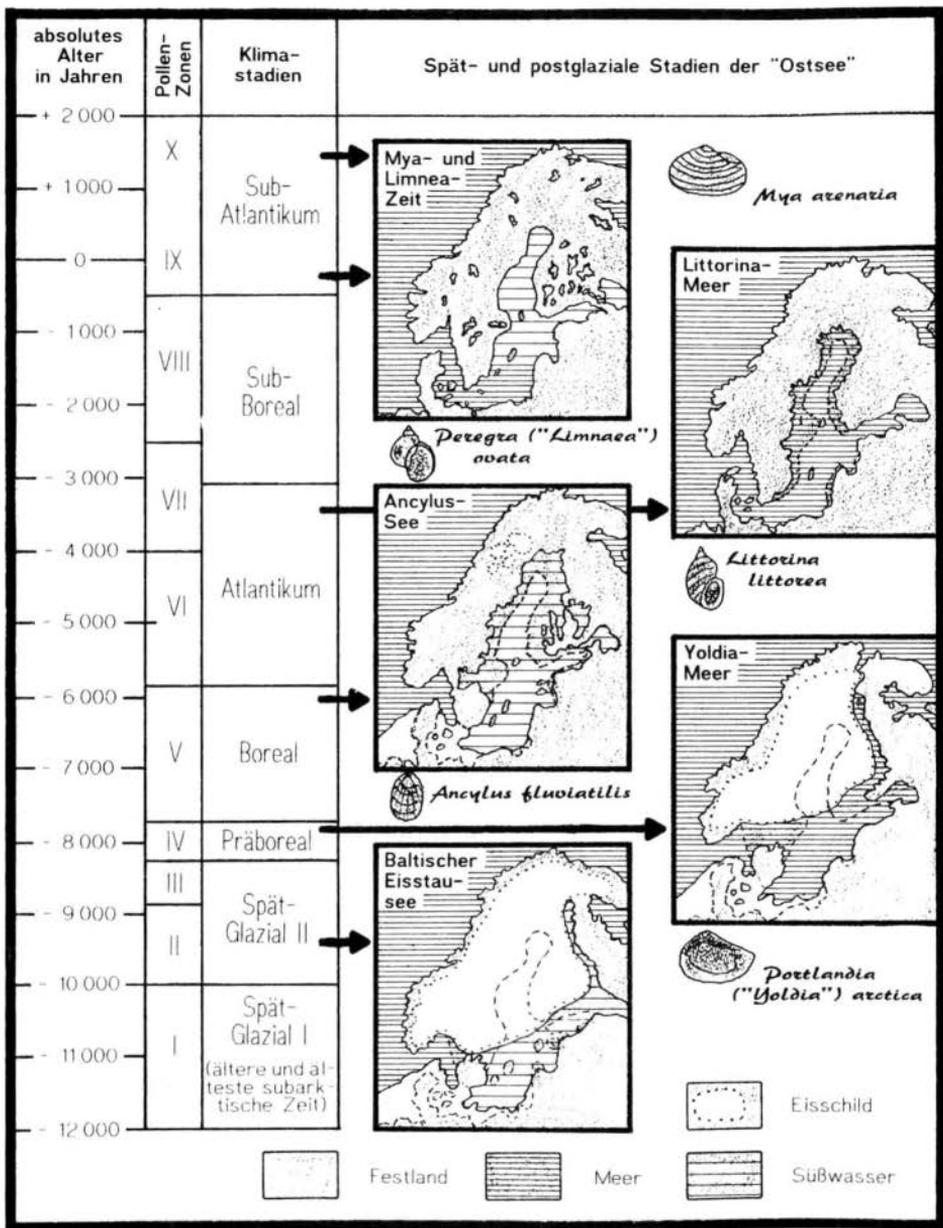


Abb. 11 Geschichte der Ostsee (umgezeichnet nach THENIUS 1976 in HILLMER & WEITSCHAT 1983).

Naturwissenschaftler in Neuchâtel einen Vortrag über die Eiszeit, wobei er die Existenz einer ehemaligen Eisbedeckung über ganz Europa bis zum Mittelmeer und ganz Nordamerika postulierte. Diese Rede führte zu einem wissenschaftlichen Disput, der über ein Vierteljahrhundert andauerte und auch die Öffentlichkeit erstmals mit diesem Thema konfrontierte. Bei Agassiz' Untersuchungen der Gletscherablagerungen Englands überzeugte er auch seinen Freund Reverend Prof. Buckland, einen englischen Geologen, der fortan die Gletscher-Theorie in England vertrat. Im September 1846 fuhr Agassiz zu einem einjährigen Forschungsaufenthalt in die USA und stellte dort fest, daß bereits 2 Jahre nach seinem Vortrag in Neuchâtel die Gletscher-Theorie auch in der amerikanischen Literatur erwähnt, diskutiert und immer mehr anerkannt worden war. Als er ein finanziell lukratives Angebot bekam (Lehrstuhl in Harvard), blieb er bis zu seinem Tode im Jahre 1873 in den USA.

So waren etwa 30 Jahre nach der Rede in Neuchâtel in Europa und Amerika viele Wissenschaftler von der Gletscher-Theorie überzeugt und man kannte auch das Ausmaß der Eisbedeckung genauer. Es gab aber weiterhin eine Opposition gegen diese Theorie. In Deutschland erreichte die Gletscher-Theorie ihren Durchbruch durch Otto Torell, als dieser 1875 einen Vortrag auf der November-sitzung der Deutschen Geologischen Gesellschaft hielt, in dem er auf die Funde von Gletscherschrammen durch den Schweden Sefstroem 1836 im großen Muschelkalk-Steinbruch von Rüdersdorf SE' von Berlin hinwies, dort selbst gefundene geschrammte Muschelkalk-Fundstücke vorlegte und die diluvialen (heute: pleistozänen) Ablagerungen Norddeutschlands mit den ihm sehr gut bekannten Regionen Grönlands und Spitzbergens verglich.

Nach fast allgemeiner Anerkennung der Gletscher-Theorie sowie Untersuchung der eiszeitlichen Abläufe und ihrer Zeugnisse versuchte man natürlich eine Erklärung für die Entstehung der Vergletscherung zu finden. Viele Theorien wurden aufgestellt. Manche wurden durch neue Forschungsergebnisse widerlegt, manche wurden aufgegeben, da sie nicht nachprüfbar waren. Zur Lösung des Problems darf nicht außer Acht gelassen werden, daß Schwankungen der Eisschichten Teil eines globalen klimatischen Systems sind (Eisschichten - Ozeane - Atmosphäre).

So ist es nicht zu verwundern, daß bereits 1842 der Pariser Mathematiker Joseph Alphonse Adhémar astronomische Ursachen für die Eiszeiten verantwortlich machte (Präzession der Erdachse). Er berechnete einen Eiszeit-Zyklus, der alle 11 000 Jahre abwechselnd auf der einen und dann auf der anderen Halbkugel auftrat. Nach ihm lag die Ursache für die Vereisung in der Veränderung in der Länge der warmen und kalten Jahreszeiten (falsch: die Gesamtmengen der von beiden Halbkugeln im Laufe eines Jahres aufgenommenen Wärme sind immer gleich).

Die Idee einer astronomischen Ursache für die Entstehung von Eiszeiten wurde von James Croll wieder aufgegriffen. Er war ein schottischer Autodidakt, der sich als Mechaniker, Schreiner, Teeladenbesitzer, Produzent und Verkäufer elektrischer Geräte zur Linderung körperlicher Leiden und Schmerzen, Hotelbesitzer, Vertreter einer Lebensversicherung und als Hausmeister im >Andersonian College and Museum< in Glasgow betätigte, wo er nun Zugang zu einer großartigen wissenschaftlichen Bücherei bekam. Nach physikalischen Publikationen veröffentlichte er 1864 seine Arbeit über die Ursachen der Eiszeiten, die nach ihm in Veränderungen in der Erdbahn (Umlaufexzentrizität) zu suchen sind, einem astronomischen Faktor, den Adhémar nicht berücksichtigt hatte. Wird die im Winter aufgenommene Menge des Sonnenlichtes verringert und so die Anhäufung von Schnee begünstigt, dann führt die Erhöhung der Schneemenge zu einer verstärkten Reflexion des Sonnenlichtes (Albedo) und damit zu erneuter Schneebildung. Außerdem erzeugt eine größere Eisdecke auf der einen Halbkugel eine Verstärkung der Passatwinde auf dieser Hemisphäre und dadurch eine Umlenkung der warmen Äquatorströme in allen Ozeanen zur anderen Halbkugel hin, so daß der Wärmeverlust weiter verstärkt wird. Insgesamt kommt er in seiner Theorie zu einer Kombination der Wirkungen von Präzession und Umlaufexzentrizität.

zität, wobei er zu dem gleichen Zyklus gelangte wie Adhémar (Beginn der letzten Eisperiode vor ca. 250 000 und Ende vor ca. 80 000 Jahren). Durch diese Arbeit wurde er zum angesehenen Wissenschaftler ohne je eine Universität besucht zu haben. Allerdings konnten die Amerikaner gegen Ende des 19. Jahrhunderts nachweisen, daß die Gletscher erst vor etwa 10 000 Jahren zurückwichen, so daß zuerst die Amerikaner und später auch die Europäer Croll's Theorie endgültig ablehnten.

Wieder aufgegriffen wurde die Astronomische Theorie erst viel später durch den Jugoslawen Milutin Milankovich, welcher in Wien studiert und fünf Jahre als Ingenieur gearbeitet hatte, bevor er 1909 einen Ruf an die Universität Belgrad als Professor für angewandte Mathematik annahm, da er sich geistig mit komplexeren Problemen beschäftigen wollte als der Konstruktion von Betondächern. Während einer feucht-fröhlichen Feier 1911 beschloß er nach Genuß einer Flasche Rotwein, daß er eine mathematische Theorie entwickeln würde, mit der er heutige und vergangene Klimata von Erde, Mars und Venus beschreiben kann. Damals wußte er allerdings nicht, daß die Vollendung 30 Jahre dauern würde. Nach genauer Planung seiner Überlegungen ging er folgendermaßen vor:

1. Beschreibung der Geometrie der Umlaufbahnen aller Planeten und Darstellung, wie diese Geometrie sich in vergangenen Jahrhunderten entwickelt hatte.
2. Berechnung, wieviel Sonnenstrahlung die Oberfläche eines jeden Planeten in jeder Jahreszeit und auf jedem Breitengrad aufnimmt. Nach der Publikation der Ergebnisse zu Teil 2 1920 erhielt er daraufhin Kontakt zu zwei deutschen Forschern, dem großen Klimatologen Wladimir Köppen und dessen Schwiegersohn Alfred Wegener, woraus sich ein längerer fruchtbarer Gedankenaustausch entwickelte.
3. Mathematische Darstellung der vergangenen Erdklimata. Im Gegensatz zu Adhémar und Croll kam er durch Unterstützung von Köppen zu der Ansicht, daß die Verringerung der Wärme im Sommerhalbjahr der entscheidende Faktor bei der Vereisung sei. Die erste Veröffentlichung seiner Strahlungskurven erfolgte 1924 in dem Buch »Klimata der geologischen Vergangenheit« von Köppen und Wegener.
4. Berechnung, wie stark die Eisdecken auf eine gegebene Veränderung in der Sonnenstrahlung reagieren würden.

1941 wurde dann die Zusammenfassung aller Ergebnisse unter dem Titel »Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitproblem« gedruckt.

Nun lag das Problem bei den Geologen, anhand der Feldfunde seine theoretischen Ergebnisse zu bestätigen oder zu widerlegen. Mit Entdeckung der Radiokarbon-Zeitdatierung 1950 begannen immer mehr Geologen von Milankovich's Theorie Abstand zu nehmen, da die gemessenen Werte meist nicht mit seinen Angaben übereinstimmten. Allerdings waren bislang alle Untersuchungen recht einseitig nur an Land erfolgt und nicht auch in den Ozeanen. Aber auch diese Lücke wurde bald geschlossen, und zwar durch die Untersuchung von Kernen aus pleistozänen Tiefseesedimenten. Es entstand eine auf Foraminiferen basierende Chronologie mit klimatologischen Aussagen, die aber von vielen Geologen ignoriert wurden, da aus gleichem Sediment, zum Teil aus gleichem Kern genommene Proben nicht die gleiche Auswertung ergaben, wenn man Fossilschema und Isotopen-Temperaturmethode miteinander verglich. Es zeigte sich immer mehr, daß das Problem in der weltweiten exakten Korrelation lag. Mit der Entdeckung periodischer Umpolungen des Erdfeldes, die in magnetisierbaren Mineralen "eingefroren" sind, ergab sich nun eine neue Datiermöglichkeit. So konnte endlich weltweit der Beginn des Pleistozän auf 1,6 Millionen Jahren vor heute datiert werden.

1970 erfolgte dann über Datierungen mit der Magnetzeitskala der Nachweis eines asymmetrischen 100 000-Jahr-Pulses des Klimas, d.h. Perioden der Gletscherausdehnung mit einer durchschnittlichen Dauer von etwa 100 000 Jahren

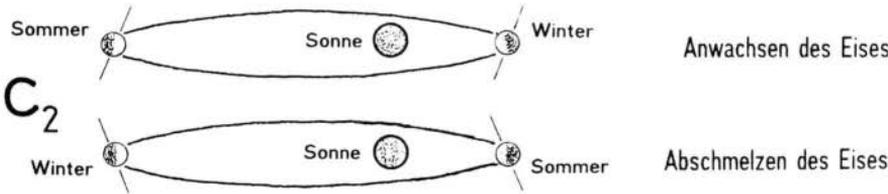
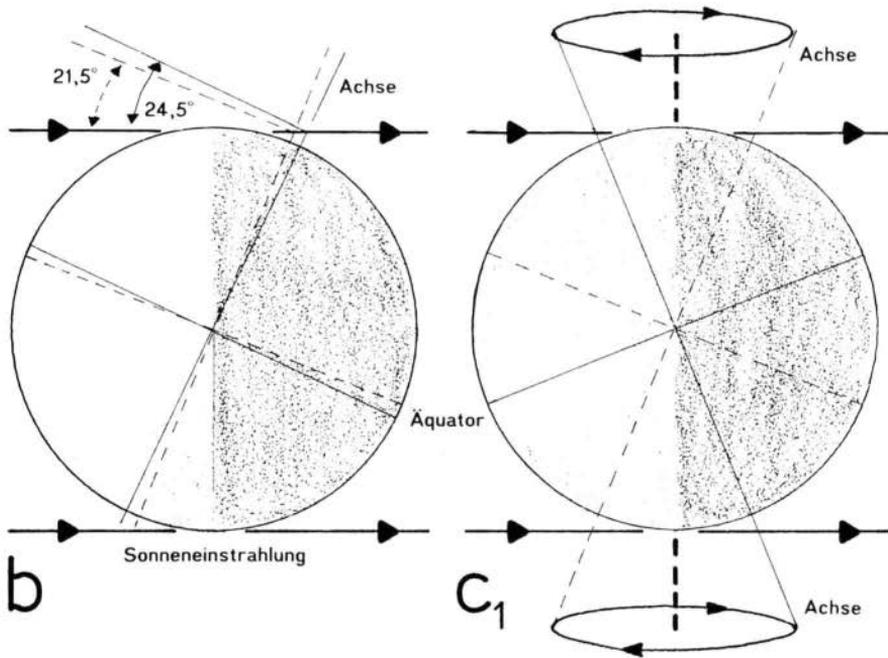
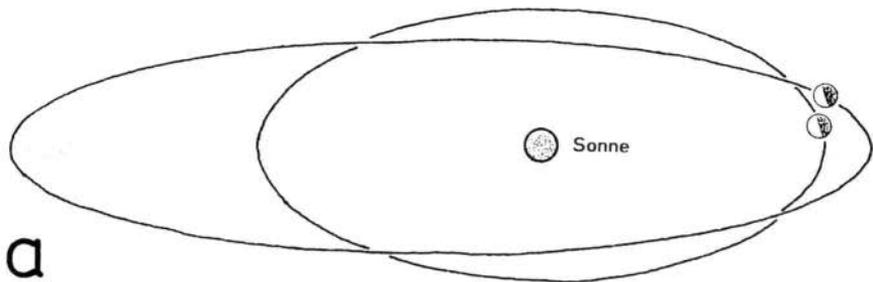


Abb. 12 Astronomische Ursachen der Eiszeiten
(umgezeichnet nach CHORLTON 1983).
a Exzentrizität; b Schiefe der Ekliptik; c Präzession.

wurden von sehr schneller Entgletscherung abrupt beendet, wobei aber völlig unklar war, was diesen Zyklus bewirkte. Eine Modifizierung der Milankovich-Theorie durch Kenneth Mesolella und George Kukla ergab indirekt über die Exzentrizität der Umlaufbahn in etwa diesen Zyklus. Wieder einmal mußten genauere Datierungsarbeiten erfolgen, um theoretische Voraussagen stützen oder widerlegen zu können. Aus diesem Grund wurde in den USA am 1.5.1971 ein großes interdisziplinäres, interinstitutionelles Projekt unter dem Namen CLIMAP gestartet, an dem nach einer gewissen Anlaufzeit nahezu 100 Forscher aus den USA, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Niederlande, Norwegen, Schweiz und Deutschland mitwirkten. Erstes Ziel war die Rekonstruktion der Geschichte des Nordpazifiks und des Nordatlantischen Ozeans in der Brunhes-Epoche (Magnetskala: die letzten 700 000 Jahre). Als Ergebnis aller Arbeiten konnte am 10. Dezember 1976 von HAYS & IMBRIE & SHACKLETON in >Science< die Arbeit >Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages< erscheinen und die modifizierte Astronomische Theorie von Milankovich bestätigt werden.

Exzentrizität: 100 000-Jahr-Zyklus (Abb. 12a);

Die Umlaufbahn der Erde verändert sich im Laufe eines Zyklus von einem fast vollkommenen Kreis zu einer länglichen Ellipse und wieder zurück zum Kreis, wobei die Entfernung zwischen Erde und Sonne um 18,15 Millionen km schwankt.

Schiefe der Ekliptik: 41 000-Jahr-Zyklus (Abb. 12b);

Die Rotationsachse der Erde verläuft nie lotrecht zur Ebene ihrer Umlaufbahn um die Sonne, sondern in einem Winkel, der im Verlauf eines Zyklus zwischen 21,5 und 24,5° schwankt. Dadurch ändert sich die Intensität der auf jeden Punkt der Erde treffenden Sonnenstrahlung während der einjährigen, die Jahreszeiten verursachenden Umlaufzeit, d.h., wenn der Neigungswinkel am größten ist, kommt es auf der Nord- wie auf der Südhalbkugel zu den heißesten Sommern und kältesten Wintern.

Präzession: 23 000- und 19 000-Jahr-Zyklen (Abb. 12c);

Die Erde vollführt eine langsame Kreiselbewegung im Raum, so daß ihre Achse einen Kreis beschreibt (Abb. 12c₁), den sie variierend alle 23 000 bzw. 19 000 Jahre vollendet, wodurch sich der Abstand zwischen Erde und Sonne in einer bestimmten Jahreszeit langsam verändert. So erreicht auf der Nordhalbkugel die Erde auf ihrer Umlaufbahn gegenwärtig den sonnen-nächsten Stand im Winter und den sonnenfernsten im Sommer, so daß milde Winter und kühle Sommer begünstigt werden, wobei ein Anwachsen des Eises die Folge in der Zukunft sein dürfte. Dagegen waren vor ca. 11 000 Jahren die Verhältnisse genau umgekehrt, was zum Abschmelzen des Eises auf der Nordhalbkugel führte (Abb. 12c₂).

Die Variationen im Laufe der Erdgeschichte in Bezug auf die Stärke der Kaltzeiten sind durch die verschiedenen plattentektonischen Konfigurationen bedingt, d.h. durch den Wechsel in der Verteilung von Land und Meer sowie in deren Ausdehnung. Ein weiterer terrestrischer Faktor sind die jeweils herrschenden Reliefverhältnisse (z.B. Zeiten großer Hebungen). Außerdem ist bislang nicht genau bekannt, wie stark Änderungen der Sonnenaktivität sich auswirken. Einen erst neu hinzugekommenen, ziemlich unberechenbaren Klimafaktor stellt der Mensch mit seinen Aktivitäten dar, wobei wahrscheinlich nicht die gesteigerte Kohlendioxid-Emission die größte Bedrohung darstellt, sondern einerseits das Abholzen der letzten großen Urwälder, die wichtige Sauerstoff-Produzenten darstellen, und andererseits die zunehmende Schädigung der uns schützenden Ozonschicht.

Eine weitere genaue Erforschung der Klimaentwicklung vergangener Zeiten und vor allen der des Quartär sowie seiner Zeugnisse vor unserer Haustür ist unverzichtbare Grundlage umweltökologischer Untersuchungen, damit man einmal in der Lage sein wird, den Faktor >Mensch< aus natürlichen Klimageschehen

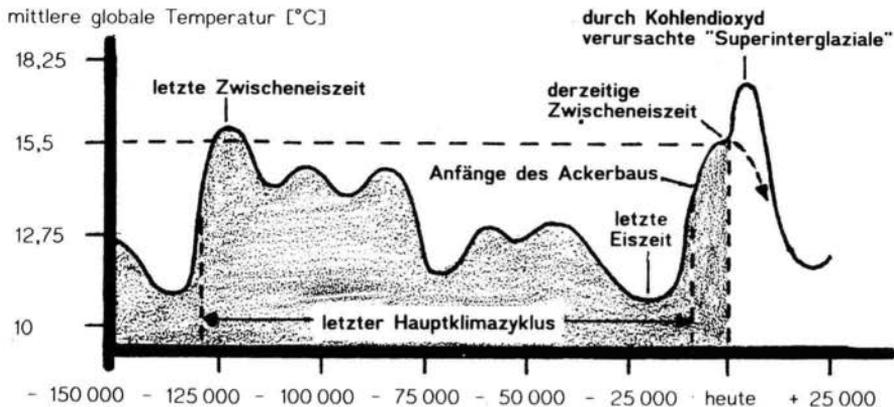


Abb. 13 Klimaentwicklung der letzten 150 000 und -prognose für die nächsten 25 000 Jahre (umgezeichnet nach IMBRIE & PALMER IMBRIE 1981).

herauszufiltern und geeignete Maßnahmen zur Rettung der Umwelt zu treffen. Was aufgrund der bisherigen Kenntnisse gesichert erscheint ist, daß wir uns in einer Zwischenwarmzeit befinden und die nächste Eiszeit zu erwarten ist. Durch die anthropogenen Einflüsse kann dieser Zeitpunkt eventuell um ca. 2000 Jahre verzögert werden, wobei die durch den sogenannten >Treibhaus-Effekt< bedingte Erwärmung zu einem Höchststand der Temperaturen im gesamten Quartär führen könnte (Abb. 13).

4. Nordische Geschiebe

4.1 Einleitung

Diese Übersicht kann natürlich nur eine vereinfachte Darstellung sein, die keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Dies gilt auch für die Geschiebe-Auswahl auf den Tabellen. Eine detaillierte Darstellung der Sedimentär-Geschiebe findet man bei HUCKE & VOIGT (1967), während die kristallinen Geschiebe bei HESEMANN (1975), KORN (1927) und ZANDSTRA (1988) ausgiebig beschrieben werden. Ergänzend sind noch die Übersichtsarbeiten von OEKENTORP (1986), RICHTER et al. (1986) und ROHDE et al. (1989) zu empfehlen. Die Auswahl der besprochenen Geschiebe erfolgte nach ihrer Fundhäufigkeit und in Bezug auf diese Ausstellung.

4.2 Präkambrium

Das Präkambrium umfaßt den Zeitraum von den ältesten nachgewiesenen Gesteinen (4,2 Milliarden Jahre) bis zum Beginn des Kambrium vor 570 Millionen Jahren.

Die meisten präkambrischen Geschiebe entstammen den finnischen und skandinavischen Regionen (Abb. 14, Tab. 2). Es sind meist kristalline Geschiebe wie die diversen Granite (Taf. II, Fig. 1), die Dalarna- und Ostsee-Quarzporphyre, die Diabase sowie Gneise (Taf. II, Fig. 2) und andere Metamorphite, z.B. die sogenannten Urkalke. Viele Gneise zeigen Hinweise auf partielle Aufschmelzungen und werden deshalb als Migmatite bezeichnet. Auch

Präkambrium	Schweden
Eokambrium	Varegium mit Visingsöserie am Vätternsee; Tillite am Varangerfjord; Sparagmitium mit Sparagmiten in N-Schweden.
Dalslandium (900 - 1200 Mio. J.) [eventuell gleichaltrig mit dem Jotnium]	Spätdalslandische (svekonorwegische) Regeneration in SW-Schweden (ca. 950 - 1000 Mio. J.) mit Vergneisung und Granitintrusion (Bohus-Granit: 920 Mio. J.); Kappebo- und Dalserie über süddalslandischer Peneplain (1130 - 920 Mio. J.).
Jotnium (1200 - 1300 Mio. J.)	Jotnischer Dalasandstein mit Öje- und Åsby-Diabas (1200 - 1300 Mio. J.) über subjotnischer Peneplain. In N-Schweden Gävle- und Nordingrå-Sandstein. Almesåkra-Formation in SW-Schweden.
Gotium und Subjotnium (1400 - 1650 Mio. J.)	Obere Dalaserie mit Rapakiwigraniten, Dalaporphyren und Graniten (z.T. Subjotnium; ca. 1500 Mio. J.); Karlshamn-Granit (1420 Mio. J.); Småland-Porphyre und -Granite (z.B. Växiö-Granite); Digerberg-Sandstein. Untere Dalaserie: Saure Vulkanite mit Schiefer, Quarziten, Arkosen und Konglomeraten. Hälleflinta und Leptite (Vulkanite und Tuffe) in Mittelschweden. Noppi- und Loos-Serie. Z.T. Västervik-, Vetlanda- und Veståna-Serie (Quarzite und Konglomerate). Lina-Granit (1400 - 1500 Mio. J.) in Lappland. Åmal-Serie, Stora Le Marstrand-Serie in SW-Schweden.
Svekofennium und Karelum (1750 - 2100 Mio. J.)	Svekofennidische Regeneration: Sala- und Revsundgranit (1750 Mio. J.), Stockholmgranit (1800 Mio. J.), Fellingbrogranit (1850 Mio. J.), Uppsalagranit; Svekofennidische Faltung (1800 Mio. J.): Geosynklinale Mälar- und Larsbo-Serie, Grythyttiserie, Vargfors-Konglomerate, Maurliiden und Elvabergserie. Lappländische Eisenerze in N-Schweden. In Lappland epikontinentales, vielleicht etwas jüngeres Karelum: Bälunge-Konglomerat; Vakko-, Pajala- und Kalix-Serie (Kalk und Dolomit), Haparanda-Granit (1700 - 1770 Mio. J.).
Prägotium (ca. 2500 Mio. J. oder älter)	Prägotische Gneise, älter als Gotium und Svekofennium in SW-Schweden.

Tab. 2 Präkambrium in Fennoskandia

Finnland und Karelien	Geschiebe
	Nexösandstein
	Bohus-Granit
Postjotnische Diabase Jotnischer Sandstein (1300 Mio. J.)	Dalasandstein und -konglomerate
Rapakiwi-Granit (1600 Mio. J.)	Hälleflinta, Leptite Brauner und Roter Ostsee-Quarzporphyr Digerberg-Sandstein Rapakiwi-Granite Bredvads-Porphyr Småland-Porphyre (z.B. Paskållavik-Porphyr) Småland-Granite (z.B. Växiö-Granite)
Kareliden { Kalevium: Phyllit und Tonschiefer Jatulium: Quarzit und Dolomit Sariolium: Konglomerat vielleicht gleichaltrig mit den Svekofenniden { Ob. Serie: Tonige Sedimente Mittl. Serie: Sedimente und Vulkanite Unt. Serie: Grauwackenschiefer, Leptite	Sala-Granit Stockholmgranit Perniö-Granit Uppsala-Granit Urkalke
Bjelmoriden: Weißmeergranite und Granulite (= Marealiden) in Kola (2100 - 1950 Mio. J.). Saamiden: Norwegosamiden in Kola (2870 - 2150 Mio. J.), Katarchische Gneise (3590 - 3250 Mio. J.) als Relikte der ältesten Kerne.	viele Gneise

(verändert nach HUCKE & VOIGT 1967).

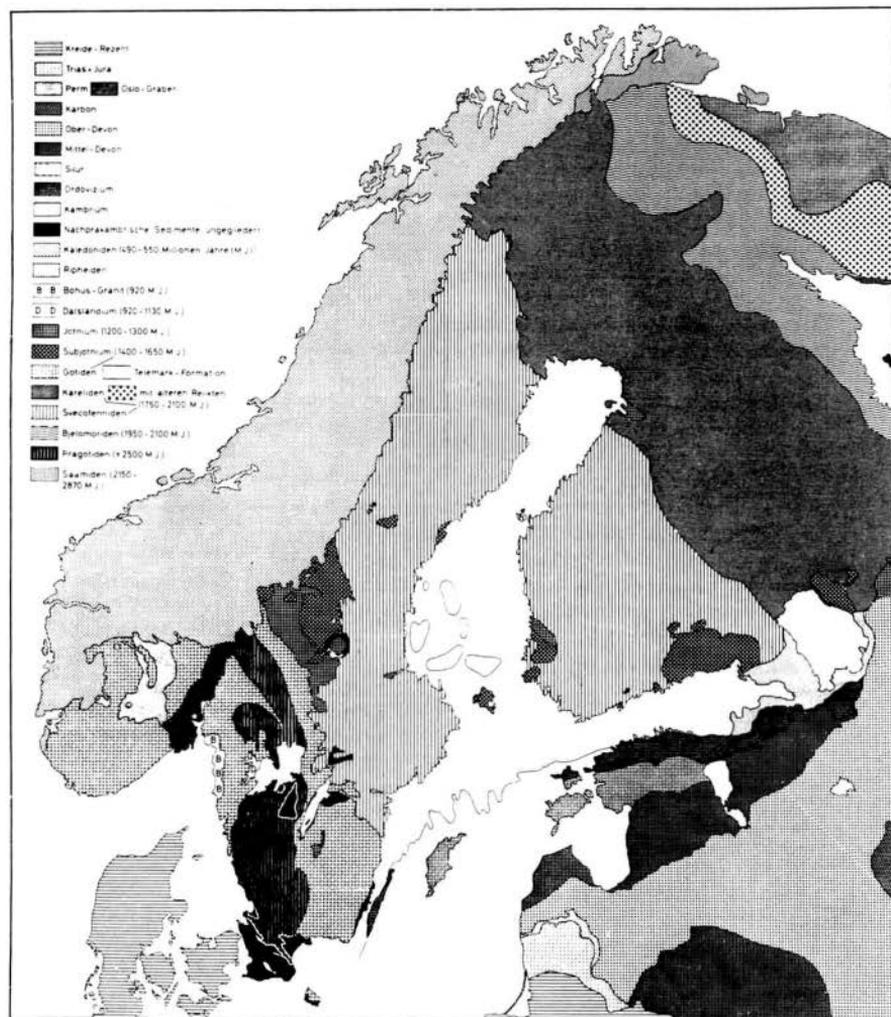


Abb. 14 Geologische Übersichtskarte von Fennoskandia und angrenzenden Gebieten (aus HUCKE & VOIGT 1967).

viele magmatische Gesteine zeigen eine leichte metamorphe Überprägung. Diese kristallinen Gesteine bieten neben einigen Sedimentgesteinen die Möglichkeit für in ihrer Kristallform ausgebildete (idiomorphe) Mineralfunde (LIERL 1989) (Taf. II, Fig. 1).

Im Jungpräkambrium der Liefergebiete und damit auch im Gesteine treten dann verstärkt Konglomerate sowie Sandsteine mit Rippelmarken und Schrägschichtung auf (z.B. Dalasandstein und Kalmarsundsandstein).

1. **Urkalke:** ca. 2100 – 1750 Millionen Jahre alt;
 schwach metamorphe Kalke und Dolomite (= Marmore und Kalksilikatfelse);
 meist hell (grau, grünlich oder rötlich-gelblich, selten rein weiß) mit
 Beimengungen von Epidot, Skarnerzen oder kohligter Substanz;
 hin und wieder mit Boudinage (durch Dehnung hervorgerufene Schicht-
 zerreibungen);
 Liefergebiet: SE Schweden und Finnland (Bereich der Svekokareliden).

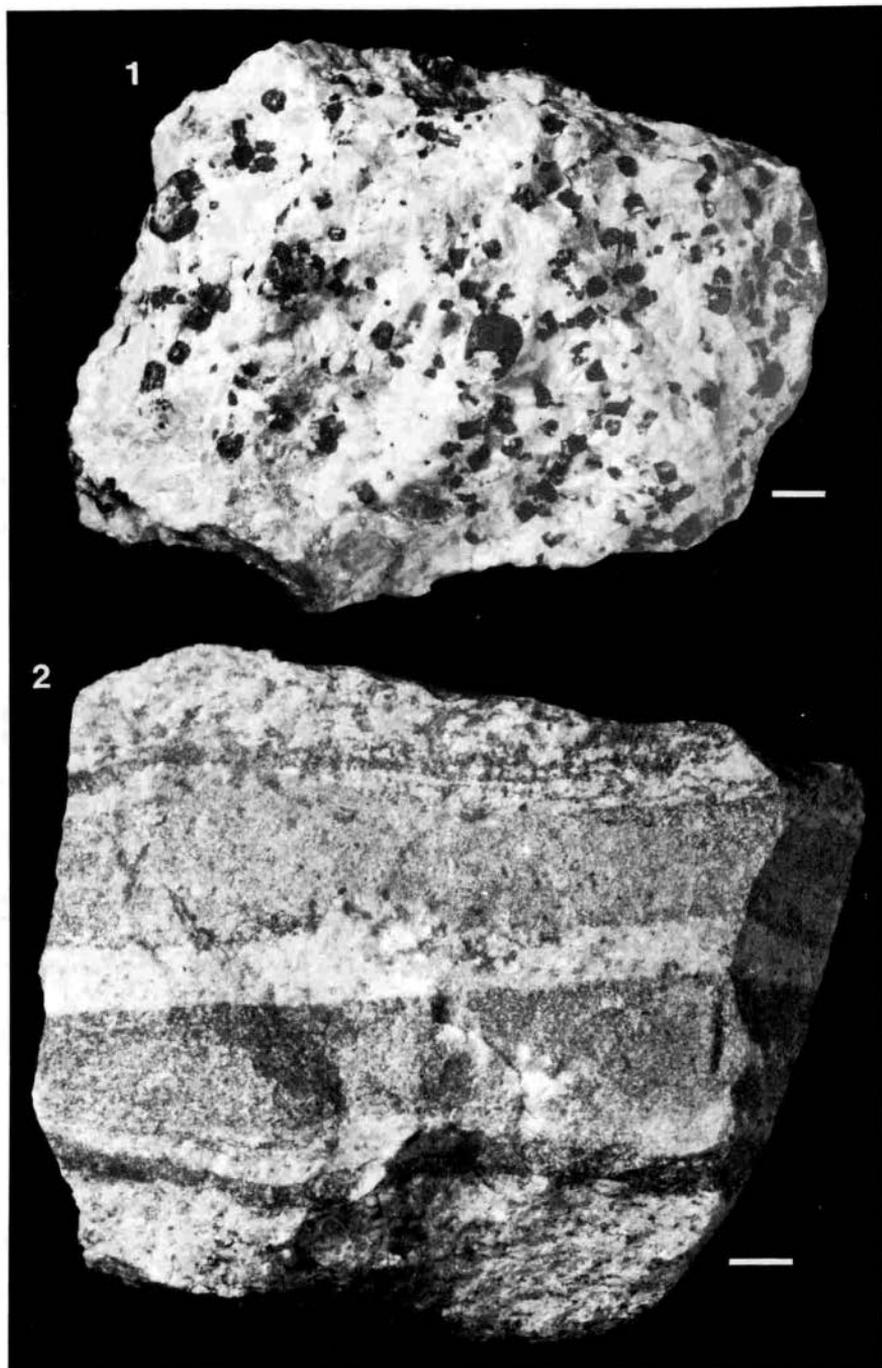
2. **Uppsala-Granit:** ca. 1950 Millionen Jahre alt;
 von der petrographischen Untersuchung her genau genommen ein Horn-
 blendebiotitgranodiorit;
 mit blaugetönten Quarzen, bis dezimetergroßen, dioritischen, dunklen,
 feinkörnigen Einschlüssen und bis 2 cm großen Kalifeldspateinsprenglingen;
 Liefergebiet: innerhalb der Svekofenniden bei Uppsala großflächig ver-
 breitet;
 gehört zu den häufigeren Geschieben Norddeutschlands.

3. **Växiö-Granite:** ca. 1700 Millionen Jahre alt;
Roter Växiö-Granit: mittel- bis grobkörnig, blaßrot-graublau gefärbt;
Grauer Växiö-Granit: gleichkörnig bei durchweg geringer Korngröße, erheb-
 licher Anteil von Biotit und Hornblende, unklare Korngrenzen, oft
 ausgeprägte Flaserigkeit;
 Liefergebiet: Sammelbezeichnung für weiträumig verbreitete Gesteine
 innerhalb der Gruppe der Småland-Granite Südschwedens;
 Roter Växiö-Granit dominiert im Geschiebe mengenmäßig gegenüber dem
 Grauen.

4. **Rapakiwi-Granite:** ca. 1600 Millionen Jahre alt;
 Rapakiwi = finnisch für "Faulender Stein" (wegen der schnell verwit-
 ternden Feldspäte);
 meist kräftig rot, grobkörnig, mit cm-großen roten Kalifeldspäten von
 annähernd kreisrundem Querschnitt, die von mehrere mm breiten Säumen aus
 hellgrauem bis grünlichem Plagioklas umgeben sind;
 Liefergebiet: in Skandinavien, Grönland, Nordamerika und der Ukraine
 verbreitet, Herkunft der Geschiebefunde aus Südfinnland und Nordschweden.

