

Forschungen
aus den Naturwissenschaften



documenta

naturae

ISSN 0723-8428

Nummer **22** München 1984

Alttertiäre Fossilien
Helmstedt, Niedersachsen



Herausgeber: Dr. Hans-Joachim Gregor Dr. Heinz J. Unger
 Hans-Sachs-Str. 4 Nußbaumstr. 13
 D-8038 Gröbenzell D-8058 Altenerding

Druck: copy shop gmbh
 D-6100 Darmstadt

Vertrieb: Buchhandlung KANZLER
 Gabelsbergerstr. 55
 D-8000 München

Bestellung: bei der Buchhandlung und den Herausgebern
Anfragen: direkt bei den Herausgebern

Die Schriftenreihe erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten Geologie, Paläontologie, Botanik, Anthropologie, Vor- und Frühgeschichte, Domestikationsforschung, Stratigraphie usw.

Für den Inhalt zeichnen die Verfasser verantwortlich, für die Gesamtherstellung die Herausgeber.

Da die DOCUMENTA naturae auf eigene Kosten gedruckt werden, bitten wir um Überweisung der Schutzgebühr auf das Konto-Nr. 6410317280 bei der Bayer. Hypotheken- und Wechselbank München (BLZ 700 200 01), Konto-Inhaber: H.-J. Gregor.

Schutzgebühr für diesen Band: DM 14.--

Umschlagbild-Entwurf und -Zeichnung:
Hans-Werner und Bettina Lienau

Das Bild stellt einen Ausschnitt aus den Gehlbergsschichten (Obereozän) der Nordrandböschung des ehemaligen Tagebaues "Treue" dar, davor je ein Ober- und Unterkieferzahn eines fossilen Haies (Notorynchus). Ein Lebensbild dieses Exemplars ist als Ergänzung zur Fundstelle gezeichnet.

Inhalt

Seite

LIENAU, H.-W.: Die marinen Deckschichten (Mitteloozän -
Unteroligozän) der Helmstedter Braunkoh-
len (Niedersachsen, BRD).....1-120

Adresse des Authors: Dipl.-Geol. Hans-Werner Lienau
Beerentalweg 41
D-2100 Hamburg 90

Documenta naturae	22	S.1-120	23 Abb.	17 Tab.	12 Taf.	München 1984
-------------------	----	---------	---------	---------	---------	--------------

Die marinen Deckschichten (Mittelleozän - Unteroligozän)
der Helmstedter Braunkohlen (Niedersachsen, BRD)

von HANS-WERNER LIENAU

K u r z f a s s u n g : Halokinetische Bewegungen führten im Helmstedter Raum zur Bildung eines Salzsattels und zweier Mulden beiderseits des Sattels. In diesen Becken wurden im unteren bis mittleren Eozän die Braunkohlensande abgelagert. Transgression des eozänen Nordmeeres führte zur Ablagerung der Annenbergschichten im höheren Mittelleozän und der Gehlbergschichten im Ober-eozän. Die ebenfalls marinen Silberbergschichten gehören ins Latdorfium, also ins unterste Oligozän. Überlagert werden diese marinen Grünsande von Quartär.

Die Fossilführung der Annenbergschichten ist durch Mollusken in Kalkschalenerhaltung charakterisiert. Erstmals erwähnt werden Funde von Selachierzähnen und -wirbeln und von Otolithen und Wirbeln von Teleosteern. Demgegenüber liegen die Fossilien der Gehlbergschichten phosphoritisiert vor, Kalkerhaltung ist nicht möglich. Bekannt wurden sie durch ihre vielfältige Chondrichthyes-Fauna und gut erhaltene Decapodenfunde. In den Silberbergschichten ist wieder Kalkerhaltung möglich und es dominieren aufs neue Mollusken. Decapoden sind vorhanden, Vertebraten wurden noch nicht gefunden.

Die Annenbergschichten sind nach schneller Transgression zum größten Teil bei Wassertiefen um 150 m abgelagert worden. In den Gehlbergschichten deuten die durch Sturmereignisse kondensierten Phosphoritlagen auf eine Verflachung des Meeres mit weniger als 100 m im oberen Bereich. Ruhigere Ablagerungsbedingungen zur Zeit der Silberbergschichten zeigen wieder Tiefen um 100 m und mehr an.

Schlüsselworte: marin, Paläogen, Helmstedter Braunkohle, Fossilinhalt, Palökologie, Lithostratigraphie

A b s t r a c t : In the area of Helmstedt, halokinetic movements have formed a salt-anticline with a syncline at each side. From the Lower to the Middle Eocene, a sedimentation of lignite sands took place within these synclines. Transgression of the eocene northern sea deposited the Annenberg Formation during the upper Middle Eocene, as well as the Gehlberg Formation during the Upper Eocene. The likewise marine Silberberg Formation belongs to the Latdorfium originating from the lowest Oligocene. These marine greensands are covered by Quarternary sediments.

The main fossils of the Annenberg Formation consist of molluscs as preserved shells. Teeth and vertebrae of selachians, as well as otoliths and vertebrae of teleosts are reported for the first time from this formation. In contrast, fossils of the Gehlberg Formation are phosphoritic, calcified deposits cannot be expected. This formation is well known for its variety of chondrichthyans and well preserved decapodes. In the Silberberg Formation calcified subject have remained again, and the fauna is dominated anew by molluscs. Decapodes are known, but vertebrates have not yet been found.

After quick transgression, the Annenberg Formation was deposited mainly at a depth of about 150 m. The phosphoritic layers in the upper part of the Gehlberg Formation indicate a condensation caused by storms with a flattening of the sea above 100 m. Undisturbed depositional conditions at the Silberberg Formation indicate a depth of about 100 m and more.

key words: marine, Paleogene, Helmstedt Browncoal, fossil content, paleecology, lithostratigraphy

Inhaltsverzeichnis

1. Geologie	1
1.1. Einleitung	1
1.2. Salztektonik	4
1.3. Lithostratigraphie des Känozoikums	7
1.3.1. Liegende Flözgruppe	7
1.3.2. Hauptzwischenmittel	10
1.3.3. Hangende Flözgruppe	10
1.3.4. Marine Deckschichten	11
1.3.4.1. Annenbergsschichten	14
1.3.4.2. Gehlbergsschichten	18
1.3.4.3. Silberbergsschichten	22
1.3.5. Rupelium	24
1.3.6. Quartär	24
2. Fossilführung	27
2.1. Einleitung	27
2.2. Annenbergsschichten	28
2.2.1. Anthozoa (Korallen)	29
2.2.2. Gastropoda (Schnecken)	30
2.2.2.1. Prosobranchia	31
2.2.2.2. Euthyneura	35
2.2.3. Bivalvia (Muscheln)	36
2.2.3.1. Palaeotaxodonta	37
2.2.3.2. Pteriomorphia	37
2.2.3.3. Heterodonta	38
2.2.3.4. Anomalodesmata	39
2.2.4. weitere Invertebrata (Wirbellose)	40
2.2.4.1. Scaphopoda	40
2.2.4.2. Cephalopoda	40
2.2.4.3. Polychaeta	41
2.2.4.4. Bryozoa	42
2.2.5. Vertebrata (Wirbeltiere)	42
2.2.5.1. Selachii	42
2.2.5.2. Teleostei	42

2.3.	Gehlbergsschichten	43
2.3.1.	Flora (Pflanzen)	44
2.3.2.	Invertebrata (Wirbellose) außer Crustacea (Krebse)	45
2.3.2. 1.	Porifera	45
2.3.2. 2.	Anthozoa	46
2.3.2. 3.	Gastropoda	46
2.3.2. 4.	Scaphopoda	47
2.3.2. 5.	Bivalvia	47
2.3.2. 6.	Cephalopoda	48
2.3.2. 7.	Polychaeta	49
2.3.2. 8.	Bryozoa	49
2.3.2. 9.	Brachiopoda	49
2.3.2.10.	Echinodermata	50
2.3.3.	Crustacea (Krebse)	51
2.3.3.1.	Stomatopoda	53
2.3.3.2.	Decapoda	54
2.3.4.	Chondrichthyes (Knorpelfische)	57
2.3.4.1.	Elasmobranchii	59
2.3.4.2.	Holocephali	67
2.3.5.	Osteichthyes (Knochenfische)	68
2.3.5.1.	Holostei	69
2.3.5.2.	Teleostei	69
2.3.6.	Tetrapoda (Vierfüßer)	71
2.3.6.1.	Chelonia	72
2.3.6.2.	Archaeoceti	72
2.3.6.3.	Perissodactyla	73
2.3.7.	Ichnofossilien (Spuren)	74
2.4.	Silberbergsschichten	75
2.4.1.	Flora (Pflanzen)	77
2.4.2.	Bivalvia (Muscheln)	77
2.4.2.1.	Pteriomorphia	78
2.4.2.2.	Heterodonta	79
2.4.2.3.	Anomalodesmata	79
2.4.3.	Crustacea (Krebse)	80
2.4.4.	weitere Invertebrata (Wirbellose)	83
2.4.4.1.	Porifera	83
2.4.4.2.	Anthozoa	84
2.4.4.3.	Gastropoda	84
2.4.4.4.	Scaphopoda	85

2.4.4.5.	Cephalopoda	85
2.4.4.6.	Polychaeta	85
2.4.4.7.	Bryozoa	85
2.4.4.8.	Echinodermata	86
3.	Palökologie	87
3.1.	Einleitung	87
3.2.	Paläogeographie	88
3.3.	Annenbergsschichten	90
3.4.	Gehlbergsschichten	92
3.5.	Silberbergsschichten	96
4.	Danksagung	99
5.	Literaturverzeichnis	101
5.1.	Literatur zum Helmstedter Tertiär	101
5.2.	weiterführende Literatur	106
5.2.1.	Geologie	106
5.2.2.	Fossilführung	108
5.2.3.	Palökologie	114
6.	Register	117

Tafelanhang

Vorwort

Diese Arbeit entspricht, allerdings in etwas populärwissenschaftlicherer Form, dem Hauptteil meiner Diplomarbeit.

Ich lege diesen Teil als eigenständige Veröffentlichung vor, um möglichst vielen geologisch-paläontologisch Interessierten einen Überblick über die bis heute vorliegenden Fossilfunde in den Helmstedter Grünsanden zu geben.

Das Heft richtet sich also in erster Linie an diejenigen, die früher bei guten Aufschlußverhältnissen die Möglichkeit zum Sammeln hatten und auch genutzt haben und dadurch etliche Fossilien aus dem Helmstedter Tertiär besitzen.

Es ist aber auch an die Kollegen gerichtet, die im Tertiär arbeiten und vielleicht nun angeregt werden diese Faunen in ihre Bearbeitungen miteinzubeziehen.

Es ist nicht beabsichtigt, daß nun ganze Gruppen von Sammlern hier auftauchen! Die Braunschweigische Kohlen-Bergwerke AG (BKB) vergibt keine Erlaubnis zum Betreten des Geländes an Privatpersonen; auch Institute sind schon abgewiesen worden. Die Aufschlußverhältnisse sind sowieso schlecht und werden von Jahr zu Jahr schlechter!

Wer sich aber an einer Einführung in die Geologie des Helmstedter Tertiärs und insbesondere an einer Zusammenstellung alttertiärer Fossilien erfreuen kann, ohne gleich auch solche Stücke besitzen zu wollen, ist herzlich eingeladen, einen Blick in die Vergangenheit der Helmstedter Region vor 48 - 37 Millionen Jahren zu werfen.

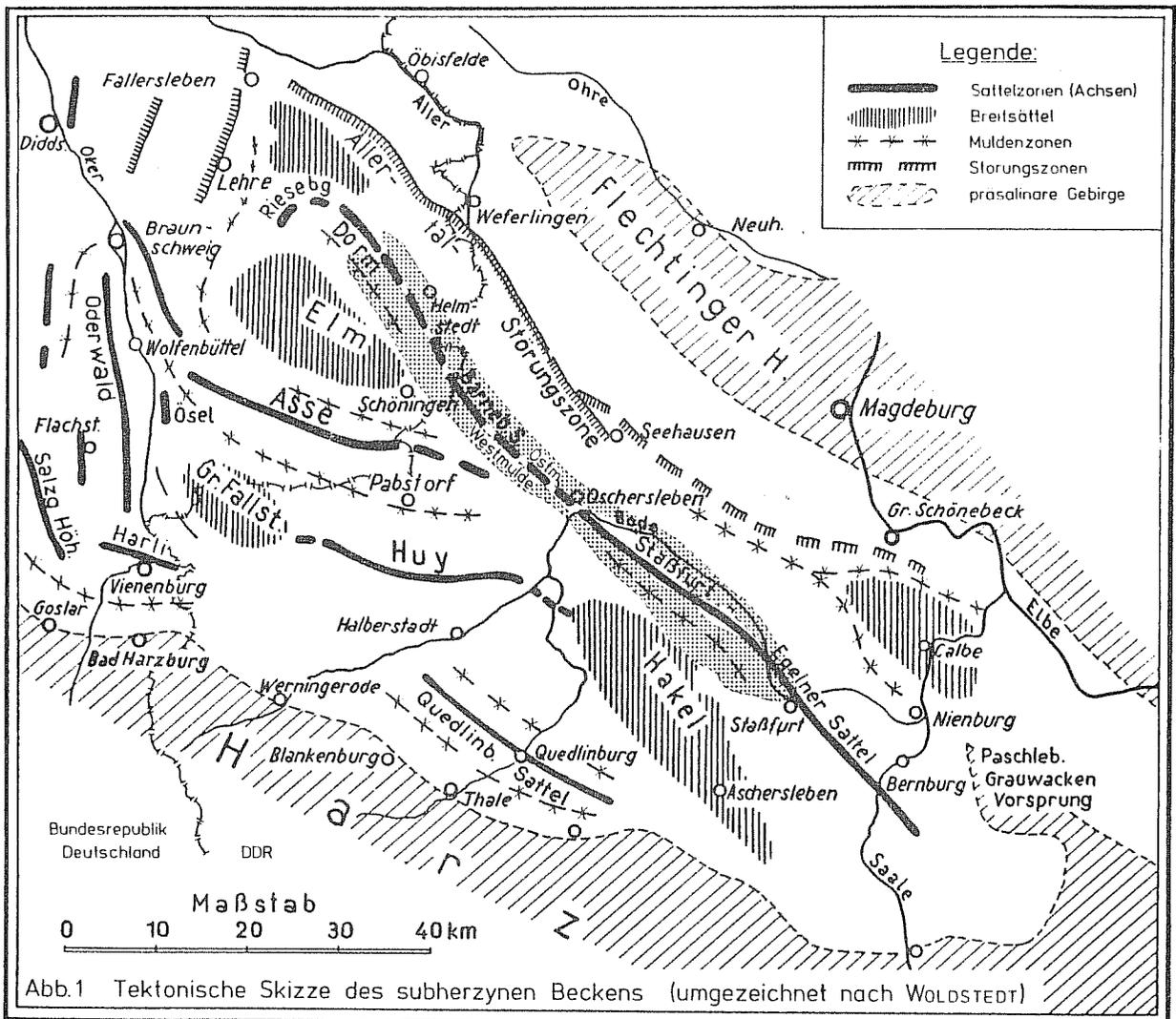
Hans-Verner Eise

Hamburg, den 9.11.1984

1. Geologie

1.1. Einleitung

Die Helmstedter Braunkohlenmulden sind als nördliche Ausläufer der eozänen mitteldeutschen Braunkohlenbecken an ein System langgezogener Sättel und Mulden des subherzynen Beckens gebunden. Das subherzyne Becken liegt zwischen dem Harz im Südwesten und dem Flechtinger Höhenzug im Nordosten (Abb. 1).



Im Helmstedter Gebiet sind zwei Tertiärmulden entwickelt, die durch einen Zechstein-Sattel getrennt sind und nach Südosten bis Staßfurt reichen. Diese Hebungsachse ist etwa 70 km lang und damit die längste im subherzynen Becken. Im ca. 155° steilherzyn streichenden Helmstedter Tertiärbecken ist die Westmulde breiter als die Ostmulde.

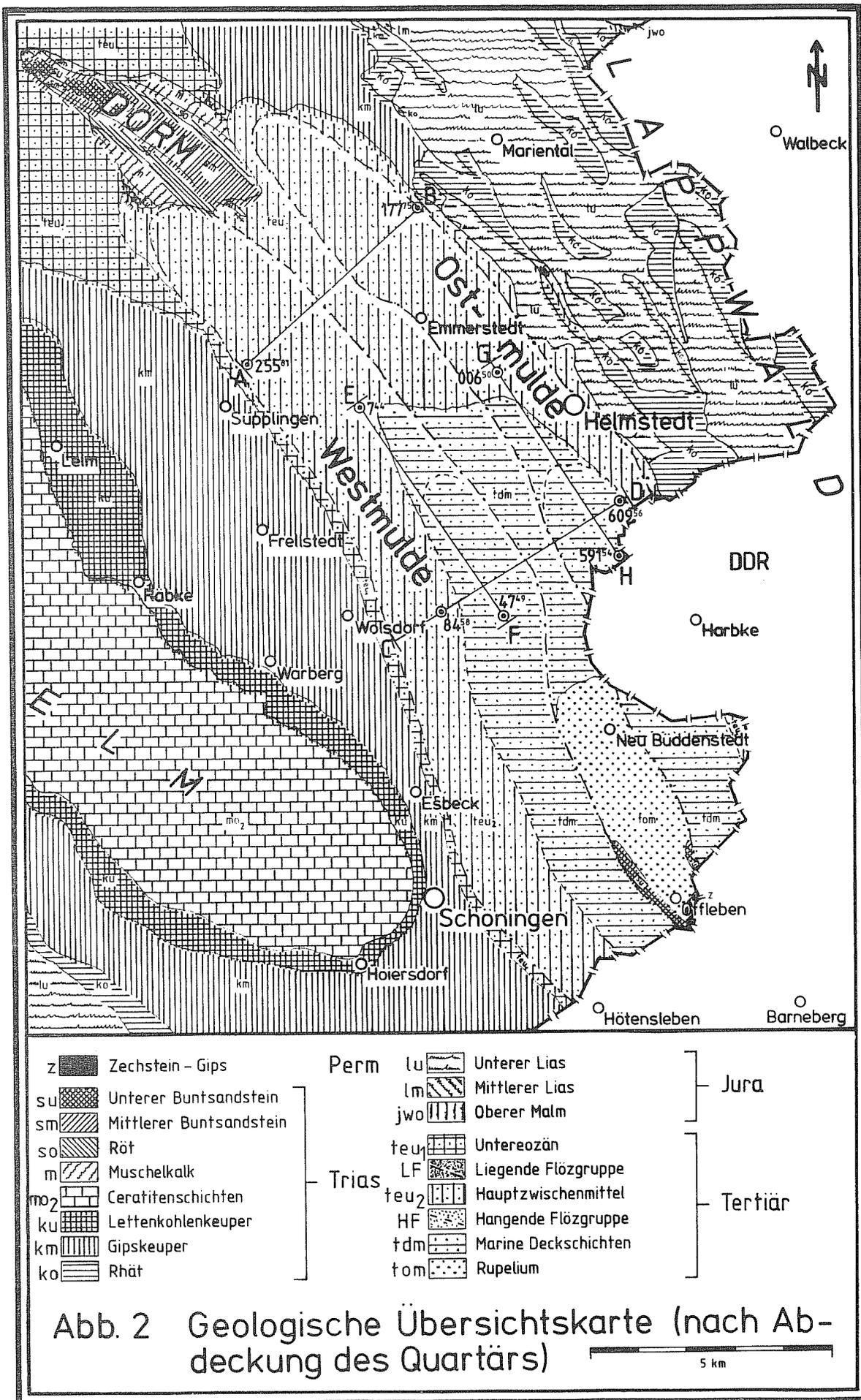
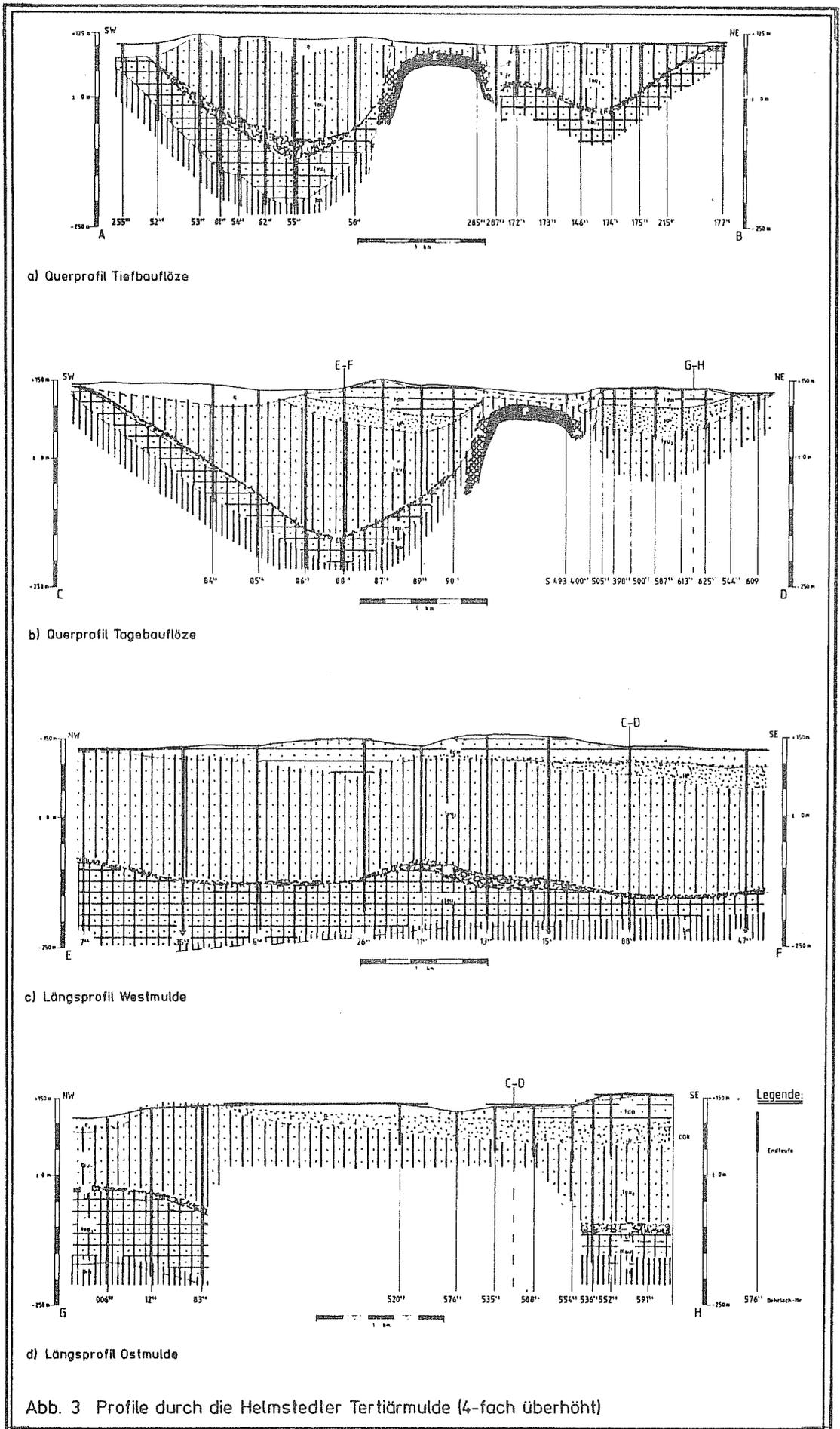


Abb. 2 Geologische Übersichtskarte (nach Abdeckung des Quartärs)



Im Raume Helmstedt wird das Tertiär im Nordosten durch den ebenfalls herzynisch streichenden Höhenzug des Lappwaldes, der aus Rhät und Lias aufgebaut ist, begrenzt. Der Muschelkalk-Rücken des Elms mit seinem Streichen von 120° ist im Süden bei Schönin- gen nur 1 km vom Muldenkern entfernt; im Norden hingegen ca. 4 km. Zwischen Muldenkern und Elm findet sich der breit ausstreichende mittlere Keuper, während der untere Keuper nur als ein schmales Band von ca. 500 m Breite um den Elm herum ausstreicht (Abb. 2).