5. **Porphyre (Rhyolithe):** ca. 1600 Millionen Jahre alt;
Brauner Ostsee-Quarzporphyr: Grundmasse braun, graubraun bis grünlich,
 auffallend reich an tiefroten Kalifeldspateinsprenglingen von 1 bis 5 mm
 Durchmesser (gelegentlich bis 4 cm), Quarzeinsprenglinge sind seltener
 und kleiner;
 Liefergebiet: wahrscheinlich Grund der Ostsee südlich der Åland-Inseln;
 als Geschiebe besonders häufig;
Roter Ostsee-Quarzporphyr: Grundmasse homogen rötlich, Feldspat-Ein-
 sprenglinge rötlich bis gelblich, von 0,5 bis 2, selten bis 5 mm
 Durchmesser, Quarzeinsprenglinge in der gleichen Größe und rauchgrau;
 ähnliches Liefergebiet wie der Braune, im Geschiebe etwas seltener als
 dieser.

6. **Hälleflinta, Leptite:** ca. 1600 bis 1400 Millionen Jahre alt;
 meist mehrfarbige, helle, extrem feinkörnige Gesteine mit scharfkantig-
 muscheligem Bruch (ähnlich Flint) mit rhyolithischer bis andesitischer
 Zusammensetzung;
 Übergang von Hälleflinta zu Leptit fließend, Unterscheidung am besten nach
 der Korngröße;
Hälleflinta: extrem feinkörnig, makroskopisch keine Einzelkörner zu
 erkennen;
Leptite: etwas gröber, Einzelkörner gerade eben noch erkennbar;
 Liefergebiet: Småland, Mittelschweden und Südfinnland.



7. Diabase: ca. 1350 bis 900 Millionen Jahre alt (ebenfalls im Paläozoikum); basaltische Gesteine in Grünsteinfazies mit Mangel an makroskopisch erkennbaren individuellen Merkmalen; Liefergebiet: treten in Skandinavien als Sills (plattenförmige, schichtparallele Lagergänge) und andere Gänge (oft über große Strecken) oder großflächig auf; zählen zu den häufigsten Geschieben.
8. Dalasandstein: ca. 1300 bis 1200 Millionen Jahre alt; meist dunkelziegelroter, mittel bis grobkörniger Arkosesandstein oder Quarzit mit Rippelmarken, Tongallen und Quarzgeröllen; kann Entfärbungsringe zeigen; Liefergebiet: großflächig anstehend im westlichen Dalarna (Mittel-Schweden).

4.3 Kambrium

Das Kambrium als ältestes System des Paläozoikum (Erdaltertum) dauerte etwa 60 Millionen Jahre. Sein Name leitet sich von der römischen Bezeichnung >Cambria< für Nordwales (Großbritannien) ab. Aufgrund ähnlicher Sedimente und relativ geringem Fossilinventar ist die Grenze zum Liegenden, dem Präkambrium, in den Liefergebieten schwer zu bestimmen. Sowohl die Zonen des Kambrium als auch die Grenze zum Hangenden, dem Ordovizium, kann man mit Trilobiten als Leitfossilien gut definieren (Tab. 3).

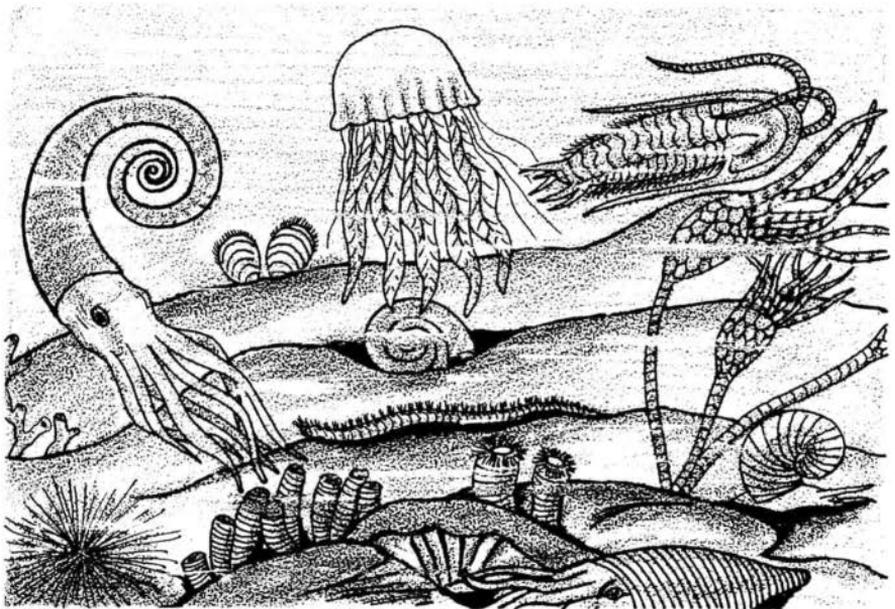


Abb. 15 Meer des Oberkambrium (umgezeichnet nach ANDREOSE 1977).

Tafel II (S. 26): Präkambrium

- 1 Granit-Pegmatit mit schwarzem Turmalin (Schörl); Kreis Bad Segeberg; AGH Nr. G 108/2 (GPIMH); MaBstab: 1 cm.
- 2 Gneis; Agathenburg bei Stade; AGH Nr. G 108/3 (GPIMH); MaBstab: 1 cm.

Kambrium		Zonen	Unterzonen	Estland	Öland
Ober-Kambrium (Olenus-Serie)	6	<i>Acetocera</i> und <i>Parabolina</i>	23 Unterzonen		
	5	<i>Peltura</i> , <i>Sphaerophthalmus</i> und <i>Ctenopyge</i>			
	4	<i>Leptoplastus</i> und <i>Eurycata</i>			
	3	<i>Parabolina spinulosa</i> und <i>Otusia lenticulatis</i>			
	2	<i>Olenus</i>			
	1	<i>Agnostus pisiformis</i>			
Mittel-Kambrium (Paradoxides-Serie)	3	<i>Paradoxides forchhammeri</i>	3 <i>Lejopyge laevigata</i> 2 <i>Solenopleura brachytometopa</i> 1 <i>Triplagnostus lundgreni</i> und <i>Gonagnostus nathorsti</i>	A, d Tiskre-Schichten	Exporecta-Konglomerat mit <i>Oligomys exporecta</i>
	2	<i>Paradoxides paradoxissimus</i> (= <i>P. tessini</i>)	4 <i>Ptychagnostus punctuosus</i> 3 <i>Hypagnostus parolfeons</i> 2 <i>Tomagnostus fissus</i> und <i>Ptychagnostus atavus</i> 1 <i>Triplagnostus gibbus</i>		Tessini-Sandstein
	1	<i>Paradoxides oelandicus</i>	2 <i>Paradoxides pinus</i> 1 <i>Paradoxides insularis</i>		Acrothele-Konglomerat Ölandicusmergel
Unter-Kambrium (Holmia-Serie)	5	<i>Protolenus</i>			
	4	<i>Strenuella linnæsoni</i>		A, c Eophyton-Sdst.	Kalksdst. m. Ph. Glaukon. Sdst.
	3	<i>Holmia kjæulfi</i>			Tonschiefer u. Sandstein
	2	<i>Holmia coralli</i> und <i>Kjæulfia lundgreni</i>		A, b, β Blauer Ton (<i>Dolbortella</i> , <i>Holmia mickwitzii</i> , u. <i>Platysolenites</i>)	Kongl. m. Ph.
	1	<i>Mobergella</i> [<i>Discinella</i>] <i>holsti</i>		A, b, α ob. Laminarites-Sdst.	toniger grauer Skolithos-Sdst.
Tiefes Unter-Kambrium oder Eokambrium				A, b, Laminarites-Sch. A, a Gdow-Schichten	Quarzkongl. u. Sandstein

Tab. 3 Kambrium (verändert)

Schonen	Bornholm	Väster- und Östergötland, Dalarna	Geschiebe
Alaunschiefer mit Stinkkalk-Konkretionen			Alaunschiefer und Stinkkalk-Konkretionen verschiedenen Alters, daraus Anthrakit
Alaunschiefer mit Stinkkalk Andrarum-Kalk			Stinkkalk m. <i>L. laevigata</i> Andrarum-Kalk
Alaunschiefer mit Stinkkalk Tessini-Sandstein			Tessini-Sandstein
Kalk mit <i>Ctenocephalus exsulans</i>			Exsulans-Kalk und Acrothele-Konglomerat
		Ölandicusmergel	Ölandicusmergel
Phosphoritischer Kalk	Phosph. Sdst. Pyritkonglomerat	Phosph. Konglomerat	Diverse Quarzite, Sandsteine und Konglomerate (z.B. Tiger- sandstein, Fucoidensandstein und Chiasmassandstein)
Grauwacken-Schiefer	?	Linguliden-Sdst.	Sandstein m. <i>H. kjerulfii</i>
Rispebjerg-Sandstein			Rispebjerg-Sandstein
Ob. Hardeberga-Sdst. (Glaukonit-Sandstein)	Grüne Schiefer	Mickwitzia-Sdst.	Sdst. m. <i>Orthotheca degeeri</i>
Skolithossandstein			Volborthellensandstein Mickwitzia-Sandstein Skolithos-, Hardebergasdst.
Unt. Hardeberga-Sand- stein (s. str.)	Balka-Quarzit	Mobergella-Sdst. Kalmarsundsandstein	Glauk. Sdst. m. <i>M. holsti</i> Kalmarsundsandstein
z.T. Arkose, Konglomerat	Nexösandstein	Visingsöserie	Nexösandstein

nach HUCKE & VOIGT 1967).

Wie auch im Jungpräkambrium überwiegen im unteren Kambrium Sandsteine. Diese können Spurenfossilien enthalten wie z.B. der sehr häufige Skolithos-sandstein oder seltener auch andere Sandsteine mit *Monocraterion*, *Diplocraterion* oder *Plagiogmus* (Taf. III).

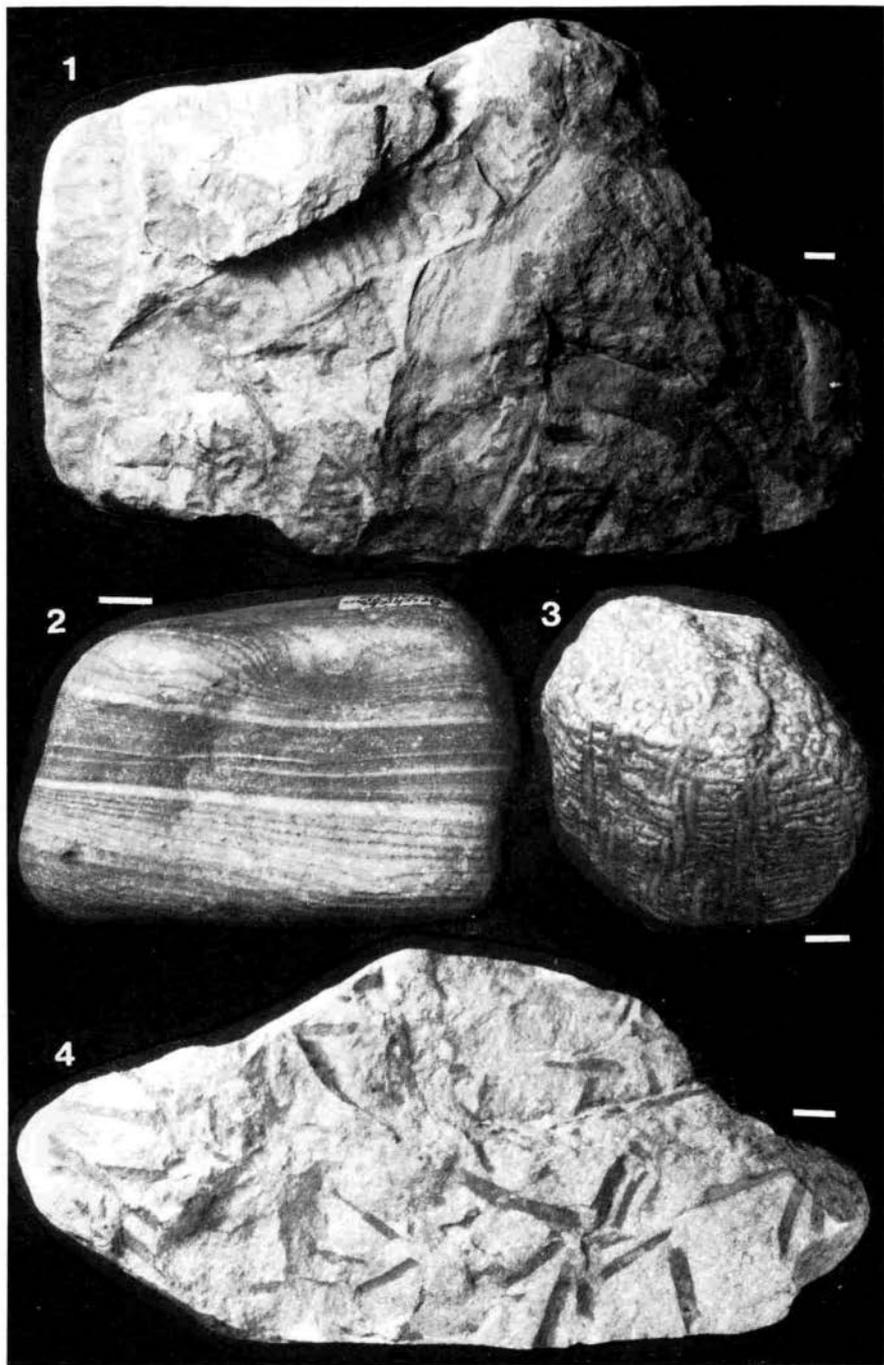
Im mittleren Kambrium setzen dann die für ihren Fossilreichtum bekannten paläozoischen Sedimentärgeschiebe ein. Hierher gehören der Ölandicusmergel (selten; Taf. IV, Fig. 1) und der Tessinisandstein (häufiger). Sie enthalten lagenweise angereichert Schill von Trilobiten (z.B. *Paradoxides*), Brachiopoden und selten andere kalkschalige Fossilien.

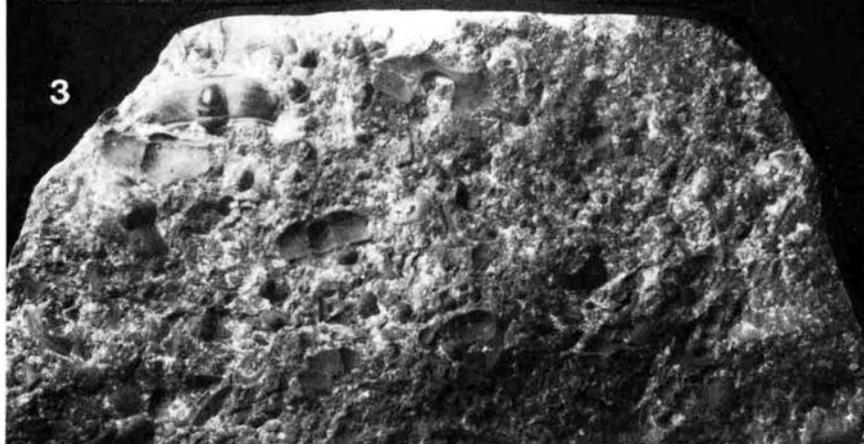
Mit dem oberen Mittelkambrium beginnt dann eine Tiefwasserfazies, die durch stark bituminöse, meist schwarze Kalkkonkretionen, die sogenannten >Stinkkalke<, gekennzeichnet ist. Diese reichen bis ans Ende des Oberkambrium und enthalten lagenweise angereichert Kopf- und Schwanzschilde von Trilobiten (Taf. IV, Fig. 2-3); ganze Trilobiten und andere Fossilien sind allerdings selten.

1. **Nexösandstein:** "Eokambrium" bis unterstes Unterkambrium;
hell bis weinrot oder rotgrau gefärbter, fossilfreier arkoseartiger Sandstein mit kaolinigem Bindemittel und blaßgelben Entfärbungsflecken;
Liefergebiet: Bornholm.
2. **Kalmarsundsandstein** (Taf. III, Fig. 2): unterstes Unterkambrium;
Sandstein, dessen Schichtung durch wechselnd helle, rötliche (Eisen) oder grünliche (Glaukonit) Bereiche deutlich erkennbar ist, wobei ausgeprägte Schräg- bis Kreuzschichtung vorliegen kann;
selten findet man den schloßlosen (inartikulaten) Brachiopoden *Mobergella holsti*;
Liefergebiet: im Kalmarsund zwischen Öland und dem schwedischen Festland anstehend.
3. **Skolithossandstein** (Taf. III, Fig. 3): Unterkambrium;
meist ein fester, quarzitähnlicher Sandstein mit kieseligem Bindemittel, der gewöhnlich in kastenförmigen Stücken mit abgerundeten Kanten auftritt;
mit senkrecht zur Schichtung stehenden, parallelen, zylindrischen, meist 1 bis 3 mm, selten bis 7 mm dicken, stengelförmigen Körpern, die entweder als Wohnbauten oder Grabgänge eines wurmförmigen Organismus (*Skolithos*) oder vereinzelt auch als anorganische Bildungen gedeutet werden;
unterscheiden sich im Material nicht wesentlich vom Sandstein, sind aber oft härter und treten dann bei Verwitterung besonders gut heraus;
Liefergebiet: vermutlich Schweden, besonders Südschweden;
gehört zu den häufigsten und bekanntesten Geschieben.
4. **Tigersandstein = Leopardensandstein:** Unterkambrium (selten ähnliche Sandsteine im Mittelkambrium und Obersilur);
hellgelber, meist ziemlich mürber Sandstein, der durch eisen- und manganreiche, dunkelbraune Flecken gekennzeichnet ist;

Tafel III (S. 31): U-Kambrium

1. *Plagiogmus* sp. (Lebensspur von ?Borstenvürmern), Sandstein; Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/4 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
2. Kalmarsundsandstein; Brodau bei Grömitz; AGH Nr. G 108/5 (GPIMH); Maßstab: 1 cm.
3. *Skolithos* sp. (Spurenfossil); Skolithossandstein; Winsen/Luhe; AGH Nr. G 108/6 (ehem. Slg. Bücher); Maßstab: 1 cm.
4. Quarzit mit Spurenfossilien; Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/7 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.





selten mit Trilobitenfragmenten und anderen Fossilien;
Liefergebiet: vermutlich Bornholm und Schweden;
recht häufiges Geschiebe.

5. **ölandicusmergel** (Taf. IV, Fig. 1): unteres Mittelkambrium;
harte, plattige, grünlich graue Mergel mit bräunlich sich abhebenden
Resten des Trilobiten *Paradoxides oelandicus*, wobei ganze Kopfschilde
selten sind, während Kopschilde oder auch ganze Exemplare des kleineren
Trilobiten *Ellipsocephalus polytomus* häufiger sind;
Liefergebiet: anstehend von Mittelschweden (z.B. Närke) und öland be-
kannt;
recht seltenes Geschiebe;
6. **Tessini-Sandstein**: mittleres Mittelkambrium;
quarzitischer, z.T. braunfleckiger, oft etwas kalzitischer, plattiger
Sandstein mit bräunlicher Verwitterungsrinde;
charakterisiert durch meist lagenweise angeordnete, bräunliche, deutlich
sich vom helleren Gestein abhebende Fragmente des Trilobiten *Paradoxides
tessini*;
andere Fossilien wie Brachiopoden, Ostrakoden oder Hyolithen sind selten;
Liefergebiet: anstehend auf der Insel öland und in Ostschonen.
7. **Stinkkalke** (Taf. IV, Fig. 2-3): oberes Mittelkambrium bis Oberkambrium;
meist schwarze, kalkige Konkretionen der Alaunschieferfazies, die beim
Anschlagen gewöhnlich einen bituminösen Geruch entwickeln;
oft lagenweise angeordnete Trilobiten wie *Lejopyge* (M-Kambrium), ver-
schiedene Agnostiden (M- bis O-Kambrium) oder *Olenus*, *Parabolina*, *Lepto-
plastus* und *Peltura* (O-Kambrium);
Liefergebiet: Mittel- und Südschweden sowie Bornholm.

4.4 Ordovizium

Das Ordovizium erhielt seinen Namen ebenfalls aus Wales nach dem
keltischen Stamm der >Ordovizier<. Es umfaßt den Zeitraum von vor 510 bis 438
Millionen Jahren und wird vor allem mit den zu den Chordaten (hierzu gehören
auch die Wirbeltiere) gestellten, koloniebildenden Graptolithen untergliedert.

Im Ordovizium ist die bereits aus dem Kambrium bekannte Tiefwasserfazies
durch die meist in kleinen, plattigen Stücken zu findenden Graptolithenschiefer
vertreten (Tab. 4).

Es kommen aber fossilreiche Flachwasserkalke im Ordovizium hinzu. Hierher
gehören u.a. die Grauen und Roten Orthocerenkalke, der Backsteinkalk, der
Rollsteinkalk (auch Chasmops- oder Macrourakalk genannt), der Echinosphäriten-
kalk (*Echinospaerites*: kugeliger, urtümlicher Stachelhäuter) und der Paläopollen-
kalk, welcher fast nur aus Kalkalgen besteht. Die drei erstgenannten

Tafel IV (S. 32): M-/O-Kambrium

- 1 *Ellipsocephalus polytomus* (Trilobiten-Kopfschilde) zwischen Schill des
Trilobiten *Paradoxides oelandicus*; ölandicusmergel, unteres Mittelkam-
brium; Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/8 (ehem. Slg.
Kausch); 1:1 (Ausschnitt).
- 2 *Agnostus pisiformis* (Trilobiten-Kopf- und -Schwanzschilde); oberkam-
brischer Stinkkalk der Zone 1; Weißenhaus, Hohwacher Bucht; AGH Nr. G
108/9 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 3 *Eurycare latum* (Trilobiten-Kopfschilde); oberkambrischer Stinkkalk der
Zone 4; Johannistal bei Heiligenhafen; AGH Nr. G 108/10 (ehem. Slg.
Kausch); 1:1 (Ausschnitt).

Ordovizium		Trilobiten-Zonen		Mittelschweden, Öland		Schonen, Bornholm
Ober-Ordovizium (Harju-Serie)	Ashgillium	Dalmanitina-Serie	<i>Beonglittella platynota</i> <i>Dalmanitina mucronata</i> <i>Dalmanitina odini</i>	Dalmanitina-Lager		Dalmanitina-S.
		Tretaspis-Serie	<i>Staurocephalus clavifrons</i>	Staurocephalus-Lager		Staurocephalus-Schiefer
Mittel-Ordovizium (Viru-Serie)	Caradocium	Chasmops-Serie	<i>Tretaspis granulata</i>	Tretaspis-Schiefer		Obere Dicollograptus-Sch.
			<i>Asaphus ludibundus</i>	Slandrom-Kalk (Masur-Kalk)	Mittlere Dicollograptus-Schiefer	
Unter-Ordovizium (Öland-Serie)	Llandeiliium	Asaphus-Serie	<i>Dllaenus crassicauda</i> <i>Dllaenus schroeteri</i> <i>Asaphus platyrus</i>	O.Gr.	Crassicauda-Kalk Schroeteri-Kalk Platyrus-Kalk	Untere Dicollograptus-Schiefer
	Llanvirnium		<i>Megistaspis gigas</i> <i>Megistaspis obtusicauda</i> <i>Asaphus raniceps</i>	Oberer Roter Kalk		
	Arenigium		<i>Asaphus expansus</i> <i>Asaphus lepidurus</i>	U.Gr.	Vaginatenkalk	Expansus-Kalk Lepidurus-Kalk
Tremadocium		<i>Megistaspis lata</i> <i>Megistaspis estonica</i> <i>Megistaspis dalecarlica</i> <i>Megistaspis planilimbata</i> <i>Megistaspis armata</i>	Unterer Roter Kalk	"Limbata"-Kalk		
	<i>Apatokephalus serratus</i>	Ceratopyge-Serie	<i>Shumardla</i> -Zone		Ceratopyge-Kalk u. -Schiefer mit <i>Ceratopyge foeficula</i> Dictyonema-Schiefer Obolus-Konglomerat	

Tab. 4 Ordovizium (verändert)

F. SCHMID	Ostbaltikum		Geschiebe	
F ₂	Porkuni (Borkholm)		Öjlemyrflint Borkholmer Crinoidenkalk Boda-Kalk	
F _{1c}	Saarema	Pirgu	Jüngere Vermiporellenkalle Sadewitzer Kalk (z.T.) Lose, verkieselte Schwämme (z.T.) Hullerstad-Kalk	
F _{1b}		Vormsi	Trinucleus-Schiefer Ordovizischer Beyrichienkalk Masur-Kalk Paläoporellenkalk Ostsee-Kalk, Cyclocrinus-Kalk Rollstein-, Macrourea- oder Chasmopskalk Mittlerer Graptolithenschiefer Älteste Vermiporellenkalle Backsteinkalk, Ludibunduskalk Kuckerscher Brandschiefer (Kuckersit)	
F _{1a}		Nabala (Saunja)		
E	Rakvere (Wesenberg)			
D ₃	Kurnan	Oandu (Wasalemm)	Lavendelblauer Hornstein L a v e n d e l b l a u e r H o r n s t e i n	
D ₂		Keila (Kegel)		
D ₁		Johvi (Jewe)		
C ₃	Purtse	Idavere (Itfer)	G r a p t o l i t h e n s c h i e f e r	
C ₂		Kukruse (Kuckers)		
C _{1c}	Purtse Tallinna	Uhaku	Orthocerenkalle O r t h o c e r e n k a l k e	
C _{1b}		Lasnamägi (Echinosphäritenkalk)		
C _{1a}		Aseri Obere Linsenschicht		
B _{3b}	Ontica	Kunda (Vaginatenkalk) Untere Linsenschicht	Rote und Graue R o t e u n d G r a u e	
B _{3a}				
	Ontica	Expansus-Kalk	Orthocerenkalk O r t h o c e r e n k a l k	
		Wolchow		
B _{2b}		Latorp		
	Iru	Leetse (Maekula)	Ceratopyge-Kalk C e r a t o p y g e - K a l k	
B _{2a}		Glaukonitsand		
B ₁		Dictyonema-Schiefer		
A _{2,3}	Iru	Pakerort	Dictyonema-Schiefer D i c t y o n e m a - S c h i e f e r	
		Obolen-Sandstein		

nach HUCKE & VOIGT 1967).

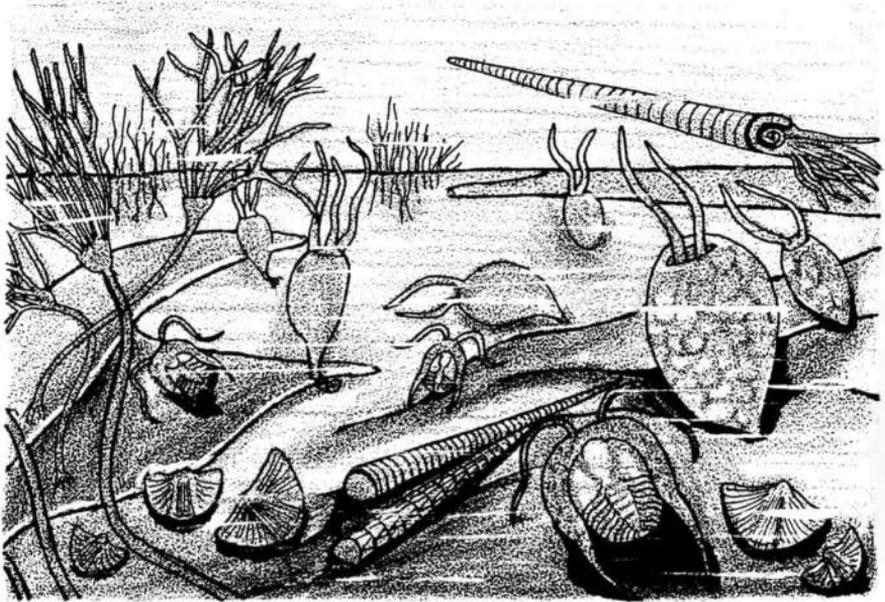


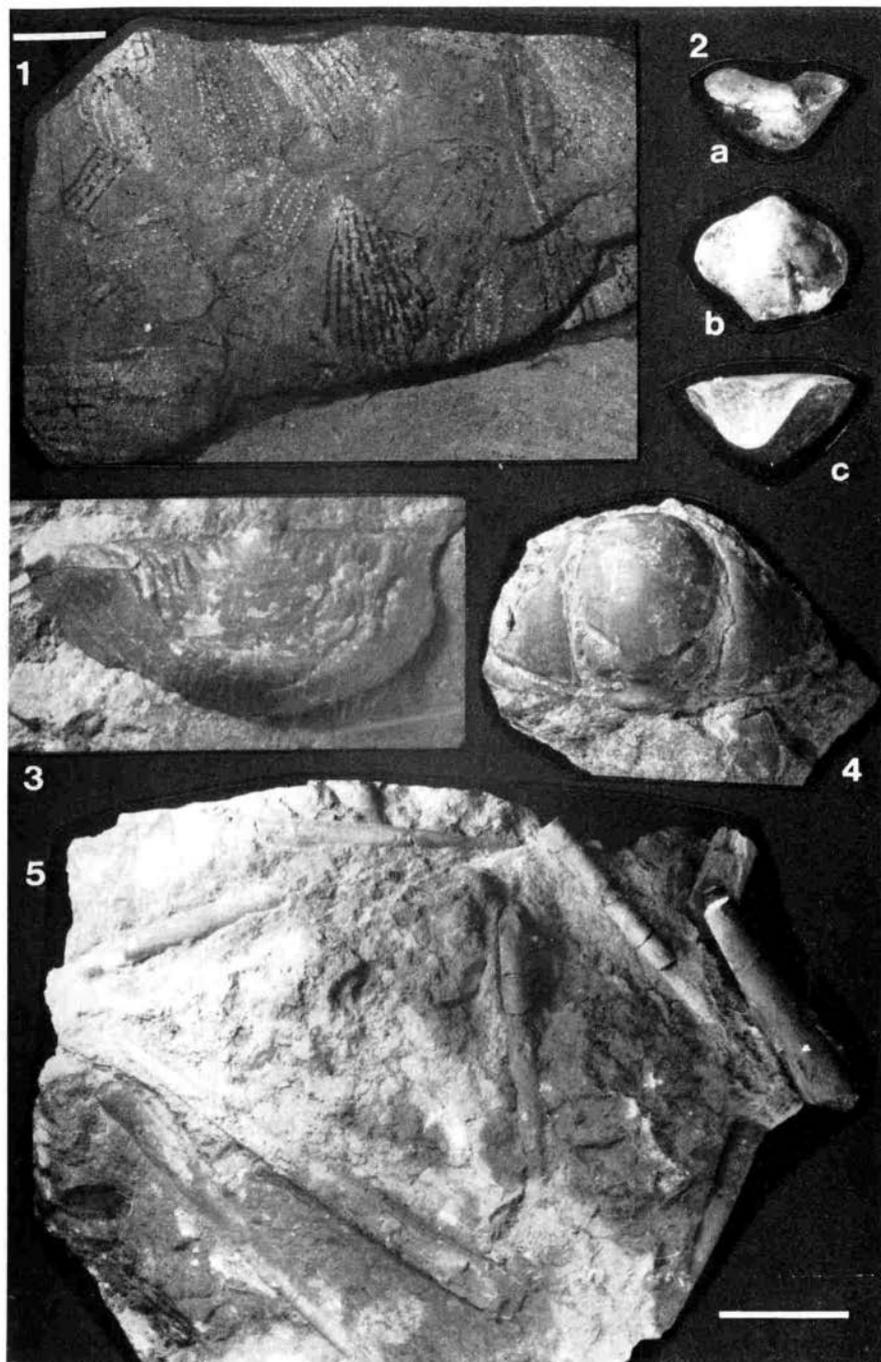
Abb. 16 Flachmeer des Ordovizium (umgezeichnet nach ŠPINAR & BURIAN 1978).

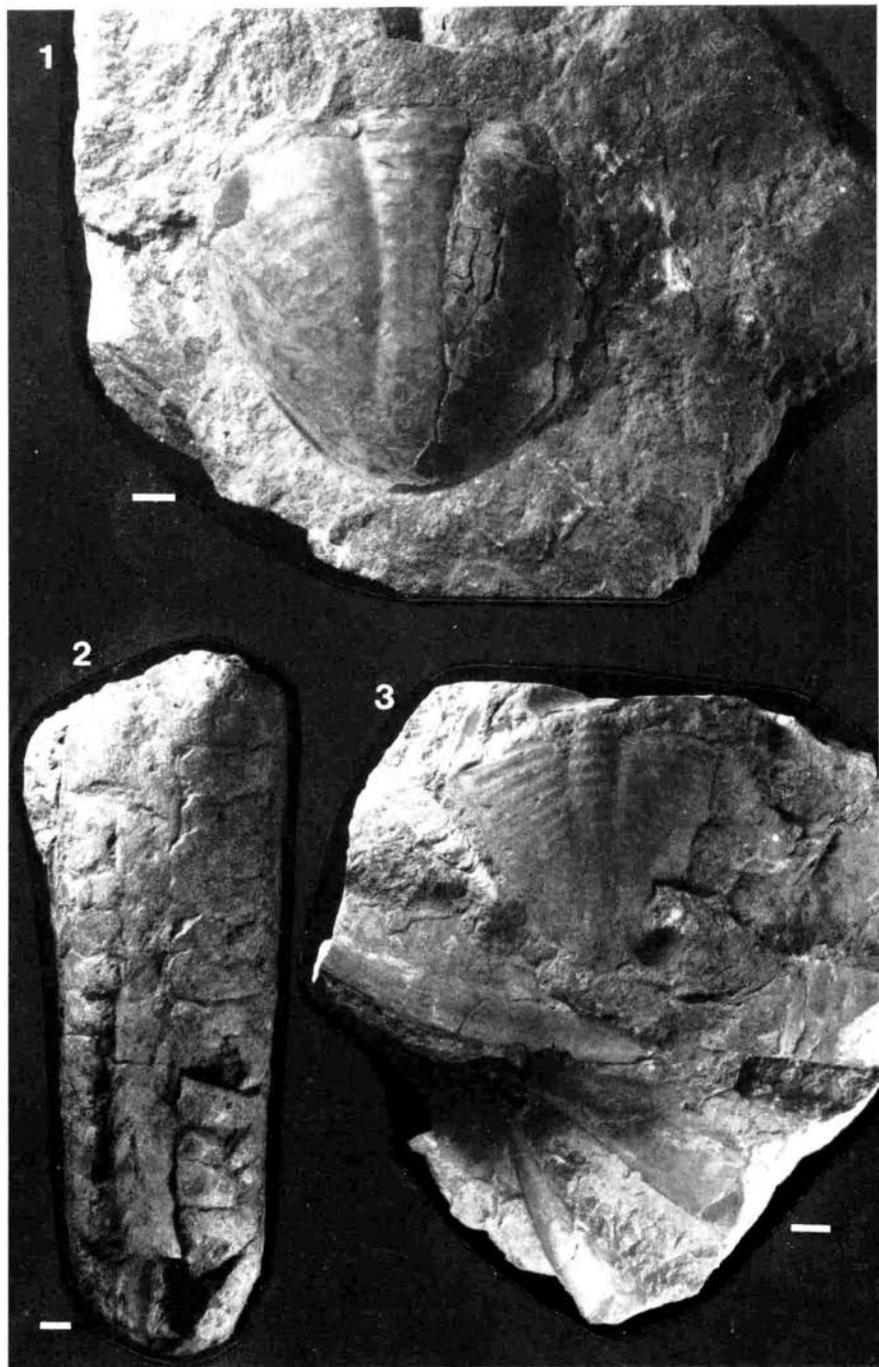
Geschiebe enthalten Trilobiten (meist Kopf- oder Schwanzschilde, selten ganze Exemplare von z.B. *Illaenus*, *Asaphus*, *Megistaspis*, *Chasmops*), Nautiloideen (z.B. "*Orthoceras*", *Endoceras*, *Lituites*), Brachiopoden, Schnecken und als wichtigste Mikrofossilien Ostrakoden.

1. Graptolithenschiefer (Taf. V, Fig. 1): mehr oder weniger über das gesamte Ordovizium verteilte Vertreter der Tiefwasserfazies; dunkle Schiefer, die mit *Rhabdinopora* [*Dictyonema*] *flabelliforme* das Ordovizium einleiten und danach nur zweizeilige Graptolithen führen; relativ selten sind auch Brachiopoden zu finden;

Tafel V (S. 37): U-/M-Ordovizium

- 1 *Rhabdinopora* [*Dictyonema*] *flabelliforme* (Graptolith); Dictyonemaschiefer, unteres Unterordovizium; Baltischport, Estland (anstehend); Paläont. Lehrslg. GPIMH; Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 2 *Triplesia* sp. (Brachiopoden); Ordovizium; Groß Hansdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/11 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 3 *Leptaena rhomboidalis* (Brachiopode); Unterer Grauer Orthocerenkalk, höheres Unterordovizium; Hahnheide bei Trittau; AGH Nr. G 108/12 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Ausschnitt).
- 4 *Cyrtometopus clavifrons* (Trilobiten-Kopfschild); Unterer Grauer Orthocerenkalk, höheres Unterordovizium; Schönberg bei Sandesneben, Holstein; AGH Nr. G 108/13 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Ausschnitt).
- 5 *Endoceras* sp. (gestreckte Cephaloden); Roter Orthocerenkalk; Stensigmoos, Broager, Dänemark; AGH Nr. G 108/14 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 5 cm (Ausschnitt).



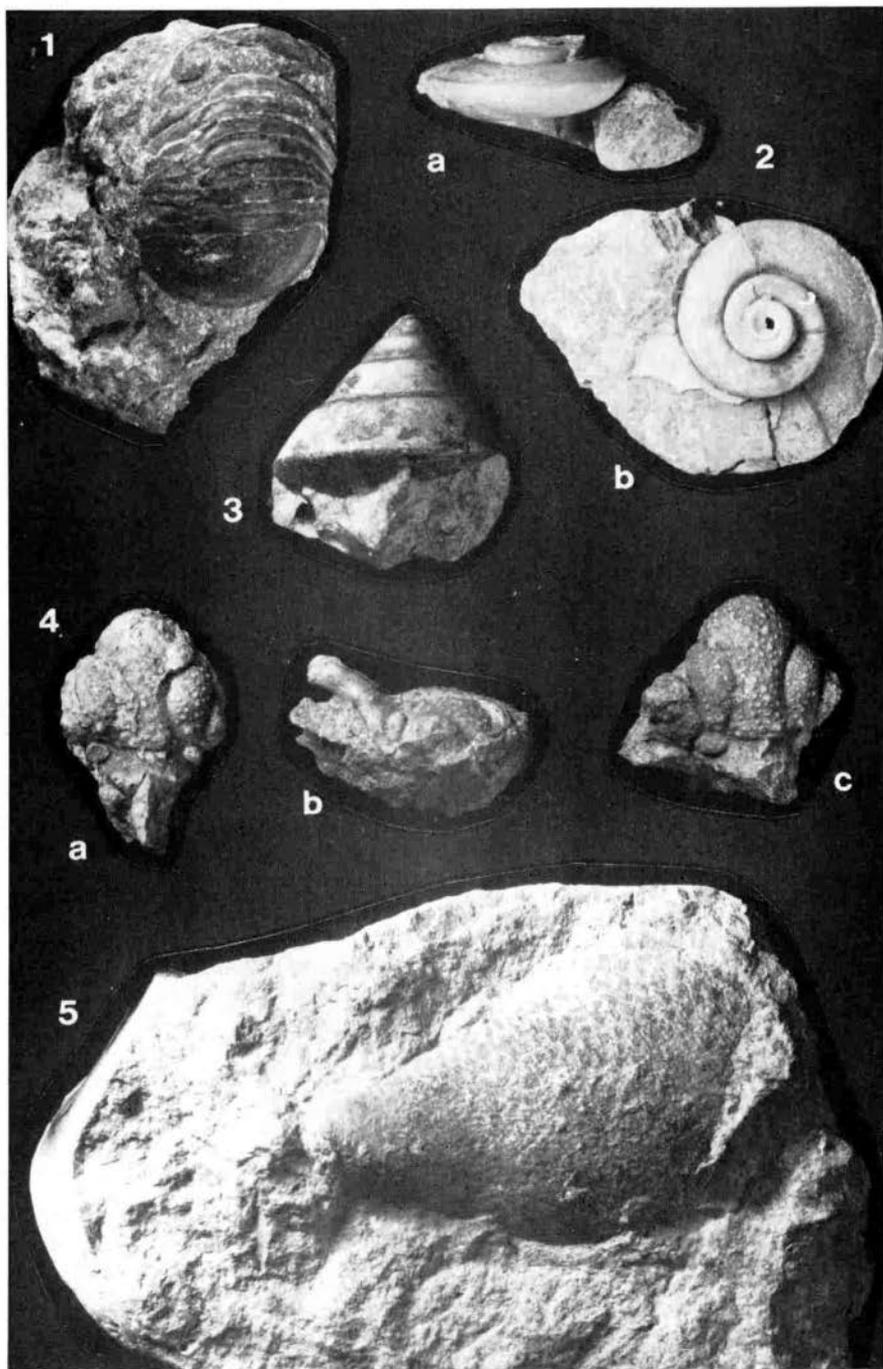


Liefergebiet: während der Dictyonemaschiefer außer in Schweden, im Oslogebiet und auf Bornholm auch im Ostbaltikum vorkommt, findet man die restlichen Graptolithenschiefer nur im westlichen Skandinavien, also in Schonen, im Oslogebiet und auf Bornholm; da es sich um feinplattige Schiefer handelt, die keine große Transportresistenz aufweisen, sind sie als Geschiebe dementsprechend selten.

2. **Orthocerenkalk (Taf. V-VII):** Unter- bis Mittelordovizium;
Kalk mit oft bankiger Entwicklung, stylolithenartigen Bildungen, gelegentlich Glaukonit oder auch Phosphorit, außerdem Diskontinuitätsflächen mit Anlösungserscheinungen und Anbohrungen durch Organismen, was auf Sedimentationslücken schließen läßt;
Stylolithen sind säulenartige, längsgeriefte Strukturen senkrecht zur Schichtung, deren Entstehung auf Lösung unter Druck im festen Gestein zurückgeführt wird;
die Orthocerenkalken enthalten u.a. Cephalopoden, Trilobiten, Brachiopoden und Schnecken;
man unterscheidet zwischen Unteren Roten, Unteren Grauen, Oberem Roten und Oberem Grauen Orthocerenkalk sowie dem seltenen Schwarzen Orthocerenkalk;
Liefergebiet: während der Schwarzen und die Roten nur von Öland und aus Mittelschweden bekannt sind, sollen die Grauen außer aus Schweden auch aus dem Ostseeraum und dem Baltikum stammen;
recht häufige Geschiebe.
3. **Echinosphäritenkalk (Taf. VIII, Fig. 1-2):** Mittelordovizium;
meist dunkel graue bis schmutzig grüne, plattige Kalken mit den kugeligen Gehäusen von *Echinosphaerites*, einem ursprünglichen Stachelhäuter aus der Gruppe der Cystoideen (Beutelstrahler) mit Rauten auf den Platten;
da die kugeligen Gehäuse, wenn sie im Gestein zu finden sind, meist gehäuft auftreten, ähnelt dieses seltenere Geschiebe manchmal einem Konglomerat;
Liefergebiet: Ostbaltikum und Mittelschweden (z.B. Västergötland).
4. **Backsteinkalk (Taf. VIII, Fig. 4-7):** Mittelordovizium;
verkieserter Kalk, der in Form und Farbe der porösen Verwitterungsrinde an einen alten Ziegelstein erinnert;
der unverwitterte Kern ist ein graugrünes, zähes, kieseliges Kalkgestein, in dem kalkige Fossilien wie Trilobiten, Kalkalgen, Brachiopoden und eine Reihe von Mikrofossilien zu finden, aber meist nur durch Flußsäure herauszulösen sind;
Liefergebiet: liegt entweder auf dem schwedischen Festland oder in der Ostsee nördlich und nordwestlich der Insel Gotland;
häufige und weit verbreitete Geschiebeart.

Tafel VI (S. 38): U-/M-Ordovizium

- 1 *Plesiomegalaspis* sp. (Trilobiten-Schwanzschild); Unterer Grauer Orthocerenkalk, höheres Unterordovizium; Sandesneben, Holstein; AGH Nr. G 108/15 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 2 *Endoceras* sp. (gestreckter Cephalopode), durch Anwitterung den Siphon und Septen zeigend; Roter Orthocerenkalk; Boltenhagen, Mecklenburg; AGH Nr. G 108/16 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 3 *Megistaspidella acuticauda* (Trilobiten-Schwanzschild) und *Endoceras* sp. (gestreckte Cephalopoden); Oberer Roter Orthocerenkalk, Grenzgebiet Unter-/Mittelordovizium; Damsdorfer Kreuz, Holstein; AGH Nr. G 108/17 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).



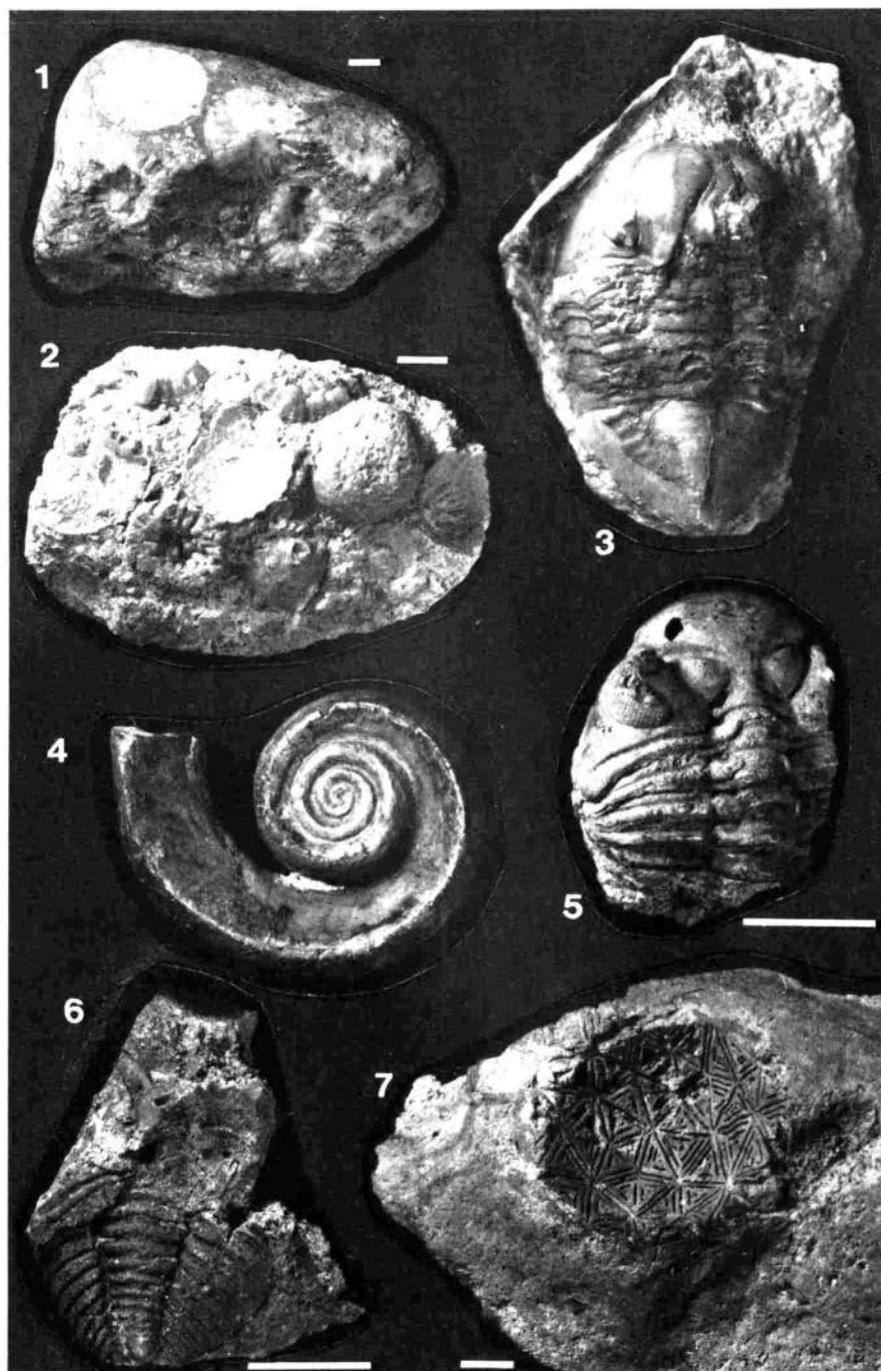
5. Ludibunduskalk (Taf. VIII, Fig. 3): Mittelordovizium;
dichter, meist dunkelgrauer, oft grobkristalliner Kalk mit vielen Fossilien wie z.B. die Trilobiten *Asaphus* (*Neosaphus*) *ludibundus* oder *Ogmasaphus praetextus*.
Liefergebiet: Mittelschweden (z.B. Siljan-Gebiet).
6. Rollstein-, Macrourea- oder Chasmopskalk (Taf. IX): oberstes M-Ordovizium;
meist größere, rundliche, ungeschichtete Blöcke mit gelblicher Verwitterungsrinde, unter der das etwas erdige, graublauere Gestein oft von dunkel grünlichen, gewundenen, als Grabgänge gedeuteten Wülsten durchsetzt ist;
Fauna formenreich (u.a. Trilobiten, Schnecken, Cephalopoden, Brachiopoden), aber meist schlecht erhalten;
Liefergebiet: Heimat Öland und das Gebiet unmittelbar westlich bzw. nordöstlich.
7. Leptänakalk (Taf. X, Fig. 3): oberes M-Ordovizium oder ob. O-Ordovizium;
Riffkalke, welche die vor allem aus dem Silur bekannte Entwicklung einer Riff-Fazies einleiten;
bei näherer Untersuchung hat es sich gezeigt, daß unter diesem nach der Brachiopode *Leptaena* benannten Begriff zwei Riffkomplexe verborgen sind (Kullsbergkalk: oberes Mittelordovizium, Bodakalk: oberes Oberordovizium);
diese Riffkalke sind vor allem durch ihre vielfältige Trilobitenfauna bekannt geworden, man kann u.a. aber auch Brachiopoden, Cephalopoden, Crinoiden, Cystoideen, Muscheln und Schnecken finden (LIENAU 1989);

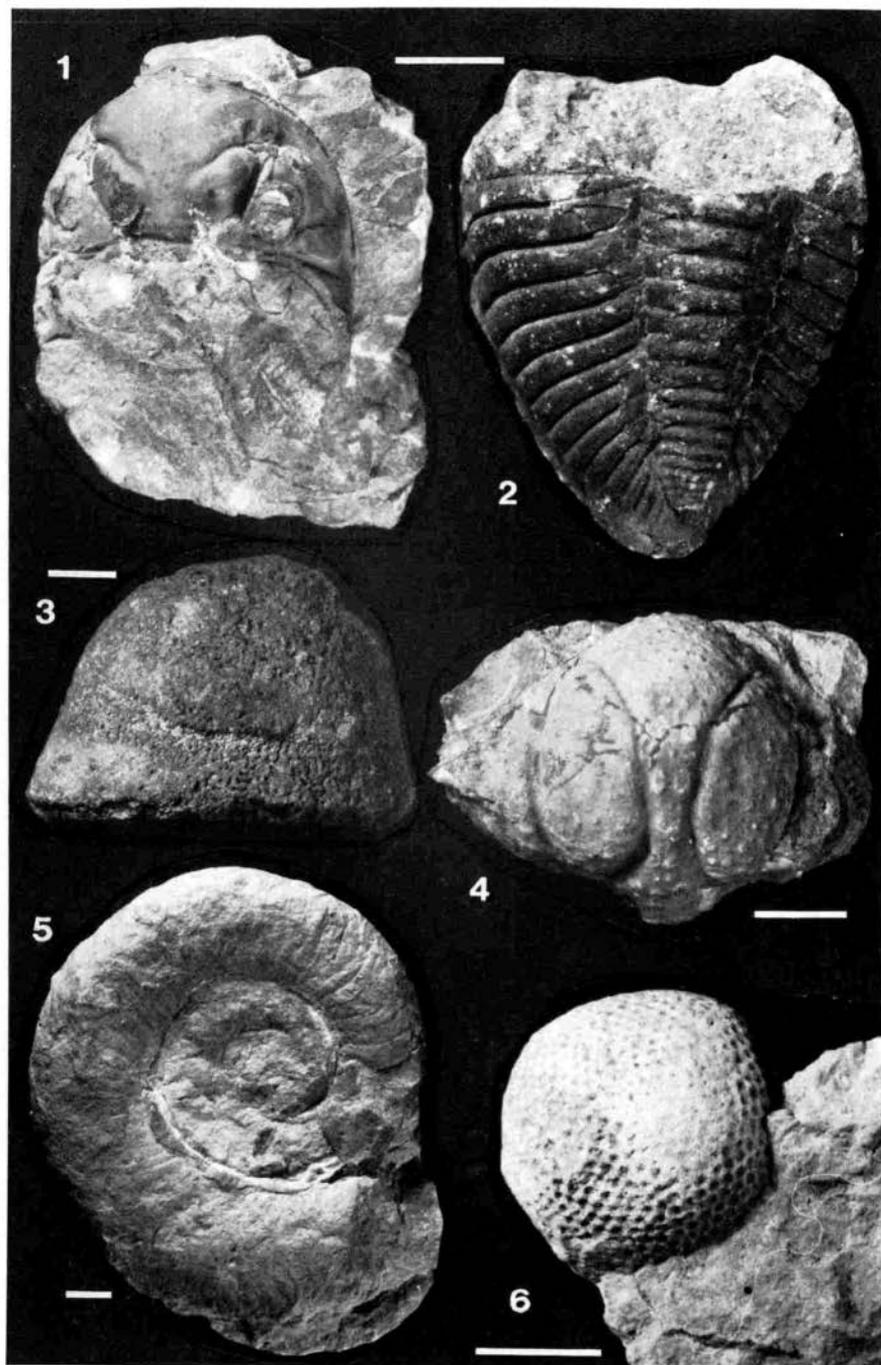
Tafel VII (S. 40): Ob. Grauer Orthocerenkalk, M-Ordovizium

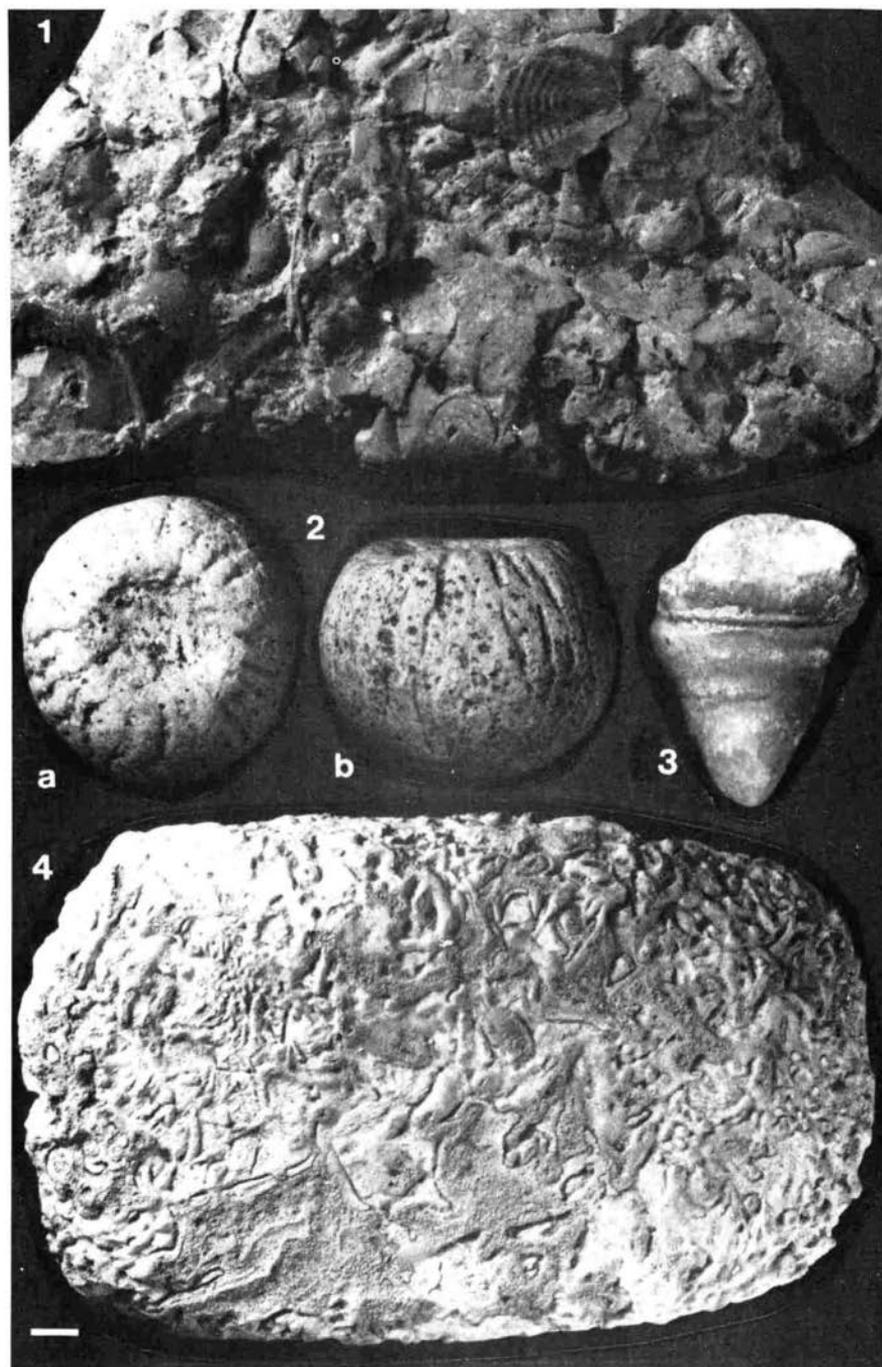
- 1 *Nileus armadillo* (Trilobit); Klein Waabs bei Eckernförde, Ostsee; AGH Nr. G 108/18 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 2 *Raphistoma obvallatum* (Schnecken); Steinburg bei Sandesneben, Holstein; AGH Nr. G 108/19 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 3 *Pleurotomaria elliptica* (Schnecke); Ahrensburg bei Hamburg; AGH Nr. G 108/20 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 4 *Hoplolichas tricuspидata* (Trilobiten-Kopfschild), a: Aufsicht, b: Seitenansicht des selben Exemplars, c: zweites Exemplar; Sandesneben, Holstein; AGH Nr. G 108/21 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 5 *Receptaculites* sp. (Kalkalge?); Schönhausen bei Kappeln, Ostsee; AGH Nr. G 108/22 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.

Tafel VIII (S. 42): M-Ordovizium

- 1 *Echinospaerites aurantium* (Cystoideen); Echinosphäritenkalk; Dwasieden, Rügen; AGH Nr. G 108/23 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Echinospaerites aurantium* (Cystoideen); Echinosphäritenkalk; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/24 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 3 *Ogmasaphus praetextus* (Trilobit); Ludibunduskalk; Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/25 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 4 *Lesuriella marginalis* (Schnecke); Backsteinkalk; Niederfinow bei Berlin; AGH Nr. G 108/26 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 5 *Chasmops muticus* (Trilobiten-Kopfschild mit einigen Pleuren); Backsteinkalk; Niederfinow bei Berlin; AGH Nr. G 108/27 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 6 *Calymene* sp. (Trilobiten-Schwanzschild); Backsteinkalk; Hoisdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/28 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 7 *Caryocistites granatum* (Cystoideen-Abdruck); Backsteinkalk; Plön, Holstein; AGH Nr. G 108/29 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.







eine Unterscheidung beider Riffkomplexe in Geschiebehandstücken ist nicht immer möglich, so daß für die insgesamt recht seltenen Geschiebefunde der Überbegriff "Leptänakalk" beibehalten werden sollte;
 Stücke aus den Flanken dieser Riffe ähneln außerdem Handstücken aus dem Silur von Gotland, so daß zur exakten Bestimmung fraglicher Funde Mikrofossiluntersuchungen unerläßlich sind;
 Liefergebiet: anstehend vom Siljan-Gebiet (Dalarna, Mittelschweden) bekannt.

8. Paläoporellenkalk (Taf. X, Fig. 4): Oberordovizium;
 dichter, meist weißlicher oder hellgrauer, auch dunkelgrauer, blaßroter bis dunkelroter Kalk, durchsetzt von röhrenförmigen Algengerüsten und oft mit stylolithenartigen Bildungen mit grüner, toniger Substanz auf den Absonderungsflächen;
 andere Fossilien (u.a. Trilobiten, Brachiopoden, Bryozoen, Ostrakoden) selten;
 Liefergebiet: graue Typen in Teilen des Bodakalkes bekannt, größter Teil allerdings anstehend unbekannt und vermutlich vom Untergrund der Ostsee N' von Gotland stammend.
9. Lavendelblauer Hornstein (Taf. X, Fig. 2): Ordovizium bis Obersilur;
 hell bläulich bis blaugraue verkieselte Kalksteine oder Fossilien, wobei der Schwerpunkt dem oberen Mittel- bis Oberordovizium entstammt, während silurische nur untergeordnet vertreten sind;
 an Fossilien überwiegen Schwämme und viele Mikrofossilien, aber auch Korallen, Schnecken, Brachiopoden, Trilobiten, Cephalopoden und sogar Fischreste sind zu finden (v. HACHT 1985, 1987, 1990).
 Liefergebiet: südliches Finnland und angrenzendes Ostseegebiet; besonders häufig in den Kaolinsanden von Sylt zu finden.

Tafel IX (S. 43): Rollsteinkalk, ob. M-Ordovizium

- 1 *Chasmops macroura* (Trilobiten-Kopfschild); Groß Hansdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/30 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Chasmops macroura* (Trilobiten-Schwanzschild); Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/31 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 3 *Diplotrypa [Monticulipora] petropolitana* (Bryozoe); Schulau bei Hamburg; AGH Nr. G 108/32 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 4 *Conolichas deflexa* (Trilobiten-Kopfschild); Groß Hansdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/33 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 5 *Discoceras* sp. (Cephalopode); Vasnaes Hoved, Dänemark; AGH Nr. G 108/34 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 6 *Cyclocrinus spaskii* (Cystoidee); Groß Hansdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/35 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).

Tafel X (S. 44): O-Ordovizium

- 1 Roter Ostseekalk (= Wesenberger Kalk) mit Trilobitenfauna; unteres Oberordovizium; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/36 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Ausschnitt).
- 2 *Astylospongia praemorsa* (Schwamm); Oberordovizium?; Schulau bei Hamburg; AGH Nr. G 108/37 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 3 *Streptelasma europaeum* (Einzelkoralle); Bodakalk (= jüngerer Leptänakalk), oberes Oberordovizium; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/38 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 4 *Palaeoporella* sp. (Kalkalge); Paläoporellenkalk; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/39 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.

Silur		Schonen, Bornholm	Mittelschweden, Öland	Gotland
Ober-Silur	Pridolium	Öved-Sandstein	Orsa-Sandstein (Dalarna)	Beyrichienkalk (submarin)
	Ludlowium			Bjärsjölagård- Kalke und Mergel
		Kinneulle-Diabas	Hamra-Kalk [R]	
		Colonus-Schiefer		Burgsvik-Sandstein und -Oolith
Mittel-Silur	Wenlockium	Cyrtograptus-Schiefer	Flemingi- Schichten	Eke-Gruppe [R]
				Hemse-Gruppe [R]
			Retiolites- Schichten	Bumastus-Kalk Styggforsen-Kalk } Dalarna
Unter-Silur	Llandoveryum	Rastrites-Schiefer	Rastrites-Schiefer	Mulde-Mergel [R]
				Obere Untere Visby-Mergel
				[R = Riffbildung]

Tab. 5 Silur (verändert)

4.5 Silur

Der ebenfalls keltische Stamm der >Silurer< in Shropshire (Großbritannien) gab dem von vor 438 bis 410 Millionen Jahre reichenden Silur den Namen. Die Gliederung erfolgt wie im Ordovizium nach Graptolithen (Tab. 5).

Auch das Silur besitzt einen Vertreter der Tiefwasserfazies, das Grünlichgraue Graptolithengestein, in dem selten auch Brachiopoden, Nautiloideen und andere Kalkschaler zu finden sind.

Zur Flachwasserfazies gehören u.a. der Borealiskalk, die Leperditien-gesteine (*Leperditia*: bis bohnen großer, glattschaliger Ostrakode) und der Beyrichienkalk (*Beyrichia*: meist 2 - 3 mm großer, stark skulptierter Ostrakode), der auch oft reich an Brachiopoden (*Chonetes*, "*Rhynchonella*") ist. Bei Auflösen mit Essigsäure erhält man eine umfangreiche Fauna an Fischresten (*Thelodontier*, *Acanthodier*).

Neu tritt nun im Silur eine Riffazies hinzu (Korallen- und Crinoidenkalke). Einige Fossilien der silurischen Flachwasser- und Riffkalke kann man

F. SCHMID	Ostbaltikum		Geschiebe	
K ₄	O b e r e	O s e l - G r u p p e	Öved-Ramsåsa-Sandstein Grauer und Roter Beyrichienkalk Kinnekulle-Diabas Sphärocodienkalk Phacitenoolith Colonus-Schiefer Eurypterus-Dolomit	
K _{3b}				Ohesaare-Schichten
K _{3a}				Kaugatuma-Schichten
				Graue und rote Kalke
K ₂				Kuressaare-Schichten
K ₁	Kalk und Dolomit			
J ₂	U n t e r e	O s e l - G r u p p e	Pangarnagi-Jaagarahu-Kalke Jaani-Mergel Grünlichgraues Graptolithengestein (von Basis Wenlock bis U-Ludlow)	
J ₁				
H	Adavere (Pentamerus-estonus-Bank)		Estonus-Kalk	
G ₃	Raikküla-Schichten			
G ₂ G ₁	Juuru-Sch.	Pentamerus-borealis-Bank Jordensche Schicht		Borealis-Kalk und -Dolomit

L a v e n d e l b l a u e r H o r n s t e i n
L e p e r d i t i e n s a n d s t e i n e
K o r a l l e n - u n d C r i n o i d e n k a l k e

nach HUCKE & VOIGT 1967).

auch herausgewittert finden (Brachiopoden, Crinoidenstielglieder, rugose Einzelkorallen, tabulate Korallen wie z.B. *Favosites* oder *Halysites*).

Mit Ende des Silur macht sich das Entstehen des Old-Red-Kontinentes bemerkbar, d.h. sandige Schüttungen treten vermehrt auf (Leperditiensandsteine, öved-Ramsåsa-Sandstein).

1. Grünlichgraues Graptolithengestein (Taf. XI, Fig. 1): Vertreter der Tiefwasserfazies des oberen Mittelsilur bis unteren Obersilur; oft faust- bis kopfgroße, feinkörnige, meist ungeschichtete, recht feste, im frischen Zustand bläulich-graue, gelegentlich schwach verkieselte, mehr oder weniger mergelige Kalkkonkretionen mit meist körperlich erhaltenen, schwarzen einzeiligen Graptolithen (*Monograptus*); zusammen mit den Graptolithen können u.a. noch Cephalopoden und Brachiopoden gefunden werden; Trilobitenfunde sind sehr selten und nur aus Konkretionen ohne Graptolithen bekannt; Liefergebiet: befindet sich wahrscheinlich auf dem Grunde der Ostsee zwischen den Inseln Gotland und Öland.

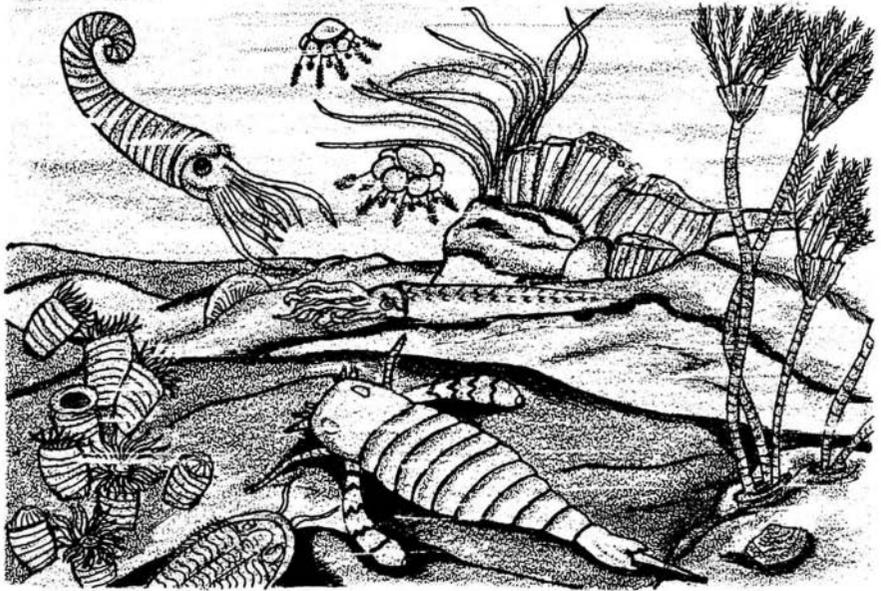
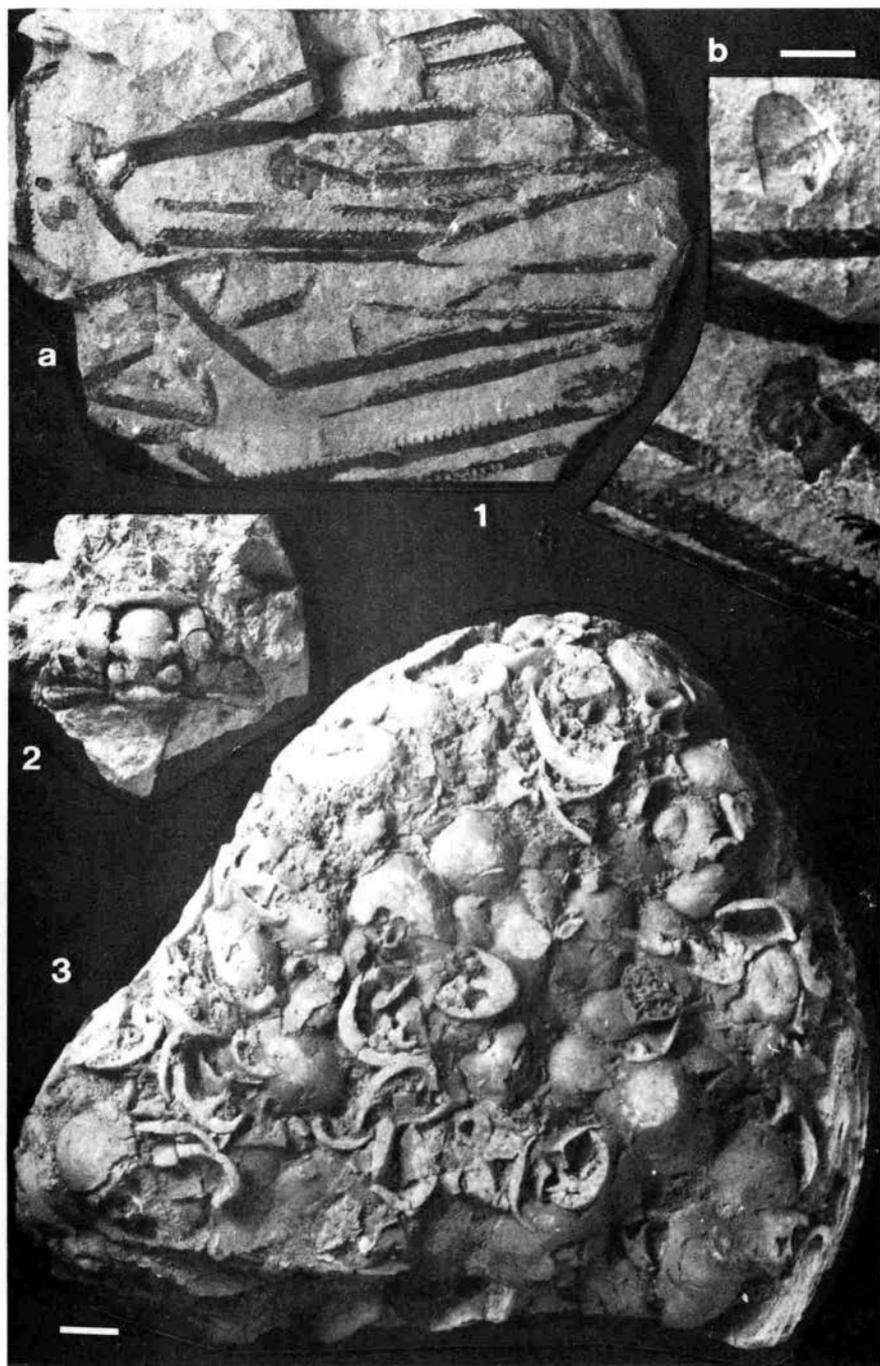


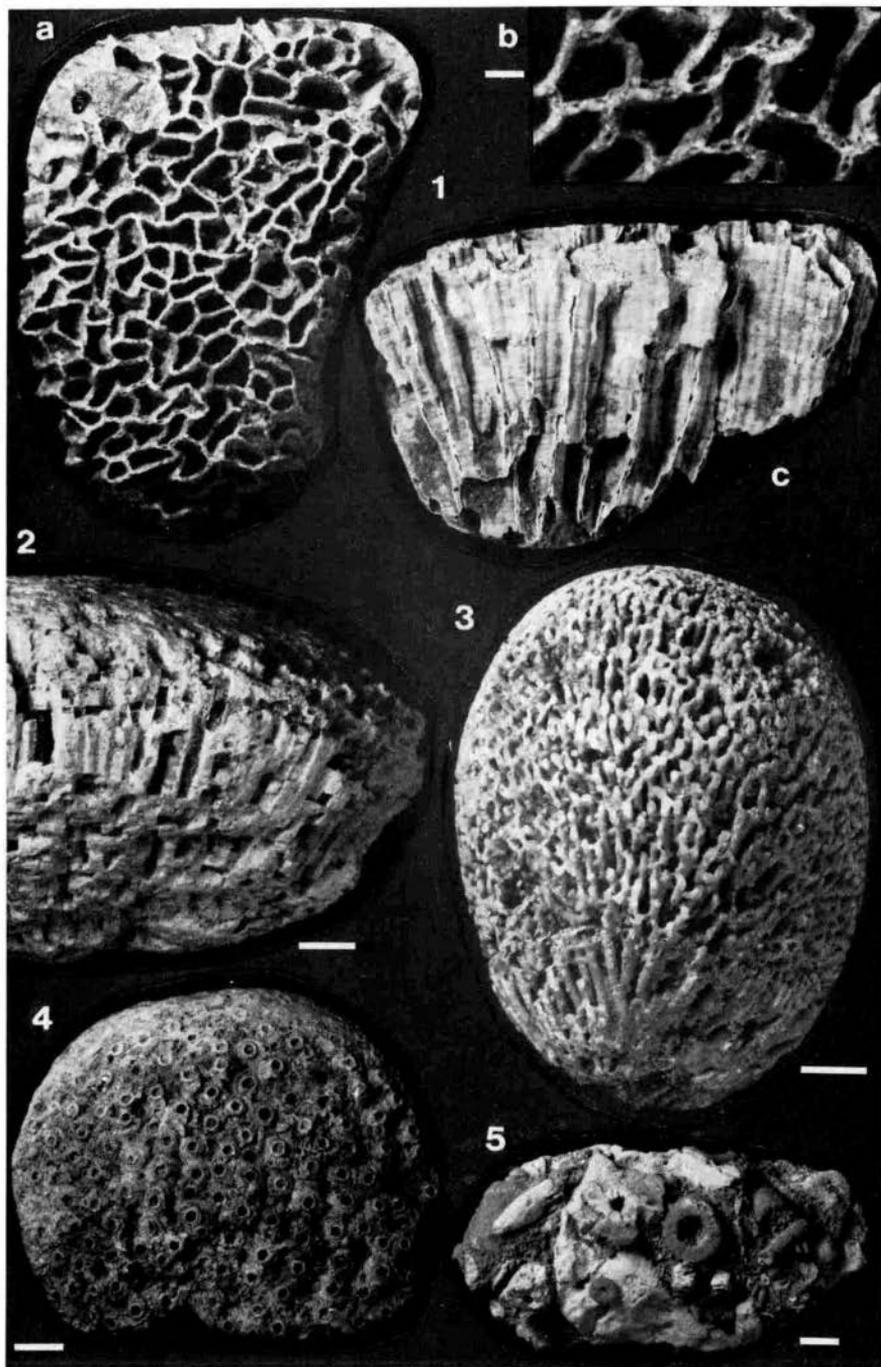
Abb. 17 Meer des Silur (umgezeichnet nach THENIUS & ZERRITSCH).