Der Zechstein-Sattel ist im Helmstedter Gebiet durch die an beiden Flanken stark einfallenden Buntsandsteinschichten, in deren Kern das Zechsteinsalz liegt, und durch sein "Abtauchen nach Norden unter Tertiär und Quartär gekennzeichnet (Abb. 3). Er wurde aber im Dorm durch Bohrungen und Seismik nachgewiesen und tritt auch weiter nördlich bei Beienrode wieder zu Tage.

1.2. Salztektunik

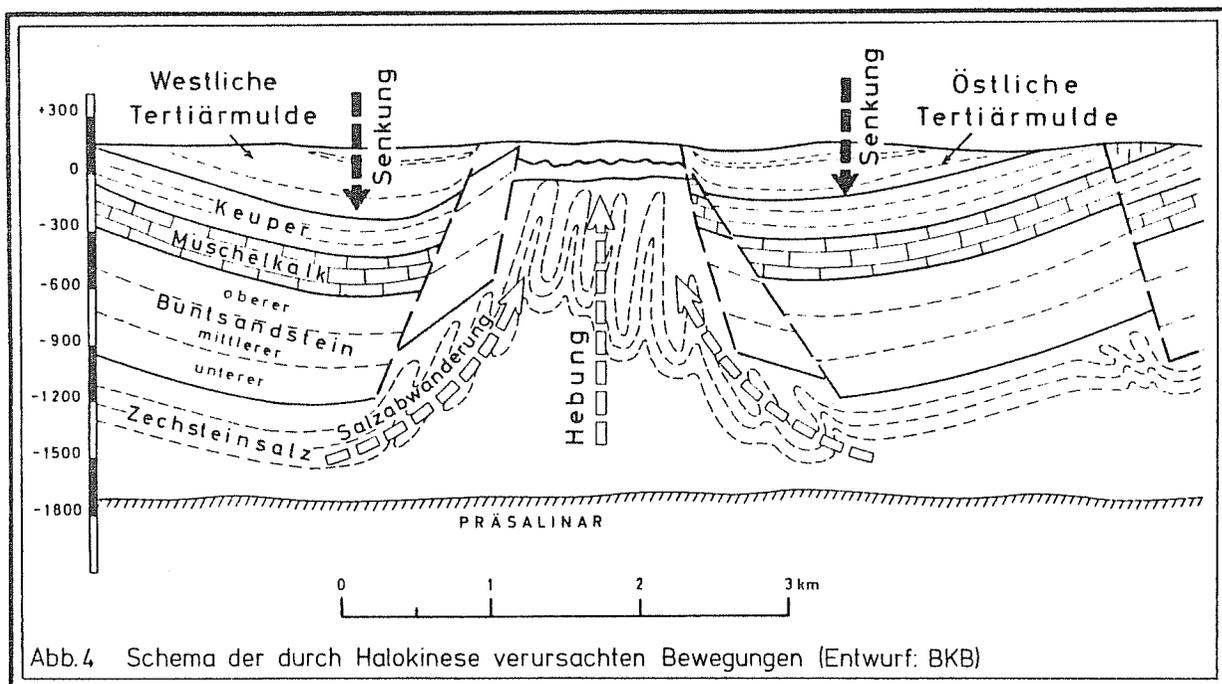


Abb.4 Schema der durch Halokinese verursachten Bewegungen (Entwurf: BKB)

Die Sättel und Mulden des subherzynen Beckens sind durch Halo- kinese entstanden (Abb. 4). Der Salzaufstieg ist jeweils an die Lineamente der saxonischen Tektonik Nordeuropas gebunden.

Den Nachweis des Zusammenhanges zwischen der Braunkohlenbildung und der Salztektonek konnte MANGER (1952) bringen.

Schon vor dem Eozän ist es zur Aufwärtsbewegung im Sattelkern und zur Muldenbildung an den Sattelflanken gekommen. Die Sattelflanken wiesen im Untereozän einen Fallwinkel von 39-40° auf (MANGER 1952: 36).

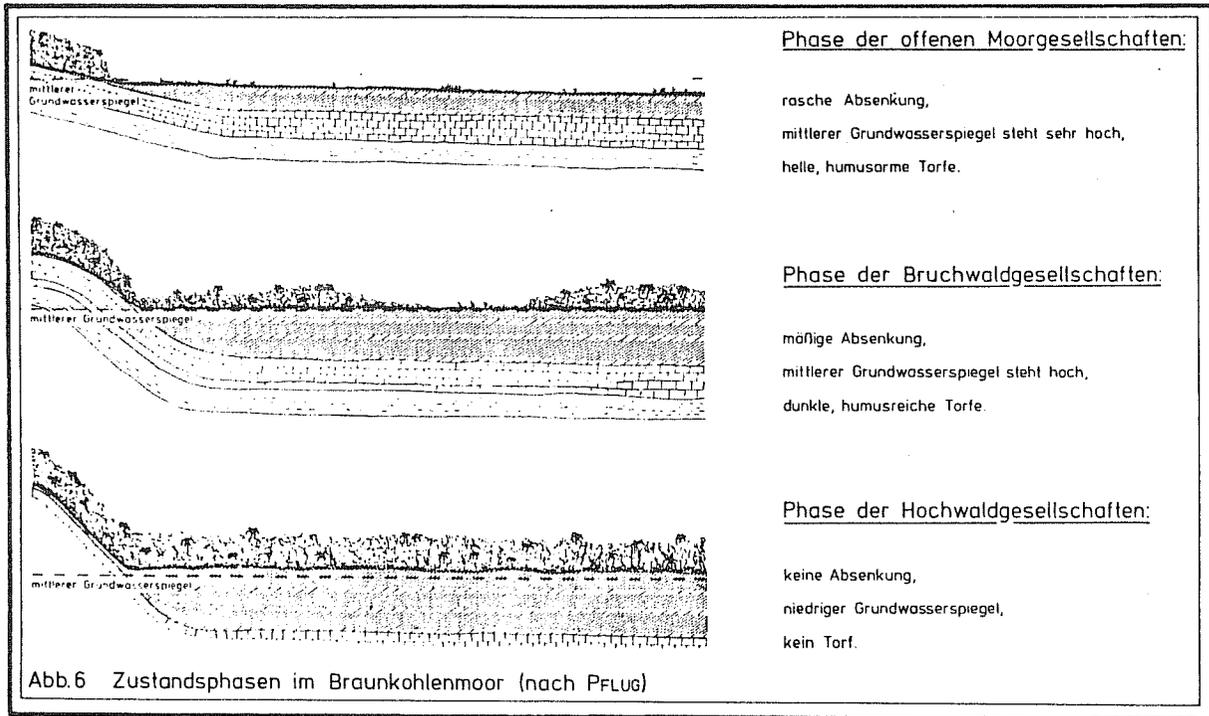
Im größten Teil des Eozäns verlief die Absenkung der Mulden ungleichmäßig unter Verlagerung der Hauptabsenkung von Nord nach Süd. Innerhalb der Mulden wanderte zusätzlich zu dieser Tendenz die Zone der stärksten Absenkung in Richtung auf den Zechstein-Sattel.



Abb. 5 Alttertiäre Sumpflandschaft (nach ŠPINAR & BURIAN)

Bei einer starken Absenkung kam es zur Sedimentation von Sanden und Kiesen, während bei schwacher Senkung Schluffe und Tone abgelagert wurden. Kam es gar zu einer Verlandung, dann führte das subtropische Tertiärklima zu einer üppigen Sumpfvegetation (Abb. 5), aus der sich bei länger andauernder, gleichmäßiger Absenkung Torfmoore bilden konnten, was bei nachträglicher Bedeckung und dem damit verbundenen Inkohlungsprozeß zur Bildung der Braunkohle führte.

Die hellen, humusarmen Schichten in der Kohle stammen dabei aus einer Zeit der Moorbildung, in der ein sehr hoher Grundwasserspiegel das Wachstum von Holzgewächsen und damit die Anreicherung von Humus verhinderte. Dagegen sind die dunklen, humusreichen Lagen auf langsames Absinken und daraus resultierendem Bruchwald zurückzuführen (PFLUG 1952) (Abb. 6).



Der erste Einbruch des eozänen Nordmeeres in das Helmstedter Becken erfolgte im Untereozän und führte zur Ablagerung des Unteren Grünsandhorizontes im Hauptzwischenmittel (Kapitel 1.3.2.).

Durch die zunehmende Sedimentbedeckung wurde die Salzabwanderung beschleunigt und es kam zu einer schnelleren Absenkung. Die Absenkung wurde noch durch großräumige Senkungsfelder im Vorfeld der aufsteigenden Mittelgebirge verstärkt. So kam es im Mitteleozän zu einer zweiten marinen Transgression vom Nordsee-Becken her.

Während MANGER (1952: 40) noch annahm, daß vom Mitteleozän bis zum Unteroligozän keine Salzabwanderung in den Mulden festzustellen war, konnten FÖRSTER & MUNDLOS (1982: 177) anhand der Aufbiegung der marinen Deckschichten am Zechstein-Sattel und der Verringerung ihrer Mächtigkeiten unter Zusammenlaufen der Phosphoritlagen (Kapitel 1.3.4.2.) zum Muldenrand hin nachweisen, daß auch in dieser Zeit die Halokinese wirksam war. Dies deckt sich mit meinen eigenen Ergebnissen (Abb. 3 + 11).

Gleichzeitig zur Halokinese kam es aber auch zu kleinräumigen Senkungen innerhalb der Mulden durch Auslaugungsvorgänge (Subrosion) in den Salzhorizonten des Röts im Liegenden des Tertiärs (Abb. 3 + 4). Auch auf dem Zechstein-Sattel ist die Subrosion der Zechsteinsalze nachgewiesen. Feuchtbiotope zeigen an, daß sie auch heute noch wirksam ist.

1.3. Lithostratigraphie des Känozoikums

Das gesamte Känozoikum erreicht in den Muldenkernen über 400 m Mächtigkeit, wobei durch die stärkere Salzabwanderung in der Westmulde größere Mächtigkeiten zu finden sind als in der Ostmulde. Bohrungen an der Ostflanke des Zechstein-Sattels ergaben dort eine Grabenstruktur mit erhöhten Mächtigkeiten (Abb. 3). Meiner Meinung nach kann diese langgestreckte Grabenzone für die geringere Salzabwanderung in der Ostmulde verantwortlich gemacht werden.

Am mächtigsten ist das Eozän, während Oligozän und Quartär nur geringmächtig vertreten sind (Abb. 7).

1.3.1 Liegende Flözgruppe

Das Tertiär beginnt mit etwa 100 m mächtigen, wohl terrestrischen grauen Feinsanden, Schluffen und Tonen (teu_1), die diskordant über mittlerem Keuper liegen.

Darüber folgt dann die Liegende Flözgruppe (LF), die über die gesamte Länge der West- und Ostmulde vom Dorm bis Staßfurt ausgebildet ist, wobei sie in jeder Mulde etwa 3 km Breite und eine maximale Teufe von ca. 350 m unter der Oberfläche erreichen. Ihre Flöze wurden zuerst entlang des Muldenrandes als zu Tage ausstreichende Kohle entdeckt und in mehreren Tiefbaugruben abgebaut.

Die Liegende Flözgruppe besteht im Norden nur aus dem ca. 10 m mächtigen Prinz-Wilhelm-Flöz, an das sich im Süden mehrere Ober-

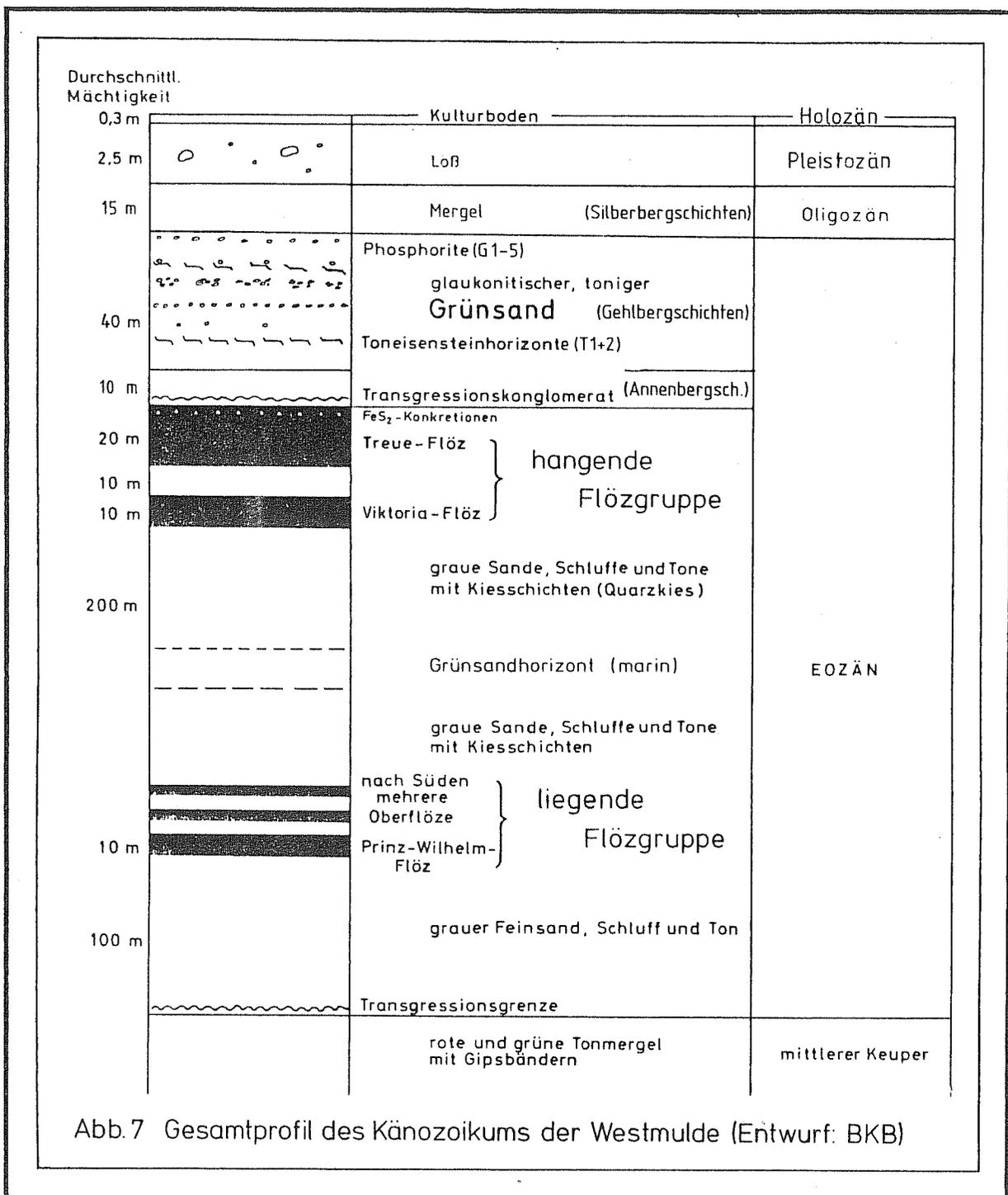


Abb.7 Gesamtprofil des Känozoikums der Westmulde (Entwurf: BKB)

flöze anschließen. Allerdings kommt es an den Muldenrändern zu einer Aufsplitterung in maximal 12 Flöze.

Nach Angaben der Braunschweigische Kohlen-Bergwerke AG (BKB) hat diese Kohle bei 48 % Wasser und 8 - 20 % Asche einen Heizwert von ca. 2400 - 2800 kcal/kg. Hinzu kommt jedoch ein mit der Teufe zunehmender Alkaligehalt, der an den Muldenrändern bei ca. 2 % und in der Mitte bei ca. 24 % Na₂O in der Asche liegt und dazu führt, daß der größte Teil dieser Kohle z.Zt. nicht verwertbar ist.

Die ersten Schürfrechte zur Förderung der Braunkohle wurden schon 1794 vergeben. Im Jahre 1873 wurde die BKB gegründet und bereits 1881 der Tagebau Treue aufgeschlossen. Z.Zt. sind noch die Tagebaue Helmstedt, Alversdorf, Schöningen (Baufeld Esbeck)

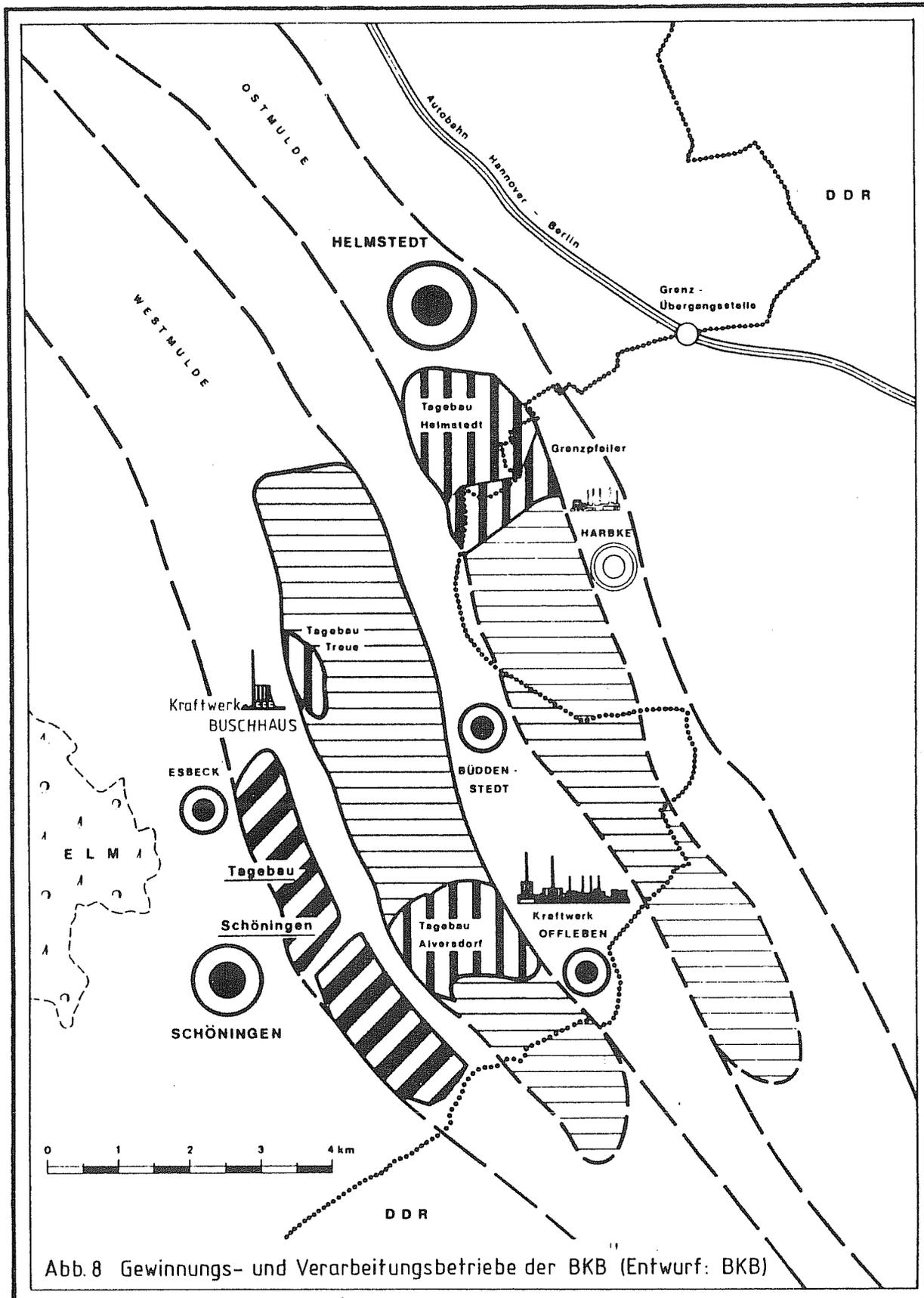


Abb. 8 Gewinnungs- und Verarbeitungsbetriebe der BKB (Entwurf: BKB)

und ein kleiner Rest vom Tagebau Treue in Betrieb, deren Kohle zur Stromerzeugung an das Kraftwerk Offleben und 1985 auch an das noch im Bau befindliche Kraftwerk Buschhaus geht (Abb. 8).