2. Gotländer Korallenkalk (Taf. XII, Fig. 1-4): mittel- bis obersilurischer Vertreter der Riffkalkfazies; dichte, graue bis weiße, kristalline, z.T. zuckerkörnige, oft in großen Blöcken auftretende Kalke, die vor allem Korallen, aber z.B. auch Stromatoporen und Brachiopoden führen; Liefergebiet: dürfte Gotland, NW-Estland und das Ostseegebiet zwischen beiden gewesen sein.
3. Crinoidenkalke (Taf. XII, Fig. 5): ebenfalls Vertreter der Riffkalkfazies, die vom Mittelsilur bis ins untere Obersilur reichen; graue, gelbe, rötliche oder auch fleischrot gefleckte Kalke mit z.T. zahlreichen Bruchstücken oft recht dicker Crinoidenstiele; Liefergebiet: Gotland.

Tafel XI (S. 49): Silur

- 1 *Monograptus uncinatus* (Graptolith) und *Calymene* sp. (Trilobiten-Kopf- und -Schwanzschild), a: 1:1; b: vergrößerter Ausschnitt (x2) mit *Calymene*; Grünlichgraues Graptolithengestein. Mittel- bis Obersilur: Vierbergen bei Hamburg; AGH Nr. G 108/40 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 5 mm (Ausschnitt).
- 2 *Calymene tentaculata* (Trilobiten-Kopfschild); Visby-Mergel, höheres Untersilur; Pätz; AGH Nr. G 108/41 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Ausschnitt).
- 3 *Pentamerus borealis* (Brachiopoden); Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/42 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.





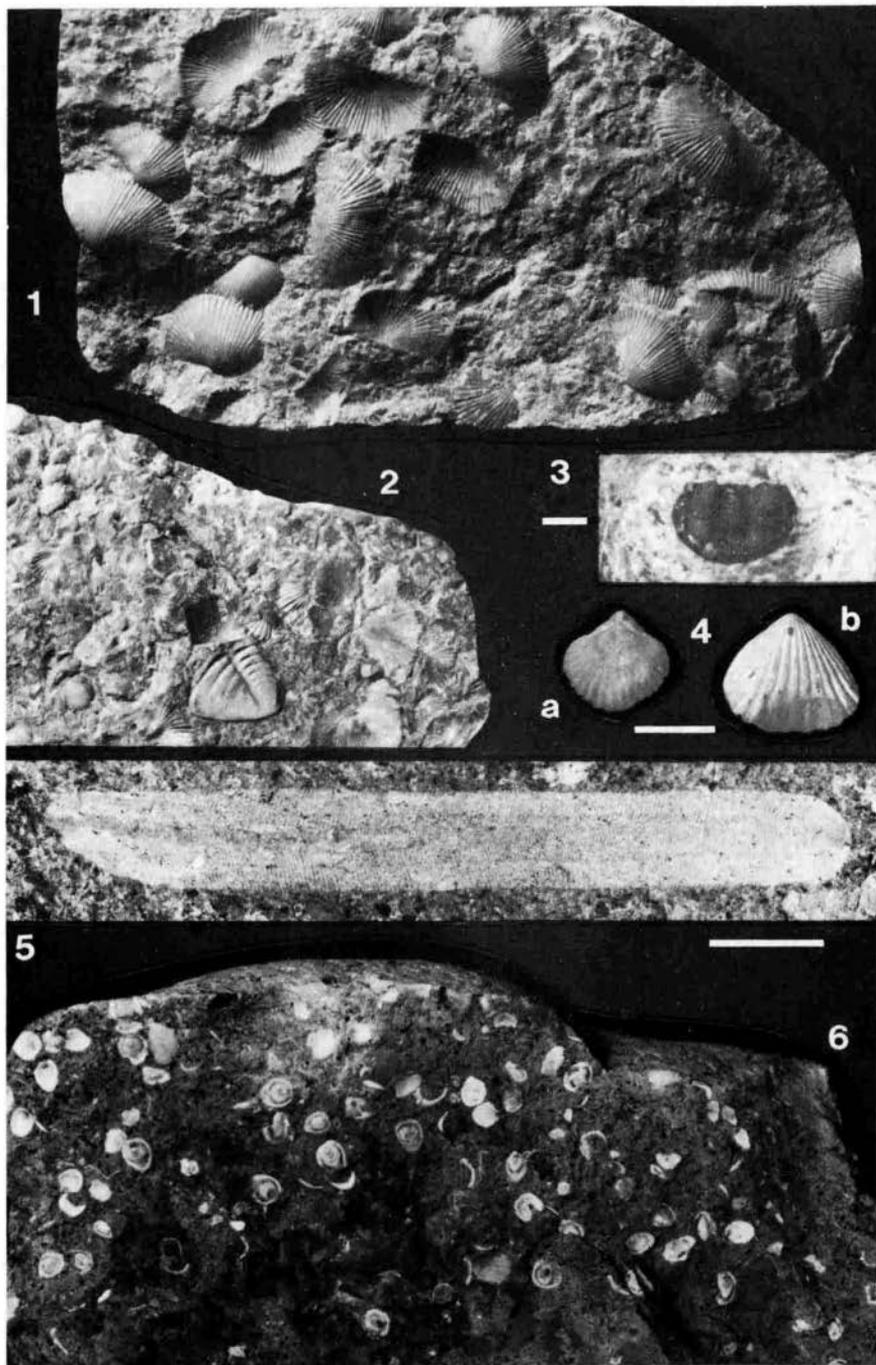
4. **Borealiskalk und -dolomit (Taf. XI, Fig. 3):** Flachwasservertreter des Untersilur;
gelblich-weiße, plattige Kalke bis Dolomite mit häufig auftretenden Brachiopoden *Pentamerus borealis*, die besonders gut in angewitterten Partien durch ein charakteristisches medianes Septum in der Schloßregion zu erkennen sind;
andere Fossilien sind selten;
Liefergebiet: anstehend in Estland und auf der vorgelagerten Insel Dagö.
5. **Leperditiengesteine:** fast das gesamte Silur umfassende Vertreter der Flachwasserfazies;
Zusammenfassung verschiedenalteriger Geschiebetypen mit den erbsen- bis bohnen großen, glattschaligen Ostrakoden der Gattung *Leperditia* und seltenen Funden von Trilobiten und Brachiopoden;
Liefergebiet: Gotland und Estland.
6. **Beyrichienkalk (Taf. XIII):** dieser Flachwasservertreter gehört ins obere Obersilur;
grauer bis bläulich-grauer, feinkörniger Kalk in meist kleinen, flach-ellipsoidischen Stücken;
sie enthalten sehr häufig beyrichiomorphe Ostrakoden (frühere Sammelgattung *Beyrichia*), die sich oft durch eine kakaobraune Farbe vom Gestein abheben;
manche Stücke bestehen aber auch fast nur aus dem massenhaft auftretenden Brachiopoden *Protochonetes*, aber auch die Rhynchonellide *Camarotoechia nuculana* ist in einigen Stücken oder auch isoliert häufiger zu finden;
außerdem sind u.a. weitere Ostrakoden, Trilobiten, Schnecken und Bryozoen enthalten;

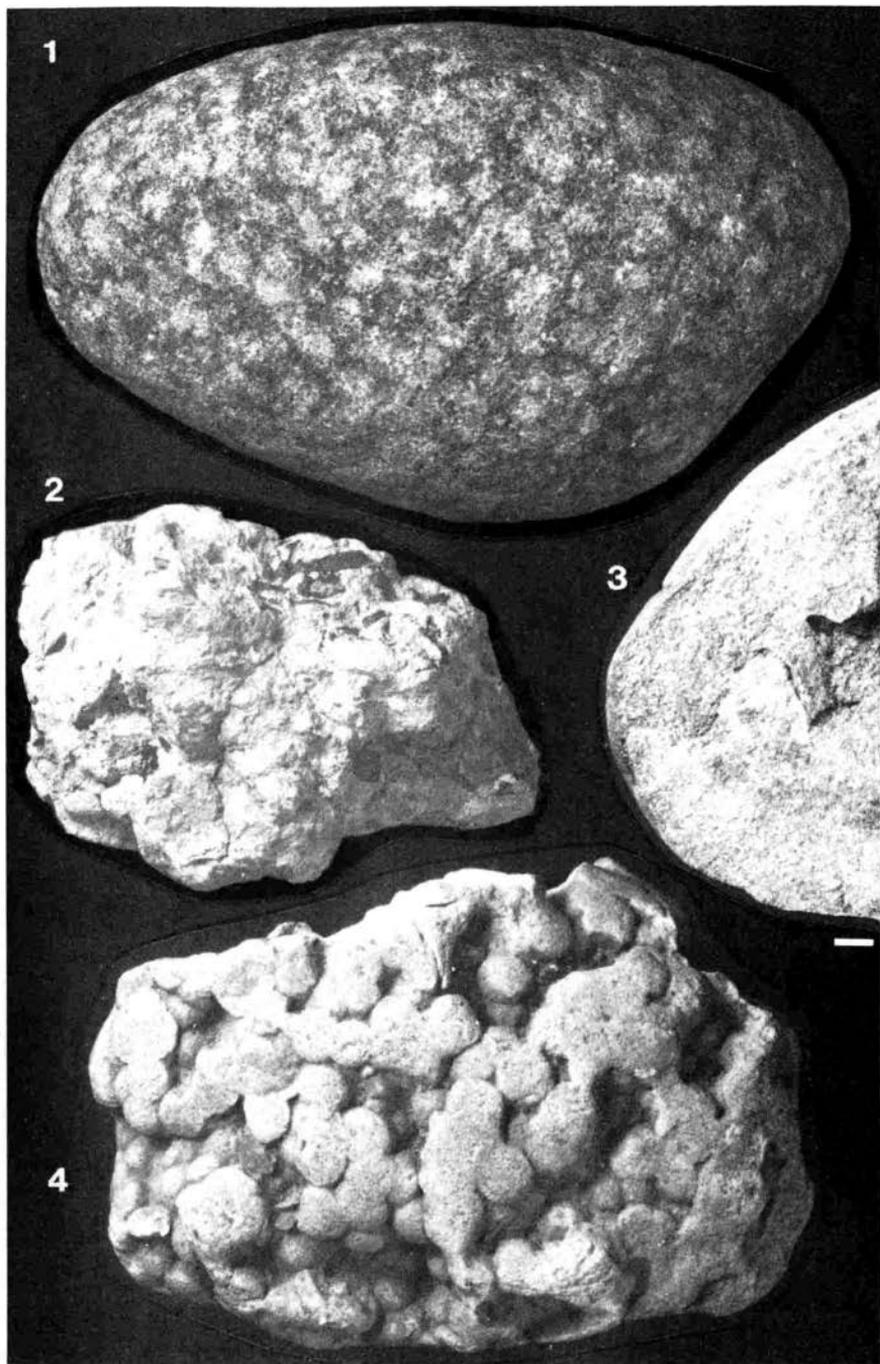
Tafel XII (S. 50): Silur (Segrahner Berg, Holstein)

- 1 *Halysites catenularia* (Kolonie der Kettenkoralle), a: Aufsicht, 1:1, b: vergrößerter Ausschnitt (x2,5) aus dem selben Exemplar (Maßstab: 2 mm), c: Seitenansicht eines zweiten Exemplars, 1:1; AGH Nr. G 108/43 (ehem. Slg. Kausch).
- 2 *Palaeofavosites* sp. (Korallenkolonie); AGH Nr. G 108/44 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 3 *Syringopora bifurcata* (Korallenkolonie); AGH Nr. G 108/45 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 4 *Syringophyllum organum* (Korallenkolonie); AGH Nr. G 108/46 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 5 *Crotalocrinites* sp. (Seelilien-Stielglieder); Crinoidenkalk; AGH Nr. G 108/47 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.

Tafel XIII (S. 52): Beyrichienkalk, ob. O-Silur

- 1 *Protochonetes striatellus* (Brachiopoden); Schulau bei Hamburg; AGH Nr. G 108/48 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Ausschnitt).
- 2 *Acaste dayiana* (Trilobiten-Schwanzschild); Schulau bei Hamburg; AGH Nr. G 108/49 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Ausschnitt).
- 3 *Nodibeyrichia tuberculata* (Ostrakode); Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/50 (GPIMH); Maßstab: 1 mm (Ausschnitt).
- 4 *Camarotoechia* [*Rhynchonella*] *nucula* (Brachiopoden); Elbufer zwischen Wittenbergen und Schulau bei Hamburg; AGH Nr. G 108/51 (ehem. Slg. Blöcker); Maßstab: 5 mm.
- 5 *Ptylodictia lanceolata* (Bryozoe); Schulau bei Hamburg; AGH Nr. G 108/52 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 6 *Craniops antiqua* (Brachiopoden); Kalabrzy (Kolberg), Polen; AGH Nr. G 108/53 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Ausschnitt).





durch Auflösen mittels Essigsäure erhält man eine vielfältige Fischfauna (LIENAU 1980), die aus Hautschuppen, Zähnen und Flossenstacheln besteht und den kieferlosen Thelodonti (Hautschuppen) sowie den basalen Knochenfischen Acanthodii (Hautschuppen, Zähne, Flossenstacheln) zuzurechnen ist;

Liefergebiet: sehr ähnliche Gesteine sind anstehend vom Süden Gotlands, von Schonen und den estnischen Inseln bekannt, allerdings dürfte aber der größte Teil der Geschiebe aus dem Ostseegebiet zwischen Ösel und Gotland sowie südlich von Gotland stammen;

eine der häufigsten und bekanntesten Geschiebearten;

sehr selten ist der anstehend bislang unbekannte Rote Beyrichienkalk, dessen Fischfauna bereits in das unterste Unterdevon gehören soll (GROSS 1967), während die Ostrakoden noch oberstes Silur anzeigen (HANSCH, persönl. Mitt.).

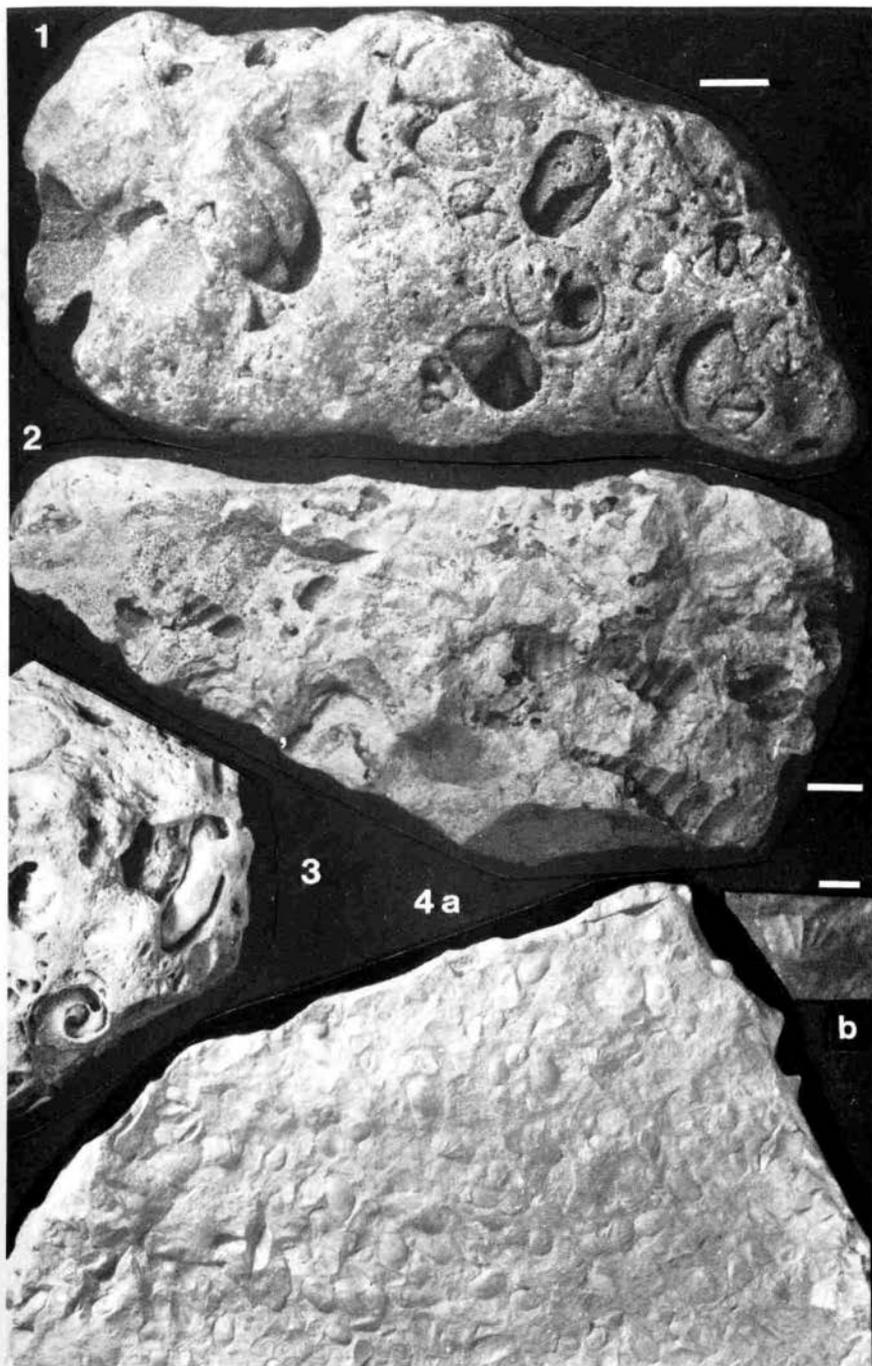
7. **Öved-Ramsåsa-Sandstein**: oberstes Silur;
Muschelsteinkerne und seltener Leperditien führende rote Sandsteine, welche die beginnenden Regressionen zu Ende des Silur anzeigen.
8. **Kinnekulle-Diabas** (Taf. XIV, Fig. 1): Obersilur;
während HUCKE & VOIGT (1967: 72) und SMED (1988: 114) von einem permischen Alter ausgehen, spricht HESEMANN (1975: 170) bereits von einer obersilurischen Bedeckung auf Oberem Graptolithenschiefer, was durch WELIN (1980) aufgrund radiometrischer Bestimmungen der Bentonitlagen (Tongestein aus stark verwitterten vulkanischen Gesteinen und Aschen) bestätigt wurde;
feinkörniger Olivindiabas mit cm-großen, diffus umgrenzten, hellen Flecken im angewitterten Zustand, wodurch die Oberfläche oft höckerig und rau erscheint;
Liefergebiet: anstehend als großflächige 30 - 40 m mächtige Ergußdecken in Västergötland (Mittelschweden).

Tafel XIV (S. 53): O-Silur bis M-Devon

- 1 Kinnekulle-Diabas; Obersilur; Heiligenhafen; AGH Nr. G 108/54 (GPIMH); 1:1.
- 2 Sandstein mit Panzerfischresten; Mitteldevon; Fundort unbekannt; AGH Nr. G 108/55 (GPIMH); 1:1.
- 3 Sandstein; Devon; Vastorf bei Lüneburg; Leihgabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 4 Kugelsandstein; Mitteldevon; Süseler Baum, Holstein; AGH Nr. G 108/56 (ehem. Slg. Bücher); 1:1.

Tafel XV (S. 55): O-Devon

- 1 Brachiopoden-Steinkerne; Groß Pampau bei Schwarzenbek; Leihgabe Slg. Bernhard Brüggmann (Hamburg); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Murchisonia* sp. (Schnecken-Steinkerne); Vastorf bei Lüneburg; Leihgabe Slg. Bernhard Brüggmann (Hamburg); Maßstab: 1 cm.
- 3 *Platyschisma kirchholmiensis* (Schnecken-Steinkerne); Vastorf bei Lüneburg; Leihgabe Slg. Bernhard Brüggmann (Hamburg); 1:1 (Ausschnitt).
- 4 *Asmusia membranacea* und *Preleiaia* sp. (Conchostraken), a: 1:1, b: *Preleiaia* sp. (x2.5 vergrößerter Ausschnitt aus a); Estherienkalk; Schulau bei Hamburg? (Fundort nach Erinnerung, Etikett-Verlust durch den Krieg); AGH Nr. G 108/57 (GPIMH); Maßstab: 2 mm (Ausschnitt).



Devon		marine Leitfossilien (Brachiopoden, Goniatiten)	Gliederung	Old Red Kontinent Leitfossilien (Fische)
Ober-Devon	Famennium	<i>Wocklumezia</i> <i>Clymenia</i> <i>Platyclymenia</i> <i>Cheiloceras</i>	Farlovium (Oberes Old Red)	<i>Phyllolepis</i> <i>Remigolepis</i> <i>Holopterychius</i> <i>Bochtholepis</i>
	Frasnium	<i>Mantloceras</i>		<i>Psammosteus</i> <i>falcatus</i> <i>megalopteryx</i> <i>meandricus</i> <i>Psammolepis</i> <i>undulata</i> <i>paradoxa</i>
Mittel-Devon	Givetium	<i>Maenloceras</i>		Orcadium (Mittleres Old Red)
Eifelium	<i>Anatoceras</i>			
Unter-Devon	Emsium	<i>paradoxus</i> <i>Eurypterifer</i> <i>pellicol</i>	Breconium (Unteres Old Red)	<i>dunensis</i> (<i>cornubica</i>) <i>Drepanaspis</i>
	Siegenium	<i>Actospterifer primaevus</i>		<i>Pteraspis</i> (s. l.) <i>leachi</i> <i>crouchi</i> <i>rostata</i> <i>leathensis</i> <i>Traquairaspis</i>
	Gedinnium	<i>dumontiana</i> <i>Delthyris</i> <i>elevata</i>	Dittonium (Unteres Old Red)	<i>Cephalaspis</i>

Tab. 6 Devon (kombiniert nach BRINKMANN &

<p style="text-align: center;">Old Red Kontinent Russische Tafel Podolien (bis Eifelium)/Baltikum (ab Givetium)</p>	<p style="text-align: center;">Geschiebe</p>
<p>h Sandsteine "Bunte Serie" g Dolomite (kontinental - lagunär - marin) f Sandsteine und Tone</p>	<p>Estherienkalke und -dolomite Dolomit mit <i>Platyschisma</i></p>
<p>e Pamushi-Lovat-Ammul d Buregi c Shelon-Ilmen b₂₋₄ Pskow-Tchudow b₁ Snetogor</p>	<p>marine Kalke und Dolomite mit Brachiopoden (meist Spiriferen)</p>
<p>a₄ Podsnetogor (Amata) a₃ Gauja (Oredesch)</p>	<p>Geschiebe mit Salzmalen</p>
<p>a₂ Burtniki } Tartu-Luga Arakula } a₁ Narowa } Pernau (Pärnu)</p>	<p style="text-align: center;">Sandsteine, Mergel und Dolomite der Old-Red-Fazies</p> <p style="text-align: right; writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Kugelsandsteine</p>
<p style="text-align: center;">Lopushan-Schichten</p>	
<p style="text-align: center;">Dnjestr-Serie</p>	
<p style="text-align: center;">Ivane-Chortkov-Schichten</p>	<p>Kalksandstein-Geschiebe mit Psilophyten</p>
<p style="text-align: center;">Borshchov-Schichten</p>	<p>Konglomerat-Geschiebe mit Fischresten</p>

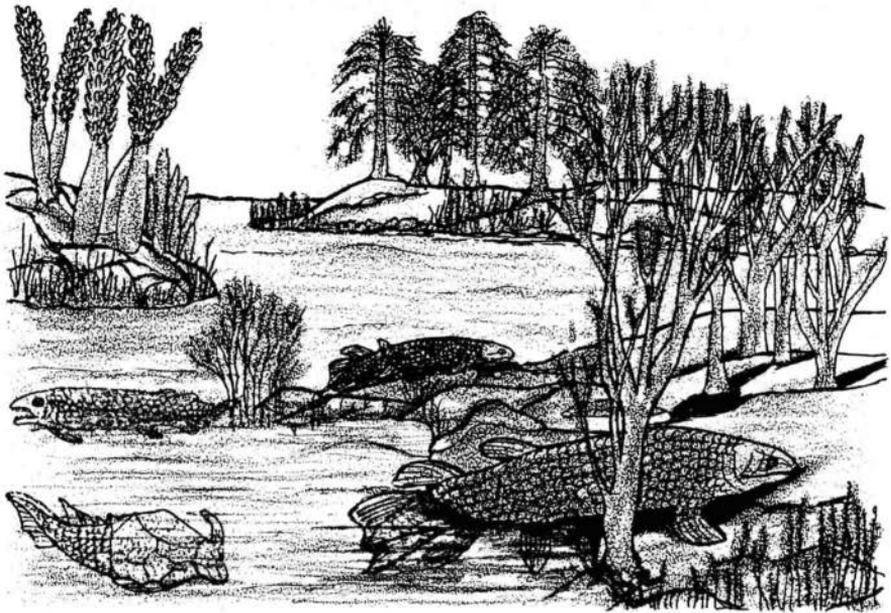


Abb. 18 Süßwasser des Devon (umgezeichnet nach THENIUS & ZERRITSCH).

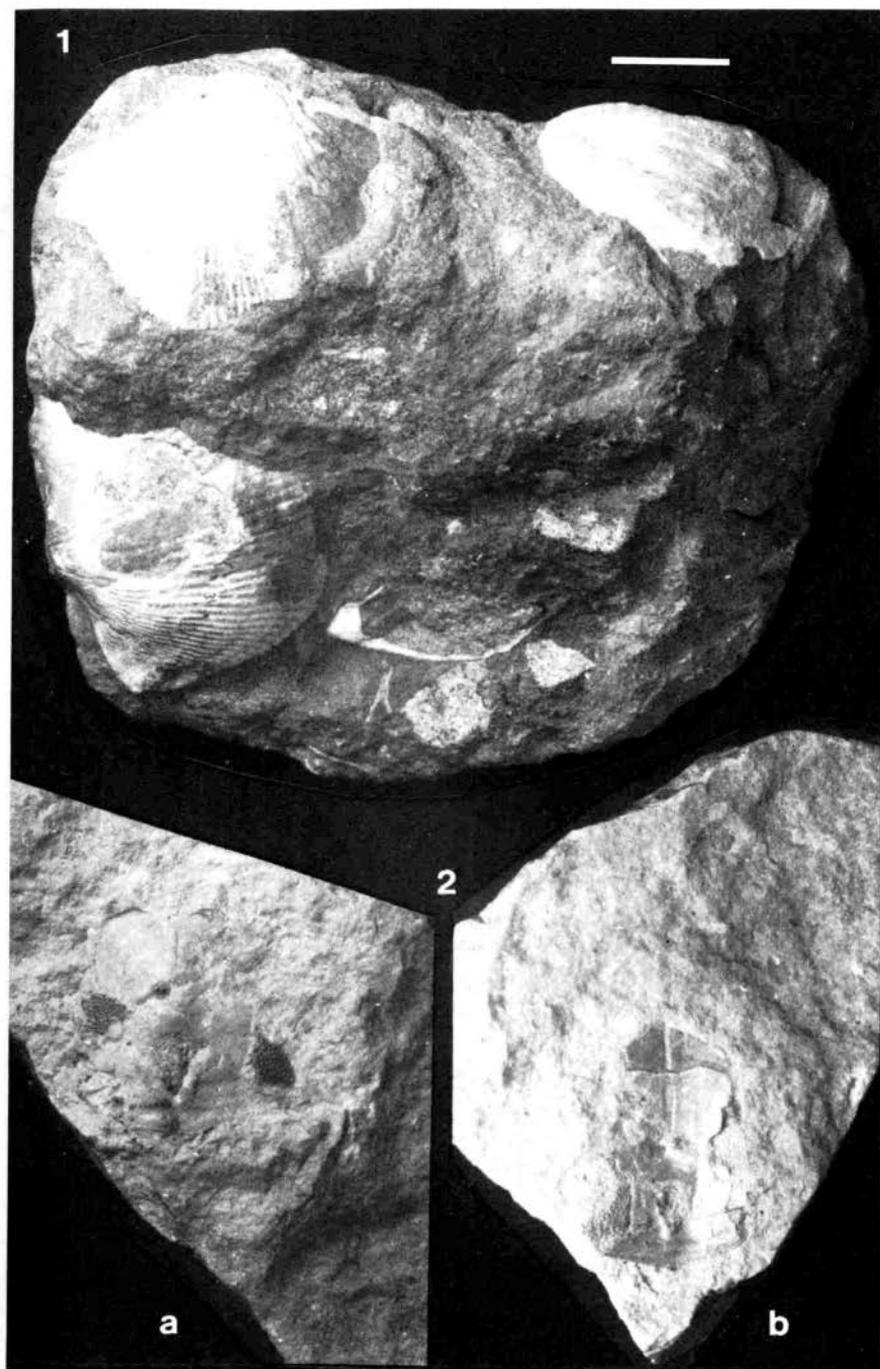
4.6 Devon

Das von vor 410 bis 355 Millionen Jahre reichende Devon erhielt seinen Namen nach der südwestenglischen Grafschaft Devonshire. Während im Unterdevon mit Brachiopoden (vor allem Spiriferen) gegliedert wird, stellen im Mittel- und Oberdevon die zu den Cephalopoden gehörenden Goniatiten die Leitfossilien. An Mikrofossilien sind besonders Tentakuliten und Conodonten von Bedeutung.

Da der Old-Red-Kontinent den größten Teil der Liefergebiete einnimmt, ist auch das Devon durch vorwiegend Sandsteine gekennzeichnet (Tab. 6). Diese seltenen, altersmäßig nur schwer zu bestimmenden Sandsteine (Taf. XIV, Fig. 3) wurden auf dem Land und in Seen abgelagert. Sie enthalten sehr selten Süßwasserfischreste (Panzerfische, Lungenfische, Quastenflosser; Taf. XIV, Fig. 2; Taf. XVI, Fig. 2). Marine Kalke mit Brachiopoden (Taf. XV, Fig. 1; Taf. XVI, Fig. 1) oder Schnecken (Taf. XV, Fig. 2-3) gehören zu den Raritäten (Tab. 6).

Tafel XVI (S. 59): O-Devon

- 1 *Cyrtospirifer* sp. (Brachiopoden): Schulau bei Hamburg; AGH Nr. G 108/58 (GPIMH); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Bothriolepis* cf. *panderi* (Panzerfischrest). a: Innenabdruck mit Knochenresten, b: Knocheninnenseite mit Abdrücken der Oberflächenskulptur des Knochens; Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/59 (ehem. Slg. H. Franke); 1:1 (Ausschnitt). [Original zu GROSS 1965: 139, Abb. 1 und HUCKE & VOIGT 1967: 70, Abb. 12]



1. **Kugelsandsteine (Taf. XIV, Fig. 4):** Mitteldevon;
weiße, graue, rotbraune oder grünliche Konkretionsbildungen aus Old-Red-Sandsteinen, die durch Kalzium-, Magnesium- oder Eisenkarbonat infiltriert wurden, wobei um 5 mm große Kugeln dieser Minerale entstanden, die vereinzelt oder zu Gruppen verbunden auftreten;
Liefergebiet: Old-Red-Kontinent.
2. **Estherienkalke und -dolomite (Taf. XV, Fig. 4):** Oberdevon;
dichte, leicht mergelige, graue Kalke oder Dolomite mit lagenweiser Anhäufung von Estherien-Schalen (millimetergroße Blattfußkrebse, die im Süßwasser leben);
Liefergebiet: sehr ähnliche Gesteine sind anstehend von Lettland bekannt; aus dem Geschiebe bislang nur aus der Umgebung von Hamburg und Berlin bekannt.

4.7 Karbon

Das von vor 355 bis 290 Millionen Jahre reichende Karbon wird auch als Steinkohlenzeit bezeichnet. Als Leitfossilien werden im marinen Milieu Gonia-titen und Conodonten, ergänzt durch Foraminiferen, Korallen, Trilobiten sowie Brachiopoden, und in Süßwasserablagerungen Pflanzen sowie Muscheln herangezogen.

Früher galt das Vorkommen von Karbongeschieben als unwahrscheinlich. Seitdem aber anstehendes Karbon im Oslogebiet entdeckt worden ist (BERGSTRÖM et al. 1985), muß mit karbonischen Geschieben gerechnet werden (Tab. 7). Daher dürften auch die Funde der karbonischen productiden Brachiopoden (HUCKE & VOIGT 1967: 71, VOIGT 1968) echte Geschiebefunde darstellen (Taf. XVII).

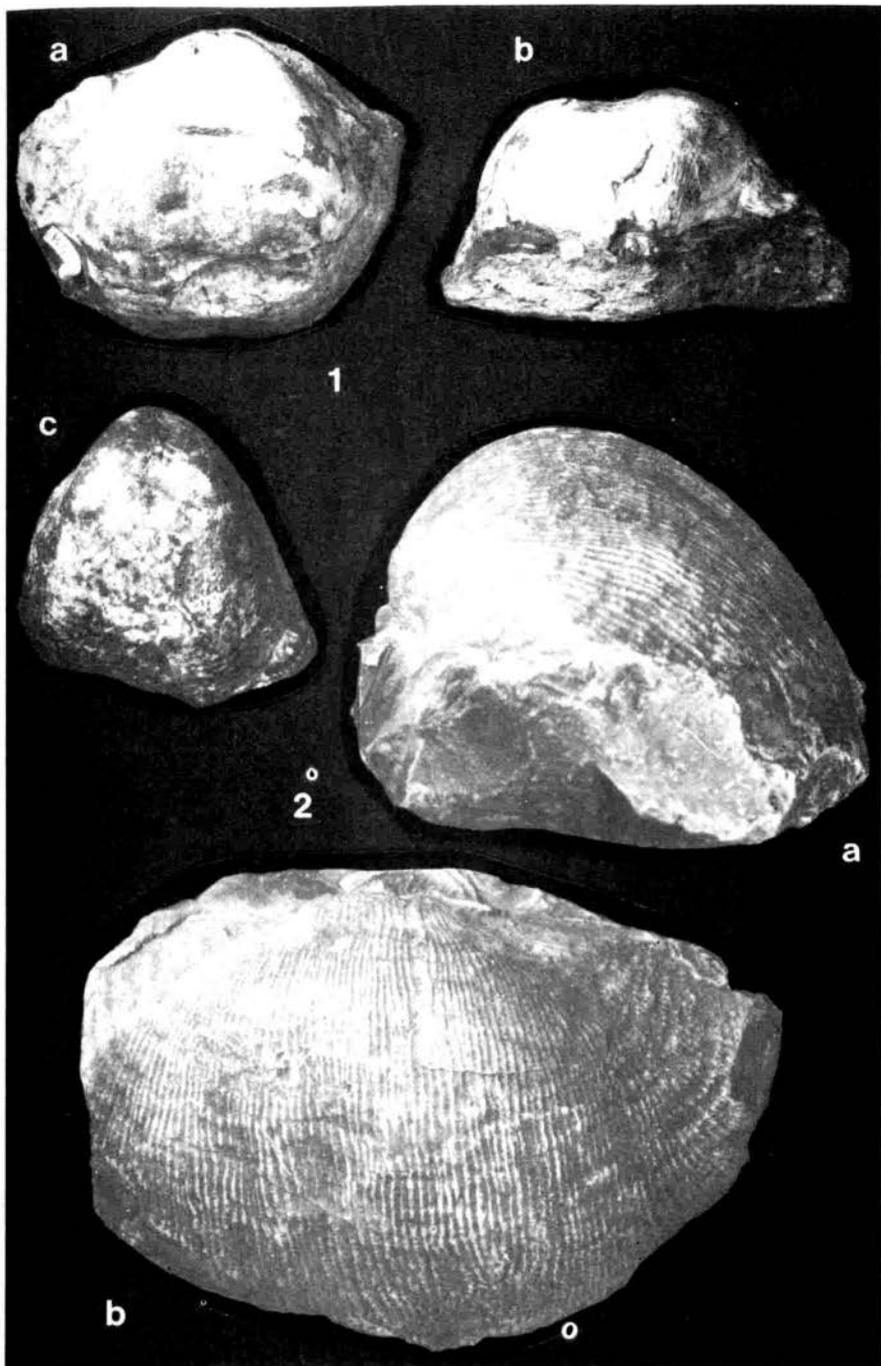
4.8 Perm

Der Name des von vor 290 bis 250 Millionen Jahre reichenden Perm stammt von einem russischen Gouvernemeut gleichen Namens, welches durch verschiedenste bunte Ablagerungen gekennzeichnet ist. Die Untergliederung in Rotliegend und Zechstein erfolgte im Mansfelder Revier (DDR). Im marinen Milieu stellen Foraminiferen, Ammoniten, Brachiopoden sowie Conodonten und an Land Pflanzen sowie Fährten von Amphibien und Reptilien die wichtigsten Leitfossilien. Das Perm ist vor allem eine Zeit der Salzbildungen.

Das Perm ist im Geschiebe vor allem durch Vulkanite des Rotliegenden wie z.B. Melaphyre und Rhombenporphyr vertreten (Tab. 7). Sedimentäre Geschiebe sind meist als Lokalgeschiebe auf die Nähe der Salzstöcke Norddeutschlands beschränkt. Ein Geschiebe unsicheren Alters, das Postsilurische Konglomerat, ist vermutlich in das höhere Perm oder eventuell auch in die Trias zu stellen. Die Entwicklung des Zechsteinmeeres mit seinen Salzfolgen hinterließ überwiegend in Wasser lösliche Gesteine (Salze), die deshalb im Geschiebe nicht zu finden sind.