1.3.2. Hauptzwischenmittel

Das maximal etwa 230 m mächtige Hauptzwischenmittel (teu_2) zwischen Liegender und Hangender Flözgruppe besteht aus meist gut sortierten, hellgrauen, selten weißen oder dunkleren Fein- und Mittelsanden mit Kieseinlagerungen und enthält über 90 % Quarz, meist weniger als 1 % Karbonat und an Tonmineralen mehr Kaolinit als Illit oder noch seltener Chlorit (FREIBERG 1981). Diese fluviatilen Sande sind hin und wieder schräggeschichtet; außerdem treten darin die sehr widerstandsfähigen Braunkohlenquarzite auf, aus denen z.B. die Lübbensteine (Hünengräber westlich Helmstedt) errichtet wurden.

Eingeschaltet in diese terrestrische Abfolge befindet sich ein ca. 75 m mächtiger Grünsandhorizont, den QUITZOW (1948) erstmals nachweisen konnte. Da außer verkiesten Diatomeen und Spongiennadeln keine weiteren Fossilien gefunden wurden, ist die genaue stratigraphische Position nicht festzustellen.

Während MANGER (1952) noch annahm, daß das Hauptzwischenmittel auf dem Zechstein-Sattel nicht abgelagert wurde, kam ich nach der Auswertung der Bohrtabellen zu dem Ergebnis, daß es mit verringerten Mächtigkeiten auch auf dem Zechstein-Sattel zu finden ist (Abb. 3).

1.3.3. Hangende Flözgruppe

Die Hangende Flözgruppe (HF) enthält die wirtschaftlich wertvollsten Flöze, da sie im Tagebau gewonnen werden können. Sie erreichen in jeder Mulde etwa 10 km Länge und 1,5 km Breite und sind auf das Gebiet zwischen Helmstedt und Hötensleben begrenzt.

Ihre Kohle besitzt nach Angaben der BKB einen Heizwert von ca. 2300 - 2600 kcal/kg bei 48 % Wasser und 5 - 20 % Asche.

In der Westmulde befinden sich das etwa 10 m mächtige Viktoria- und darüber das ca. 20 m mächtige Treueflöz, die beide von S nach N zunehmend aufgesplittert sind. Das zwischen ihnen gelegene 10 - 37 m mächtige, sandige und meist schräggeschichtete Zwischenmittel wurde von HILLMER (1963b) sedimentologisch untersucht.

Demgegenüber ist die Hangende Flözgruppe in der Ostmulde stärker aufgesplittert. MANGER (1952) gliederte sie in ein Oberflöz geringer Mächtigkeit, das Hauptabbauföz (Carolinenflöz) und ein Unterflöz, während die BKB die Flöze "Helmstedt" und "Wulfersdorf" unterscheidet, die durchgehend in jeweils 3 Einzelflöze geringer Mächtigkeit aufgesplittert sind.

Während RECHENBERG (1953) die Entstehung der Markasitkonkretionen im oberen Bereich der Hangenden Flözgruppe (Abb. 7) in Zusammenhang mit einer Schwefelzufuhr aus dem Gipshut des Zechstein-Sattels bringen wollte, konnte MANGER (1954) anhand der Situation auf dem Zechstein-Sattel die Herkunft des Schwefels aus den in der Braunkohle liegenden Pflanzenresten nachweisen. Auf dem Zechstein-Sattel ist nämlich bei genügendem Eisenangebot keinerlei Markasit zu finden. Dies wird durch neuere, noch nicht abgeschlossene Untersuchungen durch v. WUTHENAU (persönl. Mitt.) bestätigt.

1.3.4. Marine Deckschichten

Die marinen Deckschichten (tdm) der Helmstedter Braunkohlen erregten durch ihre Fossilien schon früh das Interesse der Wissenschaftler, aber auch der Sammler. So untersuchten z.B. v. KOENEN (1865) und GEINITZ (1884) diese und bildeten auch eine Reihe von Funden ab.

Die genauere stratigraphische Einordnung war allerdings noch nicht geklärt und man stellte noch alle Schichten gemeinsam ins Unteroligozän. Erst die Untersuchungen des Nannoplanktons durch MARTINI & RITZKOWSKI (1968; 1969; in BACHMAYER & MUNDLOS 1968: 650; in ANDERSON et al. 1969: 26) brachten gesicherte Ergebnisse, die durch Kalium-Argon-Datierungen (GRAMANN et al. 1975) bestätigt wurden (Abb. 9).

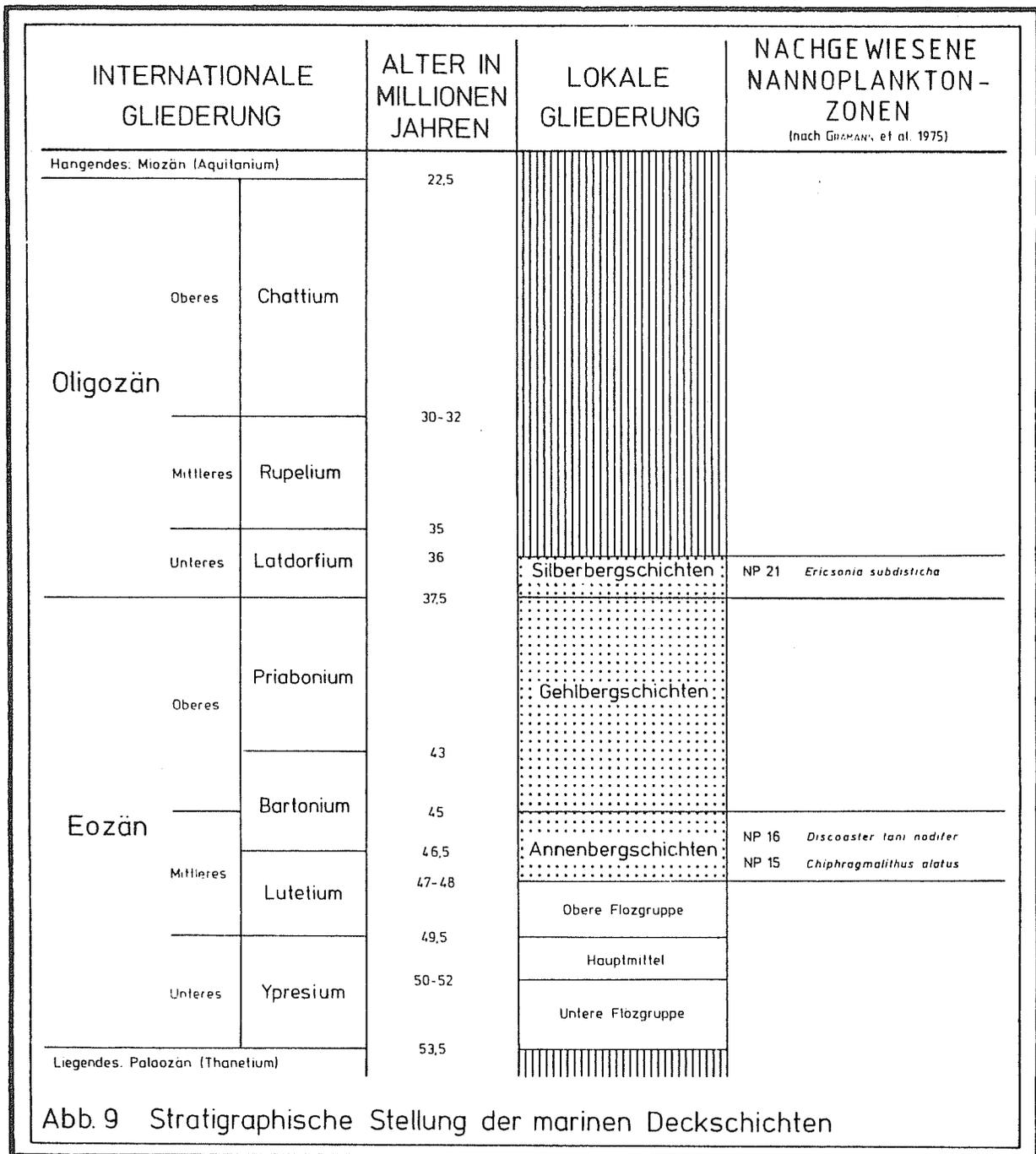


Abb. 9 Stratigraphische Stellung der marinen Deckschichten

Da sich die marinen Deckschichten in beiden Mulden in ihren Mächtigkeiten und teilweise auch im lithologischen Feinaufbau unterscheiden, habe ich in jeder Mulde ein Standardprofil aufgenommen (Abb. 10).

Das Profil der Westmulde stammt von der Nordrandböschung des ehemaligen Tagebaus Treue. Da die Geländearbeiten von MUNDLOS in den Jahren 1960 - 1968 gemacht wurden und die damalige Nordrandböschung danach - bis zur Einstellung des Tagebaus im Jahre 1977 - noch weiter nach Norden verlegt wurde, liegt das von mir aufgenommene Profil (Abb. 10a) mehr am Muldenrand und zeigt deshalb geringere Mächtigkeiten als die bereits publizierten (BACHMAYER &

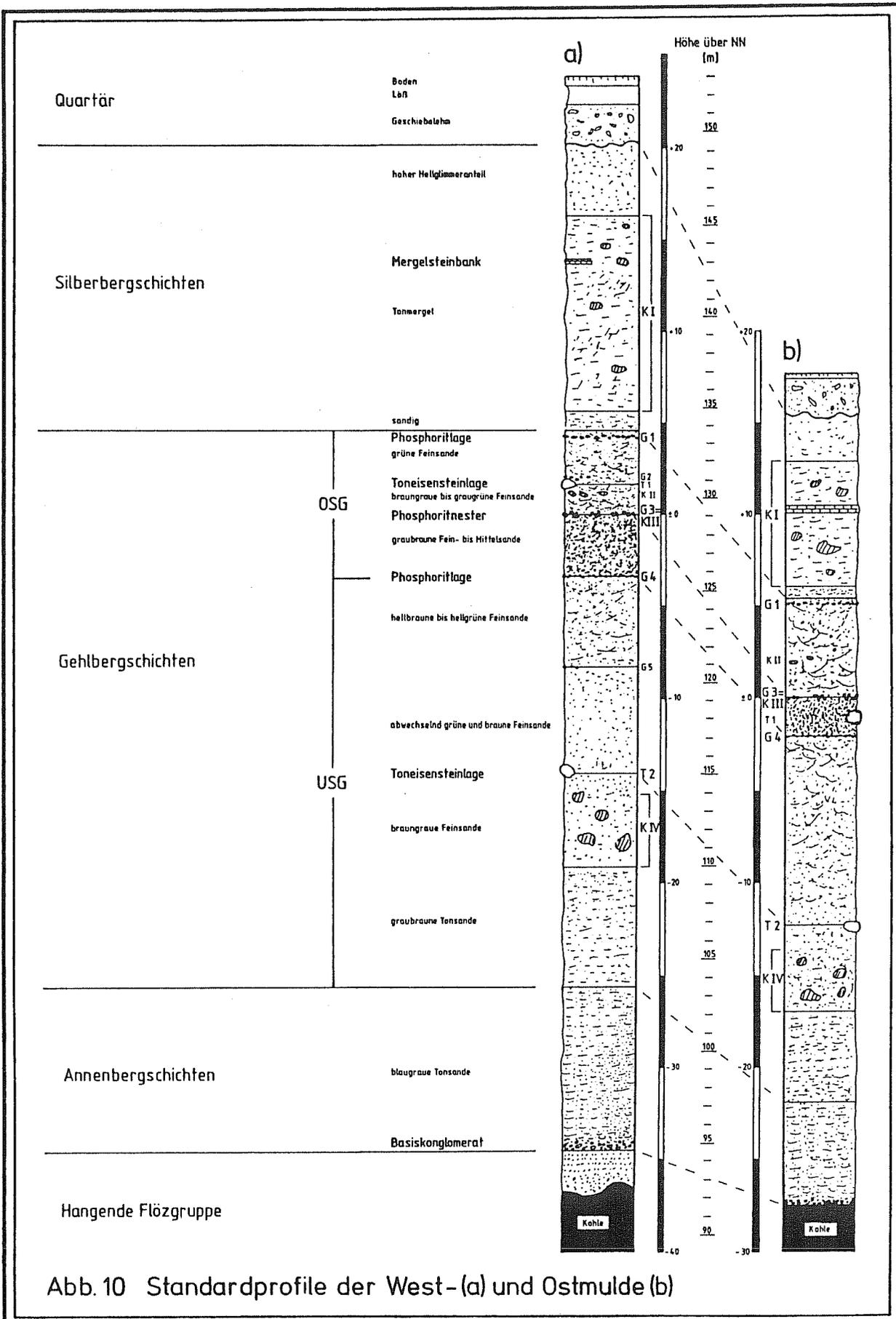


Abb. 10 Standardprofile der West- (a) und Ostmulde (b)

MUNDLOS 1968: 664; MUNDLOS 1975: 254; HILLMER & MUNDLOS 1981: 450; FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 175).

Meine eigenen Profilaufnahmen in der Ostmulde begannen im Sommer 1981. Aus diesem Grunde war im Tagebau Helmstedt nicht mehr das gesamte Profil zugänglich. Die noch am höchsten in die jüngeren Schichten reichende Wand ging bis zum obersten Bereich der Gehlbergsschichten (G 1). Durch persönliche Mitteilungen von MUNDLOS, RAABE und WULF und eine in unmittelbarer Nähe abgeteufte Bohrung konnte ich mein Profil (Abb. 10b) aber ergänzen.

Mittlerweile sind die marinen Deckschichten im Tagebau Helmstedt ganz abgetragen und in den ehemaligen Tagebau Treue verkippt worden, so daß als Aufschluß nur noch die bereits erwähnte Nordrandböschung vom Tagebau Treue besteht (Abb. 11).

1.3.4.1. Annenbergsschichten

Die Annenbergsschichten haben ihren Namen vom St. Annen-Berg westlich von Helmstedt (Abb. 12). Dort wurden sie 1863 bei Einrichtung des Tiefbaus "Anna Alwine Elsbeth" durchbohrt und ihre Molluskenfauna von v. KOENEN (1865) bearbeitet.

Diese ca. 8 m mächtigen Grünsande beginnen mit einem weniger als 0,5 m mächtigen Basiskonglomerat, das entweder direkt über der Kohle (Ostmulde) oder über einer ca. 2 - 3 m mächtigen terrestrischen Sandlage liegt (Abb. 10). Das Basiskonglomerat weist einen hohen Glaukonitanteil (GRAMANN et al. 1975: 82) auf und besteht hauptsächlich aus Quarz- und einigen Lyditgeröllen und seltener aus Phosphoriten. Die einzelnen Komponenten können von Glaukonit überzogen und zwischen ihnen können Tonlinsen eingelagert sein.

Darüber finden sich Kalksandsteinkonkretionen und hin und wieder eingelagerte Kohlenschollen.

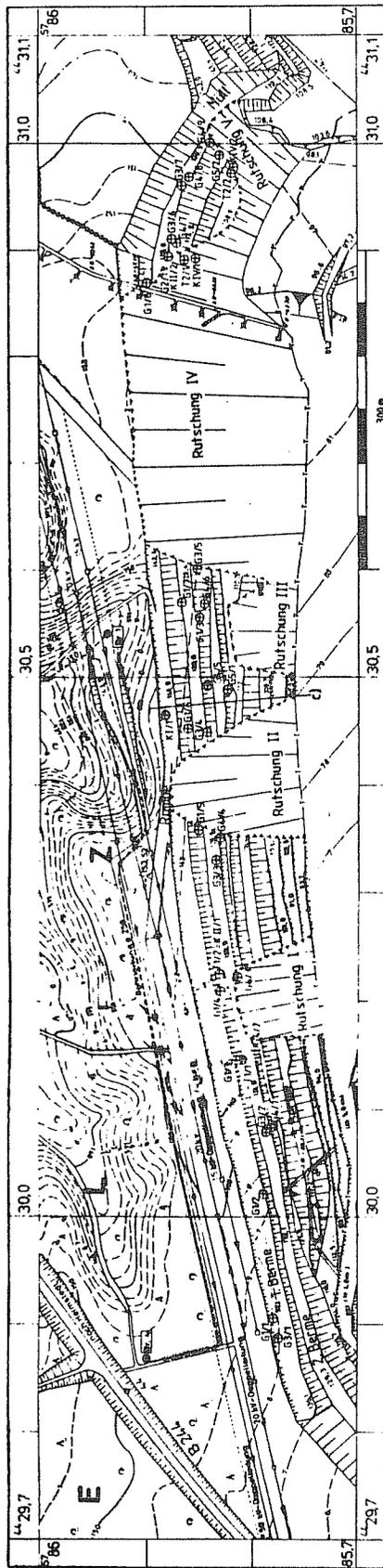
Der Hauptteil der Annenbergsschichten ist ein relativ gleichmäßig blaugrauer bis grüner, tonigschluffiger Sand mit mittlerem Glaukonitanteil (GRAMANN et al. 1975: 82) und einer reichhaltigen Molluskenfauna (Kapitel 2.2.), die aber wegen der weichen Schalen schwer zu bergen ist und meist zerfällt.

Im Hangenden werden die Annenbergsschichten durch eine geringmächtige, sandigere Lage begrenzt, die allerdings im Gelände nicht zu lokalisieren ist, sondern nur durch ihren geringen Glaukonitanteil von GRAMANN et al. (1975: 82) im Labor festgestellt wurde.

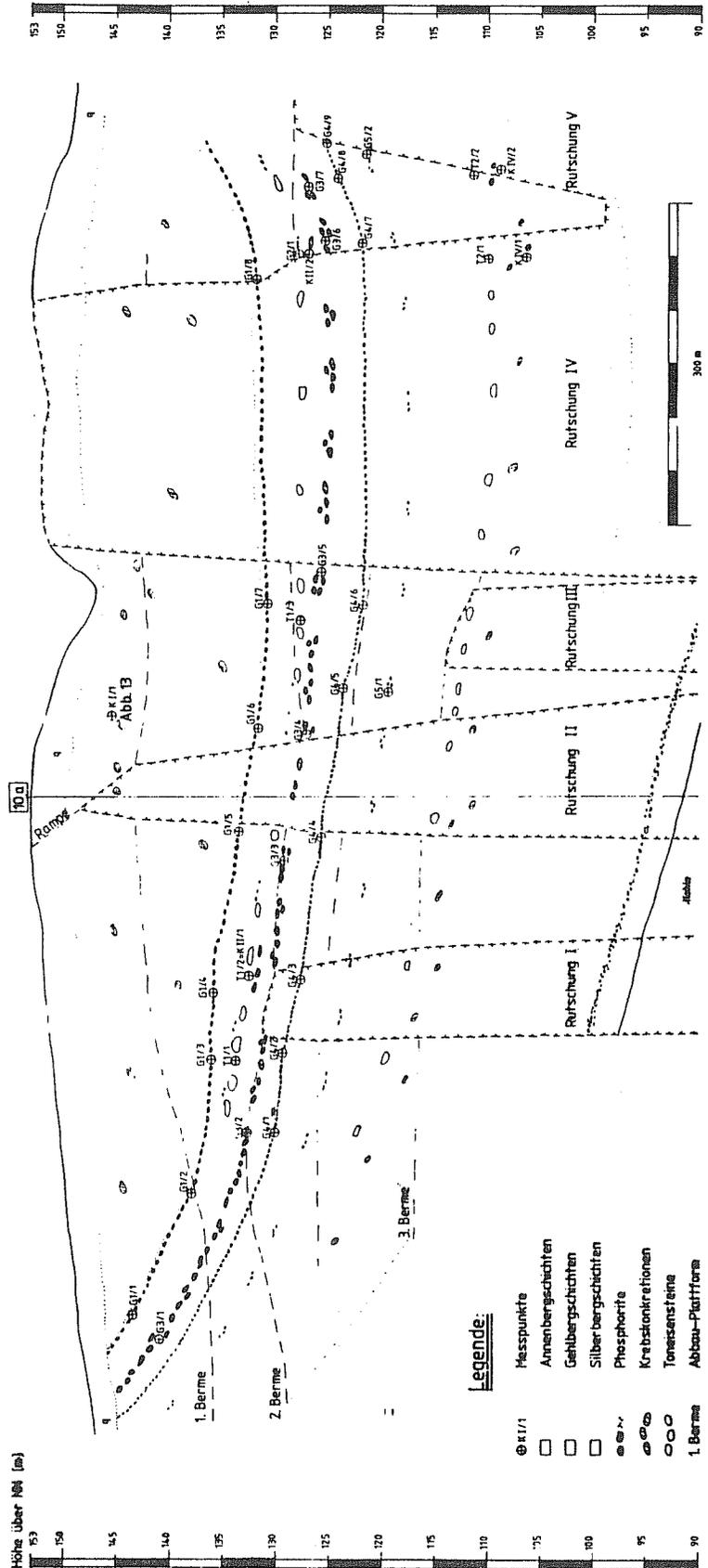
Tab. 1 Messwerte zur Abbildung 11

Messwert Nr.	Koordinaten		Höhe über NN [m]
	R	H	
K I / 1	30466	85884	145,5
G 1 / 1	29909	85781	143,6
G 1 / 2	30024	85788	137,9
G 1 / 3	30148	85815	136,0
G 1 / 4	30211	85831	135,9
G 1 / 5	30359	85852	133,6
G 1 / 6	30454	85863	131,6
G 1 / 7	30570	85868	130,9
G 1 / 8	30869	85899	131,7
G 2 / 1	30893	85880	127,9
T 1 / 1	30148	85812	133,7
T 1 / 2	30227	85832	132,5
T 1 / 3	30556	85520	127,7
K II / 1	30227	85832	132,5
K II / 2	30893	85880	127,0
G 3 / 1	29890	85776	140,9
G 3 / 2	30081	85786	132,7
G 3 / 3	30331	85835	129,1
G 3 / 4	30451	85844	127,0
G 3 / 5	30601	85854	125,7
G 3 / 6	30910	85876	125,5
G 3 / 7	30959	85864	127,2
G 4 / 1	30085	85782	129,9
G 4 / 2	30156	85799	129,2
G 4 / 3	30225	85815	127,4
G 4 / 4	30352	85832	125,8
G 4 / 5	30492	85845	123,6
G 4 / 6	30569	85846	121,9
G 4 / 7	30906	85872	122,0
G 4 / 8	30967	85857	124,3
G 4 / 9	31005	85837	125,3
G 5 / 1	30491	85823	119,5
G 5 / 2	30989	85829	121,6
T 2 / 1	30892	85862	110,2
T 2 / 2	30973	85817	111,7
K IV / 1	30892	85853	106,7
K IV / 2	30976	85817	109,1

Durch die nachgewiesenen Nannoplankton-Zonen NP 15 + 16 (GRAMMANN et al. 1975) sind die Annenbergsschichten sicher ins höhere Mitteleozän zu stellen (Abb. 9).



a) Kartenausschnitt

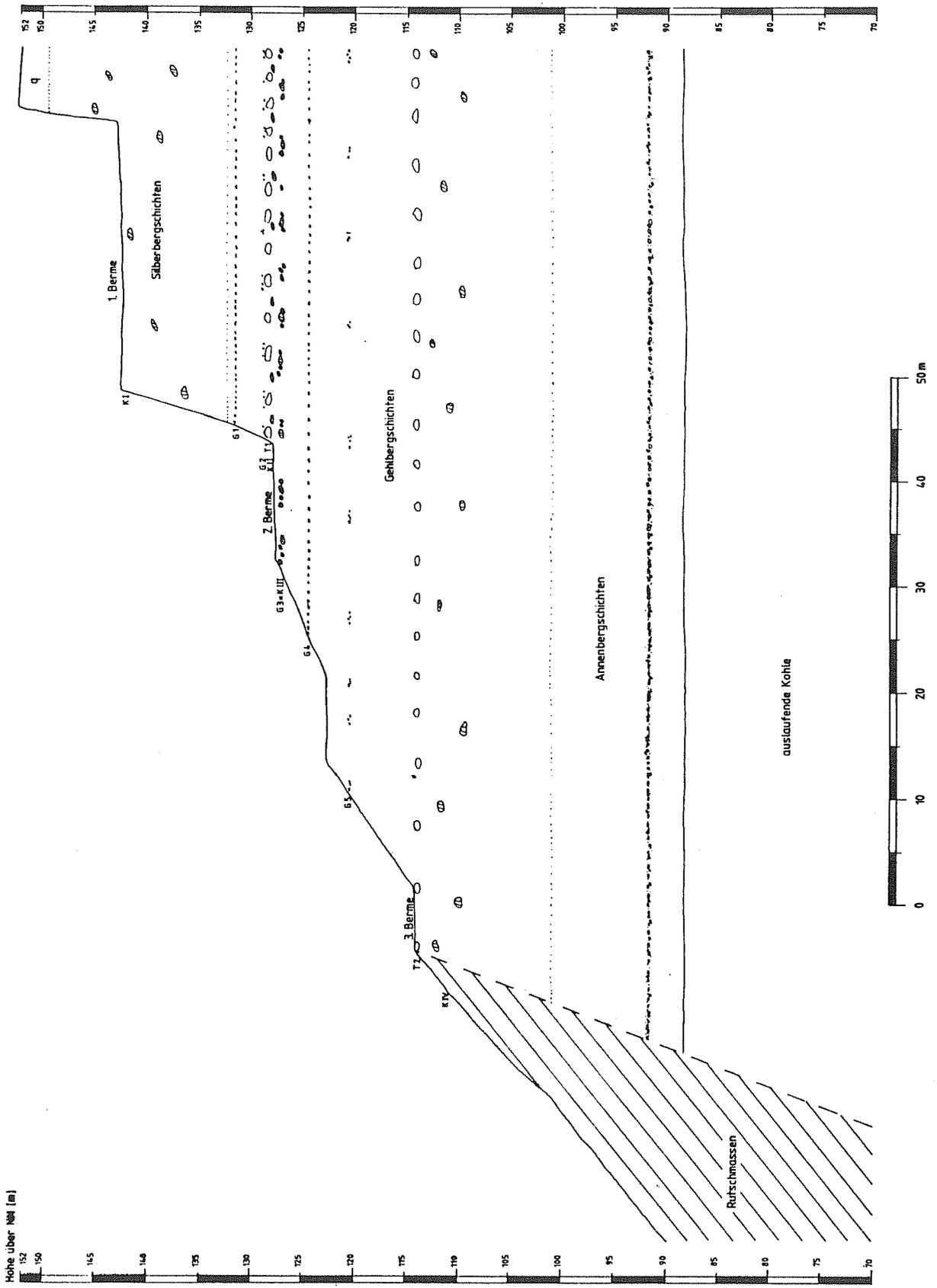


b) Längsschnitt (10-fach überhöht)

Legende:

- ⊙ K1/1 Messpunkte
- Innenbergschichten
- Gehirgschichten
- Silberbergschichten
- ⊙ Phosphorite
- ⊙ Krebstankretionen
- ⊙ Tonsteinsteine
- 1. Berme
- 2. Berme
- 3. Berme

Abb. 11 Nordrandböschung ☒ Tagebau Treue



c) Querschnitt

1.3.4.2. Gehlbergsschichten

Die Gehlbergsschichten haben ihren Namen von den Gehl-Bergen im Elz südwestlich von Helmstedt (Abb. 12), wo ihre Phosphoritlager (s.u.) zur Herstellung von Düngemitteln ausgebeutet wurden und deren phosphatisierte Fossilien erstmals von GEINITZ (1884) beschrieben und abgebildet wurden.

Es handelt sich um 30 - 40 m mächtige, fast durchweg glaukonitreiche Fein- bis Mittelsande. Im bergfrischen Zustand besitzen sie eine dunkelgrüne Färbung, die durch die Verwitterung in heller grünliche, bräunliche oder graue Farben übergeht. In diesen Grünsanden treten teils durchgehend, teils nesterartig oder auch einzeln meist faust- aber auch bis kindskopfgroße, kugelige, nieren- oder walzenförmige und oft abgerollte Phosphoritgerölle auf. Mehrere dieser charakteristischen Phosphoritlagen konnten von BACHMAYER & MUNDLOS (1968) erstmals zur Gliederung der Schichtenfolge herangezogen werden, wobei die G3 Leitcharakter bekam, während MANGER (1952) dafür eine etwas höher liegende, seltener aufzufindene Toneisensteinlage (T 1) wählte (Abb. 10 + 11).

BACHMAYER & MUNDLOS (1968) unterschieden eine ca. 25 m mächtige, phosphoritarms untere Schichtengruppe (USG) und eine 10 - 15 m mächtige, phosphoritreiche obere Schichtengruppe (OSG).

Bei der USG handelt es sich um Fein- bis Mittelsande mit hohem Glaukonitanteil (GRAMANN et al. 1975: 82), wobei die Glaukonitkörner durchschnittliche Durchmesser zwischen 200 und 400 μm aufweisen, während die Quarze kleiner als 200 μm sind (MUNDLOS 1975: 255). Der Glaukonit tritt meist als feinkristallines Aggregat und nur selten als feinkristalline Kruste um Quarzkörner auf (FREIBERG 1981: 147).

Der untere Bereich der USG ist etwa 10 - 15 m mächtig und besteht aus tonigschluffigen, relativ gleichmäßig graubraunen Schichten mit spärlich auftretenden, einzelnen Phosphoriten. Diese Folge ist bioturbat entschichtet. In ihrem oberen Abschnitt befindet sich die Krebslage KIV. Diese Krebslage ist durch relativ lockere Grünsandkonkretionen mit Phosphatmatrix (MUNDLOS 1975) gekennzeichnet, in denen gut erhaltene Krebse zu finden sind (Taf. V, Fig. 1 + 2; VI, Fig. 1, 2 + 4).

Etwa 1,5 m über der K IV befindet sich die Toneisensteinlage T 2. Diese Toneisensteine sind meist als Septarien mit igelförmig

auskristallisiertem Kalzit ausgebildet. Während BACHMAYER & MUNDLOS (1968: 660) zum gleichen Ergebnis kamen, findet man die T 2 in den späteren Profilen (MUNDLOS 1975: 254; HILLMER & MUNDLOS 1981: 450; FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 175) fälschlicherweise unter der K IV.

Die nun folgenden, ca. 6 m mächtigen Schichten sind etwas hellere, abwechselnd grüne und braune, geringmächtige (0,1 - 1,6 m) Lagen, die aber immer noch stark bioturbat entschichtet sind.

Die Schichten mit starker Bioturbation enden mit dem Auftreten der Phosphoritlage G 5, die aber nur aus sehr selten auftretenden Phosphoritnestern besteht und in der Ostmulde nicht nachgewiesen werden konnte (Abb. 10b). Im Profil von GRAMANN et al. (1975: 82) fällt sie gegenüber den anderen Phosphoritlagen durch einen nur mittleren Glaukonitgehalt auf.

Den Abschluß der USG bilden ca. 5 - 7 m mächtige, schrägschichtete, hellbraune bis hellgrünliche Schichten.

Die OSG beginnt mit der 5 - 10 cm mächtigen, relativ durchgehenden Phosphoritlage G 4, die durch große Anteile an den sogenannten "Fischaugen" (Rochenhautzahn-Basen, Kapitel 2.3.4.1.), angebohrtem Holz und Kies charakterisiert ist.

Die darauffolgende, hell graubraune, 3 - 5 m mächtige, sandigere Folge fällt durch ihren niedrigen Glaukonitanteil (GRAMANN et al. 1975: 82) auf.

Die Leitschicht G 3 ist gleichfalls Krebslage K III, also die einzige Phosphoritlage mit Krebsresten. Sie ist nesterartig, aber durchgehender als die G 5, und wird etwa 10 cm mächtig, obwohl einzelne Phosphorite auch noch höher zu finden sind. Ihr Kennzeichen sind die häufigen, allerdings meist stark abgerollten Krebsreste, die oft nur schwer als solche zu identifizieren sind (Taf. V, Fig. 4). In der Nähe dieser Krebsreste sind kaum Haizähne oder "Fischaugen" zu finden und umgekehrt. Der Gesamtanteil an Haizähnen und "Fischaugen" ist sowieso gering.

Die nächsten 1 - 3 m sind braungraue bis graugrüne, deutlich kreuzgeschichtete Lagen mit zahlreichen Grabgängen und hohem Glaukonitanteil (GRAMANN et al. 1975: 82), in deren bioturbat entschichteten Hangenden die K II zu finden ist. Die Krebse der K II sind durch ihre vollkörperliche Erhaltung aus dichtem, kompaktem Phosphorit und ihre typischen Umlagerungsschäden (Kapitel 3.4.) gekennzeichnet (Taf. V, Fig. 3). Ihre Obergrenze wird von der im

Wechsel mit dünnen Limonitlagen auftretenden Toneisensteinlage T 1 gebildet, die sich in der Ostmulde allerdings zwischen G 3 und G 4 befindet (Abb. 10b).

Über der T 1 findet man selten die nesterartige, relativ fossilarme Phosphoritlage G 2, die gegenüber den anderen G-Lagen nicht durch einen geringeren Glaukonitgehalt im Profil von GRAMANN et al. (1975: 82) angezeigt wird und wie die G 5 nicht in der Ostmulde nachgewiesen werden konnte (Abb. 10b). Im Profil von HILLMER & MUNDLOS (1981: 450) ist die relative Häufigkeit der Hautzähne fälschlicherweise auf die K II, in der nie "Fischaugen" gefunden wurden, bezogen und nicht auf die G 2, in der sie hin und wieder gefunden werden.

Innerhalb der nächst folgenden 3 - 6 m mächtigen, graugrünen bis grünen Feinsandabfolge mit Grabgängen, Kreuzschichtung und hohem Glaukonitanteil (GRAMANN et al. 1975: 82) finden sich hin und wieder einzelne Phosphorite. Bei diesen handelt es sich häufig um angebohrte Hölzer.

Die relativ durchgehende Phosphoritlage G 1 ist durch ihren hohen Kiesanteil (vor allem Quarze), die häufigen Haizähne und besonders durch ihren Anteil an nicht abgerollten Phosphoriten mit rauher, sandiger Oberfläche, aus denen teilweise Haizahnspitzen ragen, gekennzeichnet. Ihre Haizähne sind meist kleiner als in den anderen Fundhorizonten.

Den Abschluß der Gehlbergsschichten bilden etwa 20 cm mächtige Grünsande mit Grabgängen und mittlerem Glaukonitanteil (GRAMANN et al. 1975: 82), in denen noch die Haifauna der G 1 zu finden ist.

Da in den Gehlbergsschichten kein kalkiges Material erhalten blieb (Kapitel 3.4.), liegen auch keinerlei Mikrofossilien zur genauen stratigraphischen Eingliederung vor. Die Fauna (Kapitel 2.3.) hat aber eindeutig obereozänen Charakter, was auch für die Fauna der G 1, z.B. den Walzahn (ROTHAUSEN, persönl. Mitt.), gilt. Die Grenze zwischen Obereozän und Unteroligozän liegt somit nicht im oberen Bereich der Gehlbergsschichten (GRAMANN et al. 1975: 82), sondern entspricht der Grenze Gehlbergsschichten zu Silberbergsschichten. GRAMANN kam mittlerweile (persönl. Mitt.) zum gleichen Ergebnis.

1.3.4.3. Silberbergschichten

Die Silberbergschichten haben ihren Namen vom Silberberg südlich Helmstedt (Abb. 12), an dem sie in der Ziegeleigrube Stegmann von etwa 1870 bis 1970 abgebaut wurden und daher gut untersucht werden konnten. Er lag im Bereich des heutigen Tagebaus Helmstedt und ist restlos abgetragen worden.

Die etwa 15 - 20 m mächtigen, hellbräunlichen bis braungrauen Feinsande und Tonmergel der Silberbergschichten sind gegenüber den Gehlbergschichten durch ihren geringeren Glaukonitgehalt, die nicht geringe Menge an Glimmer, einen Karbonatanteil von ca. 5,6 % (FREIBERG 1981: 151, 177, 262, Anl. 4) und ihre Molluskenfauna in Schälenerhaltung (Kapitel 2.4.2. + 2.4.4.) gekennzeichnet.

Während der ca. 1,5 m mächtige, sandigere Übergangsbereich zu den Gehlbergschichten einen niedrigen Glaukonitanteil aufweist, haben die unteren, 3 - 5 m mächtigen, heller grauen Tonmergel nochmals einen hohen Glaukonitanteil (GRAMANN et al. 1975: 82) und enthalten selten Krebse.

Die darauf folgende meist 15 - 35 cm mächtige, hellgraue Mergelsteinbank mit ihrem niedrigen Glaukonitgehalt (GRAMANN et al. 1975: 82) trat im Tagebau Helmstedt relativ durchgehend in Erscheinung, während sie am Nordrand des Tagebaus Treue nur in der jetzt von einer Müllkippe verschütteten Nordostecke (Abb. 11) und im westlichen Teil, aber nicht im mittleren Hauptteil zu finden war. In ihr fanden sich dünne, verzweigte Grabgänge mit einem Durchmesser um wenige cm und Konkretionen, die maximale Durchmesser von fast 1 m erreichen konnten und selten gut erhaltene Krebse enthielten (BACHMAYER & MUNDLOS 1968: 658).

Die nächsten ca. 3 - 6 m mächtigen Lagen mit vielen Grabgängen und mittlerem Glaukonitgehalt (GRAMANN et al. 1975: 82) enthalten selten Krebse. Sie können in einen mächtigeren, tonigeren und eher grauen unteren und einen deutlicher geschichteten, sandigeren und braunerem oberen Bereich unterteilt werden. Ihr Hangendes wird von einer etwa 20 cm mächtigen, durchwühlten Lage gebildet, die die jüngsten Krebse der Silberbergschichten enthält.

Bis auf den sandigeren Übergangsbereich gehören alle bisher genannten Schichten zur Krebszone K I, die also gegenüber den Krebslagen der Gehlbergschichten einen größeren Streubereich aufweist. Grabungen der Amateur-Paläontologen HINTZEN, RAABE und

Höhe über NN (m)

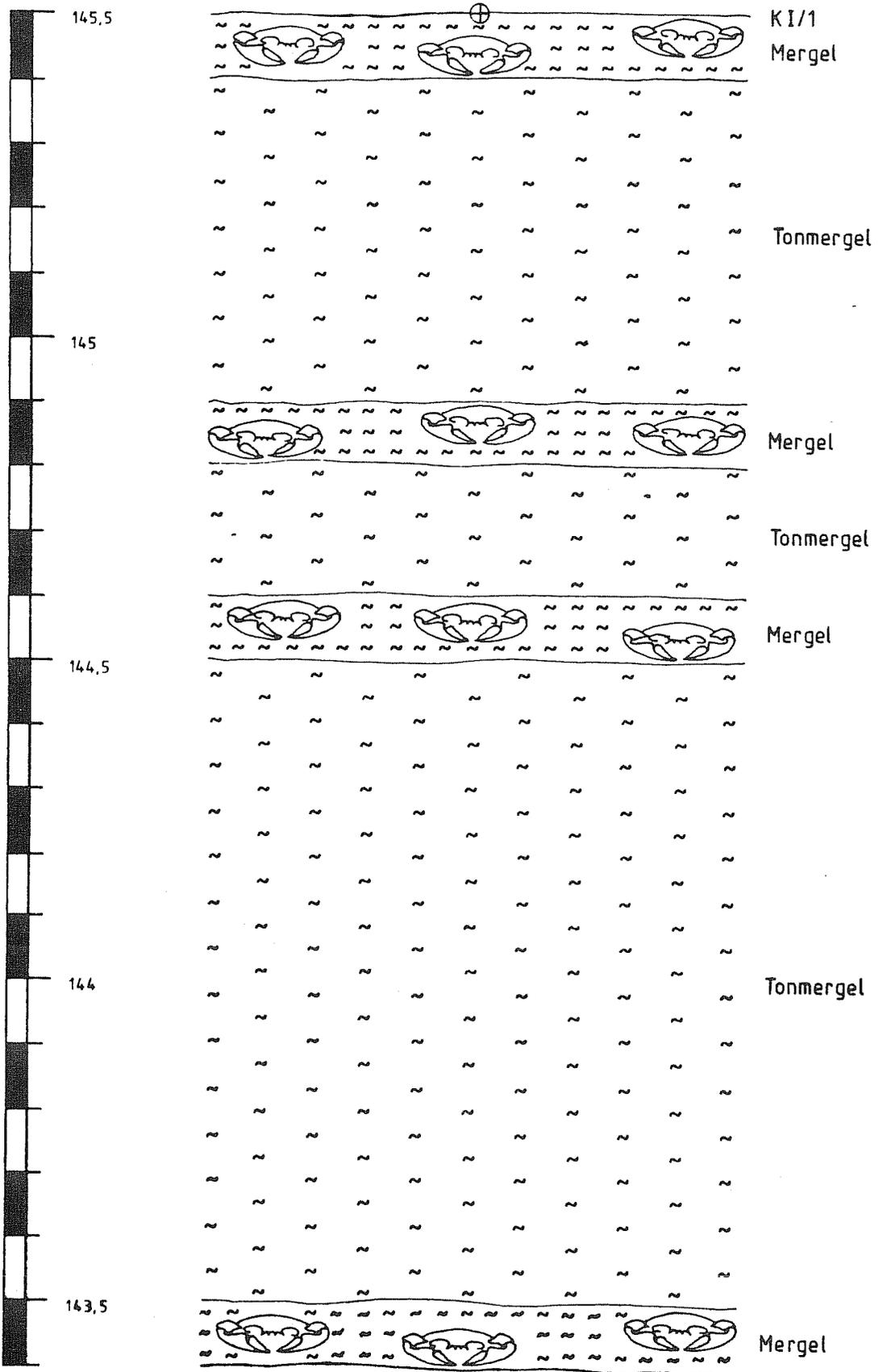


Abb. 13 Krebshorizonte im oberen Bereich der KI

WULF mit teilweise eigener Beteiligung ergaben im mittleren Bereich der Nordrandböschung des Tagebaus Treue östlich der Rutschung II (Abb. 11) eine größere Häufigkeit der Krebsfunde in vier Lagen. Die oberen, näher zusammenliegenden drei Lagen enthielten mehr brüchige Exemplare, während die untere Lage die besseren Funde aufwies (Abb. 13). Diese Lage befindet sich etwa 0,5 m oberhalb der Mergelsteinbank.

Den Abschluß bilden 1,5 - 3 m mächtige, heller gelbliche Lagen mit hohem Hellglimmeranteil (BACHMAYER & MUNDLOS 1968: 658; FREIBERG 1981: 151 + 152) ohne Krebsfunde.

Durch die nachgewiesene Nannoplankton-Zone NP 21 (GRAMANN et al. 1975) sind die Silberbergschichten sicher ins untere Latdorfium und damit an die Basis des Unteroligozäns zu stellen (Abb. 9).

1.3.5. Rupelium

Nur auf dem Sattel im Gebiet von Alversdorf ist der Septarienton des mitteloligozänen Rupeliums (tom) erhalten (Abb. 2), da er dort in einer durch Subrosion entstandenen Vertiefung vor der Erosion geschützt war.

Nach GRAMANN (persönl. Mitt.) handelt es sich um den höheren Teil des Rupelium 2 (n. SPENGLER 1963), der schon Anklänge an die Fischschieferfazies des Rupelium 3 zeigt.