Tafel XVII (S. 61): Karbon

- 1 *Dictyoclos [Productus] semireticulatus* (Brachiopoden). a: Aufsicht, b: Blick auf die SchloßRegion des selben Exemplars, c: zweites Exemplar; Boberg bei Hamburg; AGH Nr. G 108/60 (ehem. Slg. Bücher); 1:1.
- 2 *Gigantoproductus ex gr. gigantoides* (Brachiopode). a: Seitenansicht, b: Aufsicht; Sandesneben, Holstein; AGH Nr. G 108/61 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Abguß). [Original zu VOIGT 1968: Taf. 21]



Karbon		Leitfossilien							
		Goniatiten		Productiden	Pflanzen				
Ober-Karbon (Silesium)	Stephanium	C	<i>Schistoceras</i>	<i>Uddenites</i>	<i>Productus (Linop.) cota</i>	<i>Sphenophyllum reticulatum</i>			
		B		<i>Pseudonites</i>			<i>Annulata stellata</i>		
		A		<i>Eothalassoceras</i>					
	Westfalium	D	<i>Gastrioceras</i>	<i>Antheaceras</i>		<i>Maclopterus acuta</i>	<i>Maclopterus muricata</i>		
		C		<i>Hudsonoceras</i>				<i>Neopterus schlehani</i>	
		B							<i>Neopterus obliquus</i>
		A							
	Namurium	C		<i>Reticuloceras</i>					
		B						<i>Eumorphoceras</i>	<i>Neopterus oonata</i>
		A							
Unter-Karbon (Dinantium)	Viséum	CU III	<i>Goniatites</i>	<i>granosus</i>	<i>Productus latissimus</i>				
				<i>striatus</i>			<i>Gigantoproductus giganteus</i>		
	Tournaisium	CU II		<i>oeristeria</i>	<i>Productus hemisphaericus</i>	<i>Asterocalamites</i> und Archaeopteridae			
				<i>Ammonoelliptites</i>			<i>Productus (Pustula) mesolobus</i> und <i>Dictyoelostus semireticulatus</i>		
		CU I		<i>Gattendorfia</i>	<i>Productus (Aonla) niger</i>				

Tab. 7 Karbon (kombiniert nach BRINKMANN & KRÖMMELBEIN 1977, KRUMBIEGEL &

Fazies-Entwicklung			Geschiebe
NW-Europa	Rügen	Oslograben	
Red Beds (Rotsedimente)	Red Beds (Rotsedimente)		flözführendes Oberkarbon
paralisch und/oder Kohlen	paralisch und/oder Kohlen	marin mit fusuliniden Foraminiferen	
marin mit fusuliniden Foraminiferen	marin mit fusuliniden Foraminiferen		
			Karbonhornsteine oder Kohlenkalke mit Productiden

KRUMBIEGEL 1981, BERGSTRÖM et al. 1985 und HUCKE & VOIGT 1967).

Perm	Leitfossilien (Pflanzen)	Vulkanismus in Skandinavien (vorwiegend Oslo-Graben)
Ober-Perm (Zechstein)	<i>Pseudovoltzia</i> und <i>Ullmannia</i>	
Unter-Perm (Rotliegendes) Saxonium Autunium	<i>Lebachia</i> <i>Callipteris</i>	Rhyolite Trachyte Rhombenporphyre Alkalibasalte (Melaphyre)

Tab. 8 Perm (kombiniert nach BRINKMANN &

1. Rhombenporphyre (Taf. XVIII, Fig. 1): Rotliegendes;
Porphyre mit feinkörnig-dichter, dunkelgrau bis leuchtend roter Grundmasse und bis cm-großen, meist spitzrhombschen Feldspateinsprenglingen aus Oligoklas bis Andesin, die mit Anorthoklas ummantelt und durchsetzt sein können;
Liefergebiet: Oslo-Graben (im Perm ein kontinentales Rift-Valley = Anfangsstadium eines mittelozeanischen Rückens);
häufiges Geschiebe, wobei die Häufigkeit von West nach Ost soweit abnimmt, daß er im östlichen Mecklenburg schon nicht mehr gefunden wird.
2. Postsilurische Konglomerate (Taf. XVIII, Fig. 2): Alter unsicher, entweder höheres Perm oder Obertrias;
leicht zerfallendes, dunkelrotbraunes, Quarzkörner führendes Gestein mit eckigen bis gut gerundeten, bis zu ca. 20 cm großen Geröllen aus u.a. Sandstein, Quarzit, Tonschiefer, Quarzporphyr, Diabas, Gneis und Rotem Beyrichienkalk;
Bindemittel nur aus Kalzit, wobei dieser aber durch Toninfiltration und darauf folgende Eisenhydrolyse rötlich bis bräunlich gefärbt sein kann;
Liefergebiet: nicht bekannt.
3. Achate: Alter unsicher;
da die meisten Achate des Anstehenden den Rotliegend-Melaphyren entstammen, sollen die seltenen Geschiebe-Achate auch an dieser Stelle genannt sein, obwohl es sich gezeigt hat, daß eine sedimentäre Entstehung vieler Geschiebe-Achate wahrscheinlicher ist (v. HACHT, persönl. Mitt.).

Fazies-Entwicklung (N-Deutschland, Dänemark, z.T. Oslo graben)		Geschiebe
Z 4	Aller-Folge	Kalke, Dolomite, Anhydrite und
Z 3	Leine-Folge	Salze der 4 Eindampfungszyklen
Z 2	Stäbfurt-Folge	
Z 1	Werra-Folge	Basis: { Kupferschiefer Zechstein-Konglomerat
marines Rotliegend mit Anhydrit und Steinsalz		
rote Sandsteine mit Pflanzenresten und Fischen, in die von N her eingewehter Wüstenstaub und hin und wieder auch Salze eingeschaltet sind		Rhombenporphyre Achate

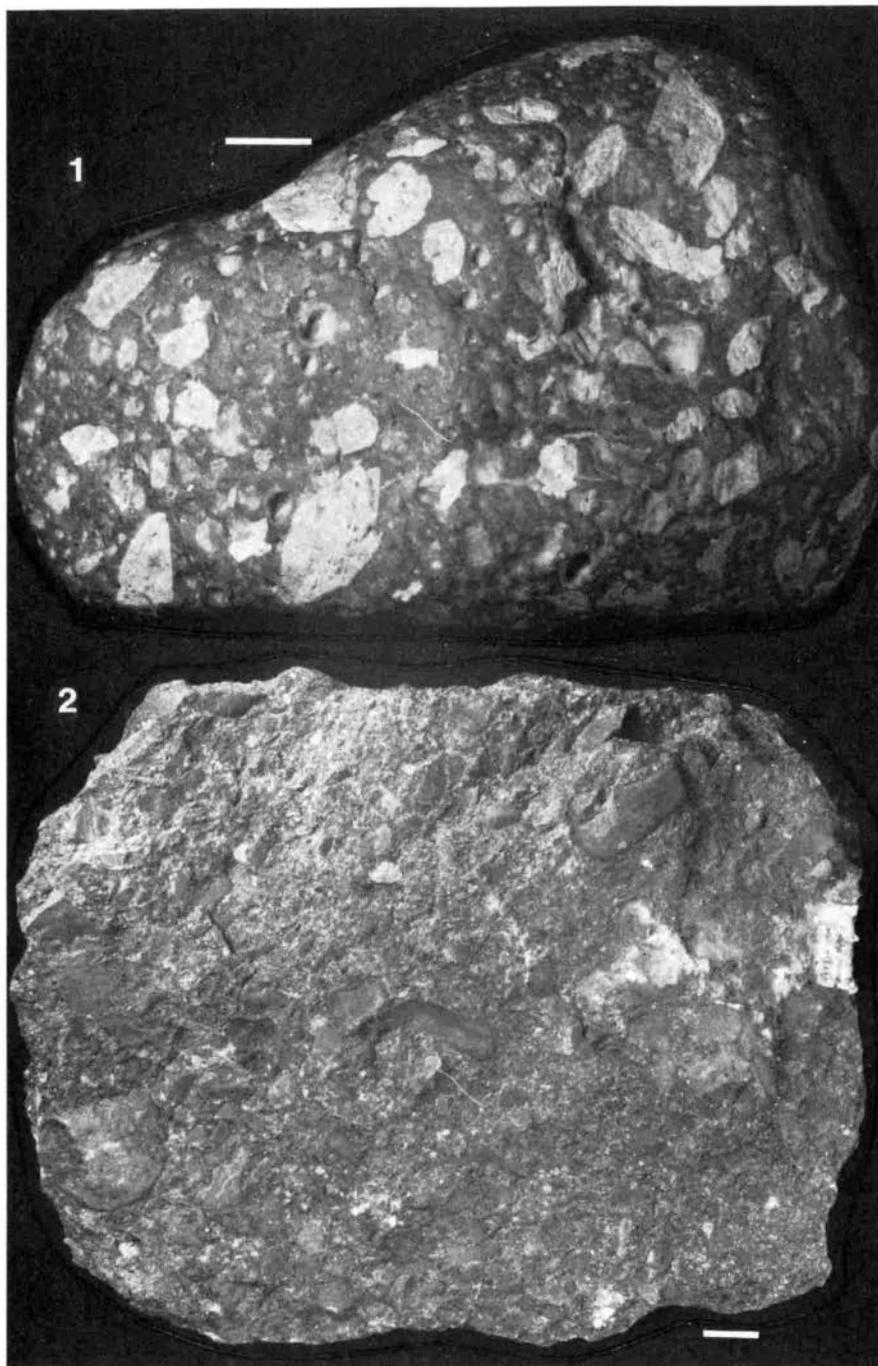
KRÖMMELBEIN 1977 und HUCKE & VOIGT 1967).

4.9 Trias

Mit der Trias beginnt das Mesozoikum (Erdmittelalter). Sie reicht von vor 250 bis 205 Millionen Jahre und erhielt ihren Namen nach der Dreiteilung der Sedimente in der sogenannten Germanischen Ausbildung wie sie auch in den Liefergebieten zu finden ist. Diese stark kontinental beeinflusste Fazies gliedert man in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper. Dazu werden als Leitfossilien Muscheln, die zu den Ammonoideen gehörenden Ceratiten und seltener auch Pflanzen sowie bei den Mikrofossilien Conodonten und Ostracoden herangezogen.

Triasgeschiebe sind meist selten, aber oft auch schwer zu erkennen. Die meisten Funde gehören in den Muschelkalk (Tab. 9). Zu dieser Zeit wurden die Liefergebiete und auch Deutschland von einem epikontinentalen Flachmeer überflutet. Die Fauna in den Muschelkalkgeschieben besteht aus Muscheln, Schnecken und Brachiopoden, die oft in Steinkernerhaltung vorliegen. Einige Stücke enthalten eine größere Menge kleinerer Wirbeltierreste wie Zähne und Schuppen von Fischen.

1. **Rogensteine:** unterer Buntsandstein;
oolithische Kalke mit bis zu 3 mm im Durchmesser erreichenden Ooiden;
Liefergebiet: Ostseeraum südlich Schonen und Bornholm oder Salzstockflanken;
verbreiteter Baustein, weshalb viele Funde mit Vorsicht zu bewerten sind.



2. Muschelkalkgeschiebe (Taf. XIX, Fig. 1-2): unterer und oberer Muschelkalk; mehr oder weniger dichte, meist graue, z.T. gelb verwitternde Kalke mit als Steinkern erhaltenen Muscheln und seltener Schnecken sowie mit der Brachiopode *Coenothyris vulgaris* in Schalenerhaltung; selten sind Funde mit Wirbeltierresten (vorwiegend Fischzähne und -schuppen), die dann oft in dem Handstück gehäuft auftreten, aber meist erst durch Auflösen des Gesteins mittels Essigsäure zum Vorschein kommen; einige Stücke besitzen eine große Ähnlichkeit mit dem silurischen Beyrichienkalk; Liefergebiet: Ostseeraum südlich Schonen und Bornholm, eventuell auch von den Flanken der norddeutschen Salzdiapire.
3. Rhätolias-Geschiebe (Taf. XIX, Fig. 3): oberste Trias bis unterster Jura; es sind dunkelbraune bis rötliche, sideritische Konkretionen (Sphärosiderite), die vermutlich hauptsächlich in Lagunen oder flachen Meeresbuchten entstanden sind; sie enthalten Pflanzenreste und Muscheln, sehr selten auch Insektenreste (ANSORGE 1990); Liefergebiet: vermutlich Schonen und Bornholm.



Abb. 19 Landschaft des Buntsandstein (umgezeichnet nach THENIUS & ZERRITSCH).

Tafel XVIII (S. 66): Perm

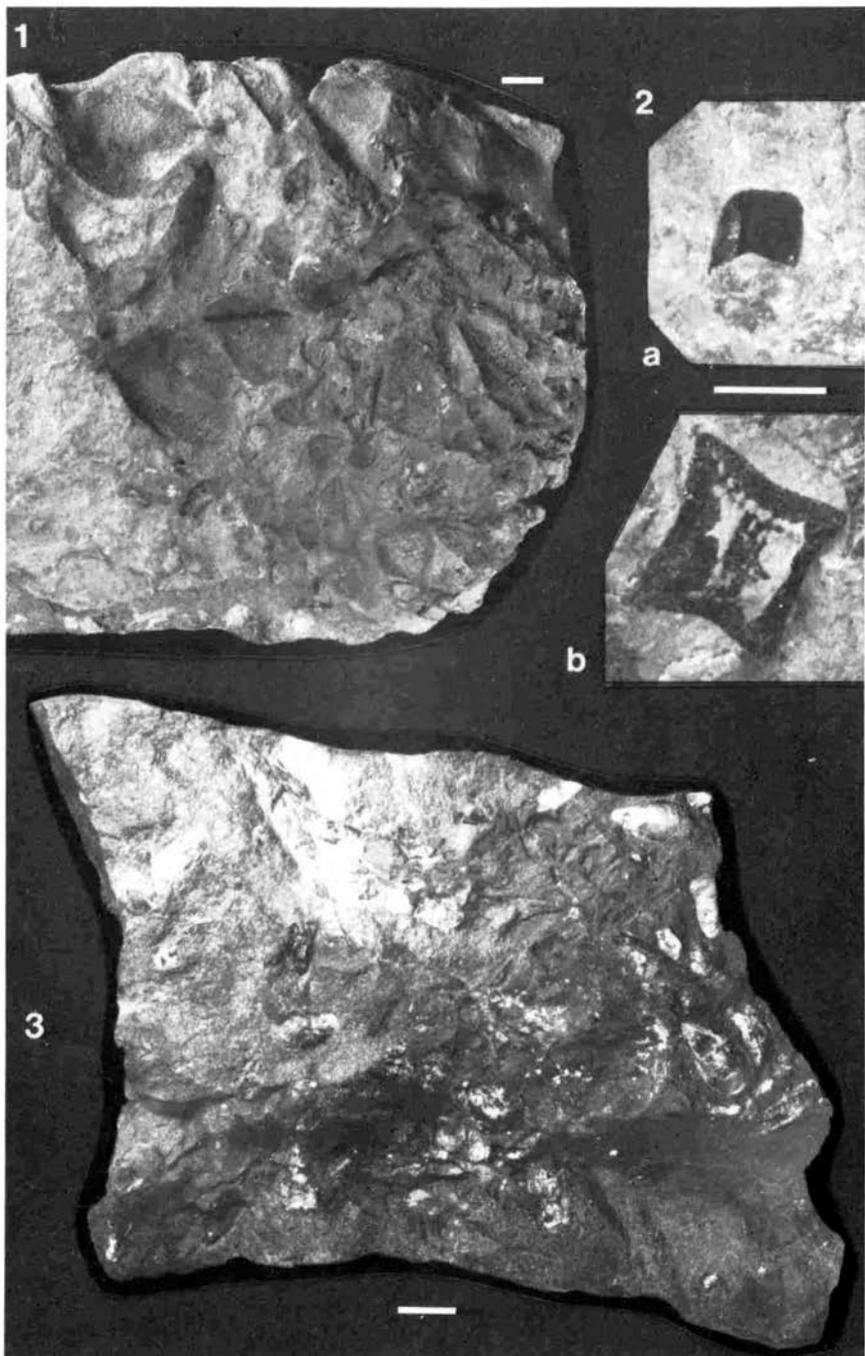
- 1 Rhombenporphyr; Rotliegendes; Ahrensburg bei Hamburg; AGH Nr. G 108/62 (GPIMH); Maßstab: 1 cm.
- 2 Postsilurisches Konglomerat; Zechstein?; Ahrensburg bei Hamburg; AGH Nr. G 108/63 (GPIMH); Maßstab: 1 cm.

Trias			Leitfossilien (Ceratiten, Muscheln u.a.)	Schonen
Keuper	Oberer (ko) (Rhätium)	Rhätium	<i>Rhaetovacula contorta</i>	Gruv-Schichten (mit Steinkohlen) Vallåkra-Schichten (Tone mit Toneisenstein- knollen und grünliche Sdst.)
	Mittlerer (km)	4 Norium	<i>Costatoria goldfussi</i> (häufig)	Kageröd-Schichten (rote Konglomerate, Arkosen, Sandsteine, Tone und Schiefertone)
		3		
		2 Karnium		
1				
Unterer (ku)				
Muschelkalk	Oberer (mo)	Ladinium	<i>Discoceratites</i>	
			<i>nodosus</i> <i>similis</i> <i>enodis / laevigatus</i> <i>spinosus</i> <i>evolutus</i> <i>compressus</i>	
			(<i>Paraceratites</i>) <i>robustus</i> <i>pulcher</i> <i>atavus</i>	
	Mittlerer (mm)		<i>Diplopore annulatissima</i>	
	Unterer (mu)	Anisium	<i>Judicerites</i> und <i>Neoschizodus orbicularis</i>	
			<i>Decutella decutata</i>	
			<i>buchi</i> <i>Dadoctinus</i> und <i>Myophoxia</i> <i>vulgatis</i>	
Buntsandstein	Oberer (so) (Rötium)	Skythium	<i>Beneckela</i>	
			<i>tenuis</i> <i>Costatoria</i> <i>costata</i>	
			<i>Gerovilla murchisoni</i>	
	Mittlerer (sm)			
Unterer (su)	[Alpine Trias]			

Tab. 9 Germanische Trias (kombiniert nach BRINKMANN &

Fazies-Entwicklung (Untergrund Schleswig-Holsteins)	Geschiebe
bunte, tonige Letten sowie graue Tone und Tonsteine mit Einschaltungen von Sandsteinbänken und mit einem schwarzen marinen Schiefer im Mittelrhätium	Rhätolias-Geschiebe (Sphärosiderite)
bunte, dolomitische, anhydritführende Tonsteine, Tonmergel oder Steinmergel mit bis zu 300 m mächtigem Steinsalzlager	Postsilurische Konglomerate?
bunte, teils dolomitische Tonsteine mit Einschaltungen von Anhydritknollen und Feinsandlagen	Steinmergelgeschiebe mit <i>Promathilda</i> Konglomeratischer Kalk mit Bonebed
grünlich-graue Tonmergel mit dünnen Feinsandlagen und glaukonitischen Kalksandsteinbänken	Trigonodus-Dolomit und andere Muschelkalkgeschiebe der Ceratitenschichten
rotgefärbte Mergel und blaugraue Tone mit Einschaltungen von Salz, Dolomit und Anhydrit oder Gips	
Wechselagerung von grauen Kalksteinbänken und Mergelsteinlagen (Wellenkalk)	Muschelkalkgeschiebe des Wellenkalkes
roter Mergel mit knolligem Gips, Steinsalz pseudomorphosen und Einschaltungen von Salz	
ziegel- bis weinrote Mergelkalke und Tonmergel braunrote, glimmerhaltige Tongesteine und fein- bis mittelkörnige Sandsteine	
Sande und Tone mit feinen Rogensteinen im oberen Bereich und Einschaltungen von Anhydrit-Knauern	Rogensteine

KRÖMMELBEIN 1977, GRIPP 1964 und HUCKE & VOIGT 1967).



4.10 Jura

Der Schweizer Jura ist namengebend für den von vor 205 bis 135 Millionen Jahren reichenden Jura. Die Gliederung richtet sich vorwiegend nach der Ausbildung der Gesteine. So besteht der untere oder Schwarze Jura (Lias) aus vorwiegend dunklen Tonen, Mergeln und Kalken, der mittlere oder Braune Jura (Dogger) aus eisenschüssigen Sandsteinen, Mergeln und Kalken und der obere oder Weiße Jura (Malm) aus meist hellen Kalken. Als Leitfossilien dienen Ammoniten, Belemniten sowie Brachiopoden und bei den Mikrofossilien Foraminiferen und Ostrakoden.

Recht selten und meist auch altersmäßig schwer zu bestimmen sind Sandsteine aus dem Übergangsbereich von Trias zu Jura (Rhätolias-Geschiebe, Hörsandstein und -arkose), die hin und wieder Pflanzen- und seltener Insektenreste führen. Die wohl bekanntesten Jurageschiebe sind die Liasknollen (Tab. 10) aus der sogenannten Ahrensburger Geschiebesippe (Tab. 12) mit Ammoniten, Schnecken und Muscheln in Schalenerhaltung (Taf. XX). Selten findet man in ihnen auch Wirbeltierreste, Pflanzenabdrücke und Insektenflügel. Sie sind heute leider kaum noch zu finden.

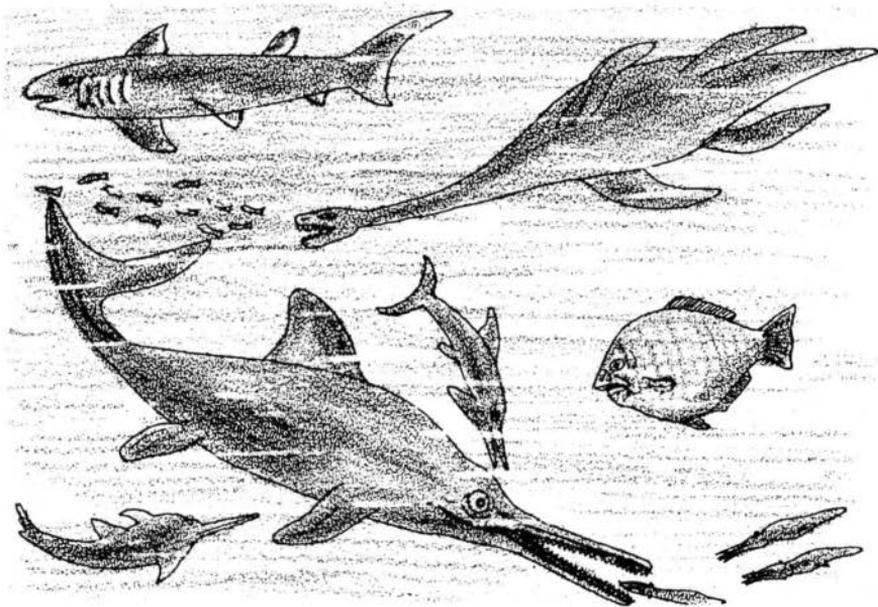


Abb. 20 Meer des Lias (umgezeichnet nach THENIUS & ZERRITSCH).

Tafel XIX (S. 70): Trias

- 1 *Myophoria* sp. (Muschelabdrücke); Muschelkalk; Reinbek bei Hamburg; AGH Nr. G 108/64 (GPIMH); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 2 Fischreste, a: Schuppe, b: Wirbel; Muschelkalk; Katharinenhof, Fehmarn; AGH Nr. G 108/65 (GPIMH); Maßstab: 5 mm (Ausschnitt).
- 3 *Mytilus* sp. (Miesmuscheln); Rhätolias-Geschiebe; Dwasieden, Rügen; Leigabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg); Maßstab: 1 cm.

Jura		Pommern, Mecklenburg		Bornholm			
		Lokalgliederung	Anstehend bei:				
Unter-Jura (Lias)	Toarcium	Oberes ζ		Lebbin (Wollin, Karziger Ufer)			
		Unteres ϵ	t n n k e	Grimmen Dobbertin			
	Pliensbachium	Domerium δ	b		Dobbertin	Marine Abteilung	Ton und Sand mit Kohlen
		Carixium γ	n g e n				eisenschüssiger Hasle-Sandstein mit <i>Beanticeras</i> <i>centaurus</i> <i>bornholmensis</i> (Myoconcha-Bank)
	Sinemurium	Lotharingium β	r			Unt. Süßwassersedimente	Schieferton, Ton und Sand mit Kohlen
		α_3	u n g e n				Sande und Tone
	Hettangium	α_2	r				Schichten mit <i>Cardinia follini</i> Thaumatopteris-Flora
		α_1	t n n k e n				

Tab. 10 Lias (verändert nach

Schonen		Geschiebe
NW- und Mittel-Schonen	SE-Schonen	
		Radiosa-affinis-Oolith brauner, phosphoritführender Kalksandstein mit <i>Grammoceras stultatum</i> graue Kalksandsteine mit <i>Gr. stultatum</i> (Jüngerer Fischgrätengestein)
Bröckeltone der Bohrung Wilhelmsfält	eisenschüssiger Sandstein mit Siderit- und Chamosit-Oolith (bis Ende Dogger γ)	graue, sandige Mergelkalke mit <i>Dactyloceras commune</i> hellgraue Kalksandsteine mit Fisch- resten (Alteres Fischgrätengestein) fossilarmer "Ruinendolomit" Kalk-Konkretionen mit <i>Elegantoceras elegantulum</i> (Ahrensburger Liasknollen) graublau und graugrüne Mergelkalke Kalk-Konkretionen mit <i>Uptonoceras acutum</i>
		Konkretionen mit <i>Pleuroceras spinatum</i> , <i>Pseudoamalteus engelhardti</i> und Holzresten Kalksandstein mit <i>Pleuroceras spinatum</i> und <i>Pseudoamalteus engelhardti</i> Sandstein mit <i>Amalteus margaritatus</i>
Sandstein von Brands- berga und Kolleberga (Mittel-Schonen)		Sphärosiderit mit <i>Androgynoceras capricornu</i> Sphärosiderit mit <i>Beanooceras centaurus bornholmensis</i>
Katlösa- Serie	Aequivalvis-Zone Cypriniformis-Zone Alveolatus-Zone Pankarpslager	Sandsteine und Tone mit <i>Uptonia jamesoni</i> Cardium-Bank Sphärosiderit mit <i>Uptonia jamesoni</i> und <i>Avicula (Oxytoma) inaequalis</i> eisenschüssiger Sandstein mit <i>Tancredia johnstuepi</i>
Döshult- Serie	Myacid-Bank Ammonitenbank Avicula-Bank	Sphärosiderit mit <i>Azletites bucklandi</i> lose Funde von <i>Gryphea arcuata</i> Sphärosiderit mit Pflanzenresten und <i>Tancredia securiformis</i>
Ob. Häisingborg-Serie	enthält unter anderem: Ostrea-Bank Pullastra-Bank Cardinia-Bank	Sandstein mit <i>Ostrea (Llostrea) hisingeri</i>
Untere Häisingborg-Serie	Mytilus-Bank <i>Llostrea hisingeri</i> und Thaumatopteris-Flora	Sandstein mit <i>Pseudomonotis gregaria</i> Sandstein mit <i>Ostrea nathorsti</i>
Hör-Sandstein (Mittel-Schonen)	Sand und Ton mit Rodelsberg- und Munka-Tagarps-Flora	Hör-Sandstein und -Arkose

e
d
c
b
a
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Jura		Pommern, Mecklenburg		Bornholm		
		Lokalgliederung	Anstehend bei:			
Ober-Jura (Malm)	U-Purbeckium					
	Tithonium	ζ	Oolithische Kalke mit Hornstein Kalke und Mergel Aucellenbank Tonmergel	Schwanteshagen		
	Kimmeridgium	ε	sandige Tonmergel dolomitischer Grünsandstein	Bartn	Tone mit Pflanzen	
		δ				
		γ				Korallen- und Nerineenkalk oolithischer Kalk mit <i>Pterocera oceanic</i> ; Natica-Mergel Pholadomyenkalk
	Oxfordium	β	Nerineenkalk mergeliger Kalk fester, gebankter Kalk			
		α				Sand-Oolith mit Kalk- und Tonbänken
	Mittel-Jura (Dogger)	Callovium	ζ	sandige Tone, Kalksandsteine		Popilany (Litauen)
		Bathonium	ε	sandiger Ton und Sandstein		Schollen b. Soltin
		Bajocium	δ	sandiger Ton und Sphärosiderit		Kammin
γ						
Aalenium		β				
	α					

Profil von Zarnglaff

in
Bohrungen
bekannt

Tab. 11 Dogger und Malm (verändert)

Schonen		Geschiebe
NW- und Mittel-Schonen	SE-Schonen	
Ton und Sand der Bohrung Katlösa	grüne, bröckelige Vitabäcktone mit brackisch-mariner Fauna	Serpulit-Geschiebe
		Portland-Geschiebe Hornstein-Geschiebe Geschiebe mit <i>Osognumon boucharadi</i> (Jütland)
	Glassand und Kaolin-Tone mit der Flora von Eriksdal	Kalkmergel mit <i>Exogyra vitgula</i> weißer Kalk mit <i>Anisocardi parvula</i> und <i>Prooilegallites compressodorsatus</i> graue Kalkmergel mit <i>Exogyra vitgula</i> und <i>Rhynchonella pinguis</i> Sandstein mit <i>Cardioceras celecki</i> blaugrauer, poröser Kalk mit Glaukonit (Fritzower Kalk)
		oolithischer Kalk mit <i>Nerinea fasciata</i> oolithischer Kalk mit <i>Perisphinctes vitgulatus</i> lose <i>Thamnastrea concinna</i> eisenreiche Sandsteine mit <i>Cardioceras alternans</i> eisenkarbonatische Sandsteine mit <i>Cardioceras cordatum</i> Sandsteine und Mergel-Konkretionen mit <i>Cardioceras tenuicostatum</i>
	Sand und Ton (kohleführend) mit der Flora von Kurremölla	Kelloway-Geschiebe (Auswahl): dunkle Mergel-Konkretionen und Sandstein mit <i>Quenstedtoceras lamberti</i> feinsandige Kalksandsteine mit Eisenoolithen und <i>Kosmoceras lithuanicum</i> eisenoolithische Kalksandsteine mit <i>Kosmoceras castor</i> , Kalksdst. m. <i>K. jason</i> Kalksandstein mit <i>Macrocephalus</i>
	eisenschüssiger Sand	Aspidoides-Oolith und Eisenoolith mit <i>Pseudomonotis echinata</i>
		Sandstein mit <i>Patkinsonia</i> Sphärosiderit mit <i>Spirifer bifurcatus</i> Sphärosiderit mit <i>Gauntlana gauntlana</i> Sphärosiderit mit <i>Stephanoceras (Metaxytes)</i>
	eisenschüssiger Sandstein mit Siderit- und Chamosit-Oolith (ab Beginn Lias δ)	

nach HUCKE & VOIGT 1967).

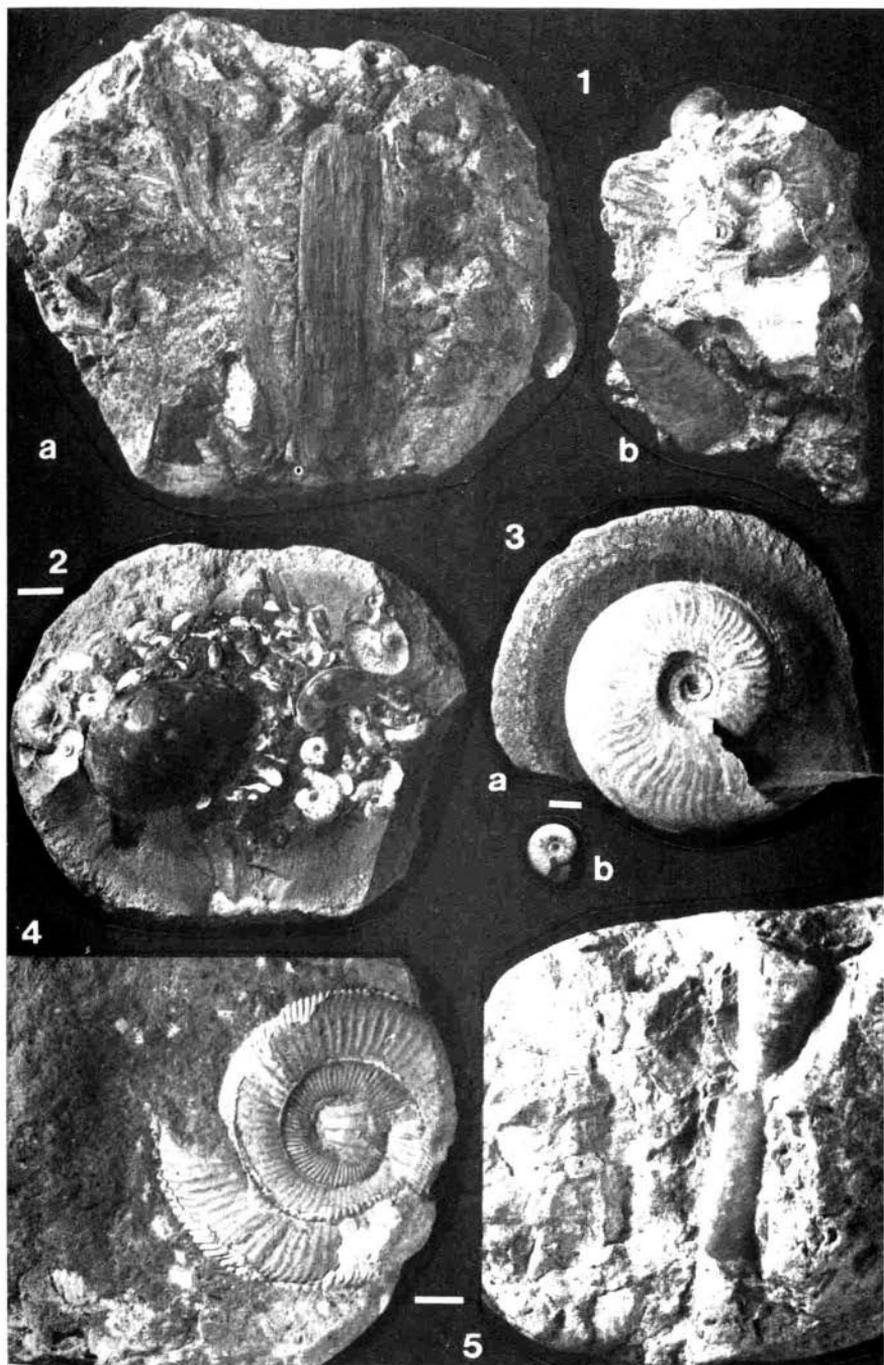
Mit etwas Glück findet man aber auch die Kelloway-Geschiebe des Dogger (Tab. 11, Taf. XXI) mit ihrer reichen marinen Molluskenfauna (vor allem Muscheln und seltener Ammoniten).

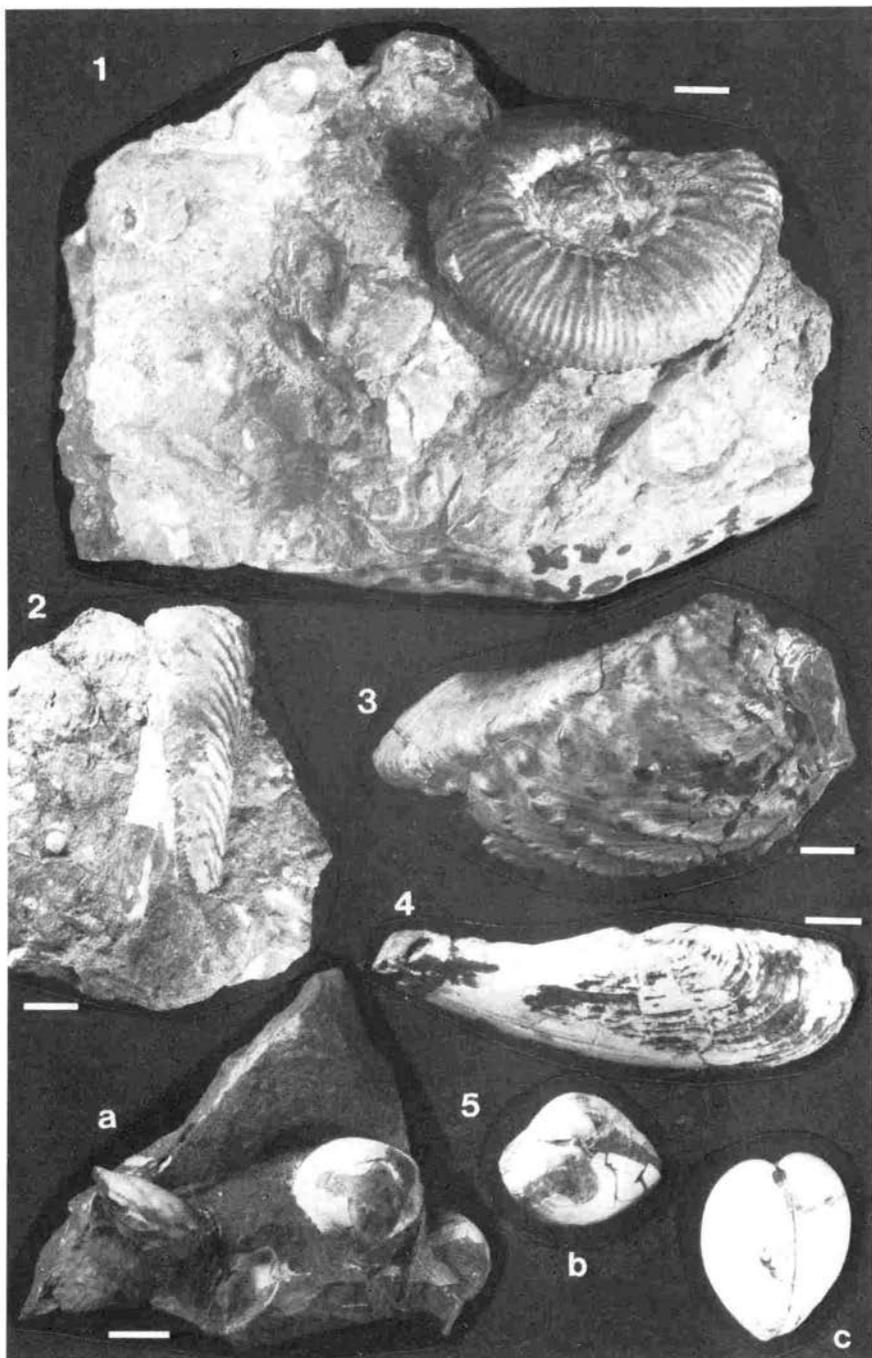
Während des Malm herrschte in den Liefergebieten und in Norddeutschland kontinentale Entwicklung vor, so daß kaum Material abgelagert wurde und fossilführende Geschiebe (Tab. 11) sehr selten sind.