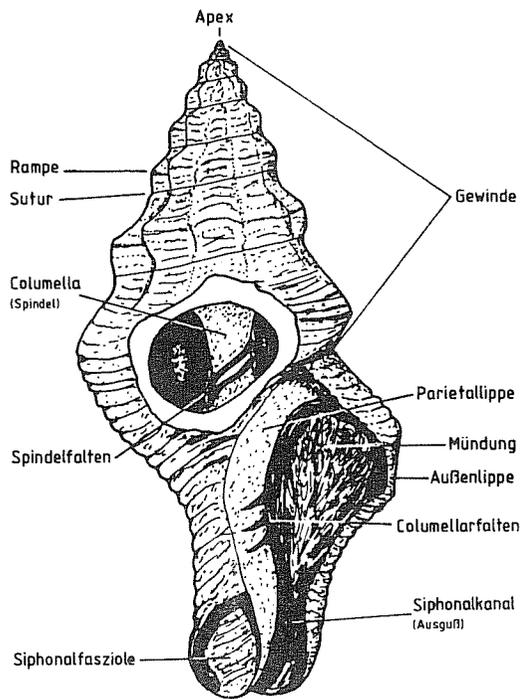
Dieser Ton wurde von etwa 1880 bis 1950 in der Tongrube der BKB-Ziegelei Alversdorf abgebaut, die heute noch in ihren Umrissen zu erkennen ist.

1.3.6. Quartär

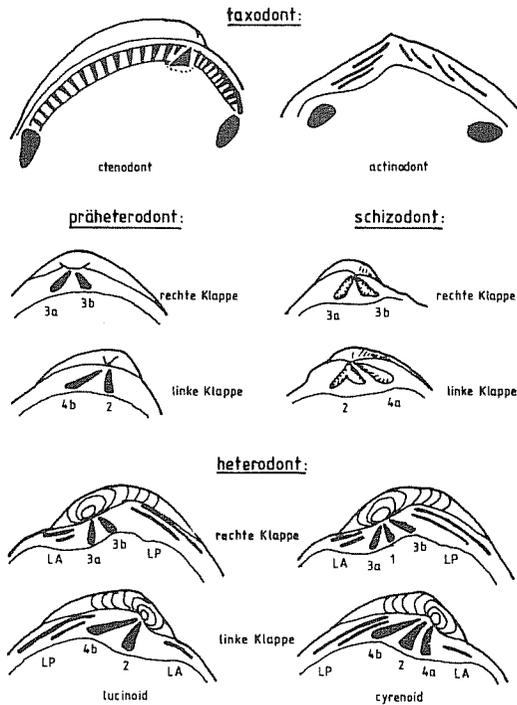
Die Schichten des Quartärs (q) bedecken einen großen Teil des Gebietes (Abb. 3) und wurden deshalb in der Geologischen Übersichtskarte (Abb. 2) abgedeckt, um den Ablagerungsraum des marinen Tertiärs deutlich zu zeigen.

Die glazialen Sedimente des Pleistozäns stellen den Hauptteil des Quartärs, wobei der Geschiebelehm dem Drenthe-Stadium der Saale-Eiszeit zuzuordnen ist (LOOK 1968), während der Löß zur Zeit der Weichsel-Eiszeit abgelagert wurde (BROSCHÉ & WALTER 1978).

Das Holozän besteht aus den Ablagerungen der letzten 10 000 Jahre und findet sich als Umlagerungsprodukt des jeweiligen Untergrundes in den Tälern. Zu den holozänen Ereignissen gehören insbesondere die Rutschungen an der Nordrandböschung des Tagebaus Treue (Abb. 11), die wohl auf zu geringe Böschungswinkel beim Abbau der Kohle zurückzuführen sind.

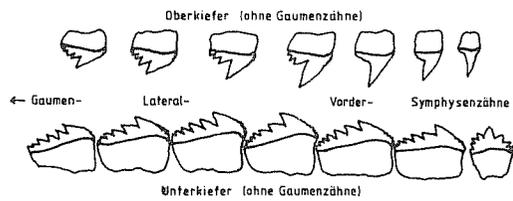


a) Neogastropoda (nach LEHMANN & HILLMER)

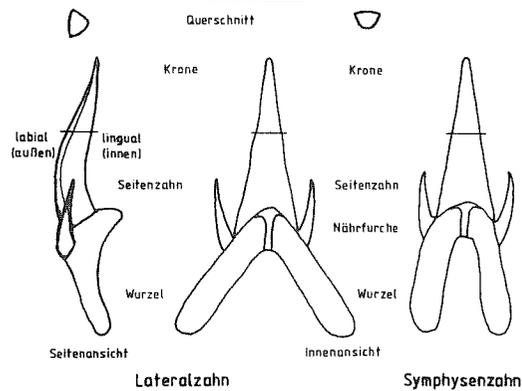


b) Schloßtypen der Bivalvia (nach MÜLLER)

Zahnvariationen bei *Notorynchus*:

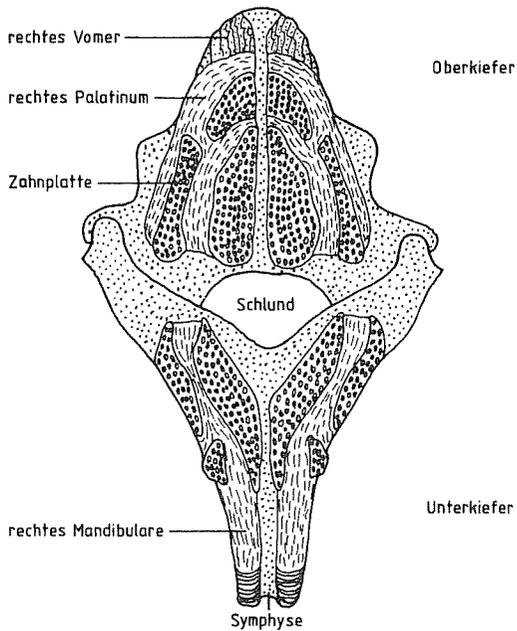


Odontaspis:



c) Zähne der Selachii (nach KEMP und SCHULTZ)

Kiefer von *Edaphodon*:



d) Holocephali (nach KEMP)

Abb. 14 Terminologie wichtiger Fundgruppen

2. Fossilführung

2.1. Einleitung

Im Hauptteil der Arbeit wird insbesondere auf die außerordentlich reichhaltige Fauna eingegangen, die besonders in den letzten Jahren durch intensive Aufsammlungen von Amateur-Paläontologen sowie durch eigene Sammeltätigkeit zusammengekommen ist. Viele dieser bisher noch nicht veröffentlichten Funde aus dem marinen Alttertiär Helmstedts werden im folgenden erstmals beschrieben und abgebildet.

Da sich in den Privatsammlungen der Herren HINTZEN, RAABE und WULF (Helmstedt und Umgebung) und MUNDLOS (Bad Friedrichshall; Sammlung dem Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart übereignet) im wesentlichen Makrofossilien finden und mein Interesse aufgrund der Vertebratenreste besonders den Gohlbergsschichten galt, in denen noch keine Mikrofossilien gefunden wurden, werden die Mikrofossilien der Annenberg- und Silberbergsschichten nur in Tabellen aufgelistet und auf die Arbeiten von GRAMANN (1969), MARKS & VESSEM (1971), MARTINI & RITZKOWSKI (1968), MORLEY DAVIES (1971) und WICK (1938) verwiesen.

Weil in älteren Arbeiten die Schichtenfolge insgesamt ins Unteroligozän gestellt wurde (Kapitel 1.3.4.), ist teilweise schwierig zu entscheiden, ob sich die von v. KOENEN (1865) und von ROEMER (1864) zusammengestellten Faunenlisten auf Funde aus den Annenberg- oder Silberbergsschichten beziehen. Deshalb werden die dort genannten Arten nur zum Teil in meine Fossiltabellen aufgenommen.

Die Beschreibung der Fauna soll nur zur Unterscheidung der in Helmstedt gefundenen Gattungen und Arten dienen. Ausführliche Gattungs- und Artdiagnosen werden deshalb nicht gegeben. Die für die Beschreibung verwendete Terminologie der wichtigsten Fossilgruppen ist der Abb. 14 zu entnehmen. Weiterführende Angaben über Merkmale der höheren systematischen Einheiten finden sich bei LEHMANN & HILLMER (1980) und bei MÜLLER (1966 - 1981).

2.2. Annenbergsschichten

Tab.2 Mikrofossilien der Annenbergsschichten
(nach GRAMANN und MARTINI & RITZKOWSKI)

1 Coccolithen; 2 benthische Foraminiferen	Systematik
<i>Anomalina grosserugosa</i> (GÜMBEL, 1868)	2
<i>Clavulina</i> cf. <i>parisiensis</i> ORBIGNY, 1826	2
<i>Coccolithus eopelagicus</i> (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954)	1
<i>Coccolithus grandis</i> BRAMLETTE & RIEDEL, 1954	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (WALLICH, 1877)	1
<i>Coccolithus solitus</i> BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961	1
<i>Cyclococcolithus formosus</i> KAMPTNER, 1963	1
<i>Cyclococcolithus inversus</i> DEFLANDRE, 1954	1
<i>Discoaster barbadiensis</i> TAN SIN HOK, 1927	1
<i>Discoaster binodosus</i> MARTINI, 1958	1
<i>Discoaster distinctus</i> MARTINI, 1958	1
<i>Discoaster germanicus</i> MARTINI, 1958	1
<i>Discoaster saipanensis</i> BRAMLETTE & RIEDEL, 1954	1
<i>Discolithina distincta</i> (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961)	1
<i>Discolithina pulcheroides</i> (SULLIVAN, 1964)	1
<i>Helicosphaera seminulum lophota</i> BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961	1
<i>Lenticulina</i> (<i>Robulus</i>) <i>cultrata</i> (MONTFORT, 1808)	2
<i>Lenticulina</i> (<i>Vaginulinopsis</i>) <i>decorata</i> (REUSS, 1855)	2
<i>Nodosaria latejugata</i> GÜMBEL, 1868	2
<i>Pemma angulatum</i> MARTINI, 1959	1
<i>Reticulofenestra umbilica</i> (LEVIN, 1965)	1
<i>Rhabdosphaera gladius</i> LOCKER, 1967	1
<i>Rhabdosphaera scabrosa</i> (DEFLANDRE, 1954)	1
<i>Rhabdosphaera tenuis</i> BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961	1
<i>Uvigerina rugosa</i> TERQUEM, 1882	2
<i>Zygodolites dubius</i> DEFLANDRE, 1954	1
<i>Zygorhablithus bijugatus</i> (DEFLANDRE, 1954)	1

Der überwiegende Teil der Fossilien der Annenbergsschichten sind Mollusken in Schalenerhaltung, die aber meist sehr weich und daher schwer zu bergen sind. An Mikrofossilien wurden vor allem Coccolithen beschrieben (Tab. 2), die auch die Grundlage der Nannoplanktonzonierung bilden (Abb. 9). Erst in letzter Zeit sind auch Zähne und Wirbel von Haien (Selachii) und Otolithen und Wirbel von modernen Knochenfischen (Teleostei) gefunden worden.

Tab. 3 Anthozoa der Annenbergsschichten	
+ häufig; -- sehr selten	Häufigkeit
<i>Cycloseris hemisphaerica</i> ROEMER, 1864	--
" <i>Flabellum</i> " <i>ovale</i> ROEMER, 1864	+
Oculininae gen. et sp. indet.	--

Relativ häufig findet man die Einzelkoralle "*Flabellum*" *ovale*, während die beiden anderen Formen jeweils nur durch einen Fund bekannt sind (Tab. 3). Ihre Bestimmung erfolgte im wesentlichen nach ROEMER (1864). Die Systematik richtet sich nach WELLS (1956). Alle gehören innerhalb der Unterklasse Zoantharia (Steinkorallen) zur Ordnung Scleractinia, die auch als Cyclocorallia bezeichnet werden, da ihre Septen zyklisch erst in Sechser- und dann in Zwölfergruppen wachsen.

Cycloseris hemisphaerica ROEMER, 1864

Taf. I, Fig. 3

Die Gattung *Cycloseris* MILNE-EDWARDS & HAIME, 1849 gehört zur Familie Fungiidae, Oberfamilie Fungiicae, Unterordnung Fungiina.

Es sind kleine, kreisrunde und flach halbkugelförmige Einzelkorallen mit scharfkantigen Rippen am Rand und mit miteinander verwachsenen, an den Seiten knotigen Leisten, die sich zur Mitte hin in ein warziges Säulchen auflösen. Die Art *C. hemisphaerica* wurde von ROEMER (1864: 240) anhand von Helmstedter Material aufgestellt.

"*Flabellum*" *ovale* ROEMER, 1864

Taf. I, Fig. 2

Die Gattung *Flabellum* LESSON, 1831 gehört zur Familie Flabellidae, Oberfamilie Flabellicae, Unterordnung Faviina.

Es sind kegelförmige Einzelkorallen mit ovalem Querschnitt, deren Seiten nach unten hin immer stärker zusammenlaufen und deren Längsachse zur Seite der kürzeren Querachse hin gekrümmt sein kann. Die Septen sind in der Mitte nicht verwachsen, wobei die der ersten beiden Ordnungen etwa gleichlang sind und in einer kleinen Verdickung enden. Sie besitzen keine Columella. Auch die

Art *F. ovale* wurde von ROEMER (1864: 238) mittels Material aus Helmstedt aufgestellt.

Leider ist keine Neubearbeitung dieser Form erfolgt, die dringend erforderlich wäre, da sie der Gattungsdiagnose von *Flabellum* widerspricht. GRAMANN (1975: 12) bestimmte sie als Caryophyllinae gen. et sp. indet.

Oculininae gen. et sp. indet.

Taf. I, Fig. 1

Diese Form gehört aller Wahrscheinlichkeit nach zur Unterfamilie Oculininae, Familie Oculinidae, Oberfamilie Faviicae, Unterordnung Faviina.

Es ist eine dickwandige, unregelmäßig verzweigte Form mit kurzen Septen. Sie zeigt größte Ähnlichkeit mit *Bathelia* MOSELEY, 1881. Diese Gattung ist allerdings bislang nur rezent aus etwa 1000 m Tiefe aus dem Südatlantik bekannt (WELLS 1956: 411). Der derzeitige Bearbeitungsstand tertiärer Korallen läßt eine nähere Bestimmung nicht zu.

2.2.2. Gastropoda (Schnecken)

Tab. 4 Gastropoda der Annenbergsschichten	
++ sehr häufig; + häufig; - selten; -- sehr selten; L nur aus der Literatur bekannt	Häufigkeit
<i>Aquilofusus</i> sp.	-
<i>Athleta</i> sp.	++
<i>Bathytoma</i> sp.	++
<i>Clavatula</i> sp.	-
<i>Clavilithes</i> sp.	+
<i>Entemnotrochus</i> sp.	L
<i>Fusinus waeli</i> (NYST, 1852)	L
<i>Gemmula</i> sp.	-
<i>Mangelia</i> sp.	-
<i>Natica</i> sp.	+
<i>Peyrotia</i> sp.	++
<i>Pisanella</i> sp.	-
<i>Streptochetus scrabellus</i> (KOENEN, 1865)	+
<i>Surcula prisca</i> (SOLANDER, 1766)	L
<i>Tornatellaea simulata</i> (SOLANDER, 1766)	+
<i>Turricula</i> sp.	-
<i>Turris wateleti</i> DESHAYES, 1865	-
<i>Turris</i> sp.	+

Schnecken werden in den Annenbergsschichten am häufigsten gefunden. Die in den letzten drei Jahren gesammelten Schnecken stammen allerdings aus dem Bereich der Rutschung III (Abb. 11), sind also nicht horizontal geborgen worden.

Die Bestimmung der neueren Funde verdanke ich zum größten Teil Herrn Dr. HINSCH (Kiel). Da die einzelnen Exemplare z.T. verdrückt sind, war die Artbestimmung nicht immer möglich. Ihre systematische Eingliederung erfolgte nach MORLEY DAVIES (1971) oder - falls die von Dr. HINSCH bestimmte Gattung dort nicht zu finden war - nach WENZ (1938 - 1944).

Nach MARTINI & RITZKOWSKI (1968: 236) existiert innerhalb der Annenbergsschichten eine Lage mit *Pleurotomaria* (s.u.), die aber weder den in Helmstedt regelmäßig sammelnden Hobbypaläontologen noch mir bekannt geworden ist. Dies läßt sich möglicherweise durch die z.Zt. schlechten Aufschlußverhältnisse erklären.

2.2.2.1. Prosobranchia

Der größte Teil der Schnecken gehört zur Unterklasse Prosobranchia, die durch die Chiastoneurie, d.h. durch in Gestalt einer Acht überkreuzte Nervenbahnen, gekennzeichnet ist. Ihre Ordnungen werden in der Zoologie vor allem durch den Bau der Raspelzunge (Radula), der Kiemen und anderer Weichteile unterschieden, was fossil nicht möglich ist. Die Unterordnungen Meso- und Neogastropoda werden aufgrund nur einer Kieme und einer Niere als Ordnung Caenogastropoda der vorwiegend paläozoischen, aber auch rezent vertretenden Ordnung Archaeogastropoda gegenübergestellt.

I. Archaeogastropoda: meist herbivore Formen mit ganzrandiger (holostomer) Mündung und rhipidoglosser Radula (d.h. Zahnformel: 100:5:1:5:100).

Entemnotrochus sp.

keine Abbildung

Die Gattung *Entemnotrochus* FISCHER, 1885 gehört zur Familie Pleurotomariidae, Oberfamilie Pleurotomariacea, Unterordnung Pleurotomariina.

Es sind breit kegelförmige Formen mit flacher, schiefer, kantig von den Umgängen abgesetzter Basis und relativ breitem, im oberen Drittel der Windung liegendem Schlitzband mit deutlichen Lunulae.

Die Vertreter dieser Gattung dürften die bereits erwähnte Lage mit *Pleurotomaria* bilden (MARTINI & RITZKOWSKI 1968: 236), da die Gattung *Pleurotomaria* DEFRANCE, 1826 auf Jura und Kreide beschränkt ist.

II. Mesogastropoda: Caenogastropoden mit meist taenioglosser Radula (2-5:1:1:1:2-5), deren Mündung meist einen Ausguß besitzt.

Peyrotia sp.

Taf. I, Fig. 17

Die Gattung *Peyrotia* COSSMANN, 1912 gehört zur Unterfamilie Turritellinae, Familie Turritellidae, Oberfamilie Cerithiacea und wird von einigen Autoren als Untergattung zur Gattung *Turritella* LAMARCK, 1799 gestellt.

Es sind hoch spindelförmige Formen mit flachen Umgängen, die durch Kanten an der unteren Naht abgesetzt sind und einen kantigen, flachen Wulst in der Mitte besitzen. Ihre Skulptur besteht aus spiraligen Fäden oder Kielen. Die Mündung ist klein, gerundet viereckig und holostom.

Natica sp.

Taf. I, Fig. 15

Die Gattung *Natica* SCOPOLI, 1777 gehört zur Unterfamilie Naticinae, Familie Naticidae, Oberfamilie Naticacea.

Es sind bauchige Formen mit halbkreisförmiger, holostomer Mündung, die sich von anderen Mollusken ernähren, indem sie diese mit der Radula mittels eines ätzenden Sekretes anbohren.

III. Neogastropoda: Caenogastropoden mit meist stenoglosser Radula (1:0:1:0:1), deren Mündung einen Ausguß mit meist langer Siphonalrinne besitzt.

a) Oberfamilie Buccinacea:

Pisanella sp.

Taf. I, Fig. 10

Die Gattung *Pisanella* KOENEN, 1865 gehört zur Familie Buccinidae.

Es sind spindelförmige Formen mit gitterartiger Skulptur aus axialen und spiraligen Rippen. Die lange, schmale Mündung sieht oben ausgußartig aus und besitzt einen deutlichen Siphonalwulst und eine kurze Siphonalrinne.

Fusinus waeli NYST, 1852

keine Abbildung

Die Gattung *Fusinus* RAFINESQUE, 1815 [= *Fusus* LAMARCK, 1799] gehört zur Unterfamilie Fusininae, Familie Fusinidae.

Es sind schlanke, spindelförmige, spiral berippte Formen mit ovaler Mündung, längerem Hals und offener Siphonalrinne.

Streptochetus scrabellus (KOENEN, 1865)

Taf. I, Fig. 8

Die Gattung *Streptochetus* COSSMANN, 1889 gehört ebenfalls zur Unterfamilie Fusininae.

Sie unterscheidet sich von *Fusinus* durch eine kürzere, gedrungene Gestalt, mit Knoten besetzte Rippen und eine länglichere Mündung, deren Siphonalrinne eine rückwärts gerichtete Kerbe für den Ingestionssipho besitzt, die durch Anwachsstreifen (Siphonalfasziolen) gekennzeichnet ist.

Aquilofusus sp.

Taf. I, Fig. 13

Die Gattung *Aquilofusus* KAUTSKY, 1925 gehört auch zur Unterfamilie Fusininae.

Sie unterscheidet sich von *Fusinus* und *Streptochetus* durch eine noch kürzere Gestalt, schwächere Rippen auf dem letzten Umgang und eine kurze, nur schwach ausgebildete Siphonalrinne.

Clavilithes sp.

Taf. I, Fig. 11

Die Gattung *Clavilithes* SWAINSON, 1840 gehört zur Unterfamilie Fasciolarinae, Familie Fusinidae.

Es sind schlanke, spindelförmige Formen, deren erste Windungen Knoten aufweisen, die aber auf den späteren Windungen wieder verschwinden. Die letzte Windung bildet eine leichte, ebene Rampe aus. Die Mündung ist länglich und besitzt eine längere, deutliche Siphonalrinne und eine Furche nach oben hin. Die Spindel besitzt pro Umgang zwei Falten.

b) Oberfamilie Volutacea:

Athleta sp.

Taf. I, Fig. 6

Die Gattung *Athleta* CONRAD, 1853 gehört zur Unterfamilie Athletinae, Familie Volutidae.

Es sind leicht bauchige Formen mit schwachem Gewinde, aber großer Endwindung. Ornamentiert sind sie mit senkrechten Rippen, die am Oberrand oft eine Stachelkante bilden. Die Mündung ist weit länglich und besitzt oben eine leichte Furche und eine tiefe Siphonalrinne.

c) Oberfamilie Conacea:

Turris wateleti DESHAYES, 1865

Taf. I, Fig. 16

Die Gattung *Turris* O.F. MÜLLER, 1766 [= *Pleurotoma* LAMARCK, 1799] gehört zur Unterfamilie Turrinae, Familie Turridae.

Es sind hoch spindelförmige Formen mit kantigen, meist längs skulptierten Umgängen und einer länglichen Mündung, die durch einen nahezu rechteckigen Analsinus gekennzeichnet ist, der sich als glattes Analband auf der Außenseite bemerkbar macht. Ihre Radula ist toxogloss, d.h. die Mittelplatte ist gänzlich reduziert und die Seitenplatten sind stilettartig und besitzen oft Widerhaken.

Aufgrund der schlechten Erhaltung sind außer bei *T. wateleti* keine weiteren Artbestimmungen dieser recht häufigen Gattung (Tab. 4) möglich.

Gemmula sp.

keine Abbildung

Die Gattung *Gemmula* WEINKAUF, 1875 gehört ebenfalls zur Unterfamilie Turrinae.

Sie unterscheidet sich von *Turris* vor allem durch ihr knotiges Analband.

Clavatula sp.

Taf. I, Fig. 14

Die Gattung *Clavatula* LAMARCK, 1801 gehört zur Unterfamilie Clavatulinae, Familie Turridae.

Es sind hoch kegelförmige Formen mit Längsskulptur und undeutlichem Analband, deren Mündung oben breit ist und einen breit dreieckigen Analsinus und eine relativ breite Siphonalrinne besitzt.

Turricula sp.

Taf. I, Fig. 4

Die Gattung *Turricula* SCHUMACHER, 1817 gehört ebenfalls zur Unterfamilie Clavatulinae.

Sie unterscheidet sich von *Clavatula* durch die konkav-konvex geformten Umgänge, den mehr U-förmigen Analsinus im oberen, konkaven Teil der Mündung und die längere Siphonalrinne.

Surcula prisca (SOLANDER, 1766)

keine Abbildung

Die Gattung *Surcula* ADAMS, 1853 gehört auch zur Unterfamilie Clavatulinae und wird von einigen Autoren als Untergattung zur Gattung *Turricula* gestellt.

Sie unterscheidet sich von *Turricula* durch die stärkere Ornamentierung und die manchmal etwas schiefe Siphonalrinne, die eine schwache Siphonalfasziolen besitzen kann.

Bathytoma sp.

Taf. I, Fig. 9

Die Gattung *Bathytoma* HARRIS & BURROWS, 1891 gehört zur Unterfamilie Brachytominae, Familie Turridae.

Es sind doppelt kegelförmige Formen, deren Umgänge oben eine deutliche Kante bilden und dort bis zur Naht leicht konkav werden. Ihre Skulptur besteht aus spiraligen, deutlich knotigen Längsstreifen. Die Mündung ist unten nur wenig verschmälert und besitzt eine leicht gebogene Siphonalrinne und einen ausgeprägten, U-förmigen Analsinus.

Mangelia sp.

Taf. I, Fig. 5

Die Gattung *Mangelia* RISSO, 1826 gehört zur Unterfamilie Cytharinae, Familie Turridae.

Es sind kleine, bauchig spindelförmige Formen mit spiraligen Rippen und leichten Streifen dazwischen. Die Mündung besitzt einen breiten, aber flachen Analsinus und eine mittellange, gebogene Siphonalrinne, die nur undeutlich von der Mündung abgesetzt ist.

2.2.2.2. Euthyneura

Die Unterklasse Euthyneura ist durch die sekundäre Rückbildung der Chiastoneurie gekennzeichnet. Hier sind natürlich nur Vertreter der rein marinen Überordnung Opisthobranchia (Hinterkiemer) zu erwarten, da die Überordnung Pulmonata (Lungenschnecken) Süßwasser- und Landformen umfaßt.

Tornatellaea simulata (SOLANDER, 1766)

Taf. I, Fig. 12

Die Gattung *Tornatellaea* CONRAD, 1860 gehört zur Unterfamilie Acteoninae, Familie Acteonidae, Oberfamilie Acteonacea, Ordnung Cephalaspidea.

Es sind kleine, ovale Formen mit wenigen deutlich voneinander abgesetzten Umgängen, die durch spiralige, leicht knotige Rinnen skulptiert sind. Die Außenlippe (Labrum) ist verdickt und gezäh- nelt. Die Spindel besitzt zwei deutliche Spindelfalten.

2.2.3. Bivalvia (Muscheln)

Tab. 5 Bivalvia der Annenbergschichten	
++ sehr häufig; + häufig; - selten; -- sehr selten	Häufigkeit
<i>Caestocorbula</i> sp.	--
<i>Crassatella</i> cf. <i>gibbosula</i> LAMARCK, 1805	-
<i>Cyclocardia latesulcata</i> (NYST, 1843)	++
<i>Gonimyrtea</i> sp.	+
<i>Limopsis (Pectunculina)</i> sp.	++
<i>Nemocardium</i> sp.	+
<i>Nucula</i> sp.	+
<i>Pholadomya</i> sp.	--
<i>Portlandia</i> sp.	++

Die in letzter Zeit gefundenen Muscheln entstammen wie die Schnecken der Rutschung III (Abb. 11) und sind wie diese ebenfalls zum größten Teil von Dr. HINSCH (Kiel) bestimmt worden. Einige Gattungen wurden nach GEYS & MARQUET (1979) bestimmt.

Wichtig für die Systematik der fossilen Muscheln sind die Ausbildung des Schlosses und der Mantellinie und die Anzahl und Größe der Schließmuskeln (Abb. 14). Hauptsächlich wurde der Systematik des "Treatise" (MOORE 1969) gefolgt und diese nur in Einzelfällen nach MORLEY DAVIES (1971) ergänzt. Der überwiegende Teil der Funde gehört zu den Heterodonta, außerdem sind noch Palaeotaxodonta, Pteriomorphia und Anomalodesmata vertreten.

2.2.3.1. Palaeotaxodonta

Die Unterklasse Palaeotaxodonta umfaßt Muscheln mit einfachem Schloß aus parallelen Kerbzähnen und gegenüberliegenden Gruben (taxodont), einfachem, fiedrigem Kiemenbau (protobranch) und zwei etwa gleichgroßen Schließmuskeleindrücken (isomyar).

Nucula sp.

Taf. II, Fig. 3

Die Gattung *Nucula* LAMARCK, 1799 gehört zur Familie Nuculidae, Oberfamilie Nuculacea, Ordnung Nuculoida.

Es sind kleine, ovale bis dreieckige Formen mit nach hinten eingekrümmtem Wirbel (opisthogyr), einfacher Mantellinie ohne Einbuchtung (integripalliat) und meist nur schwach konzentrisch berippter Oberfläche.

Portlandia sp.

Taf. II, Fig. 5

Die Gattung *Portlandia* MÖRCH, 1857 gehört ebenfalls zur Familie Nuculidae.

Es sind stärker gewölbte, kleine Formen mit deutlichem Rostrum und glatter Oberfläche.

2.2.3.2. Pteriomorphia

Die Muscheln der Unterklasse Pteriomorphia sind entweder zahnlos oder besitzen taxodonte oder isodonte Schlösser. Beim isodonten Schloßtyp befinden sich zwei Zähne und Gruben symmetrisch angeordnet beiderseits des Ligaments. Die Kiemen bestehen aus dünnen, langen Fäden, deren Enden nach oben gerichtete sind, wobei die inneren Fäden nach innen und die äußeren nach außen umgeklappt sind (filibranch). Die Mantellinie ist integripalliat.

Limopsis (*Pectunculina*) sp.

Taf. II, Fig. 7

Die Untergattung *Pectunculina* ORBIGNY, 1844 der Gattung *Limopsis* SASSI, 1827 gehört zur Familie Limopsidae, Oberfamilie Limopsocea, Ordnung Arcoida.

Es sind kleine, schief ovale Formen mit taxodontem Schloß, kleinem vorderen und großem hinteren Schließmuskeleindruck (heteromyar), schwacher konzentrischer und radialer Berippung und innen schwach gezähneltem Schalenrand.

2.2.3.3. Heterodonta

Die Unterklasse Heterodonta enthält homomyare Muscheln mit einem Schloß aus zwei bis drei Hauptzähnen (Cardinalia) und beiderseits liegenden ein bis zwei Seitenzähnen (Lateralia) und den entsprechenden Gruben je Klappe (heterodont). Die Kiemen besitzen ähnlich wie der filibranche Typ umgeklappte Fäden, zwischen denen sich aber zusätzlich noch Querelemente befinden (eulamellibranch).

I. Ordnung Veneroidea:

Gonimyrtea sp.

Taf. II, Fig. 6

Die Gattung *Gonimyrtea* MARWICK, 1929 gehört zur Unterfamilie Myrteinae, Familie Lucinidae, Oberfamilie Lucinacea.

Es sind kleine, subquadratische Formen mit feiner, aber deutlicher Skulptur aus konzentrischen Rippen. Das Schloß der linken Klappe besitzt drei Cardinalia, wobei der mittlere Zahn meist bis zur Kante reicht, während in der rechten der vorderste fehlt. Die vorderen Lateralia sind kurz, die Gruben nierenförmig. Der Schalenrand ist innen glatt.

Cyclocardia latesulcata (NYST, 1843)

Taf. II, Fig. 4

Die Gattung *Cyclocardia* CONRAD, 1867 gehört zur Unterfamilie Carditamerinae, Familie Carditidae, Oberfamilie Carditacea.

Es sind kleine, subtrigonale bis trapezförmige Formen mit gut gerundetem Ventralrand und deutlich radial gerippter Oberfläche mit schwachen konzentrischen Anwachslinien. Das Schloß besitzt kräftige Cardinalia, während zwei Lateralia schwach und die anderen gar nicht entwickelt sind.

Crassatella cf. *gibbosula* (LAMARCK, 1805)

Taf. II, Fig. 1

Die Gattung *Crassatella* LAMARCK, 1799 gehört zur Unterfamilie Crassatellinae, Familie Crassatellidae, Oberfamilie Crassatellacea, Unterordnung Astartedontina.

Es sind integripalliate, länglichovale Formen mit zwei Cardinalia je Klappe, die links einen vorderen und zwei hintere und rechts zwei vordere und einen hinteren Seitenzahn besitzen.

Nemocardium sp.

Taf. II, Fig. 2

Die Gattung *Nemocardium* MEEK, 1876 gehört zur Unterfamilie Protocardiinae, Familie Cardiidae, Oberfamilie Cardiacea, Unterordnung Astartedontina.

Es sind ovale bis subquadratische Formen mit gleicher Zahnzahl wie *Crassatella*, aber die beiden Cardinalia sind kreuzweise angeordnet. Die unteren Schalenränder sind innen gekerbt. Die Oberflächenskulptur besteht aus einem Gitter feiner radialer und konzentrischer Streifen.

II. Ordnung Myoidea:

Caestocorbula sp.

keine Abbildung

Die Gattung *Caestocorbula* VINCENT, 1910 gehört zur Unterfamilie Caestocorbulinae, Familie Corbulidae, Oberfamilie Myacea, Unterordnung Myina.

Es sind kleine Formen mit einer kleineren, eher deckelförmigen linken und einer größeren, gewölbten rechten Klappe. Sie liegen mit dieser rechten Klappe so tief im Sediment, daß sie gerade eben noch von ihm bedeckt sind. Die zahnlosen Klappen werden vom Ligament zusammengehalten, das in der linken auf einem Löffel (Chondrophor) sitzt, der in eine Grube der rechten ragt (desmodontes Schloß).

2.2.3.4. Anomalodesmata

Zur Unterklasse Anomalodesmata gehören homomyare, integripalliate Muscheln mit verdicktem oder eingerolltem Schloßrand ohne Zähne. Die Kiemen sind entweder eulamellibranch oder bilden eine von Öffnungen durchbrochene Wand hinter dem Fuß (septibranch).

Pholadomya sp.

keine Abbildung

Die Gattung *Pholadomya* SOWERBY, 1823 gehört zur Familie Pholadomyidae, Oberfamilie Pholadomyacea, Ordnung Pholadomyoidea.

Es sind hoch gewölbte, nach hinten oval verlängerte Formen mit klaffendem Hinter- und manchmal auch Vorderrand. Die Oberflächenskulptur besteht aus konzentrischen Streifen und radialen, knotigen Rippen.

2.2.4. weitere Invertebrata (Wirbellose)

Tab. 6 weitere Invertebraten der Annenbergsschichten	
1 Scaphopoda; 2 Cephalopoda; 3 Polychaeta; 4 Bryozoa	Systematik
<i>Cimomia imperialis</i> (SOWERBY, 1812)	2
<i>Dentalium (Dentalium) sp.</i>	1
<i>Lunulites sp.</i>	4
<i>Protula extensa</i> (BRANDER, 1766)	3

Außer den bereits erwähnten Wirbellosen fanden sich meist in Einzelexemplaren noch Vertreter der Scaphopoda (Grabfüßer), Cephalopoda (Kopffüßer), Polychaeta (Vielborstige Ringelwürmer) und Bryozoa (Moostierchen). Bei v. KOENEN (1865: 517) werden auch Brachiopoda (Armfüßer) erwähnt, aber neue Funde sind nicht bekannt. Deshalb werden sie wegen der bereits angesprochenen Problematik (Kapitel 2.1.) nicht mit aufgeführt (Tab. 6).

2.2.4.1. Scaphopoda

Die Klasse Scaphopoda umfaßt im Sediment grabend lebende Mollusken mit Grabfuß und kurzer Radula aus wenigen Querreihen mit nur fünf Zähnen, denen Herz, Augen und Kiemen fehlen.

Dentalium (Dentalium) sp.

Taf. II, Fig. 9

Die Gattung *Dentalium* LINNAEUS, 1758 gehört zur Familie Dentaliidae.

Es sind gekrümmte, elefantenzahnähnliche Formen mit größtem Gehäusedurchmesser an der Mündung und mehr oder weniger deutlichen Längsrippen auf der Außenseite. Ein Schlitz an der Öffnung am oberen, dünneren Ende (Apikalöffnung) ist nicht oder nur undeutlich vorhanden.

2.2.4.2. Cephalopoda

Zur Klasse Cephalopoda gehören die am höchsten entwickelten

Mollusken mit leistungsfähigen Augen, kräftigem Kiefer und relativ einfach gebauter Radula. Aus dem Fuß entwickelten sie einerseits die Arme (Tentakeln) und andererseits den zur Fortbewegung dienenden Trichter, der sie zu aktiven Schwimmern macht (Rückstoßprinzip).

Es ist bislang nur ein Vertreter der Nautilida (Perlboote) gefunden worden. Diese einzigen noch rezent vertretenen Cephalopoden mit Außengehäuse (deshalb auch als Ectocochlia bezeichnet) besitzen gegenüber den anderen rezenten Tintenfischen (Dekabrachia) und Kraken (Octobrachia) zwei Paar Kiemen.

Cimomia imperialis (SOWERBY, 1812)

Taf. II, Fig. 8

Die Gattung *Cimomia* CONRAD, 1866 gehört zur Familie Hercoglossidae, Oberfamilie Nautilacea, Ordnung Nautilida, Unterklasse Nautiloidea.

Es sind relativ glatte Formen mit leichten Anwachsstreifen, lateral und ventral breit gerundeten Umgängen und engem Nabel.

2.2.4.3. Polychaeta

Die Klasse Polychaeta enthält vorwiegend marine, deutlich segmentierte Ringelwürmer (Annelida) mit borstentragenden Extremitäten (Parapodien).

Die hier vertretenen Serpuliden (Kalkröhrenwürmer) leben in festen Kalkröhren.

Protula extensa (BRANDER, 1766)

Taf. II, Fig. 10

Die Gattung *Protula* RISSO, 1826 gehört zur Unterfamilie Filograninae, Familie Serpulidae, Unterordnung Serpulimorpha, Ordnung Sedentaria.

Es sind gerade oder schwach gekrümmte, dickwandige, relativ großwüchsige Formen (Länge: über 10 cm, Ø: 4 - 8 mm). Ihre Oberflächenskulptur besteht nur aus schwachen, meist weit auseinander stehenden Querrunzeln.

Die Bestimmung und Systematik erfolgte nach SCHMIDT (1955), ergänzt durch HOWELL (1962).

2.2.4.4. Bryozoa

Als einziger Vertreter des Stammes Bryozoa ist erst seit jüngster Zeit durch einen Einzelfund (Sammlung RAABE) die Gattung *Lunulites* LAMARCK, 1816 nachgewiesen worden. Abbildung und Beschreibung finden sich im Kapitel 2.4.3.7.

2.2.5. Vertebrata (Wirbeltiere)

Tab. 7 Vertebrata der Annenbergsschichten	
1 Selachii; 2 Teleostei	Systematik
<i>Hexanchus agassizi</i> CAPPETTA, 1976	1
<i>Hypotodus verticalis</i> (AGASSIZ, 1843)	1
<i>Lamiostoma affinis</i> (CASIER, 1946)	1
<i>Paralabrax tenuicauda</i> STINTON, 1966	2
<i>Pterothrissus angulatus</i> STINTON, 1966	2
Wirbel	1 + 2

Diese Funde (Tab. 7) wurden erst in den letzten zwei Jahren in der bereits mehrfach erwähnten Rutschung III der Nordrandböschung "Treue" (Abb. 11) gemacht und bisher noch nicht veröffentlicht.

Die Systematik der Wirbeltiere ist LEHMANN & LIENAU (1983-1985) zu entnehmen.

2.2.5.1. Selachii

Da die wenigen bislang gefundenen Zähne und Wirbel der Haie (Ordnung Selachii) ebenfalls in den Gehlbergsschichten vorkommen, erfolgt ihre Beschreibung und Abbildung im Kapitel 2.3.4.1.

2.2.5.2. Teleostei

Die Oberordnung Teleostei umfaßt die modernen Knochenfische, von denen hier mittlerweile einige nicht näher bestimmbare Wirbel

und mehrere Otolithen vorliegen.

Otolithen sind aragonitische Konkretionen in den drei Bogen-
gängen des Gehörganges (Labyrinth). Da die Struktur ihrer Innen-
fläche artkonstant ist, kann sie zur Bestimmung des zugehörigen
Fisches herangezogen werden. Meist bezieht man sich dabei auf die
Sagitta, den größten Otolithen, während die anderen beiden durch
ihre geringe Größe selten gefunden werden.

Die Bestimmung erfolgte teilweise durch Dr. SCHWARZHANS (Ham-
burg) und wurde ergänzt nach STINTON (1966).

Pterothrissus angulatus STINTON, 1966

Taf. II, Fig. 12

Die Gattung *Pterothrissus* HILGENDORF, 1877 gehört zur Familie
Pterothrissidae (Großflossen-Grätenfische), Unterordnung Clupeoi-
dei, Ordnung Clupeiformes [= Isospondyli](Heringsartige).

Es ist ein oft fast rechteckiger, hoher Otolith mit ovalem,
weitem Ostium und schmaler, tieferer, leicht gebogener Cauda, die
nicht das Hinterende erreicht.

Paralabrax tenuicauda STINTON, 1966

Taf. II, Fig. 11

Die Gattung *Paralabrax* GIRARD, 1856 gehört zur Familie Serra-
nidae (Zackenbarsche), Unterordnung Percoidei, Ordnung Percifor-
mes (Barschartige).

Es ist ein länglicher, schmaler Otolith mit ziemlich tiefem,
breitem, dreieckigem Ostium und tiefer, schmaler, am Ende stark
gebogener Cauda, die den ventralen Hinterrand berührt.

2.3. Gehlbergsschichten

Die Gehlbergsschichten sind die fossilreichsten marinen Deck-
schichten in Helmstedt. Ihre Flora und Fauna findet sich nicht
nur in den Phosphoritlagen, sondern in geringerer Häufigkeit auch
verstreut innerhalb des gesamten Schichtkomplexes (Kapitel 1.3.4.
2.). Da diese Funde in phosphoritisierte Form vorliegen (Kapitel
3.4.), sind es oft mehr oder weniger schlecht erhaltene Steinker-
ne.

Tab. 8 Flora der Gehlbergsschichten (nach GEINITZ, GREGOR und VATER)

1 Coniferen; 2 Monocotylen; 3 Dicotylen	Systematik
<i>Anacardiaceae</i> gen. et sp. indet.	3
<i>Carpinoxylon</i> VATER	3
<i>Cornoxylon</i> CONWENTZ	3
<i>Cupressinoxylon</i> (GÜPPERT) GOTHAN	1
<i>Fegonium</i> VATER	3
<i>Juglandium</i> UNGER	3
<i>Lorinium</i> UNGER	3
<i>Palmoxyton</i> SCHENK	2
<i>Pityoxyton</i> KRAUS	1
<i>Quercinium</i> UNGER	3
<i>Rhizocaulon</i> SAPORTA	2
<i>Stenonia reidemeisteri</i> GEINITZ	1
<i>Taenioxyton</i> FELIX	3

Pflanzenreste sind recht häufig. Hauptsächlich handelt es sich um Stammstücke von Nadelhölzern (Coniferen), die fast durchweg stark angebohrt sind (Taf. III, Fig. 1). Im Normalfall sind es Bohrgänge von *Teredo* (Kapitel 2.3.2.5.), aber in einigen Fällen scheinen auch Insektenfraßgänge, deren Anlage bereits an Land erfolgt sein muß, vorzuliegen (HILLMER, persönl. Mitt.). Unter dem Namen *Stenonia reidemeisteri* beschrieb GEINITZ (1884b: 42, Taf. II, Fig. 7) einen Tannenzapfen, der dem hier abgebildeten (Taf. III, Fig. 2) ähnelt. VATER (1884) konnte aber noch verschiedene Einkeimblättrige (Monocotylen) und Zweikeimblättrige (Dicotylen) nachweisen (Tab. 8). Kleine Ästchen sind häufiger zu finden, aber gegabelte Stücke (Taf. III, Fig. 3) sind selten.