- 1. Ahrensburger Liasgeschiebe (Taf. XX):** Lias δ bis ζ , meist Lias ε ; als Ahrensburger Geschiebesippe (Tab. 12) bezeichnet man eine Vergesellschaftung aus sonst seltenen Lias- und Kreidegeschieben, die auf die Region zwischen Ahrensburg und Sandesneben beschränkt ist; Lias δ -Geschiebe umfassen die Margaritatus- und die Spinatuszone, wobei die Geschiebe im verwitterten Zustand meist rostbraune Farben besitzen (Taf. XX, Fig. 1); Lias ε -Knollen sind im frischen Zustand blaugraue, meist gelblichbraun verwitternde Kalkkonkretionen mit Ammoniten in Perlmuttschalenerhaltung (*Eleganticer*as, seltener *Dactylioceras* oder andere) sowie hin und wieder Schnecken und Muscheln (Taf. XX, Fig. 2-4); selten findet man auch Wirbeltierreste (LEHMANN 1971), Pflanzenabdrücke und Insektenflügel; Lias ζ -Geschiebe sind entweder helle Kalksandsteine mit lose verstreuten Fischresten sowie anderen Fossilien (Taf. XX, Fig. 5) oder schaumigporöse Eisenoolithe mit geringer Fossilführung; Liefergebiet: vermutlich aus dem südlichen oder südwestlichen Ostseegebiet; heute kaum noch zu finden.
- 2. Kelloway-Geschiebe (Taf. XXI, Fig. 1-2):** Callovium (oberster Dogger); hellgraue, zähe, schwach eisenoolithische Kalksandsteine mit meist reicher Molluskenfauna und seltener auch Brachiopoden; Liefergebiet: anstehend aus Litauen bekannt, vermutlich aber im gesamten Untergrund der südlichen Ostsee vorhanden; häufigstes Jurageschiebe.
- 3. Basalte:** Oberjura bis Oberkreide; oft völlig frische, feinkörnige Basalte von plagioklasreichen Typen bis hin zu Nepheliniten von dunkelgrauer bis schwarzer Färbung, häufig mit glänzenden Bruchflächen; Liefergebiet: Schonen; seltenere, aber auffällige Geschiebe.

Tafel XX (S. 77): Lias

- 1** Lias δ -Geschiebe, a: Holzreste, b: *Harpoceras* sp. (Ammonit); Spinatuszone; Ahrensburg bei Hamburg; AGH Nr. G 108/66 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 2** Lias ε -Knolle mit *Eleganticer*as *elegantulum* (Ammoniten) und *Inoceramus dubius* (Muschel); Elegansschichten; Groß Hansdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/67 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 3** *Eleganticer*as *elegantulum* (Ammoniten), a: Makrokonch (σ), b: Mikrokonch (σ); Elegansschichten, Lias ε ; Groß Hansdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/68 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 4** *Dactylioceras athleticum* (Ammonit); Älteres Fischgrätengestein, Bifronschichten, Lias ε ; Groß Hansdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/69 (ehem. Slg. Kausch); Ausschnitt; Maßstab: 1 cm.
- 5** Belemnit mit Phragmokon (gekammertes Innengehäuse); Jüngeres Fischgrätengestein, Lias ζ ; Ahrensburg bei Hamburg; AGH Nr. G 108/70 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).





4.11 Kreide

Die von vor 135 bis 65 Millionen Jahre reichende Kreide erhielt ihren Namen nach dem vorherrschenden Sediment. Gegenüber der vorwiegend aus Tonen und Sanden bestehenden Unterkreide setzt sich die Oberkreide vor allem aus hellen Kalken (Schreibkreide) zusammen. Ihre Gliederung erfolgt mit Ammoniten, Belemniten und Seeigeln sowie mit den zu den Muscheln gehörenden Inoceramen und Rudisten. Leitende Mikrofossilgruppen sind die Foraminiferen und erstmals die Coccolithen, wobei letztere zu über 90% an der Bildung der Schreibkreide beteiligt sind.

Unterkreidegeschiebe sind im allgemeinen selten (Tab. 13, Taf. XXII). Nur in der Ahrensburger Geschiebesippe (Tab. 12) waren sie häufiger und dort als Kalksandsteine mit Molluskenfauna oder als glaukonitreiche Sandsteine mit Phosphoritgeröllen und Holzresten ausgebildet.

Von den diversen Oberkreidegeschieben (Taf. XXIII-XXVI) sind nur die aus der Schreibkreidefazies der Ober-Kreide als häufig bis sehr häufig zu bezeichnen. So findet man u.a. isolierte Seeigel (z.B. *Galerites*, *Echinocorys*, *Phymosoma*), Brachiopoden, Muscheln (z.B. *Pycnodonte*, *Spondylus*, *Pinna*), Crinoidenstielglieder, Schwämme (z.B. *Aulaxinia*, *Porosphaera*) und Korallen (z.B. *Parasmilia*), die oft in Feuersteinerhaltung vorliegen. Die bekanntesten Fossilien der Oberkreide sind wohl die im Volksmund als >Donnerkeile< bezeichneten Belemnitenrostron. Das Herausklopfen von Fossilien aus Feuerstein sollte man aber nur unter Wahrung größter Sicherheitsmaßnahmen (Schutzbrille!) vornehmen, da Flint äußerst scharfkantig springt und böse Verletzungen hinterlassen kann.

1. Wealdengeschiebe (Taf. XXII, Fig. 1-2): unterste Unterkreide; meist Kalksandsteine mit zerriebenem Muschelgrus oder auch sandige Kalke; die Faunen (Muscheln, Schnecken) und Floren sind eine Mischung von Brack- und Süßwasserformen; Liefergebiet: entstammen dem englisch-norddeutschen-baltischen Sedimentationsraum.
2. Glaukonitsandsteine (Taf. XXII, Fig. 4-5): Untergault (Oberaptium); dunkelgrüne, durch ein phosphathaltiges Bindemittel verkittete, kugelige bis ellipsoidische, glaukonitreiche Sandsteine mit Phosphoritgeröllen und Holzresten, seltener auch mit Ammoniten oder Krebsen; Liefergebiet: ähnliche Bildungen sind aus den Höllviken-Grünsanden Bornholms bekannt; gehören zur Ahrensburger Geschiebesippe und waren dort recht häufig.

Tafel XXI (S. 78): Dogger

- 1 *Perisphincter* Ammonit; Kelloway-Geschiebe, O-Dogger; Carpin bei Neustadt, Holstein; AGH Nr. G 108/71 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Pinna* sp. (Steckmuschel); Kelloway-Geschiebe, O-Dogger; Niederfinow bei Berlin; AGH Nr. G 108/72 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 3 *Trigonia dollfussii* (Muschel); Hirtshals, N-Jütland, Dänemark; AGH Nr. G 108/73 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 4 *Anatina* sp. (Muschel); Hirtshals, N-Jütland, Dänemark; AGH Nr. G 108/74 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 5 *Protocardia morinica* (Muscheln). a: Handstück (Maßstab: 1 cm). b: Aufsicht auf doppelklappiges Exemplar (1:1). c: Seitenansicht eines zweiten Exemplars (1:1); Hirtshals, N-Jütland, Dänemark; AGH Nr. G 108/75 (ehem. Slg. Kausch).

Alter		Ahrensburger Geschiebe-Sippe
Kreide	Ober-Kreide	Brauneisenstein-Flintkonglomerat und Kalksandsteine mit bis 5 cm großen Geröllen aus häufig oolithischen Brauneisensteinen der Radiosa-Zone des Lias ζ, Flint- und Phosphoritgeröllen sowie abgerollten <i>Lamna</i> -artigen Hai-Zähnen; ähnliche Geröll-Lagen in der Ober-Kreide Litauens bekannt
	Albium	rote, an Foraminiferen reiche Mergel mit <i>Neoholites minimus</i>
	Ober-Aptium	dunkler Grünsandstein mit phosphoritischem Bindemittel, Holz und Geröllen aus Quarz und sandigen Phosphoriten, wobei letztere u.a. die für das Apt leitenden Ammoniten <i>Dovilleceras mazzini</i> und <i>Aconeceras nioides</i> führen und auch als Gault-Phosphorite bezeichnet werden
	Barremium	quarzitische Sandsteine, die z.T. Wurzelböden mit den Abdrücken der Sandfarne <i>Hausmannia kohlmanni</i> und <i>Matonidium althausi</i> führen und östlicher Herkunft sind; vermutlich handelt es sich um Reste fossiler Dünen
	Hauterivium	jüngere Kalksandstein: hellgrau, teils Glaukonit führend, in großen Blöcken mit <i>Thetizonia minor</i> und Simbirskiten; älterer Kalksandstein: mit <i>Aegocrioceras capricornu</i> , Simbirskiten und <i>Thetizonia minor</i> , geht in Brauneisen-Konglomerate über
	Wealden	dunkle, meist bräunliche Sandsteine mit schlecht erhaltenen Muscheln der Gattung <i>Cyrena</i> , wobei die Zugehörigkeit zur Ahrens.-G. fraglich ist
Jura	Malm, Dogger	nicht vorhanden
	Lias ζ	bräunlich verwitternder, schmutzig-grüner, eigentümlich schaumig-poröser Eisenoolith; relativ häufig, aber selten mit Fossilien, wobei die pfennigstück-große Muschel <i>Pecten pumilus</i> häufiger ist, während <i>Harpoceras affine</i> , <i>Dumortiella pseudoradiosa</i> und Belemniten-Hohlformen seltener sind
		Jüngeres Fischgrätengestein: heller Kalksandstein, der häufig reich an lose verstreuten Fischresten ist, aber auch den leitenden Ammoniten <i>Grammoceras striatulum</i> , Belemniten und Holzreste führt sowie Muscheln wie die besonders häufige feingestreifte, dünnschalige <i>Pseudomonotis substriata</i>
	Lias ε	Älteres Fischgrätengestein (Bifronschichten): gelblich verwitternde, graue, sandige Kalke und plattige Kalksandsteine mit lagenweiser Anordnung der Fischreste, mit den Ammoniten <i>Dactyloceras commune</i> und <i>D. ? holandesi</i> sowie den dünnschaligen Muscheln <i>Posidonomya bronni</i> und <i>Pseudomonotis substriata</i> und mit Holzresten
		Eleganzschichten: frisch graue, angewittert graugelbe und außen fast braune Mergelkalke, die stets in runden Knollen vorkommen und reich an Prachtstücken des Ammoniten <i>Elegantoceras elegantulum</i> sind, außerdem findet man die kleine, kugelige Schnecke <i>Coelodiscus minutus</i> , Insekten- und Holzreste sowie als Besonderheit einen Flossenstachel des Hais <i>Hypodus</i> und einen fast vollständigen Schmelzschuppenfisch <i>Lepidotes elvensis</i>
		Acutussschichten: Gestein ähnlich dem der Eleganzzone, bisweilen etwas sandiger, mit den Ammoniten <i>Harpoceras acutum</i> , <i>H. costatum</i> und <i>Loboloceras stemense</i> , Saurierknochen (z.B. Ichthyosaurier), Pflanzenresten wie Koniferenzapfen und Schachtelhalmstücken sowie lagenweise angehäuften <i>Coelodiscus minutus</i> ; außer diesen Konkretionen mit gut erhaltenen Fossilien kommen grau bis gelb und rostbraun gefärbte, plattige Mergelkalke und Kalksandsteine mit schlechten, flachgedrückten Fossilien des gleichen Horizonts vor
Lias δ	Spinatuszone: rostbraun verwitternde Mergelkalkknollen, die reich an prachtvollen, häufig perlmutterglänzend erhaltenen Ammoniten (z.B. <i>Amaltheus spinatus</i>), Muscheln und Schnecken sind, zwischen denen oft Holzreste liegen; gleichaltrige plattige, glimmerhaltige Kalksandsteine führen dagegen nur eine schlecht erhaltene Fauna	
	Margaritatuszone: feste, graugrüne Siderit-Sandsteine mit brauner Rinde, in denen Fossilien wie <i>Amaltheus margaritatus</i> selten sind	

Tab. 12 Ahrensburger Geschiebesippe (nach W. ERNST 1938 aus GRIPP 1964).

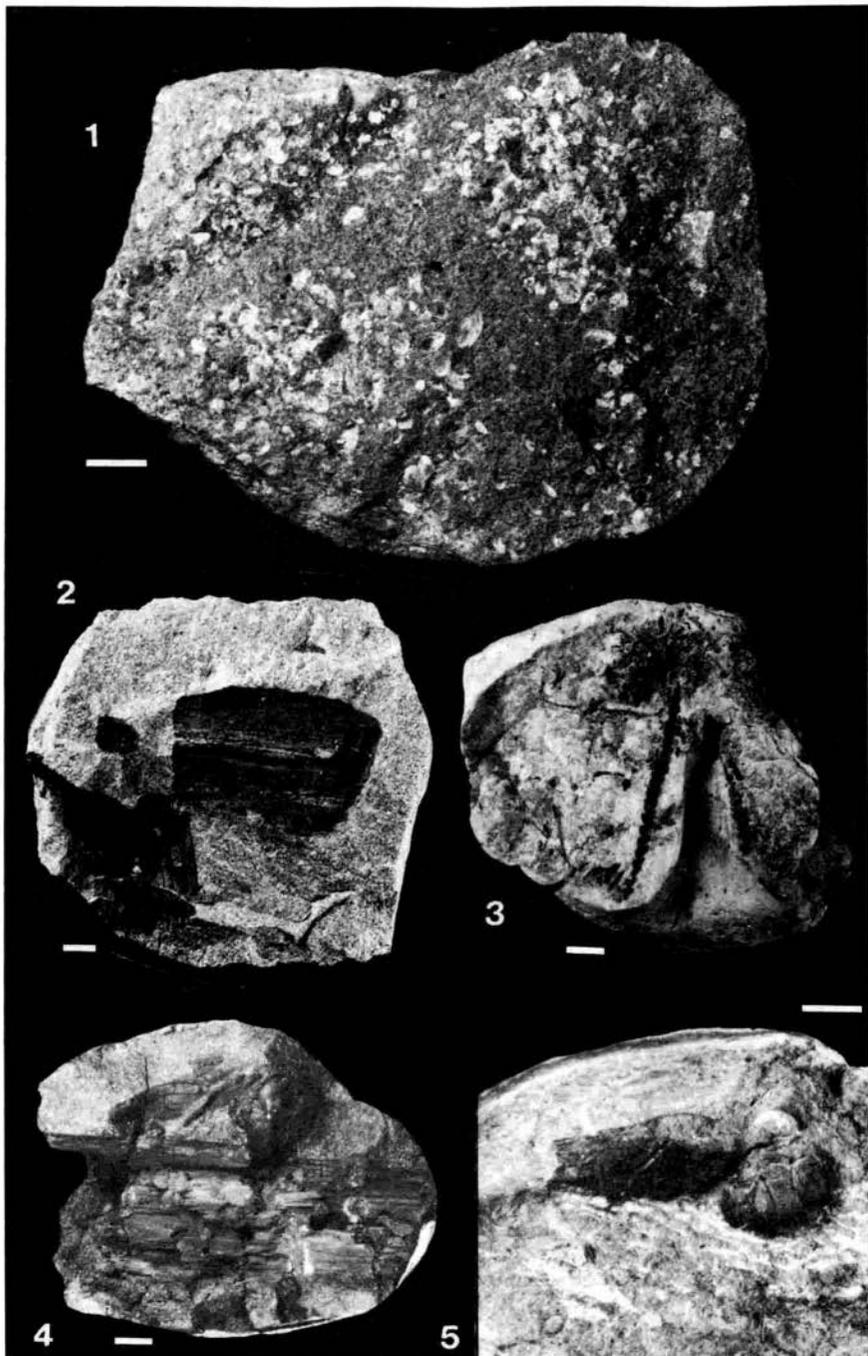


Abb. 21 Vegetation der höheren Unterkreide (umgezeichnet nach ANDREOSE 1978).

Kreide		Dänemark, Malmö-Gebiet, südl. Ostsee	Bornholm		
Ober-Kreide	Maastrichtium	Oberes (Stevnsium)	Hartgrund (Stevns Klint)		
		Unteres (Moenium)	Schreibkreide mit Feuerstein		
	Campanium	Oberes	Kalke, Kalkmergel und Schreibkreide (z.T. mit sandigen Einlagerungen und Schichtlücken)		
		Unteres			
	Santonium	Oberes			
		Mittleres			
		Unteres		Äavnodde-Grünsand mit Quarzitbänken	
	Coniacium				
	Turonium				Arnager-Kalk
	Cenomanium				Arnager-Grünsand Konglomerat von Madsegrav
Unter-Kreide	Albium			Höllviken-Grünsande	
	Aptium			Unterapt-Schichten	
	Barremium		Barrême-Schichten		
	Hauterivium				
	Valanginium				
	Berriasium		Wealden (nur südl. Ostsee)	Wealden-Schichten	

Tab. 13 Kreide (kombiniert nach BRINKMANN &

		Schonen		Geschiebe
Ystad-Gebiet	Kristianstad-Gebiet	Båstad-Gebiet		
Mergel und Kalksandsteine mit Konglomeraten	Köpinge-Sandstein			verhärtete Schreibkreide (Hartgrund) Kieselgestein mit Orbitoiden
		Åhus-Sandstein		Schreibkreide mit Feuerstein
	Valleberga-Sandstein	Grobkreide von Balsvik		Köpinge-Sandstein
		Grobkreide von Hanaskog mit weißgeflecktem Feuerstein (auch andere Orte)	Trümmerkreide und Grobkreide von Båstad	"Harte Kreide" (= Toter Kalk)
	Tosterup-Konglomerat	Trümmerkreide und Grobkreide (z.B. Ifo und Ignaberga)		schwedische Trümmerkreide mit weißgeflecktem Feuerstein
	Rödmölla-Konglomerat	Kåseberga-Gestein (Lokalmoräne)		Tosterup-Konglomerat glaukonitischer Quarzit mit <i>Gonoloteuthis quadrata</i>
Westfalica-Konglomerat	?Festländische Sdst. u. Tone (Holma- u. Ryedal-Sdst., Alter?)	Gräseryd-Gestein (Lokalmoräne)	Holma-Sandstein? glaukonitische Mergelsandsteine Bavnodde-Quarzit und -Grünsand	
			Arnager-Kalk Bandgestreifter Feuerstein Kalke u. Mergel m. <i>Doceramus labiatus</i>	
		Grünsand	Geschiebe mit <i>Schloenbachia varians</i> , <i>Serpula damesii</i> etc. Arnager-Grünsand mit Phosphorit-Konglomerat von Madsegrav	
			rote Foraminiferen-Mergel mit <i>Neoholites minimus</i> Kalksandsteine und Phosphorite mit <i>Hoplites</i>	
			Glaukonitsandsteine mit Gault-Phosphoriten	
			quarzitische Sandsteine mit Farnen, Koniferenzapfen und Wurzelböden	
			Kalksandsteine mit <i>Sibirites</i> Brauneisenstein-Konglomerate	
			Waldengeschiebe mit <i>Cyrena</i>	



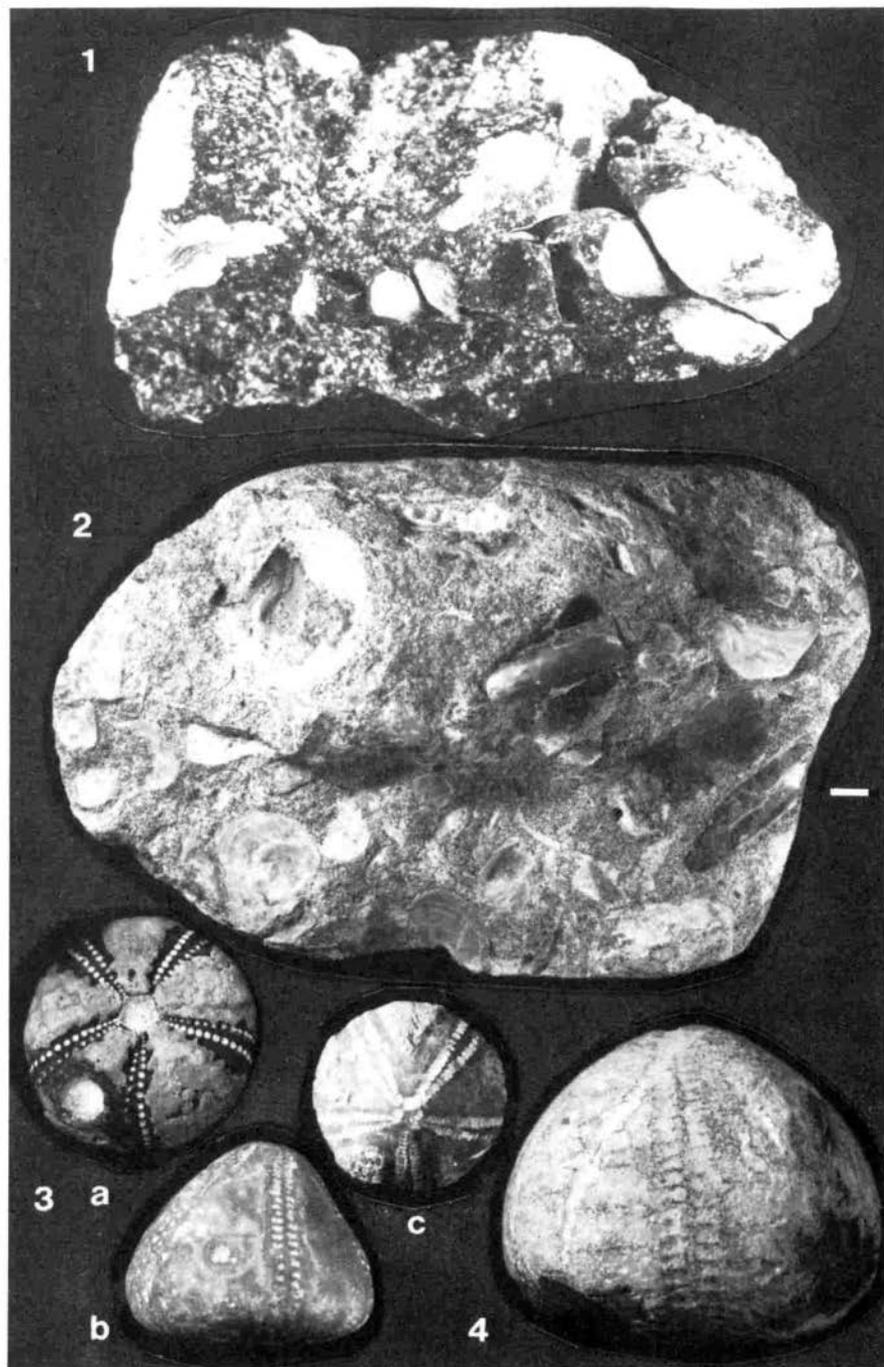
3. **Tosterup-Konglomerat:** Campanium (mittlere Oberkreide);
Konglomerat mit glaukonitischem, sandig-kalkigem Bindemittel und kanten-gerundeten Geröllen altpaläozoischer Schiefer, Sandsteine und Phosphoritknollen;
die nicht häufige Fauna besteht überwiegend aus Muscheln und Belemniten, ganz selten sind Haizahnfunde;
Liefergebiet: vermutlich Mittelschonen;
im Geschiebe von Mecklenburg bis nach Holland verbreitet.
4. **Gefleckter Feuerstein (Taf. XXIII, Fig. 1):** Campanium;
ein auf dunklem, meist schwarzem Grund durch kleine, weiße Kreidepartikel gesprenkelt erscheinender Flint, in dem ebenfalls sehr selten eine vergleichbare Fauna wie im Tosterup-Konglomerat gefunden werden kann;
Liefergebiet: anstehend in NE-Schonen, eventuell auch noch weiter im Osten.
5. **Köpinge-Sandstein (Taf. XXIII, Fig. 2):** O-Campanium bis U-Maastrichtium;
feinkörniger, glaukonitischer, durch Kalkzement verkitteter Sandstein mit Belemniten, Muscheln und vereinzelt auch Schnecken, die oft nur in Steinkernerhaltung auftreten;
Liefergebiet: vermutlich Südschonen.
6. **Schreibkreidegeschiebe mit Flint (Taf. XXIII, Fig. 3-4 bis Taf. XXVI):**
Oberkreide, vorwiegend Maastrichtium (höchste Oberkreide);
neben den hellen, mehr oder weniger festen Kalken findet man viele der aus ihnen stammenden Fossilien lose in Schalenerhaltung oder als Flintsteinkern;
die häufigsten Makrofossilien stellen die Seeigel, hinzu kommen Schwämme, Muscheln, Brachiopoden, Korallen, Belemniten und ganz selten Haizähne;

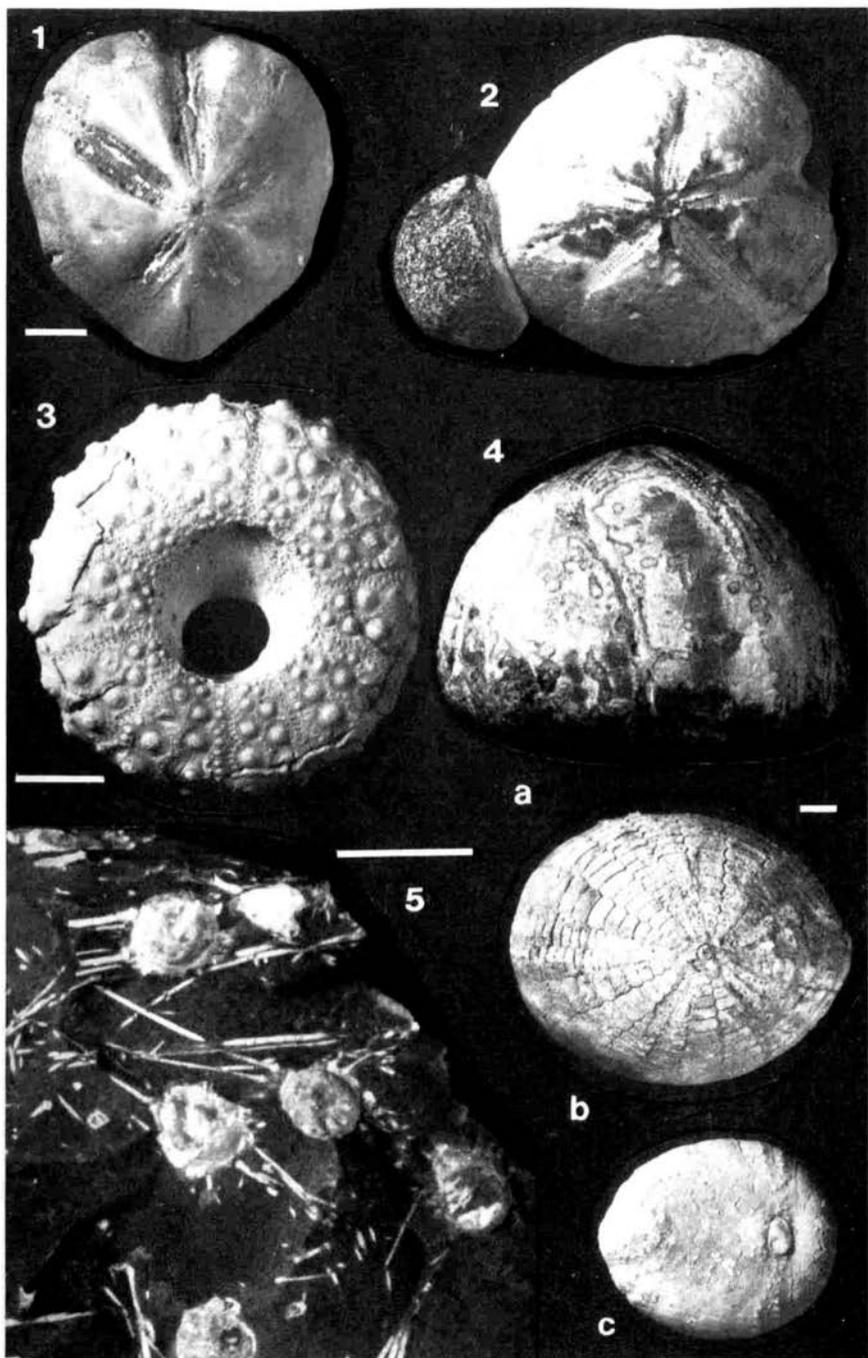
Tafel XXII (S. 84): U-Kreide

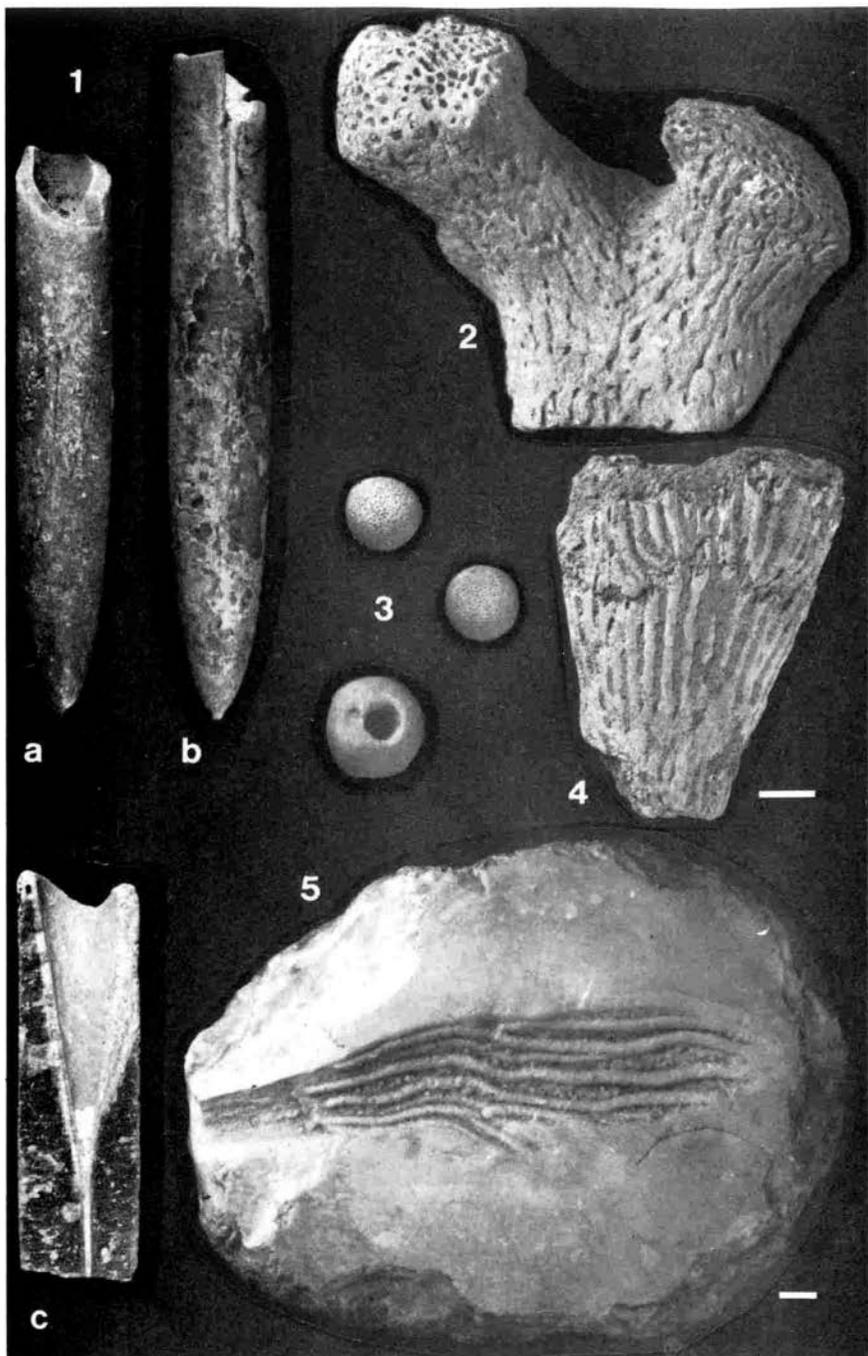
- 1 *Cyrena* sp. (Muscheln); Wealdensandstein, untere Unterkreide; Stensigmoos, Broager, Dänemark; AGH Nr. G 108/76 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 2 Holzreste; Wealdensandstein, untere Unterkreide; Havighorst bei Hamburg; AGH Nr. G 108/77 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 3 Farn; quarzitischer Sandstein, Barremium; Ahrensburg bei Hamburg; AGH Nr. G 108/78 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 4 Holzrest, angebohrt; Gault-Phosphorit, Oberaptium; Ahrensburg bei Hamburg; AGH Nr. G 108/79 (GPIMH); Maßstab: 1 cm.
- 5 Krebsrest; Gault-Phosphorit, Oberaptium; Meisdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/80 (GPIMH); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).

Tafel XXIII (S. 86): O-Kreide

- 1 Schneckensteinkern; Gefleckter Feuerstein, Campanium; Groß Hansdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/81 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 2 Belemniten- und Austernfragmente; Köpingsandstein, Obercampanium; Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/82 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 3 *Galerites* cf. *vulgaris* (Flint-Steinkerne irregulärer Seeigel). a: Blick auf die Unterseite, b: Seitenansicht eines anderen Exemplars, c: Aufsicht auf ein drittes Exemplar; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/83 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 4 *Galerites* cf. *wollemanni* (Flint-Steinkern eines irregulären Seeigels); Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/84 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.







die Mikrofauna kann durch Schlämmen gewonnen oder auch lose gefunden werden und besteht u.a. aus Bryozoen, Foraminiferen, Ostrakoden und Einzelteilen von Echinodermen;
 Liefergebiet: verbreitet in Dänemark, Südschweden, im Ostseebecken und im Baltikum;
 die häufigsten und verbreitetsten Geschiebe.

Tafel XXIV (S. 87): O-Kreide

- 1 *Micraster* sp. (Flint-Steinkern eines irregulären Seeigels); Groß Hansdorf bei Hamburg; AGH Nr. G 108/85 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Micraster* sp. (Flint-Steinkern eines irregulären Seeigels); Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/86 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 3 *Phyosoma* sp. (regulärer Seeigel in Schälenerhaltung); Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/87 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 4 *Echinocorys* sp. (Flint-Steinkerne irregulärer Seeigel), a: Seitenansicht, b: Aufsicht auf ein weiteres Exemplar, c: Unterseite eines dritten Exemplars; vermutlich Maastrichtium, eventuell aber auch Danium; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/88 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 5 ?*Salenia* sp. (regulärer Seeigel) mit Stacheln; Oberkreide?; Osterrade bei Rendsburg; AGH Nr. G 108/89 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).

Tafel XXV (S. 88): O-Kreide

- 1 "Donnerkeile" = Belemnitenrostren (innere Stützelemente eines ausgestorbenen Tintenfischverwandten), a, b: Seitenansichten, c: längsgespaltenes Stück mit Blick auf die Alveole, in der der selten erhaltene gekammerte Teil (Phragmokon, vergl. Taf. XX, Fig. 5) sitzt; Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/90 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 2 Verkieselter Schwamm; Ehestorf bei Hamburg-Harburg; AGH Nr. G 108/91 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 3 *Porosphaera* sp. (Schwämme, z.T. angebohrt); Groß Pampau bei Schwarzenbek; Leihgabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg); 1:1.
- 4 *Ventriculites* sp. (Schwamm); Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/92 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 5 *Aulaxinia sulcifera* (Schwamm-Abdruck); Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/93 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.

Tafel XXVI (S. 90): O-Kreide

- 1 *Pycnodonte vesicularis* (Muschel), a: Außenansicht, b: Innenseite, c: Seitenansicht; Friedland; AGH Nr. G 108/94 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Pycnodonte vesicularis* (doppelklappige Muschel); Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/95 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 3 *Carneithyris subcardinalis* (Brachiopode); Malente-Kreuzfeld, Holstein; Leihgabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg); 1:1.
- 4 Seestern-Platte; Schulau bei Hamburg; AGH Nr. G 108/96 (GPIMH); Maßstab: 5 mm.
- 5 *Recurvaster* sp. (Seestern-Plattenabdrücke in Flint); vermutlich Maastrichtium; Müssen bei Schwarzenbek; AGH Nr. G 108/97 (GPIMH); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 6 Krebschere in Flint; Hamburg-Bahrenfeld; AGH Nr. G 108/98 (GPIMH); 1:1.



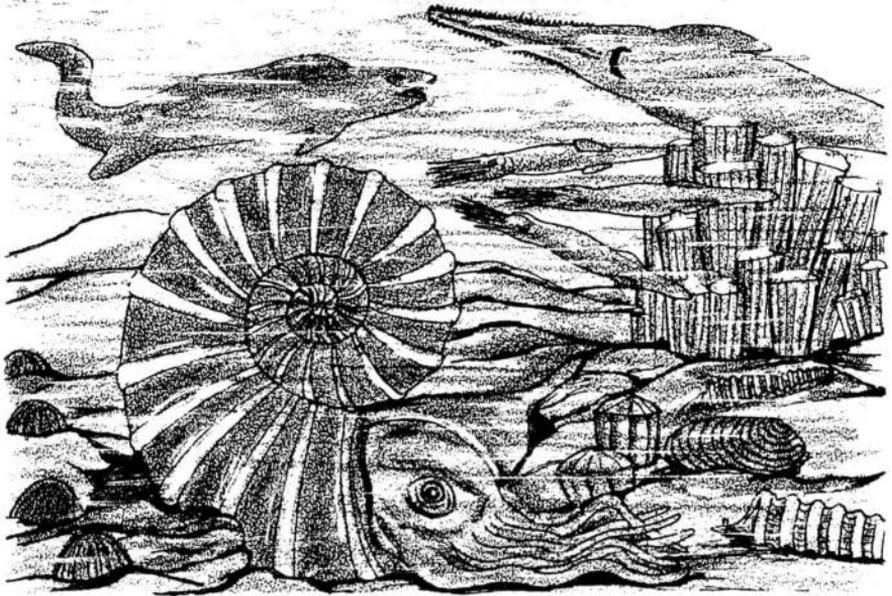


Abb. 22 Meer der Oberkreide (umgezeichnet nach THENIUS & ZERRITSCH).

4.12 Tertiär

Das Känozoikum (Erdneuzeit) begann vor 65 Millionen Jahren. Nach dem Aussterben der Dinosaurier entwickelten sich nun die Säugetiere als beherrschendes Faunenelement. Nach der alten Einteilung von ARDUINO aus dem Jahre 1759 in "Montes primitivi" (Präkambrium und Paläozoikum), "Montes secundarii" (Mesozoikum) und "Montes tertiarii" (Känozoikum) erhielt das von vor 65 bis 1,6 Millionen Jahren reichende Tertiär seinen Namen. Die Unterteilung in Alt-(Paläogen, 65–23 Mio.J.) und Jungtertiär (Neogen, 23–1,6 Mio.J.) erfolgte nach dem Anteil heute lebender Arten an der Gesamtfaina. Die marine Gliederung geschah vor allem mit Hilfe von Schnecken und Muscheln. Sie konnte durch den Einsatz von Mikrofossilien wie Coccolithen und anderes Nannoplankton sowie Foraminiferen verbessert werden. An Land dienen Säugetiere, besonders Kleinsäuger, sowie Pollen und Sporen als Leitfossilien. Im gesamten Tertiär sind die Sedimente locker oder nur wenig verfestigt und besitzen hin und wieder Einschaltungen von Braunkohlen.