An einer Neubearbeitung der Hölzer sitzt z.Zt. Prof. GOTTWALD (Hamburg), während die wenigen bekannten Früchte (Taf. III, Fig. 5 + 6) von Dr. GREGOR (Stuttgart) bearbeitet werden. Dabei konnte die fünfstrahlige Form (Taf. III, Fig. 6) bereits als zu den Sumachgewächsen (*Anacardiaceae*) gehörend eingestuft werden (GREGOR, persönl. Mitt.).

2.3.2. Invertebrata (Wirbellose) außer Crustacea (Krebse)

Tab. 9 Invertebrata (außer Crustacea) der Gehlbergsschichten	
1 Anthozoa; 2 Gastropoda; 3 Scaphopoda; 4 Bivalvia; 5 Cephalopoda; 6 Polychaeta; 7 Brachiopoda; 8 Echinodermata	Systematik
<i>Amusium</i> sp.	4
<i>Athleta</i> sp.	2
<i>Balanophyllia</i> sp.	1
<i>Burtinella bogneriensis</i> SOWERBY, ?	2
<i>Chilophiurina</i> gen. et sp. indet.	8
Cidaridae gen. et sp. indet.	8
<i>Cimomia imperialis</i> (SOWERBY, 1812)	5
<i>Clavilithes</i> sp.	2
<i>Conus</i> sp.	2
<i>Dentalium</i> sp.	3
<i>Ditrupa</i> sp.	6
<i>Lingula</i> sp.	7
<i>Natica</i> sp.	2
<i>Ostrea flabellula</i> LAMARCK, 1806	4
<i>Teredo</i> sp.	4
<i>Turritella</i> sp.	2

Die Wirbellosen liegen im Normalfall als Steinkern vor. Deshalb ist eine genaue Bestimmung oft unmöglich. Aufgrund des guten Bearbeitungsstandes werden die Krebse (Crustacea) getrennt von den übrigen Wirbellosen aufgeführt (Kapitel 2.3.3.). Am häufigsten sind Schnecken, während Muscheln, vor allem doppelklappige, selten sind. Die in Kapitel 2.2. bereits beschriebenen Formen werden hier ohne weitere Beschreibung erwähnt.

2.3.2.1. Porifera

Der Stamm Porifera (Schwämme) enthält überwiegend sessile Formen ohne echtes Gewebe, die eigentlich nur Zellaggregate bilden, da aus getrennten Schwammteilchen wieder eigene Individuen entstehen können. Mit Hilfe von Skeletelementen (Skleren) werden poröse Wände aufgebaut, die einen zentralen Hohlraum (Paragaster) umschließen, in den Wasser durch die Poren einströmt. Der Wasserstrom wird durch an der Innenwand sitzende Kragengeißelzellen (Choanocyten) erzeugt und nach oben durch eine große Öffnung (Osculum) wieder ausgeführt.

Eozäne Schwämme sind hier sehr selten, aber eingeschwemmte Kreideschwämme sind häufiger. Auf sie soll aber, ebenso wie auf andere Fremdelemente (Belemniten etc.), nicht näher eingegangen werden. In Phosphoritknollen sind aber hin und wieder im Anschliff Hohlräume von Skleren zu erkennen (MUNDLOS 1975: 256). Auch eine Schwammwurzel wurde kürzlich gefunden (Taf. III, Fig. 7).

2.3.2.2. Anthozoa

Die Klasse Anthozoa (Korallen) umfaßt marine, sessile Hohltiere (Cnidaria) ohne freischwimmendes Stadium (Medusen), deren Einzelindividuen (Polypen) Innen- oder Außenskelete bilden können und entweder einzeln leben (solitär) oder Kolonien bilden.

Die hier selten auftretenden Zoantharia bilden meist ein kalkiges Außenskelet und sind durch die Phosphoritisierung sehr schlecht zu bestimmen.

Balanophyllia sp.

Taf. III, Fig. 8

Die Gattung *Balanophyllia* WOOD, 1844 gehört zur Familie Dendrophylliidae, Oberordnung Dendrophylliina, Ordnung Scleractinia.

Es sind Einzelkorallen mit deutlichen Außenrippen in Verlängerung der Septen (Costae) und gut ausgebildeter axialer Innensäule (Columella).

2.3.2.3. Gastropoda

Zur Klasse Gastropoda (Schnecken) gehören Mollusken mit Kopf, Fuß, Eingeweidesack, Mantel und vom letzteren gebildetem, einteiligem, eingedrehtem oder napfförmigem Kalkgehäuse.

Die hier häufigen Steinkerne sind wegen des Fehlens diagnostischer Merkmale kaum zu bestimmen. Im allgemeinen sind aber ähnliche Formen wie in den Annenbergsschichten (Kapitel 2.2.2.) zu erwarten. So sind *Athleta* sp., *Clavilithes* sp. (Taf. IV, Fig. 1), *Natica* sp. und *Turritella* sp. (Taf. IV, Fig. 5) nachgewiesen.

Burtinella bognoensis (SOWERBY, ?)

Taf. IV, Fig. 3

Die Gattung *Burtinella* MÖRCH, 1861 gehört zur Familie Vermetidae, Oberfamilie Cerithiacea, Unterordnung Mesogastropoda, Ordnung

Caenogastropoda, Unterklasse Prosobranchia.

Es sind unregelmäßig gewundene Formen mit normal spiraligen, meist linksgewundenen, flach kegelförmigen ersten fünf Umgängen, während die restlichen Umgänge rechtwinklig abbiegen und gestreckt verlaufen. Sie besitzen eine schwache Oberflächenskulptur aus unregelmäßigen Längsfäden und Anwachsältchen und eine rundliche Mündung.

Conus sp.

Taf. IV, Fig. 2

Die Gattung *Conus* LINNAEUS, 1758 gehört zur Familie Conidae, Oberfamilie Conacea, Unterordnung Neogastropoda, Ordnung Caenogastropoda, Unterklasse Prosobranchia.

Es sind sehr giftige Tiere mit toxoglosser Radula. Das konische Gehäuse besitzt ein kurzes Gewinde und eine lange, schmale Mündung mit Ausguß.

2.3.2.4. Scaphopoda

Von dieser Molluskenklasse liegt nur ein Steinkern von *Dentalium* sp. vor (Taf. IV, Fig. 10).

2.3.2.5. Bivalvia

In der Klasse Bivalvia (Muscheln) vereinigt man kopflose Mollusken mit muskulösem Fuß, zweilappigem Mantel und bilateraler Symmetrie zwischen den beiden Gehäuseklappen (Kommissurebene), also mit links/rechts Orientierung der Klappen.

Ihre Steinkerne werden hier selten gefunden und sind meist nicht bestimmbar (Taf. IV, Fig. 7). Ebenfalls nicht bestimmbar ist die Bohrmuschel, die die abgebildeten Bohrlöcher (Taf. IV, Fig. 8) verursacht hat.

Ostrea flabellula LAMARCK, 1806

keine Abbildung

Die Gattung *Ostrea* LINNAEUS, 1758 gehört zur Familie Ostreidae, Oberfamilie Ostreacea, Unterordnung Ostreina, Ordnung Pterioidea, Unterklasse Pteriomorpha.

Wie alle Austern besitzt sie eine größere, tiefere linke und eine kleinere, flache und glatte rechte Klappe. Die Ligamentgrube in der linken Klappe ist tief, während sie in der rechten ganz flach oder nur leicht konvex und kleiner ist. Die Außenseite der linken Klappe ist zum Teil mit dem Untergrund verwachsen und zeigt bei dieser Art eine Skulptur aus kräftigen, radialen Rippen und deutlichen, konzentrischen Anwachslineien.

Amusium sp.

Taf. IV, Fig. 6

Die Gattung *Amusium* RÖDING, 1798 gehört zur Familie Entoliidae, Oberfamilie Pectinacea, Unterordnung Pteriina, Ordnung Pterioidea, Unterklasse Pteriomorpha.

Es sind flache Formen mit skulpturlosen, runden Klappen und geradem Schloßrand, der nach vorne und hinten in gleich große Ohren ausläuft.

Teredo sp.

Taf. III, Fig. 1

Die Gattung *Teredo* LINNAEUS, 1758 ("Schiffsbohrwurm") gehört zur Unterfamilie Teredininae, Familie Teredinidae, Oberfamilie Pholadacea, Ordnung Pholadomyoidea, Unterklasse Anomalodesmata.

Es sind in Holz bohrende Tiere mit kleinen, beiderseits klaffenden Klappen, die nur den vorderen Teil des Weichkörpers bedecken und deren vorderster, dreieckiger Bereich mit zahlreichen kleinen Zähnchen besetzt ist. Sie sind hier nur durch ihre Bohrgänge (Kapitel 2.3.1.) bekannt.

Entgegen der Meinung von GEINITZ (1884a: 4) kann der Verursacher dieser Gänge nicht *Gastrochaena* SPENGLER, 1783 sein, da diese heterodonte Bohrmuschel nur im kalkigen Substrat bohrt.

2.3.2.6. Cephalopoda

Der einzige bekannte Steinkern (Taf. IV, Fig. 9) dürfte zu *Cimomia imperialis* (SOWERBY, 1812) gehören, die ja schon aus den Annenbergsschichten bekannt ist (Kapitel 2.2.4.2.).

2.3.2.7. Polychaeta

Ebenfalls nur durch den Einzelfund eines Steinkernes ist die Klasse Polychaeta in den Gehlbergsschichten vertreten.

Ditrupa sp.

Taf. III, Fig. 11

Die Gattung *Ditrupa* BERKELEY, 1835 gehört zur Unterfamilie Serpulinae, Familie Serpulidae, Unterordnung Serpulimorpha, Ordnung Sedentaria.

Es sind leicht gekrümmte bis gerade gestreckte, etwas keulenförmige Tiere mit feiner Querrunzelung auf der Schale. Sie erreichen selten mehr als 1 cm Länge.

2.3.2.8. Bryozoa

Da der einzige Fund (Taf. III, Fig. 9) stark abgerollt und nicht näher bestimmbar ist, wird auf die Bryozoen (Moostierchen) erst im Kapitel 2.4.4.7. eingegangen.

2.3.2.9. Brachiopoda

Zum Stamm Brachiopoda rechnet man marine Formen mit einem Weichkörperbau ähnlich dem der Bryozoen und bilateraler Symmetrie senkrecht zur Kommissurebene, also oben/unten Orientierung der Klappen. Sie sind meist mit einem Stiel am Untergrund befestigt, weshalb auch die Klappe, durch die dieser hindurch läuft, als Stielklappe bezeichnet wird. Da in der anderen Klappe das kalkige Gerüst der Arme (Tentakeln) sitzt, wird diese als Armklappe bezeichnet.

Die einzige hier bekannte Form gehört zu den schloßlosen Inarticulata und liegt in zwei Exemplaren vor.

Lingula sp.

Taf. III, Fig. 10

Die Gattung *Lingula* BRUGUIERE, 1797 gehört zur Familie Lingulidae, Oberfamilie Lingulacea, Ordnung Atremata.

Diese "Zungenmuschel" besitzt eine kleine, längliche Schale aus hornig-phosphatischem Material und lebt vertikal im Sediment

vergraben. Sie wird zu den "Lebenden Fossilien" gerechnet, da sie mehr oder weniger unverändert seit dem Ordovizium bekannt ist.

2.3.2.10. Echinodermata

Der Stamm Echinodermata (Stachelhäuter) umfaßt deuterostome Formen mit fünfstrahliger Symmetrie, die neuerdings von den Chordaten abgeleitet werden (GUTMANN 1972: 51, Abb. 15). Bei den Deuterostomia wird während einer frühen Wachstumsphase der Urmund zum After und ein Mund wird am gegenüberliegenden Pol neu durchgebrochen. Dies charakterisiert vor allem die Chordaten und mit ihnen die Wirbeltiere (Vertebraten). Echinodermen sind rein marin und besitzen ein Wassergefäßsystem (Ambulakralsystem) und ein kalkiges Skelet, das mesodermalen Ursprungs ist und somit ein Innenskelet darstellt.

Sie sind in den Gohlbergsschichten nur durch sehr seltene Funde vertreten.

I. Unterklasse Ophiuroidea (Schlangensterne): Formen mit langen, dünnen und deutlich von der Zentralscheibe abgesetzten Armen.

Hier liegen nur zwei Funde als Abdrücke in Toneisenstein-konkretionen vor (Taf. III, Fig. 13), die innerhalb der Ordnung Ophiurida zur Unterordnung Chilophiurina gehören. Allerdings wird schon die Bestimmung der Familie schwierig; es sind entweder Ophiuridae oder Ophiodermatidae (MUNDLOS, persönl. Mitt.).

II. Unterklasse Echinoidea (Seeigel): Stachelbewehrte Formen mit kugel- bis scheibenförmigem Gehäuse aus fest verbundenen Kalkit-Tafeln.

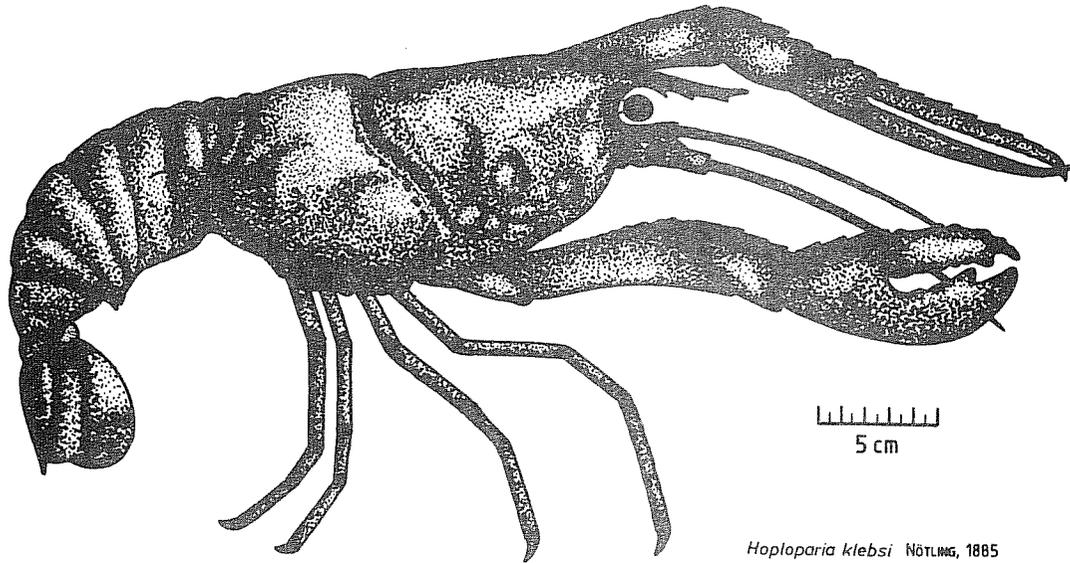
Der hier vorliegende Einzelfund (Taf. III, Fig. 12) ist ebenfalls nur ein Abdruck, diesmal allerdings in einer Phosphoritknolle. Es ist ein Gehäuseteil eines regulären Seeigels, d.h. der unten liegende Mund und der sich auf dem Scheitel befindende After liegen einander gegenüber. Der Fund dürfte aufgrund der Stachelwarzen zur Familie Cidaridae gehören. Auch Cidariden-Stacheln kommen vereinzelt vor.

Tab. 10 Crustacea der Gehlbergsschichten	
++ sehr häufig; + häufig; - selten; -- sehr selten	Häufigkeit
<i>Coeloma (Coeloma) balticum</i> SCHLÜTER, 1879	++
<i>Harpactocarcinus wilkeningi</i> (BACHMAYER & MUNDLOS, 1968)	+
<i>Hoploparia klebsi</i> NOETLING, 1885	-
<i>Mithracia hollandi</i> FÖRSTER & MUNDLOS, 1982	--
<i>Pseudorarinella vahldieki</i> FÖRSTER & MUNDLOS, 1982	--
? <i>Pseudosquilla wulfi</i> FÖRSTER, 1982	-
<i>Raninoides cf. fabianii</i> (LÖRENTHEY & BEURLEN, 1929)	-
<i>Squilla hollandi</i> FÖRSTER, 1982	--

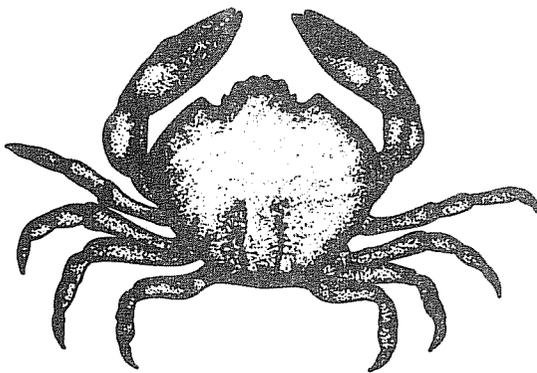
Mit der Bearbeitung der Krebse durch BACHMAYER & MUNDLOS (1968) wurde wieder auf das marine Alttertiär von Helmstedt und seine reichhaltige Fauna hingewiesen, nachdem längere Zeit keine Formen von hier bearbeitet worden waren. Die umfangreiche Neubearbeitung durch FÖRSTER & MUNDLOS (1982) unter Einbeziehung der ausgebaggerten Funde von Handorf bei Peine hat leider den einzigen Nachteil, daß die Krebskonkretionen oft auf Phosphorite vom Typ G 1, G 2 oder G 3 bezogen werden, obwohl nur die G 3 auch Krebse enthält (Kapitel 1.3.4.2.).

Die hier gefundenen Krebse (Tab. 10) gehören alle zur Unterklasse Malacostraca (Höhere Krebse), die durch sechs Kopf-, acht Brust- (Thorakal-) und sechs Schwanzsegmente (Abdominal-) mit anschließendem Schwanzstachel (Telson) gekennzeichnet sind. Außerdem besitzen alle einen kräftigen, aus kalkverstärktem Chitin bestehenden Panzer (Carapax), der ausgehend vom Kopf auch den Thorax umhüllt. Am Kopf sitzen die beweglichen, auf einem Stiel sitzenden Augen und zwei Paar Antennen, von denen das erste Paar zweiästig ausgebildet ist. Der Thorax besitzt acht Paar Anhänge, die zur Nahrungsaufnahme (Maxillipeden) oder zur Fortbewegung (Pereiopoden) dienen. Das Abdomen wird zwar auch durch Chitinplatten geschützt, ist aber beweglich und besitzt pro Segment ein Paar Schwimmpfüße (Pleopoden).

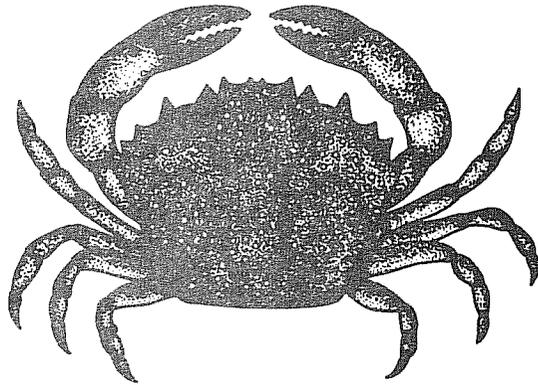
Zum besseren Verständnis der Formen wurden die wichtigsten Helmstedter Krebse rekonstruiert (Abb. 15).



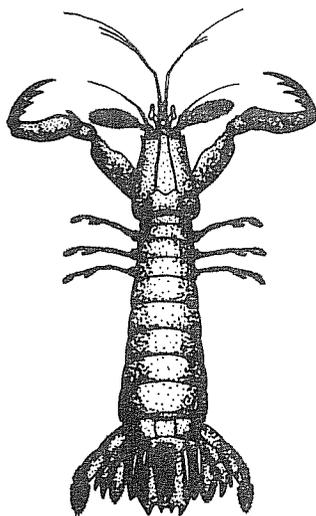
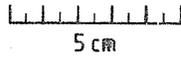
Hoploparia klebsi NÖTLING, 1885



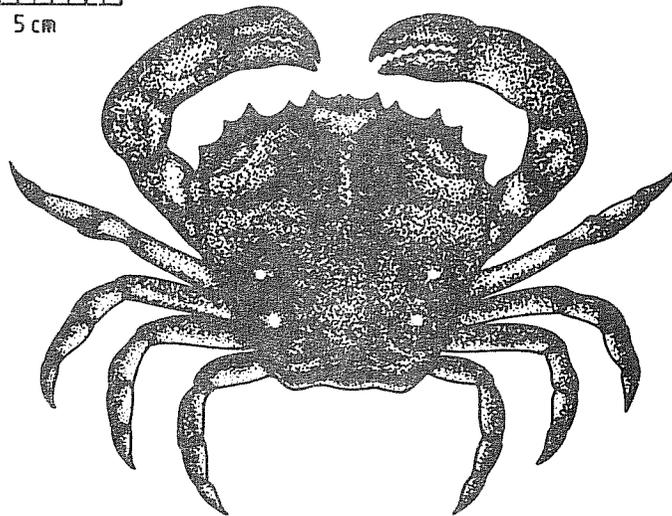
Harpactocarcinus wilkenigi (BACHMAYER & MUNDLOS, 1968)



Coeloma balticum SCHLÜTER, 1879



?*Pseudosquilla wulfi* FÖRSTER, 1982



Coeloma helmstedtense BACHMAYER & MUNDLOS, 1968

Abb.15 Rekonstruktionen einiger Helmstedter Krebse

Bekko Liscu
Janis APS

2.3.3.1. Stomatopoda

Die Ordnung Stomatopoda (Heuschreckenkrebsse) gehört zur Oberordnung Hoplocarida und enthält rein marine Formen. Sie sind durch einen Cephalothorax charakterisiert, der nur zum Teil vom Carapax bedeckt ist, denn die hintersten vier Thorakalsegmente sind frei sichtbar. Die vorderen fünf Paar Thorakalsegmente besitzen Scheren, wobei das zweite Paar zu kräftigen Raubbeinen ausgebaut ist. Dahinter befinden sich drei Paar kleinere Pereiopoden. Das große, kräftige Abdomen ist sehr beweglich und besitzt fünf Paar normal ausgebildete Pleopoden, während das letzte Paar blattförmig vergrößert als Uropoden zusammen mit dem Telson einen umfangreichen Schwanzfächer aufbaut.