Nach der im Juni 1989 veröffentlichten globalen stratigraphischen Tafel der >International Union of Geological Sciences (IUGS) besteht das Känozoikum nunmehr aus den drei Formationen Paläogen, Neogen und Quartär. Damit ist das Tertiär nur noch ein informaler Begriff, mit dem man sinnvoll Paläogen und Neogen zusammenfassen kann.

4.12.1 Paläogen

Die Schreibkreidefazies mit Flintbildung hielt in Norddeutschland und Dänemark auch zu Beginn des Tertiär noch an, weshalb das Danium früher zur

Paläogen				Leitfossilien (Schnecken, Muscheln u.a.)	
Oligozän	Oberes	Chattium	Neochatt C	<i>Pecten semicostatus</i> <i>Pecten hoßmanni</i> <i>Chlamys hausmanni</i>	
			Eochatt B A		
	Mittleres	Rupelium	Rupel- oder Septarienton		<i>Nuculana deshayesi</i>
	Unteres	Latdorfium	Neuengammer Gas-Sand	<i>Pycnodonte queteleti</i>	
Eozän	Oberes	Priabonium		<i>Dolua ambigua</i>	
		Bartonium		<i>Nummulites germanica</i>	
	Mittleres	Lutetium		<i>Pecten squamula</i>	
		"Unter-Eozän 4"		<i>Amusium corneus</i> <i>Pterea papyracea</i>	
Unteres	Ypresium	"Unter-Eozän 3"	<i>Xanthopsis leachi</i> <i>Fusus tellineatus</i> <i>Valvatina raphistoma</i>		
Paläozän	Oberes	Thanetium	O-Paläozän	"Unter-Eozän 2"	<i>Astarte tenera</i>
			Landenium	"Unter-Eozän 1"	
	M-Paläozän	Heersium	Thanetium (s. str.)	<i>Fusus cimbricus</i> <i>Pholadomya margaritacea</i> <i>Succula koenei</i>	
	Unteres	Montium	Seelandium (Parallelisierung mit Montium fraglich)	<i>Turritella nana</i> <i>Sphenotrochus latus</i> ("Fauna von Kopenhagen")	
Danium		Oberes D	<i>Tylocidaris vexillifera</i> <i>Tylocidaris hercynensis</i>		
		Mittleres C	<i>Tylocidaris beuennichi</i> <i>Tylocidaris rosenkrantzi</i>		
Unteres		B A	<i>Tylocidaris abildgaardii</i> <i>Tylocidaris odumi</i>		

Tab. 14 Paläogen (kombiniert nach HUCKE &

NW-Deutschland, Dänemark, südl. Ostsee		Geschiebe	
tonig-glaukonitische Sande und Tone glaukonitische Siderite		"Schwarten" Sternberger Kuchen und Soldiner Gestein braune Siderite Turritellen-Gesteine (z.T.)	
Ton mit Kalkgeoden		Stettiner Kugeln, Septarien	
		Bernstein	
Tonmergel, Sand, Kalksandstein	Kieselgestein	N u m m u l i t e n	Nummuliten- führende Gesteine
Mergelsande mit glaukonitischen Kalksandsteinen graugrüne Tone			Heiligenhafener Kieselgestein
Tarras	Londonton (Plastic ler)	Toneisenstein- Geoden	Braunkohlenquarzite (z.T.) Faserkalk, Tuffite, Toneisensteine und Phosphorite Basalte von Schonen
Moler (Diatomit) mit Tuffit- und Zemensteinlagen graue, kalkfreie Tone (Dänemark) paläozäne Tonsteine (N-Deutschland)	Zementsteine des Moler ("Basalttuffe")		
Kerteminde- Mergel	Grüngerindete Feuersteine ? Wallsteine ? Puddingsteine ?		
Lellinge-Grünsand glaukonitische Mergel von Kopenhagen und Grünsand von Klagshavn (Schonen)	Aschgraues Paläozängestein Paläozän-Konglomerat ? Echinodermenkonglomerat		
Crania-Kalk und Trümmerkalk (lokal)	Crania-Kalk		
Coccolithen-, Kreide- und Bryozoenkalk mit Feuerstein, lokal mit Korallenkalk (Faxe-Kalk)	Saltholmskalk (Coccolithenkalk) mit grauem Flint, Bryozoenkalk (Limsten) mit bryozoenreichem Flint, Ockergelber Hornstein mit Bryozoen und Faxe-Kalk		
Cerithium-Kalk Fischton	} Stevns Klint		Cerithium-Kalk

VOIGT 1967, TOBIEN 1986 und BONDE 1987).

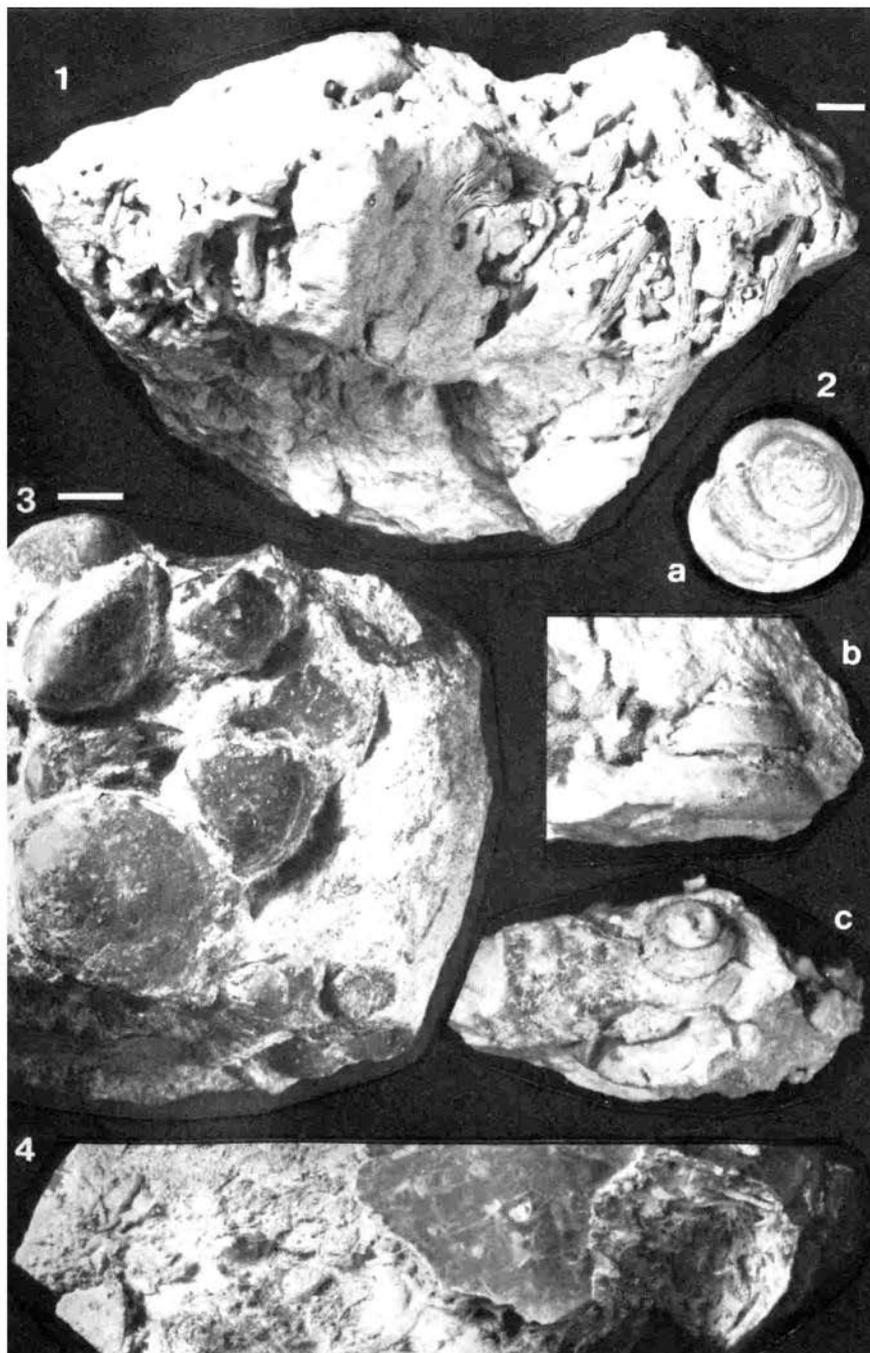


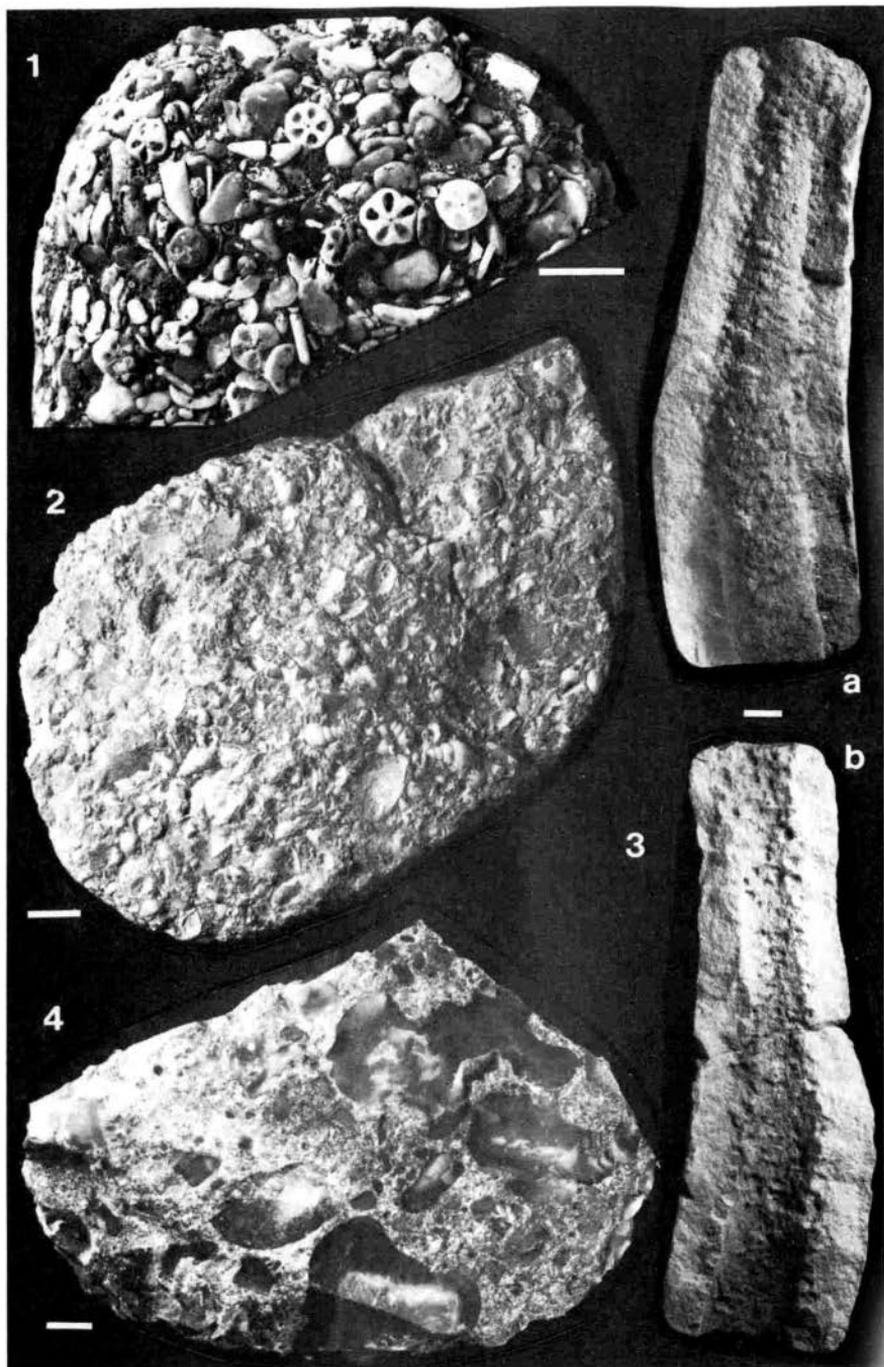
Abb. 23 Braunkohlenwald des Eozän (umgezeichnet nach THENIUS & ZERRITSCH).

Oberkreide gestellt wurde. Die Danium-Flinte sind meist an ihrer reichen Bryozoenfauna zu erkennen und von den Oberkreide-Flinten zu unterscheiden. Aber auch isolierte Seeigel (z.B. *Echinocorys obliqua*, *Brissopneustes*) sind zu finden. Als guter Hinweis zur Bestimmung dienen die keulenförmigen Stacheln des regulären Seeigels *Tylocidaris*, die im Danium Leitwert besitzen und sowohl als Hohlraum im Flint als auch isoliert gefunden werden. Ein typisches, häufiges und leicht zu erkennendes Daniumgeschiebe ist der leicht gelbliche Faxekalk, der vorwiegend aus Korallensteinkernen besteht, aber auch Schneckensteinkerne und sehr selten die Krabbe *Dromiopsis* enthält. Während die Dan-Geschiebe noch als Anstehendes in Skandinavien bekannt sind, stammen die restlichen Tertiär-Geschiebe (Tab. 14-15) vorwiegend aus dem Untergrund Norddeutschlands und der südlichen Ostsee. Ebenfalls in das Paläozän gehört das fossilreiche, nicht allzu häufige Echinodermenkonglomerat, in dem oft Haizähne zu finden sind, die aber meist leider stark abgerollt sind. Erwähnt werden sollten in diesem Zusammenhang auch noch Stücke aus den Zementsteinla-

Tafel XXVII (S. 95): Danium

- 1 *Haplophyllia faxoensis* (Korallen-Steinkerne); Faxe-Kalk, Mitteldanium; Insel Røe, Dänemark; AGH Nr. G 108/99 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Pleurotomaria* sp. (Schnecken-Steinkerne); Faxe-Kalk, Mitteldanium; Timmerhorn bei Hamburg; AGH Nr. G 108/100 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Ausschnitt).
- 3 *Chatwinothyris lens* (Brachiopoden); Saltholmekalk, Mitteldanium; Ötjendorf; AGH Nr. G 108/101 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 4 Bryozoen in Dan-Flint; Agathenburg bei Stade; AGH Nr. G 108/102 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).





gen des oberpaläozänen Molers, der anstehend am Limfjord (Nordjütland, Dänemark) zu finden ist und Fisch- sowie Insektenreste enthalten kann.

Aus dem Eozän stammen die häufigen Faserkalle, die hin und wieder zu findenden isolierten Krebsbaue *Ophiomorpha* und die seltenen Nummuliten-Gesteine.

Das Oligozän ist durch die meist seltenen Bernsteine, Septarien, Sternberger Kuchen und Turritellen-Gesteine vertreten. Die fossilreichen Sternberger Kuchen sind nicht nur in der Region um Sternberg (Mecklenburg) zu finden, sondern waren auch am Segranner Berg bei Gudow häufiger. Nicht alle Turritellen-führenden Geschiebe gehören ins Oligozän, da diese Schnecke auch im Miozän weit verbreitet ist und bis heute noch existiert.

1. Dan-Flinte (Taf. XXVII, Fig. 4): Danium;
von den Flinten der Oberkreide sind sie meist durch ihren Bryozoen-reichtum und die oft hellere Färbung zu unterscheiden;
auch aus diesen Flinten gibt es lose Fossilien wie z.B. Seeigel;
Liefergebiet: anstehend in Dänemark und Südwestschonen.
2. Saltholmskalk (= Coccolithenkalk) (Taf. XXVII, Fig. 3): Mitteldanium;
durch große Reinheit ausgezeichneter, weißer, grauweißer oder schwach gelblicher, harter Kalk mit splittrigem Bruch ohne deutliche Schichtung, der manchmal in ein graues Flintgestein übergeht oder feine Glaukonit- oder auch Quarzkörner führt;
an Fossilien findet man vor allem die Brachiopode *Chatwinothyris lens* oder den Seeigel *Echinocorys sulcatus*, alles andere ist selten;
Liefergebiet: Dänemark, südliche Ostsee und Untergrund Norddeutschlands.
3. Faxe-Kalk (Taf. XXVII, Fig. 1-2): Mitteldanium;
heller, ziemlich dichter Riffkalk mit vielen Korallensteinkernen der Gattungen *Dendrophyllia* und *Haplophyllia* sowie, ebenfalls in Steinkernerhaltung, Muscheln und Schnecken;
außerdem findet man kleine Krabbenpanzer (vor allem *Dromiopsis rugosa*), während Nautiliden und Haizähne auch im Anstehenden selten sind;
Liefergebiet: zentrales Seeland (Dänemark) bei der Ortschaft Fakse;
ein recht häufiges, leicht erkennbares Geschiebe.
4. Echinodermenkonglomerat (Taf. XXVIII, Fig. 1): unteres Paläozän;
hellgraue oder durch reichlich Glaukonit grünlich gefärbte Gesteine, die aus einer Menge z.T. aufgearbeiteter und stark abgerollter Dan-Fossilien bestehen;
dies sind vor allem Echinodermenreste, aber auch Bryozoen, Korallen, Foraminiferen, Haizähne und die Brachiopode *Crania*;
Liefergebiet: anstehend bei Kopenhagen und in der Umgebung von Malmö.

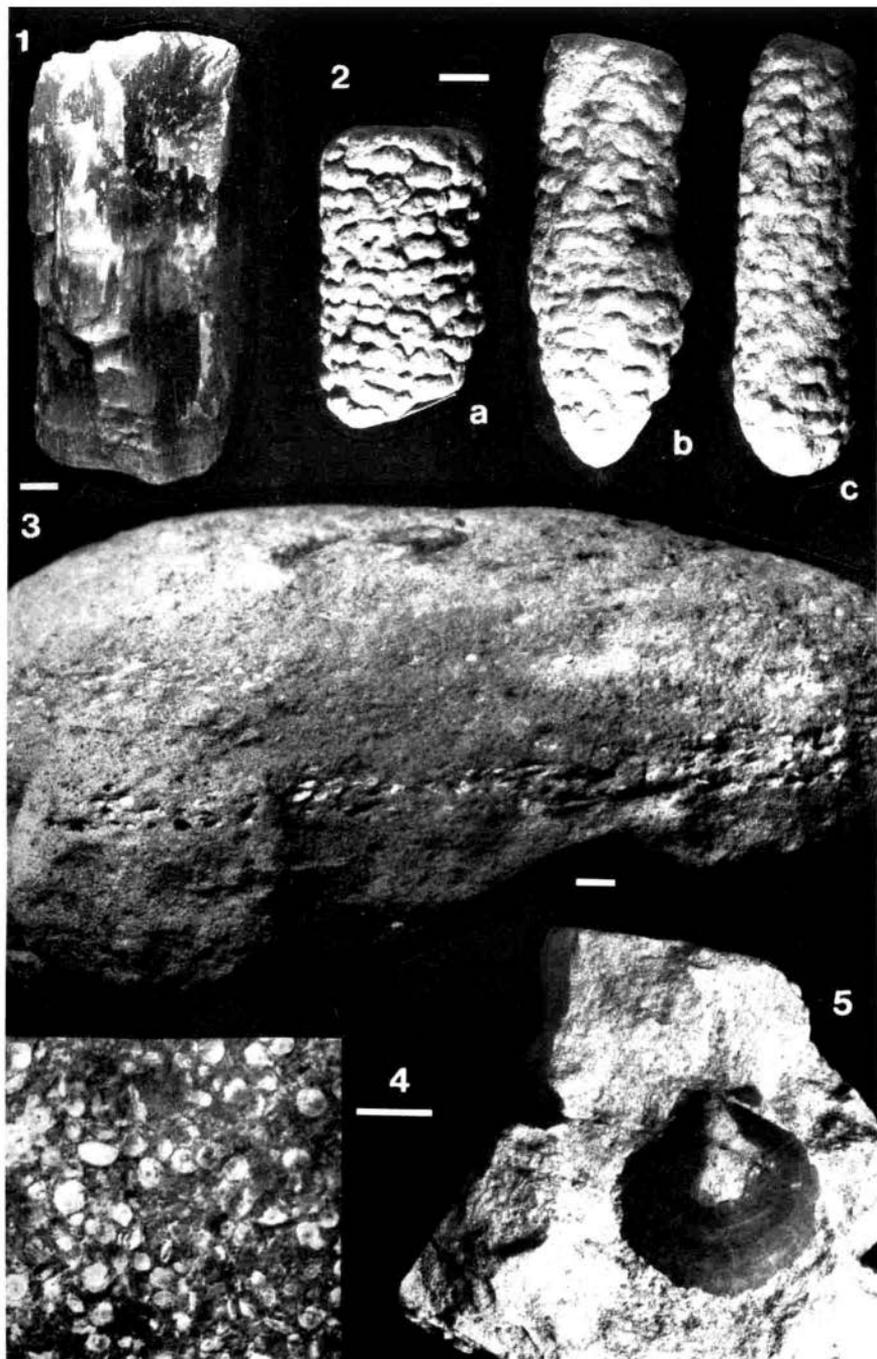
Tafel XXVIII (S. 96): Paläozän

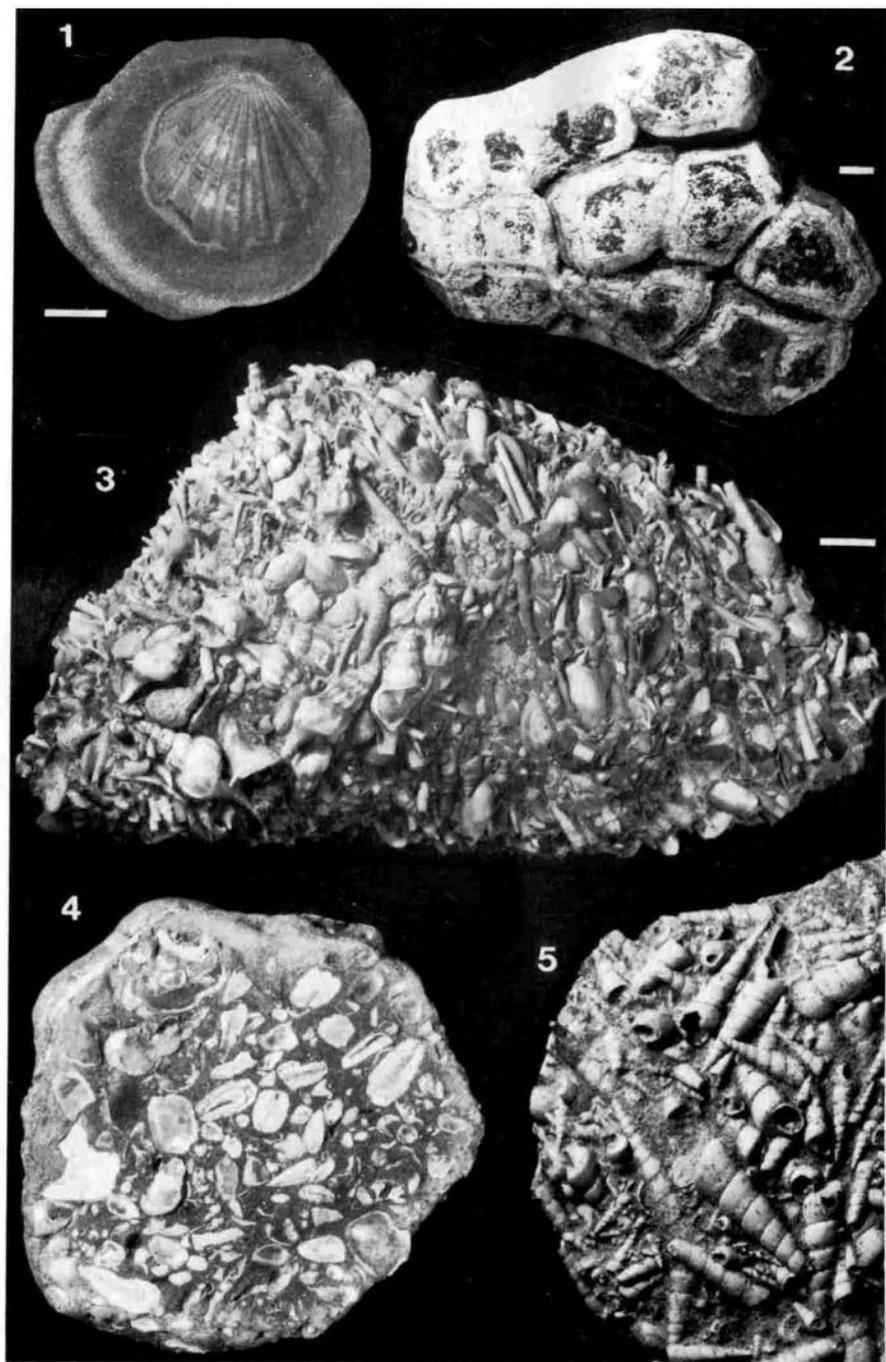
- 1 Echinodermenkonglomerat: höheres Unterpaläozän; AGH Nr. G 108/103 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt); Foto: Hähnel. [Original zu HUCKE & VOIGT 1967: Taf. 43, Fig. 1]
- 2 Aschgraues Paläozängestein: höheres Unterpaläozän; Segranner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/104 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 3 *Ophiomorpha nodosa* (Krebsbau). a: Positiv. b: Negativ; Segranner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/105 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 4 Puddingstein (Feuerstein-Konglomerat): Paläozän?; Trittau, Holstein; AGH Nr. G 108/106 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.

5. **Aschgraues Paläozängestein (Taf. XXVIII, Fig. 2):** unteres Paläozän; oft plattige, feinkörnige, glaukonitische, glimmerführende Kalksandsteine mit lagenweiser Anreicherung von Mollusken (z.B. die Schnecke *Turritella nana*), seltener auch mit Korallen, Otolithen oder Haizähnen; Liefergebiet: Ostseeraum.
6. **Grüngerindete Feuersteine:** Mittel- bis Oberpaläozän; meist wenig abgerollte Flinte mit einer von Pigmentglaukonit dunkelgrün gefärbten Rinde, unter der meist eine bräunliche Verfärbungszone zu beobachten ist; Liefergebiet: westliche Ostsee und angrenzende Gebiete.
7. **Paläozän-Konglomerat:** Alter nicht gesichert; Feuerstein-führendes Konglomerat von bräunlicher Farbe mit Quarz- und Quarzitgeröllen. Kieselschieferbröckchen und Phosphoriten, dessen Bindemittel ein grobkristalliner Kalzit ist; selten wurden in ihm Haizähne gefunden; Liefergebiet: Ostseeraum.
8. **Puddingsteine (Taf. XXVIII, Fig. 4):** Paläozän, vielleicht auch jünger; alttertiäre Flintkonglomerate mit stark abgerollten, z.T. zerbrochenen Feuersteinen und sandigem, quarzitischem oder phosphoritischem Bindemittel ohne oder mit Glaukonitkörnern; Leitfossilien fehlen; Liefergebiet: Ostseeraum.
9. **Wallsteine:** Paläozän, vielleicht auch jünger; durch die alttertiären Transgressionen stark abgerollte Flinte mit kleinen, halbmondförmigen Schlagmarken; Liefergebiet: Ostseeraum.
10. **Zementsteine (= "Basalttuff"):** Oberpaläozän; tiefschwarze, harte, marine Tuffite, die bei höherem Kalkgehalt hellere Färbung sowie gradierte Schichtung zeigen und meist eine gelblich braune Verwitterungsrinde besitzen; auf der meist ebenen Oberfläche sind hin und wieder Fisch-, Pflanzen- und/oder Insektenreste zu finden; Liefergebiet: anstehend im Moler des Limfjordes (N-Jütland, Dänemark), aber auch nördlich davon durch Bohrungen in der Nordsee bis östlich vor Schottland bekannt, wobei die Aschen einem basaltischen Vulkangebiet im Skagerak vor der SW-Küste des nordeuropäischen Kontinents entstammen (BONDE 1987).

Tafel XXIX (S. 99): Eozän

- 1 Faserkalk: Untereozän: Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/107 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Ophiomorpha nodosa* (Krebsbaue): Untereozän: Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/108 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 3 Nummulitenkalk (Foraminiferen): Obereozän: Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/109 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 4 *Camerina germanica* (Foraminiferen): Nummulitenkalk, Obereozän, Klecken bei Hittfeld, Nordheide; AGH Nr. G 108/110 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 5 mm (Ausschnitt).
- 5 *Amusium [Pecten] corneus* (Muschel): Heiligenhafener Kieselgestein, Mitteleozän: Rissen bei Hamburg; AGH Nr. G 108/111 (ehem. Slg. Kausch); 1:1 (Ausschnitt).





11. **Faserkalk** (Taf. XXIX, Fig. 1): Untereozän;
plattiger, gelblich-grünlicher Kalk mit stengeliger Anordnung der Kristalle, der verwittert oft an fossiles Holz erinnert;
diese Calcitkristalle sind während der Diagenese in marinen, mergeligen Tuffiten senkrecht zur Schichtung gewachsen (ILLIES 1949: 10-13);
Liefergebiet: Ostseegebiet, wobei die Verbreitung bis nach Norddeutschland reicht (z.B. Tongrube Havighorst zwischen Hamburg und Bergedorf).
12. **Toneisensteine, Phosphorite** (Taf. XXIX, Fig. 2): Untereozän;
gelblich- bis rötlichbraune Toneisensteingeoden oder lederbraune Phosphorite mit Krebsbauten (z.B. *Ophiomorpha*), Muscheln und Insektenresten, selten auch mit Knochenfischfragmenten;
Liefergebiet: beides sind diagenetische Bildungen des sogenannten Tarras-Tones, der ebenfalls im Ostseegebiet und dessen weiterer Umgebung verbreitet ist.
13. **Heiligenhafener Kieselgestein** (Taf. XXIX, Fig. 5): Mitteleozän;
feinkörniges, glaukonitisches, kieseliges, hartes, graugrünes Gestein mit deutlicher Feinschichtung, in dem sich selten Makrofossilien finden lassen (meist die Muschel *Amusium*);
Name nach der Geschiebe-Scholle am >Hohen Ufer< bei Heiligenhafen;
Liefergebiet: Ostseeraum.
14. **Nummuliten-führende Gesteine** (Taf. XXIX, Fig. 3-4): ob. M- bis O-Eozän;
hellgraue, glaukonitische Kalké mit deutlicher Schichtung;
sie enthalten Nummuliten und/oder andere Foraminiferen sowie lagenweise angereicherte Mollusken als Hohlräume oder Steinkerne, seltener mit weißer Schalenerhaltung, und noch seltener sind Funde von Haizähnen;
Liefergebiet: Ostseeraum, anstehend auch im Untergrund von Mecklenburg nachgewiesen.
15. **Bernstein**: Oligozän;
gelbliches bis bräunliches fossiles Harz mit geringem spezifischen Gewicht;
hin und wieder mit tierischen (vor allem Insekten) und pflanzlichen Resten in hervorragender Erhaltung (Inclusen);
Liefergebiet: der Baltische Bernstein ist etwa 40 Millionen Jahre alt (Obereozän), findet sich aber meist auf sekundärer Lagerstätte in der oligozänen >Blauen Erde< des Samlandes, von wo auch der größte Teil der Geschiebefunde stammen dürfte.

Tafel XXX (S. 100): Oligozän

- 1 *Pecten stettinensis* (Muschel): Stettiner Kugel. Mitteloligozän: Szczecin (Stettin). Polen: Leihgabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg): Maßstab: 1 cm.
- 2 *Septaria*: Mitteloligozän: Segrahner Berg. Holstein: AGH Nr. G 108/112 (ehem. Slg. Kausch): Maßstab: 1 cm.
- 3 Sternberger Kuchen: Oberoligozän: Segrahner Berg. Holstein: AGH Nr. G 108/113 (ehem. Slg. Kausch): Maßstab: 1 cm.
- 4 Otolithen (Fischgehörsteine) der Familie Gadidae (Kabeljau- und Dorschverwandte): Sternberger Kuchen. Oberoligozän: Schulau bei Hamburg: AGH Nr. G 108/114 (ehem. Slg. Kausch): 1:1.
- 5 *Turritella* sp. (Turmschnecken): Turritellengestein. Oberoligozän?: Segrahner Berg. Holstein: AGH Nr. G 108/115 (ehem. Slg. Kausch): 1:1 (Ausschnitt).

16. **Septarien (Taf. XXX, Fig. 2):** Mitteloligozän;
Kalkkonkretionen mit Schwundrissen, in denen meist honiggelber Kalzit auskristallisiert ist;
selten sind Funde von Mollusken und Krebsen;
Liefergebiet: Ostseeraum, aber auch weit nach Norddeutschland hinein verbreitet.
17. **Stettiner Kugeln (Taf. XXX, Fig. 1):** Mitteloligozän;
kugelig-knollige Sandsteinkonkretionen mit schichtweise massenhaft auftretenden Otolithen ("Gehörsteine": aragonitische Bildungen im Gehör von Fischen zur Gleichgewichtsregulierung), die meist zu Kabeljauverwandten gehören, sowie Mollusken, Krebsen, Seeigeln und selten Haizähnen;
Liefergebiet: Ostseeraum;
auf den weiten Umkreis der Oderbucht (Ost-Mecklenburg, Polen) beschränkt.
18. **Sternberger Kuchen (Taf. XXX, Fig. 3-4):** Oberoligozän;
konkretionäre Bildungen mit ursprünglich kalzitischem oder sideritischem Bindemittel, die zu rostbraunen Limonitsandsteinen oder Brauneisenschalen verwittern;
reichhaltige Fauna aus Mollusken in Schalenerhaltung, seltener, aber doch relativ häufig mit Haizähnen;
Liefergebiet: Ostseeraum;
besonders in Mecklenburg um Sternberg herum angereichert, aber auch in Südholstein (z.B. Segrahner Berg) zu finden.
19. **Turritellen-Gesteine (Taf. XXX, Fig. 5):** Oberoligozän;
kalkige Geschiebe mit oft parallel eingebetteten Turritellen (Turmschnecken) in Schalenerhaltung oder mehr oder weniger glaukonitische Siderite mit ebenfalls oft eingeregelteten Turritellen-Steinkernen;
hierher gehören vielleicht auch die Stomatopoden-führenden (Heuschreckenkrebse) Konkretionen (LIENAU 1985);
Liefergebiet: Ostseeraum;
einige Turritellen-Gesteine dürften allerdings in das Miozän gehören, so daß die genaue zeitliche Eingliederung makroskopisch ausgesprochen schwierig ist.
20. **"Schwarten":** Oberoligozän;
helle Kalksandsteine mit fester Ober- und Unterschicht und dazwischen liegender weicherer Lage mit schichtweise angereicherten Mollusken sowie selten auch anderen Fossilien wie z.B. Hai- oder Rochenzähnen;
Liefergebiet: Ostseeraum;
diese vor allem aus der Kiesgrube von Groß Pampau bei Schwarzenbek bekannten Geschiebe dürften nach ihren Otolithen und Mollusken ins höchste Oberoligozän zu stellen sein (MONTAG, persönl. Mitt.).

4.12.2 Neogen

Das bekannteste Tertiärgeschiebe ist das fossilreiche Holsteiner Gestein des Untermiozän (Tab. 15), das fast ausschließlich aus Molluskenschalen besteht. Es kann aber auch als limonitische Variante nur Steinkernerhaltung aufweisen. Besonderheiten sind Funde von Haizähnen in diesem Geschiebe. Weitere Miozängeschiebe sind Hemmoorer und Reinbeker Gestein. Aus den Glimmertonen des Mittel- und Obermiozän liegen viele Muscheln und Schnecken isoliert vor und manchmal auch einige Haizähne. Ebenfalls in das Miozän sind die verkieselten, isolierten Hölzer zu stellen.

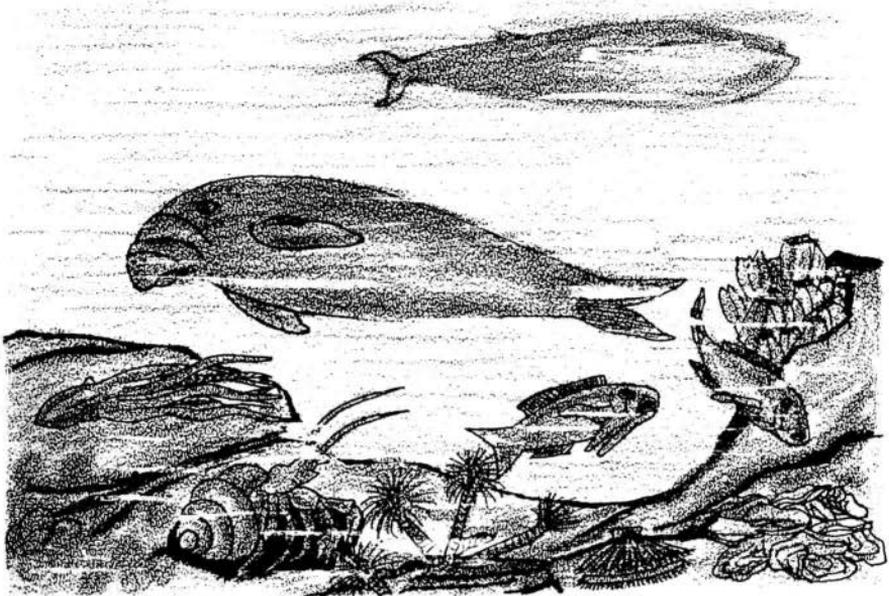


Abb. 24 Meer des Miozän (umgezeichnet nach THENIUS & ZERRITSCH).

1. Versteinerte Hölzer (Taf. XXXIII, Fig. 1): Miozän;
relativ häufig zu findende verkieselte Hölzer mit weiß bis hellgelb ausgebleichter Oberfläche und oft bis tiefdunkelbraunem Kern stammen vermutlich aus den Unteren oder Oberen Braunkohlensanden des Unter- und Mittelmiozän;
seltenerer sideritische Geschiebehölzer dürften dagegen aus obermiozänen Glimmertonen stammen;
Liefergebiet: Ostseeraum, anstehend auch aus dem Untergrund Norddeutschlands bekannt.
2. Holsteiner Gestein (Taf. XXXI): Vierlandium (unteres Untermiozän);
oft große und äußerst fossilreiche rötlich-braune bis gelbbraune Konkretionen mit Mollusken in Schalenerhaltung, Bryozoen, Haizähnen und anderen Fossilien;
manchmal auch stark angewittert, so daß nur Steinkerne von Mollusken vorliegen, die oft recht mürbe sind, während Haizähne stabiler gegenüber Verwitterung reagieren und weiterhin gut erhalten sind;
Liefergebiet: Ostseeraum, anstehend auch aus dem Untergrund Norddeutschlands bekannt.
3. Hemmoorer Gestein (Taf. XXXII, Fig. 1): Hemmoorium (oberes Untermiozän);
oft sehr große, ellipsoidische, graue Kalksandsteinkonkretionen mit kalkigem oder sideritischem Bindemittel;
ebenfalls fossilreich, außer Mollusken in Schalenerhaltung selten auch Seeigel;
Liefergebiet: Ostseeraum, anstehend auch aus dem Untergrund Norddeutschlands bekannt.

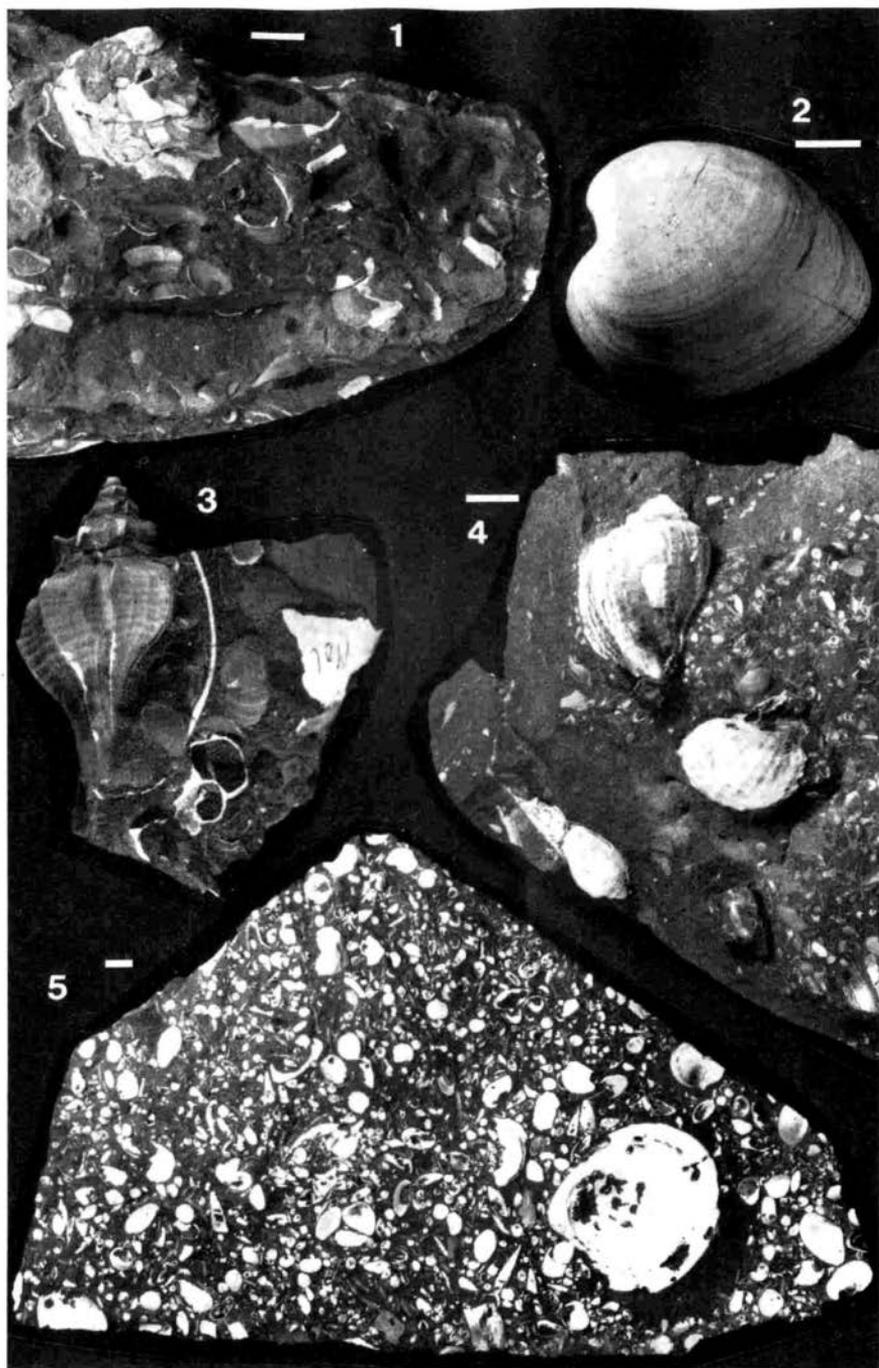
Neogen				Leitfossilien (Schnecken, Muscheln)	
Pliozän	Oberes	Astium		[paläozoische Fossilien des Baltikums auf sekundärer Lagerstätte]	
	Unteres	Zanclium Tabanium	Morsurnium	<i>Hinia reticosa</i>	
Miozän	Oberes	Messinium	Syltium	<i>Carinastarte rollei</i> <i>Liomesus ventrosus</i> <i>Aquillofusus eximius</i>	
		Tortonium	Gramium	<i>Carinastarte zelmersi</i> <i>Aquillofusus semiglaber</i>	
			Langenfeldium	Langenfeldium (s. str.)	<i>Nicania glenel</i> <i>Carinastarte vetula</i> <i>Aquillofusus luneburgensis</i> <i>Uromitra wittai</i>
	Serravallium	Lüneburgium		<i>Ashtarotha anus</i>	
	Mittleres	Langhium	Reinbekium	<i>Scalaspira festiva</i> <i>Streptodictyon abruptus</i> <i>Crassispira cimbrica</i> <i>Magnella andersoni</i> <i>Bittium obsoletum</i>	
		Unteres	Burdigalium	Hermoorium	Oxlundium
	Behrendorfium			<i>Chicoreus scalariiformis</i> <i>Aquillofusus siebsi</i> <i>Tritonella cimbrica</i> <i>Clavatula boreoromana</i> <i>Elaeocyma diensti</i>	
	Aquitanium		Vierlandium	<i>Ephora wlechmanni</i> <i>Nassarius meyni</i> <i>Aquillofusus guerichi</i>	

Tab. 15 Neogen (verändert)

NW-Deutschland, Dänemark	Geschiebe
fluviatiler Kaolinsand mit Braunkohle	verkiegelte Fossilien des Ordovizium und Silur aus dem Kaolinsand
Feinsand, unten zu Limonitsandstein verkittet	
dunkler Glimmerton, oben z.T. Glimmersand	lose Mollusken, Haizähne u.a. sowie Toneisenstein-Geoden ("Miozäne Kugeln") des Glimmertons
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>Kalksandstein und Sande</p> <p>Hamburger Ton</p> <p>Sande</p> </div> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <p>Obere</p> <p>Braunkohlensande</p> <p>Untere</p> </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">Reinbeker Gestein Dwoberger Gestein</div> <div style="margin-bottom: 10px;">Hemmoorer Gestein und lose Mollusken</div> <div>Holsteiner Gestein und lose Mollusken</div> </div>

verkiegelte und sideritische Geschiebe und sideritische

nach HUCKE & VOIGT 1967).



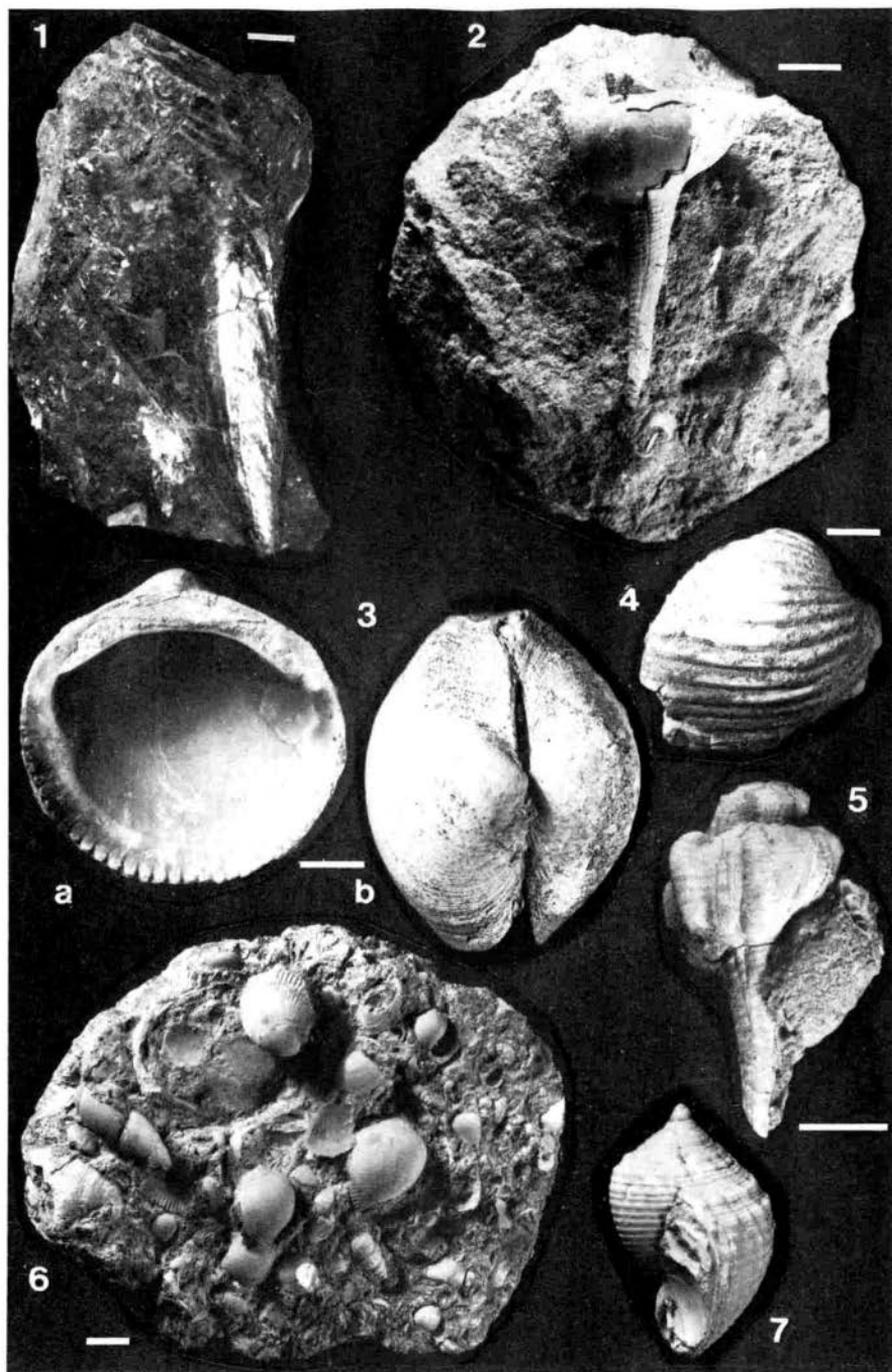
4. Reinbeker Gestein (Taf. XXXII, Fig. 2-7): unt. Reinbekium (unt. M-Miozän); helle, ungeschichtete, mürbe Kalksandsteine, die dunkle, phosphoritische Partien enthalten können; fossilreich, aber artenärmere Molluskenfauna als im Holsteiner oder Hemmoorer Gestein; außerdem findet man manchmal Seeigel und kleinwüchsige Krebse sowie selten auch Haizähne; Liefergebiet: Ostseeraum, anstehend auch aus dem Untergrund Norddeutschlands bekannt.
5. "Miozäne Kugeln": vermutlich Obermiozän; Toneisensteinkonkretionen mit heller bis rötlicher, oft harter Limonitkruste entstammen wahrscheinlich obermiozänen Glimmertonen; in ihrem sehr harten bis manchmal recht weichen Inneren finden sich selten und dann meist in Einzelexemplaren Mollusken, Krebse, Haizähne oder Fischschuppen; Liefergebiet: Ostseeraum, anstehend auch aus dem Untergrund Norddeutschlands bekannt.
6. lose Fossilien (Taf. XXXIII, Fig. 2-8): Miozän, eventuell älter; die in den Schmelzwassersanden zu findenden losen Mollusken und Haizähne dürften ebenfalls zum größten Teil aus obermiozänen Glimmertonen stammen, können seltener aber auch aus älteren Tönen umgelagert sein; selten sind andere Wirbeltierreste wie Schildkröten-Plattenfragmente oder Walwirbel.

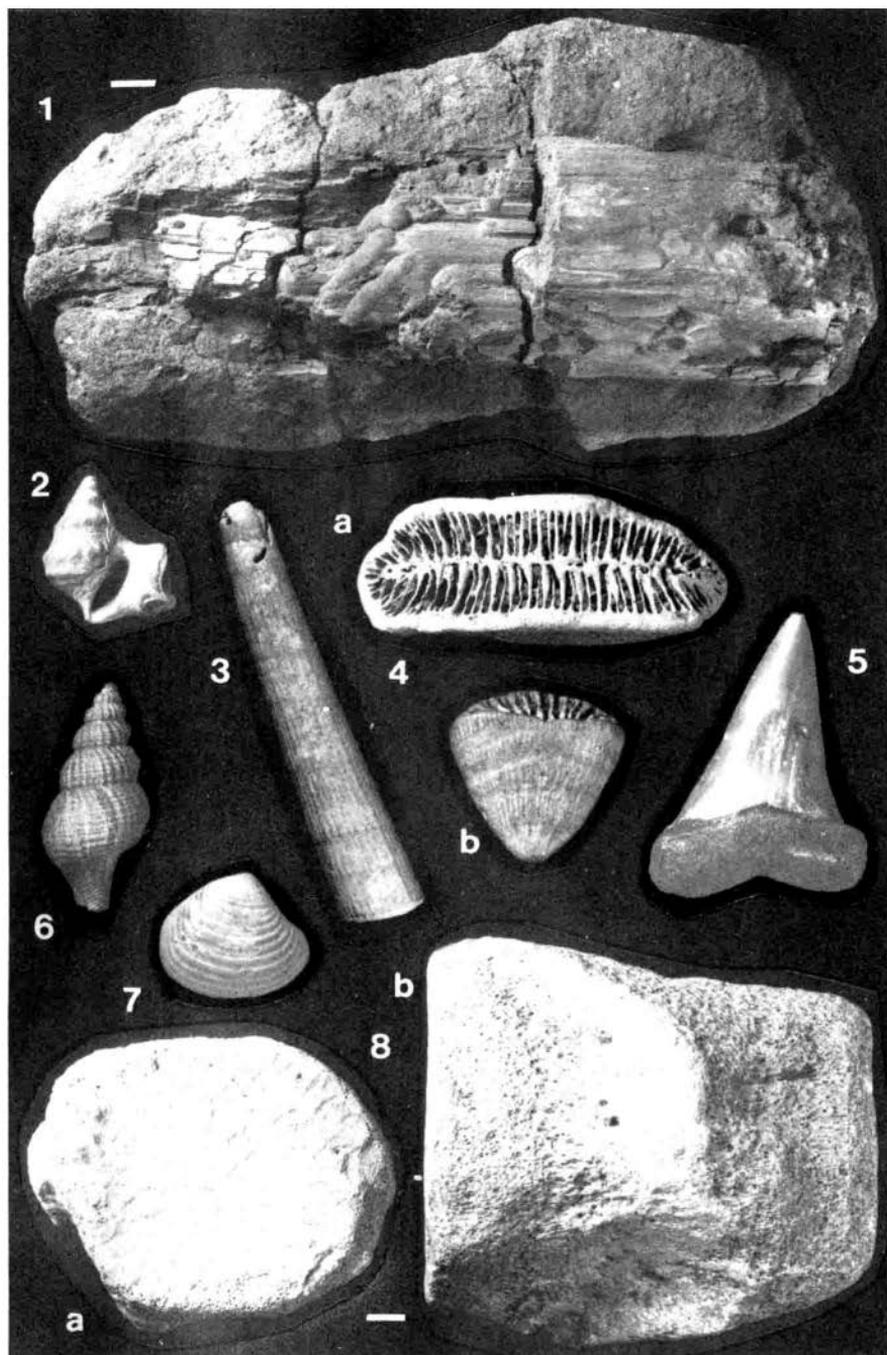
Tafel XXXI (S. 106): Holsteiner Gestein, U-Miozän

- 1 *Xenophora burdigalensis* (Lastträgerschnecke); Vierth bei Malente, Holstein; AGH Nr. G 108/116 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 2 *Glossus lunulatus* (Muschel); Sierksdorf, Lübecker Bucht; AGH Nr. G 108/117 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 3 *Chicoreus aquitanicus* (Schnecke); Malente, Holstein; AGH Nr. G 108/118 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 4 *Ficus conditus* (Schnecke); Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/119 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 5 Holsteiner Gestein; Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/120 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.

Tafel XXXII (S. 108): U-/M-Miozän

- 1 *Pinna* sp. (Steckmuschel); Hemmoorer Gestein, höheres Untermiozän; Hemmoor bei Stade; AGH Nr. G 108/121 (ehem. Slg. Ansoerge); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Murex spinicosta* (Schnecke); Reinbeker Gestein, unteres Mittelmiozän; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/122 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm (Ausschnitt).
- 3 *Glycymeris* sp. (Muschel); Reinbeker Gestein, unteres Mittelmiozän; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/123 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 4 *Isocardia harpa* (Muschel); Reinbeker Gestein, unteres Mittelmiozän; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/124 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 5 *Murex* sp. (Schnecke); Reinbeker Gestein, unteres Mittelmiozän; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/125 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 6 Reinbeker Gestein; unteres Mittelmiozän; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/126 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 7 *Semicassis* sp. (Schnecke); Reinbeker Gestein, unteres Mittelmiozän; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/127 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.





5. Danksagung

Die Zusammenstellung dieser Ausstellung erfolgte auf Anregung durch die Stadt Westerland nach Vermittlung von Herrn Ulrich von Hacht (Hamburg). Für die Mithilfe bei der Ausrichtung der Ausstellung danke ich Dipl.-Geol. Klaus H. Eiserhardt (Geol.-Paläont. Inst. u. Mus., Univ. Hamburg = GPIMH), Frau Gisela Pöhler (Buxtehude), Dr. Roger Schallreuter (GPIMH) und Herrn Fritz N. Wissing (Reinbek). Das Plakat zeichnete meine Frau Bettina und bei der Computer-Schrift half mir Dipl.-Geol. Uwe Marheinecke (GPIMH).

Weiterführende Mitteilungen für den Ausstellungskatalog und kritische Durchsicht des Manuskriptes verdanke ich Herrn Bernhard Brüggemann (Hamburg), Dr. Ulrich Dornsiepen (Berlin), Dr. Jürgen Ehlers (Geol. L.-Amt Hamburg), Herrn Eiserhardt, Dr. Theo Engeser (GPIMH), Dipl.-Geol. Christian Gillbricht (Norderstedt), Dr. Wolfgang Hansch (Sektion Geol. Wiss., Univ. Greifswald), Herrn Jürgen Kausch (Hamburg), Cand. Geol. Nico Lehmann (GPIMH), Herrn Hans-Jürgen Lierl (GPIMH), Herrn Marheinecke, Prof. Dr. Klaus-Dieter Meyer (Niedersächs. L.-Amt Bodenforsch., Hannover), Herrn Andreas Montag (Hamburg), Herrn Schallreuter und Prof. Dr. h.c. Ehrhard Voigt. Die Abbildungen zeichnete meine Frau Bettina.

6. Literatur

In diesem Literaturverzeichnis sind nicht nur die zur Abfassung dieses Ausstellungskatalogs benötigten Publikationen berücksichtigt, sondern auch weiterführende, zum Einstieg in die Geschiebekunde geeignete. Ein umfassendes Literaturverzeichnis liefern die Bibliographien von KAERLEIN (1969, 1985, 1990).

ANDERBERG, A. & JOHANSSON, J. (1981): Trilobiterna i Närke. - 182 S., 94 Abb., 2 Tab.; Örebro (Kambria).

ANDREOSE, M. [Hrsg.] (1977): Das Leben im Meer. - 268 S., 251 Abb.; Mannheim, Wien, Zürich (Bibliographisches Institut). - [Reihe: Die Geheimnisse der Urzeit, 2]

Tafel XXXIII (S. 109): O-Miozän

- 1 *Teredo* sp. ("Schiffsbohrwurm" = in Holz bohrende Muschel); Sideritisches Holz; Hoisbüttel bei Hamburg; AGH Nr. G 108/128 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.
- 2 *Aporrhais alata* (Schnecke); Groß Pampau bei Schwarzenbek; Leihgabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg); 1:1.
- 3 *Dentalium badense* (Scaphopode); Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/129 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 4 *Flabellum* sp. (Einzelkoralle). a: Aufsicht, b: Seitenansicht eines zweiten Exemplars; O-Miozän?; Brodtener Ufer bei Travemünde; AGH Nr. G 108/130 (ehem. Slg. Kausch); 1:1.
- 5 *Macrorrhizodus hastalis* (Haizahn); Groß Pampau bei Schwarzenbek; Leihgabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg); 1:1.
- 6 *Aquilofusus luneburgensis* (Schnecke); Groß Pampau bei Schwarzenbek; Leihgabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg); 1:1.
- 7 *Astarte (Carinastarte) vetula* (Muschel); Groß Pampau bei Schwarzenbek; Leihgabe Slg. Hans-Werner Lienau (Hamburg); 1:1.
- 8 Walwirbel. a: Blick von vorne, c: Seitenansicht eines zweiten Exemplars; O-Miozän?; Segrahner Berg, Holstein; AGH Nr. G 108/131 (ehem. Slg. Kausch); Maßstab: 1 cm.

- ANDREOSE, M. [Hrsg.] (1978): Amphibien und Riesensaurier. - 268 S., 229 Abb.; Mannheim, Wien, Zürich (Bibliographisches Institut). - [Reihe: Die Geheimnisse der Urzeit, 3]
- ANSORGE, J. (1990): Insektenreste (Blattodea, Coleoptera) aus einer "Rhät/Lias"-Sphärosideritkonkretion von Dwasieden/Rügen/DDR. - Geschiebekunde aktuell, 6 (1): 7-15, 8 Abb.; Hamburg.
- BERGSTRÖM, J. & BLESS, M. J. M. & PAPROTH, E. (1985): The Marine Knabberud Limestone in the Oslo Graben: Possible Implications for the Model of Silesian Palaeogeography. - Z. dt. geol. Ges., 136: 181-194, 3 Abb.; Hannover.
- BONDE, N. (1987): Møler - its origin and its fossils especially fishes. - 53 S., 73 Abb.; Nykøbing (Skamol).
- BRINKMANN, R. & KRÖMMELBEIN, K. (1977): Brinkmanns Abriß der Geologie. II: Historische Geologie. - 10./11. Aufl.: IX + 400 S., 70 Abb., 20 Tab., 63 Taf., 20 stratigr. Übers.; Stuttgart (Enke). - [Neubearb. K. KRÖMMELBEIN]
- BRINKMANN, R. & ZEIL, W. (1975): Brinkmanns Abriß der Geologie. I: Allgemeine Geologie. - 11. Aufl.: VIII + 246 S., 228 Abb., 28 Tab.; Stuttgart (Enke). - [Neubearb. W. ZEIL]
- BROOD, K. (1982): Gotländska fossil. - 95 S., 33 Abb., 29 Taf.; Stockholm (Norstedt).
- CHORLTON, W. (1983): Eiszeiten. - 176 S., 106 Abb.; Amsterdam (Time-Life). - [Reihe: Der Planet Erde]
- CHRISTENSEN, S. (1985): Sedimentpetrographie und Geochemie der Moränen. - In: HEITFELD, K.-H. [Hrsg.]: Ingenieurgeologische Probleme zwischen Locker- und Festgestein: 467-476, 1 Abb., 3 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).
- DEGENS, E. T. & HILLMER, G. & SPAETH, Chr. [Hrsg.] (1984): Exkursionsführer Erdgeschichte des Nordsee- und Ostseeraumes. - XV + 575 S., 152 Abb., 23 Tab., 14 Taf., 5 Kt.; Hamburg (Selbstverlag Geol.-Paläont. Inst. u. Mus. d. Univ.). - [Exkursionsführer Geotagung 1984 DGG u. Paläont. Ges.]
- DEGN, Chr. & MUUSS, U. (1963): Topographischer Atlas Schleswig-Holstein. - 202 S., 160 Abb., 1 Kt.; Neumünster (Wachholtz).
- DE JONG, J. (1988): Climatic variability during the past three million years, as indicated by vegetational evolution in Northwest Europe and with emphasis on data from The Netherlands. - Phil. Trans. Roy. Soc. London, B 318: 603-617, 11 Abb.; London.
- EHLERS, J. (1978): Feinkieszählungen nach der niederländischen Methode im Hamburger Raum. - Geschiebesammler, 12 (2/3): 47-64, 7 Abb., 2 Taf.; Hamburg.
- EHLERS, J. [Hrsg.] (1983): Glacial deposits in North-West Europe. - 470 S., 409 Abb., 18 Tab., 95 Farbfotos; Rotterdam (Balkema).
- EHLERS, J. (1989): Eiszeiten mit Gletschern! - Geowiss., 7 (12): 359-361; Weinheim.

- EHLERS, J. & STEPHAN, H.-J. (1983): Till fabric and ice movement. - In: EHLERS, J. [Hrsg.]: Glacial deposits in North-West Europe: 267-274, Abb. 282-288; Rotterdam (Balkema).
- EICHBAUM, K. W. & MEIER, H. & ZACHAU, A. (o.J.): Geschiebefundorte im Raume Hamburg - Schleswig-Holstein - Niedersachsen. - Geschiebesammler, Sonderh. 1: 62 S., 23. Abb.; Hamburg.
- GRIPP, K. (1964): Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. - 411 S., 63 Abb., 41 Tab., 57 Taf., 3 Kt.; Neumünster (Wachholtz).
- GROSS, W. (1965): *Bothriolepis* cf. *panderi* LAHUSEN in einem Geschiebe von Travemünde bei Lübeck. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 34: 138-141, 2 Abb.; Hamburg.
- GRUBE, F. (1985): Geotechnik der Moränen. - In: HEITFELD, K.-H. [Hrsg.]: Ingenieurgeologische Probleme im Grenzbereich zwischen Locker- und Festgesteinen: 449-466, 4 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).
- HABER, H. (1989): Eiskeller oder Treibhaus - Zerstören wir unser Klima? - 254 S., 91 Abb.; München (Herbig).
- HACHT, U. von [Hrsg.] (1985): Fossilien von Sylt. - 131 S., 6 Abb., 3 Tab., 30 Taf.; Hamburg (I.-M. von Hacht).
- HACHT, U. von [Hrsg.] (1987): Fossilien von Sylt II. - 327 S., 42 Abb., 8 Tab., 72 Taf.; Hamburg (I.-M. von Hacht).
- HACHT, U. von [Hrsg.] (1990): Fossilien von Sylt III. - 338 + XX S., 23 Abb., 9 Tab., 89 Taf.; Hamburg (I.-M. von Hacht).
- HACHT, U. von & LIERL, H.-J. (1985): Amethyste und Bergkristalle als Geschiebe im nordischen Vereisungsgebiet. - Schr. Naturwiss. Ver. Schleswig-Holstein, 55: 81-95, 1 Abb., 4 Taf.; Kiel.
- HAYS, J. D. & IMBRIE, J. & SHACKLETON, N. J. (1976): Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages. - Science, 194 (4270): 1121-1132, 9 Abb., 6 Tab.; Washington, D.C.
- HERRIG, E. (1979): Ein Blick in die erdgeschichtliche Entwicklung des Nordteils der DDR: Die "Geologische Landessammlung der Nordbezirke" in der Sektion Geologische Wissenschaften der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. - 56 S., 54 Abb., 1 Tab.; Greifswald (E.-M.-A.-Univ.).
- HESEMANN, J. (1975): Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen. - 267 S., 44 Abb., 29 Tab., 8 Taf., 1 Anl.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrhein-Westfalen).
- HILLMER, G. & WEITSCHAT, W. (1983): Führer durch die Schausammlung Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum. - 177 S., 69 Abb., 2 Tab.; Hamburg (Christians).
- HOHL, R. [Hrsg.] (1981): Die Entwicklungsgeschichte der Erde. - 6. Aufl.: 703 S., 340 Abb., 53 Tab., 48 Taf.; Leipzig (VEB Brockhaus). - [Brockhaus Nachschlagewerk Geologie]
- HUCKE, K. & VOIGT, E. (1967): Einführung in die Geschiebeforschung. - 132 S., 24 Abb., 5 Tab., 50 Taf., 2 Kt.; Oldenzaal (Nederlandse Geol. Ver.). - [hersg. u. erw. v. E. VOIGT]

- ILLIES, H. (1949): Die Lithogenese des Untereozäns in Nordwestdeutschland. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 18: 5-44, 2 Taf.; Hamburg.
- IMBRIE, J. & PALMER IMBRIE, K. (1981): Die Eiszeiten. - 256 S., 49 Abb.; Düsseldorf, Wien (Econ).
- IUGS [Hrsg.] (1989): Global Stratigraphic Chart. - Episodes, 12 (2): 1 Tab. (Supplement); Ottawa.
- KABEL-WINDLOFF, C. (1986): Zur Geologie des Brodtenner Ufers. - Geschiebesammler, 20 (3): 71-88, 9 Abb., 1 Tab.; Hamburg.
- KAERLEIN, F. (1969): Bibliographie der Geschiebe des pleistozänen Vereisungsgebietes Nordeuropas. - Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg, 38: 7-117; Hamburg.
- KAERLEIN, F. (1985): Bibliographie der Geschiebe des pleistozänen Vereisungsgebietes Nordeuropas Teil II. - Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg, 59: 201-359; Hamburg.
- KAERLEIN, F. (1990): Bibliographie der Geschiebe des pleistozänen Vereisungsgebietes Nordeuropas Teil III. - Arch. Geschiebekde., 1 (1): 49-64; Hamburg.
- KORN, J. (1927): Die wichtigsten Leitgeschiebe der nordischen kristallinen Gesteine im norddeutschen Flachlande. - VI + 64 S., 1 Tab., 14 Taf.; Berlin (Preuß. Geol. L.-Anst.).
- KRUMBIEGEL, G. & KRUMBIEGEL, B. (1981): Fossilien der Erdgeschichte. - 406 S., 311 Abb., 17 Tab., 24 Taf.; Stuttgart (Enke). - [Lizenzausgabe vom VEB Dt. Verl. Grundstoffindustrie, Leipzig]
- LEHMANN, U. (1971): Faziesanalyse der Ahrensburger Liasknollen auf Grund ihrer Wirbeltierreste. - Mitt. Geol. Inst. TU Hannover, 10: 21-42, 2 Abb., Taf. 3-5; Hannover. - [Sonderh. O. SICKENBERG]
- LEHMANN, U. & HILLMER, G. (1988): Wirbellose Tiere der Vorzeit. - 2. Aufl.: XIII + 279 S., 282 Abb., 10 Tab.; Stuttgart (Enke).
- LICHTER, G. (1979): Fossilien bergen, präparieren und ausstellen. - 144 S., 39 Abb., 7 Tab.; Stuttgart (Kosmos, Franckh). - [Kosmos Handbuch]
- LIENAU, H.-W. (1980): Über Fischreste in Beyrichienkalken (Dritter Teil). - Geschiebesammler, 14 (2/3): 53-78, 4 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Hamburg.
- LIENAU, H.-W. (1985): Heuschreckenkrebe aus dem Geschiebe. - Geschiebesammler, 19 (1): 1-8, 4 Abb., 1 Taf.; Hamburg.
- LIENAU, H.-W. (1986): Vom Urknall bis zum Steinesammeln. - IV + 129 S., 128 Abb., 40 Tab.; Hamburg (Selbstverlag). - [VHS-Skript]
- LIENAU, H.-W. (1989): Das Ordovizium des Siljan-Gebietes (Dalarna, Mittel-Schweden). - Geschiebekunde aktuell, Sonderh. 1: 22 S., 16 Abb., 4 Taf.; Hamburg.
- LIENAU, H.-W. (1990a): Ein Fischrest (Heterostraci, Agnatha) in Lavendelblauem Hornstein (ob. M-Ordovizium - O-Silur) von Sylt. - In: HACHT, U. von [Hrsg.]: Fossilien von Sylt III: 211-218, 4 Abb.; Hamburg.

- LIENAU, H.-W. (1990b): Das Brodtener Ufer und seine Geschiebe. - In: WEIDERT, W. K. [Hrsg.]: Klassische Fundstellen der Paläontologie II: 248-254, 12 Abb.; Korb (Goldschneck). - [erscheint im Herbst 1990]
- LIERL, H.-J. (1989): Mineralien aus Geschieben. - Geschiebekunde aktuell, 5 (2): 35, 1 Abb. (Titelfoto S. 33); Hamburg.
- MARCINEK, J. (1982): Droht eine nächste Kaltzeit? - 128 S., 45 Abb., 4 Tab.; Leipzig, Jena, Berlin (Urania). - [Akzent, 57]
- MEYER, K.-D. (1990): Pleistozäne Vergletscherung in Mitteleuropa. - Geowiss., 8 (2): 31-36, 10 Abb.; Weinheim. - [m. Beitr. v. W. JARITZ]
- OEKENTORP, K. [Hrsg.] (1986): Eiszeitliche Sedimentärgeschiebe. Fossilien aus dem Münsterländer Kiessandzug. - 52 S., 51 Abb., 2 Tab.; Münster (Geol.-Paläont. Mus. d. Univ.). - [Ausstellungskatalog zu Funden der Sammlergemeinschaft Rheine - Enschede]
- PROBST, E. (1986): Deutschland in der Urzeit. - 479 S., 357 Abb., 24 Tab., 36 Taf.; München (Bertelsmann).
- RICHTER, E. & BAUDENBACHER, R. & EISSMANN, L. (1986): Die Eiszeitgeschiebe in der Umgebung von Leipzig. - Altenburger Naturwiss. Forsch., 3: 136 S., 7 Tab., 51 Abb. auf 31 Taf.; Altenburg.
- ROHDE, C. & SCHÜTZ, E. & VÖGE, K. (1989): Steine sprechen. Norderstedt und seine Umgebung. - 58 S., 93 Abb., 1 Tab.; Norderstedt (Arbeitskreis Fossilien der VHS).
- RUDOLPH, F. (1990): Trilobiten aus dem Geschiebe. - Fossilien, 7 (4): 177-181, 8 Abb., 1 Tab.; Korb (Goldschneck).
- SCHALLREUTER, R. (1987): Geschiebekunde in Westfalen. - Geol. Paläont. Westf., 7: 5-13, 1 Abb., 1 Taf.; Münster.
- SCHALLREUTER, R. & SCHÄFER, R. (1987): Karbonsandstein als Lokalgeschiebe. - Geol. Paläont. Westf., 7: 65-73, 2 Abb., 1 Taf.; Münster.
- SCHALLREUTER, R. & VINX, R. & LIERL, H.-J. (1984): Geschiebe in Südostholstein. - In: DEGENS, E. T. & HILLMER, G. & SPAETH, Chr. [Hrsg.]: Exkursionsführer Erdgeschichte des Nordsee- und Ostseeraumes: 107-147, 3 Abb., 2 Taf.; Hamburg (Selbstverlag Geol.-Paläont. Inst. u. Mus. d. Univ.).
- SCHMIDT, K. (1978): Erdgeschichte. - 3. Aufl.: 294 S., 100 Abb., 16 Tab.; Berlin, New York (de Gruyter). - [Sammlung Göschen, 2616]
- SCHRANK, E. (1972): Protacea, Encrinuridae und Phacopina (Trilobita) aus silurischen Geschieben. - Geol., 21, Beih. 76: 117 S., 4 Abb., 1 Tab. (Beil.), 21 Taf.; Berlin.
- SCHWARZBACH, M. (1988): Das Klima der Vorzeit. - 4. Aufl.: VIII + 380 S., 191 Abb., 41 Tab.; Stuttgart (Enke).
- ŠIBRAVA, V. & BOWEN, D. Q. & RICHMOND, G. M. (1986): Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere. - Quaternary Sci. Rev., 5: 510 S., 147 Abb., 39 Tab. + Tabellenanhang; Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt (Pergamon).

- SMED, P. (1988): Sten i det danske landskab. - 181 S., 79 Abb., 3 Tab., 33 Taf.; Brenderup (Geografforlaget).
- ŠPINAR, Z. V. & BURIAN, Z. (1978): Leben in der Urzeit. - 6. Aufl.: 228 S., 87 Abb.; Hanau (Dausien).
- STEL, J. H. (o.J.): Erratische Favositidae der nördlichen Niederlande. - Geschiebesammler, Sonderh. 2: 203 S., 20 Abb., 4 Tab., 52 Taf.; Hamburg.
- THENIUS, E. & ZERRITSCH, F. (o.J.): Die Geschichte des Lebens auf der Erde. - 10 Wandkarten; Wien (Hoffmanndruck).
- TOBIEN, H. [Coord.] (1986): Nordwestdeutschland im Tertiär / Northwest Germany during the Tertiary. - XXVI + 763 S., 129 Abb., 55 Tab., 30 Taf.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger). - [Beitr. Reg. Geol. Erde, 18]
- VOIGT, E. (1968): Ein unterkarbonischer Fund von *Gigantoproductus* bei Hamburg. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 37: 69-75, 1 Abb., Taf. 21; Hamburg.
- WELIN, E. (1980): Tabulation of recalculated radiometric ages published 1960 - 1979 for rocks and minerals in Sweden. - Geol. För. Stockholm Förh. [für 1979], 101 (4): 309-320, 1 Tab.; Stockholm.
- WOLDSTEDT, P. & DUPHORN, K. (1974): Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. - 3. Aufl.: XII + 500 S., 90 Abb., 27 Tab.; Stuttgart (Koehler).
- ZANDSTRA, J. G. (1988): Noordelijke kristallijne Gidsgesteenten. - XIII + 469 S., 169 Abb., 43 Tab., 16 Taf, 1 Kt.; Leiden, New York, Kobenhavn, Köln (Brill).

Zeitschriften: Archiv für Geschiebekunde (seit 1990), Boreas (seit 1972, vor allem Quartärgeologie), Eiszeitalter und Gegenwart (seit 1951, vor allem Quartärgeologie), Geschiebekunde aktuell (seit 1985), Der Geschiebesammler (seit 1966), Staringia (seit 1971, nicht nur Geschiebethemen), Zeitschrift für Geschiebeforschung (1925-1944).