Sie wurden erst vor kurzer Zeit hier gefunden und durch FÖRSTER (1982) beschrieben.

Squilla hollandi FÖRSTER, 1982

Taf. V, Fig. 5

Die Gattung *Squilla* FABRICIUS, 1787 gehört zur Familie Squillidae.

Sie besitzen eine ausgeprägte Antennenschuppe (Scaphocerit) und einen Carapax mit deutlicher medianer und lateraler, aber ohne intermedianer Carina. Sein Hinterrand ist median als breiter, wulstartiger Saum abgesetzt. Thorakal- und Abdominalsegmente besitzen mediane, submediane, intermediane und marginale Carinen. Sie sind bisher nur aus den Lagen K II und K III bekannt.

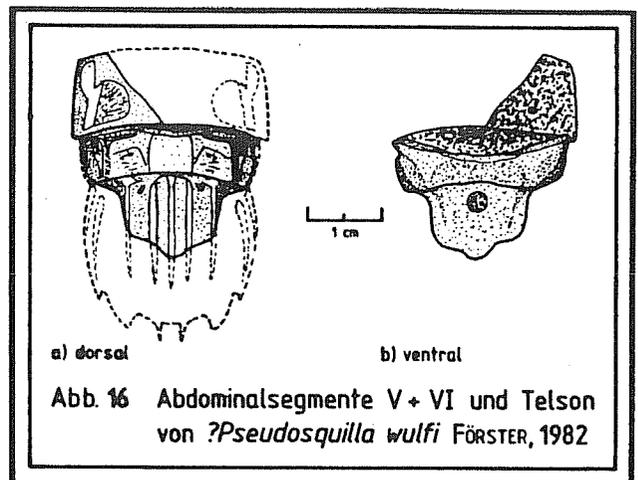
?*Pseudosquilla wulfi* FÖRSTER, 1982

Taf. V, Fig. 6

Die Gattung ?*Pseudosquilla* DANA, 1852 gehört ebenfalls zur Familie Squillidae.

Sie unterscheidet sich von *Squilla* durch den glatten Carapax und die ebenfalls glatten Thorakal- und Abdominalsegmente I - IV.

Ein Neufund (Taf. V, Fig. 6b) zeigt gut die Skulptur der Abdominalsegmente V + VI



und des Telsons. Er ermöglicht eine genauere Rekonstruktion dieses Bereiches (Abb. 16). Das Abdomen V besitzt eine leichte laterale Carina. Die lateralen und marginalen Carinen sind auf dem Abdomen VI noch deutlicher ausgebildet, während die submedianen Carinen nur schwach sind und einen erhabenen Bereich umgrenzen. Zwischen submedianer und lateraler Carina findet sich eine dreieckige, mit der Spitze nach hinten gerichtete, erhabene Region mit runzeliger Skulptierung. Das Telson besitzt deutlich ausgebildete mediane, submediane, laterale und marginale Carinen.

Die Angabe der G 1 als Fundschicht (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 180, Tab. 1) dürfte auf einem Geländeirrtum beruhen, die K II ist wahrscheinlicher.

2.3.3.2. Decapoda

Die Ordnung Decapoda (Zehnfüßige Krebse) gehört zur Oberordnung Eucarida. Ihr Carapax ist mit den Thoraxgliedern verschmolzen und besitzt diagnostisch wichtige Furchen und Felder. Die ersten drei Paar Thorakalanhänge sind Maxillipeden, die anderen fünf Pereiopoden, wobei das erste Pereiopodenpaar meist Scheren trägt und besonders kräftig ausgebildet ist.

Die Helmstedter Funde sind bis auf *Hoploparia klebsi* alles Kurzschwanzkrebse (Brachyura), deren Abdomen reduziert und unter den Thorax eingebogen ist, wobei hier Geschlechtsdimorphismus vorliegt, da das Abdomen der ♀ die Brusttasche schützt und deshalb bedeutend größer ist als das der ♂.

Hoploparia klebsi NOETLING, 1885

Taf. VI, Fig. 4

Die Gattung *Hoploparia* M'COY, 1849 gehört zur Unterfamilie Homarinae, Familie Nephropidae, Infraordnung Astacidea, Unterordnung Pleocyemata.

Es sind bis zu über einem halben Meter lange Langschwanzkrebse (*Macrura*) mit ausgeprägter Heterochelie der Scheren (Abb. 15). Während die rechte als Knackschere sehr gedrungen und kräftig ist, besitzt die linke Zwickerschere einen lang ausgezogenen, schmalen Scherenfinger (*Dactylus*) und einen gleichlangen, noch schmälere Fortsatz (*Index*) am doppelt so langen wie breiten Ballen (*Propodus*). Der Cephalothorax besitzt ein dorsomedian hohlkehlartig eingedelltes Rostrum (Taf. VI, Fig. 4b). Die wenigen Funde stammen sowohl aus K II und K III als auch aus der K IV.

Raninoides cf. *fabianii* (LÖRENTHEY & BEURLEN, 1929)

Taf. VI, Fig. 5

Die Gattung *Raninoides* MILNE-EDWARDS, 1837 gehört zur Familie Raninidae, Oberfamilie Raninoidea, Subsection Archaeobrachyura, Section Podotremata, Infraordnung Brachyura, Unterordnung Pleocyemata.

Es sind kleine Formen, deren Carapax etwa 5 cm Länge erreicht und länger als breit ist ($L/Br = 1,5 - 1,7$). Er besitzt seine größte Breite hinter dem bedornten, relativ gerade verlaufenden Vorderrand, der durch ein kurzes, abwärts geneigtes, einspitziges Rostrum, einen zweifach gekerbten Augenrand mit kurzem Extra-orbitaldorn und einen kräftigen Lateralhorn gekennzeichnet ist und durch eine flache Kante vom übrigen Teil des Carapax abgetrennt ist (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 157, Abb. 7).

Für *Raninoides* gilt dasselbe wie für *Pseudosquilla*; die Fundschicht dürfte nur die K II sein.

Pseudoraninella vahldieki FÖRSTER & MUNDLOS, 1982

Taf. VI, Fig. 6

Die Gattung *Pseudoraninella* BEURLEN, 1929 gehört ebenfalls zur Familie Raninidae.

Sie unterscheidet sich von *Raninoides* durch ihre gedrungenere, etwas kleinere Gestalt ($L/Br \approx 1,1$), die größte Breite des Carapax am Lateralhorn und die Ausbildung einer schiefen, schräg vorwärts gerichteten Lateralrinne hinter diesem Horn.

Leider ist bei den beiden einzigen bekannten, in der K II gefundenen Exemplaren (Bayer. Staatsslg. f. Paläont. u. hist. Geol.; Slg. LIENAU) der Vorderrand nicht erhalten.

Mithracia hollandi FÖRSTER & MUNDLOS, 1982

Taf. VI, Fig. 3

Die Gattung *Mithracia* BELL, 1858 gehört zur Unterfamilie Micromaiinae, Familie Majidae, Oberfamilie Maiioidea, Section Heterotremata, Infraordnung Brachyura, Unterordnung Pleocyemata.

Es sind noch kleinere Formen als die Raniniden. Ihr Carapax ist rundlich eiförmig, nach vorne verschmälert und erreicht Längen um 3 cm ($L/Br = 1,3 - 1,4$). Obwohl er deutlich länger als breit ist, geben FÖRSTER & MUNDLOS (1982: 163) fälschlicherweise Werte von 0,72 und 0,78. Der Carapax ist stark gewölbt, zeigt wulstige Felder und eine von Tuberkeln übersäte Oberfläche (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 163, Abb. 15A, Taf. 2, Fig. 4).

Der einzige Fund aus Helmstedt (Slg. WULF) wurde in der K III gemacht.

Harpactocarcinus wilkeningi (BACHMAYER & MUNDLOS, 1968)

Taf. VI, Fig. 1 + 2

Die Gattung *Harpactocarcinus* MILNE-EDWARDS, 1862 gehört zur Familie Xanthidae, Oberfamilie Xanthoidea, Section Heterotremata, Infraordnung Brachyura, Unterordnung Pleocyemata.

Ihr stark gewölbter, von kleinen Pusteln abgesehen glatter Carapax ist deutlich breiter als lang ($L/Br \approx 0,8$) mit der größten Breite etwa in der Mitte und besitzt einen abgerundeten Vorderrand mit einem mäßig breiten Rostrum mit vier kurzen, stumpfen Zähnen (Taf. VI, Fig. 2) und einem deutlichen Extraorbitaldorn. Die Seiten und der Hinterrand sind abgerundet eckig ausgebildet (BACHMAYER & MUNDLOS 1968: 673, Taf. 9).

Bis auf einen einzigen Fund in der K III stammen alle Funde aus der K IV.

Coeloma (Coeloma) balticum SCHLÜTER, 1879

Taf. V, Fig. 1 - 4

Die Gattung *Coeloma* MILNE-EDWARDS, 1865 gehört zur Familie Geonidae, Oberfamilie Xanthoidea, Section Heterotremata, Infraordnung Brachyura, Unterordnung Pleocyemata.

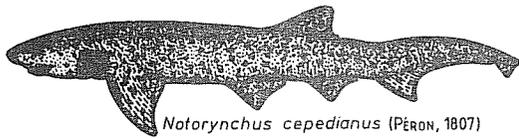
Ihr Carapax ist deutlich flacher und eckiger als bei *Harpactocarcinus*, aber ebenfalls mit $L/Br \approx 0,8$ breiter als lang und etwa gleichgroß. Das Rostrum ist ähnlich *Harpactocarcinus* mit vier allerdings deutlich ausgebildeten Dornen besetzt. Auch der Extraorbitaldorn ist deutlicher. Zusätzlich treten noch ein Dorn am vorderen Unterrand der Orbita, ein kräftiger Lateraldorn und zwischen letzterem und dem Extraorbitaldorn zwei weitere Dornen auf. Dieser seitliche Vorderrand ist leicht gebogen. Der hintere Seitenrand verjüngt sich zum Hinterrand, der etwas breiter als bei *Harpactocarcinus* ist. Die Oberfläche des Carapax ist von etwas größeren Pusteln bedeckt und läßt verschiedene Furchen und erhabene Regionen erkennen (BACHMAYER & MUNDLOS 1968: 678). Von der Mitte des Rostrums zieht sich eine mediane Längsfurche nach hinten, die sich allerdings schon in Höhe der Augenränder aufgabelt, um dann stark geschwungen bis zum Hinterrand zu laufen. Von der Einkerbung am Augenrand und vom Lateraldornen ziehen je eine Furche auf die Mitte zu, die sich an der breitesten Stelle der medianen Doppelfurche mit ihr vereinen. Zwischen diesen beiden Furchen unterhalb des Extraorbitaldorns befindet sich ein länglicher, halbmondförmiger Wulst (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 169, Abb. 18C).

Es sind die mit Abstand häufigsten Krebse der Gehlbergsschichten. Sie werden in allen drei K-Lagen gefunden.

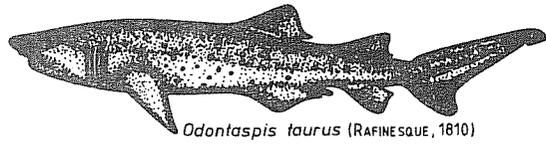
2.3.4. Chondrichthyes (Knorpelfische)

Tab. 11 Chondrichthyes der Gehlbergsschichten ++ sehr häufig; + häufig; - selten; -- sehr selten	Häufigkeit
<i>Aetobatus irregularis</i> (AGASSIZ, 1835)	-
<i>Alopias hassei</i> NOETLING, 1885	--
<i>Amylodon</i> sp.	--
<i>Anomotodon</i> sp.	--
<i>Burnhamia</i> sp.	--
<i>Elasmodus hunteri</i> EGERTON, 1843	+
<i>Galeocerdo latidens</i> AGASSIZ, 1835	+
<i>Heterodontus</i> sp.	--
<i>Hexanchus agassizi</i> CAPPETTA, 1976	--
<i>Hypotodus verticalis</i> (AGASSIZ, 1843)	--
<i>Jaekelotodus trigonalis</i> (JAEKEL, 1895)	+
<i>Lamiostoma affinis</i> (CASIER, 1946)	++
<i>Macrorhizodus praecursor</i> (LERICHE, 1905)	+
<i>Myliobatis dixonii</i> AGASSIZ, 1843	--
<i>Myliobatis</i> cf. <i>toliapicus</i> AGASSIZ, 1843	+
<i>Myliobatis</i> sp.	--
<i>Notidanodon loozi</i> (VINCENT, 1876)	--
<i>Notorynchus kempii</i> WARD, 1979	-
<i>Odontaspis acutissima</i> (AGASSIZ, 1843)	--
<i>Odontaspis hopei</i> (AGASSIZ, 1843)	--
<i>Odontaspis winkleri</i> LERICHE, 1905	-
<i>Physogaleus latus</i> (STORMS, 1894)	--
<i>Physogaleus secundus</i> (WINKLER, 1874)	--
<i>Physogaleus tertius</i> (WINKLER, 1874)	--
<i>Procarcharodon auriculatus</i> (BLAINVILLE, 1818)	--
<i>Procarcharodon</i> cf. <i>debrayi</i> (LERICHE, 1906)	--
<i>Procarcharodon</i> cf. <i>sokolowi</i> (JAEKEL, 1895)	--
Rajidae gen. et sp. indet.	++
<i>Scyliorhinus</i> sp.	--
<i>Squalus</i> sp.	--
<i>Squatina prima</i> (WINKLER, 1874)	--
<i>Striatolamia macrota</i> (AGASSIZ, 1838)	+
<i>Striatolamia striata</i> (WINKLER, 1874)	--
<i>Striatolamia substriata</i> (STROMER, 1910)	--

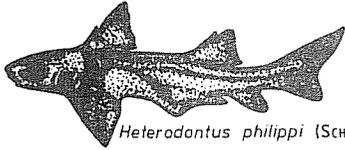
Die Klasse Chondrichthyes (Knorpelfische) ist charakterisiert durch ihr knorpeliges Innenskelet, von dem Teile aber verkalken können, und ein meist kräftiges Gebiß mit einer Vielzahl von Zähnen, die dauernd ersetzt werden können.



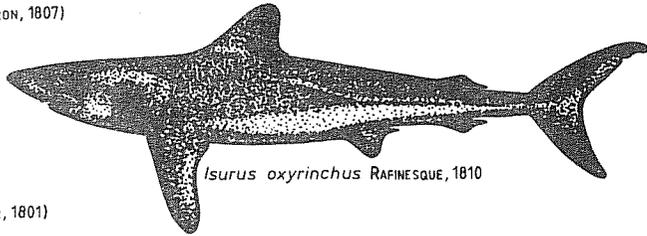
Notorynchus cepedianus (PÉRON, 1807)



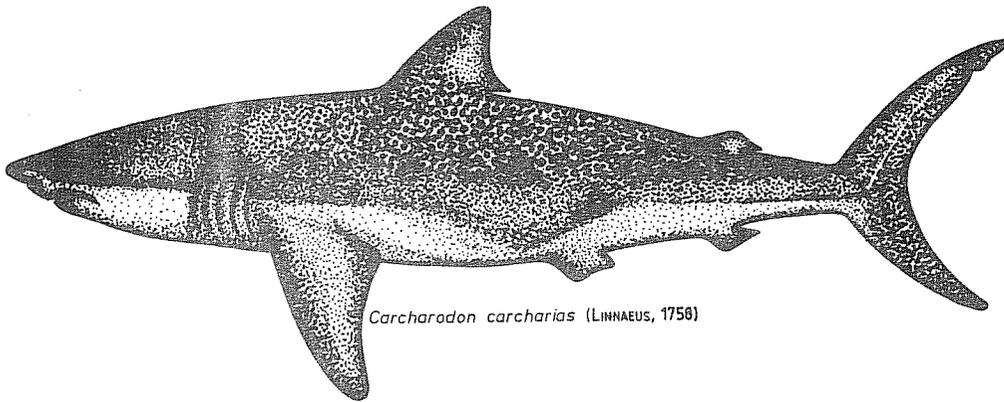
Odontaspis taurus (RAFINESQUE, 1810)



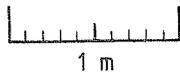
Heterodontus philippi (SCHNEIDER, 1801)



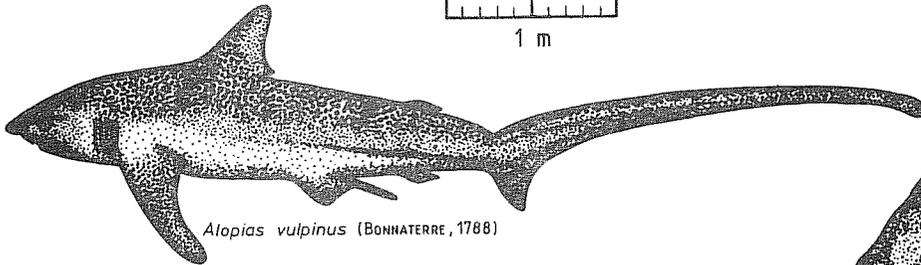
Isurus oxyrinchus RAFINESQUE, 1810



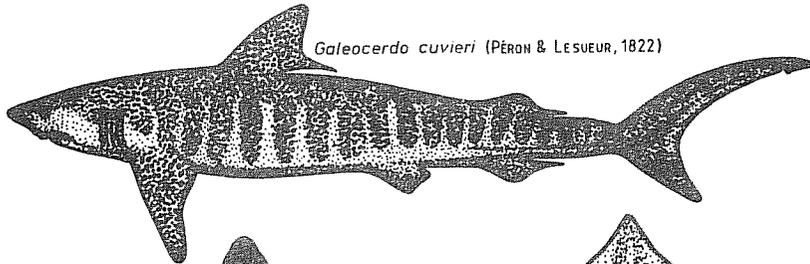
Carcharodon carcharias (LINNAEUS, 1758)



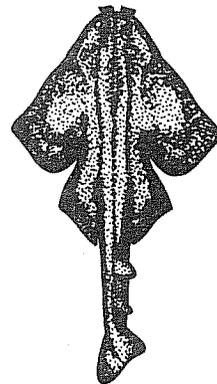
1 m



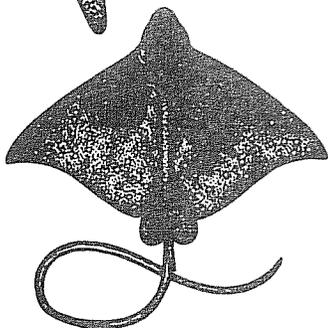
Alopias vulpinus (BONNATERRE, 1788)



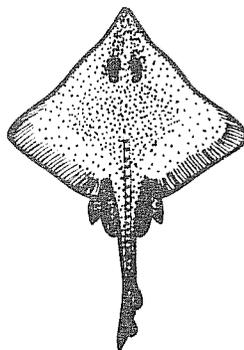
Galeocerdo cuvieri (PÉRON & LESUEUR, 1822)



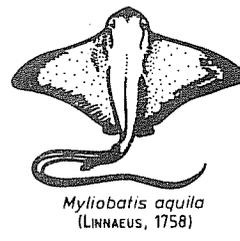
Squatina squatina
(LINNAEUS, 1758)



Aetobatus narinari (EUPHRASEN, 1790)



Raja batis LINNAEUS, 1758



Myliobatis aquila
(LINNAEUS, 1758)

Lehmann
Lieske
September 1822

Abb.17 Rezente Nachfolger Helmstedter Chondrichthyes

Es ist die am häufigsten in den Gohlbergsschichten zu findende Gruppe, wobei Zahnfunde und "Fischaugen" (s.u.) überwiegen (Tab. 11). Im Rahmen eines Faunenvergleiches mit den Formen seiner Doktorarbeit (Mainzer Becken, Oligozän) bearbeitet z.Zt. Dipl. Geol. F. von der HOCHT (Balkhausen) diese Fauna. Seine Bestimmungen in der Sammlung RAABE dienten als Grundlage des größten Teils der Zahnbeschreibungen.

Damit der Bezug der einzelnen Zahnfunde zum ehemals lebenden Tier leichter fällt, werden einige direkte rezente Nachfolger abgebildet (Abb. 17).

2.3.4.1. Elasmobranchii

Die Unterklasse Elasmobranchii (Spaltenkiemer) enthält hauptsächlich marine Formen mit meist fünf, selten sechs oder sieben, getrennt nach außen mündenden, offenen Kiemenspalten.

I. Ordnung Selachii (Haie): Formen mit meist ausgeprägt stromlinienförmigen Körperumrissen. Ihre Kiemenspalten liegen seitlich hinter dem Kopf. Die Körperoberfläche ist dicht mit Placoidschuppen ("Hautzähnen") besetzt. Da die Form ihrer Zähne je nach Mundbereich verschieden sein kann (Abb. 14c), ist die Bestimmung nicht immer einfach. Die Systematik erfolgte nach STEUBEN & KREFFT (1978).

a) Unterordnung Notidanoidei (Kammzahn-Haie):

Die Bestimmung erfolgte nach KEMP (1982: Taf. 2). Da die Kammzähne dieser Gruppe sich sehr ähnlich sehen, ist der Bearbeitungsstand nicht optimal.

Hexanchus agassizi CAPPETTA, 1976

Taf. VII, Fig. 1

Die Gattung *Hexanchus* RAFINESQUE, 1810 gehört zur Familie Hexanchidae.

Ihr Hauptcharakteristikum, die sechs Kiemenspalten, läßt sich fossil nicht nachweisen. Ihre Zähne besitzen eine längliche, flache Wurzel, die in einer geraden Linie von der Krone getrennt ist. Die Einkerbungen am Vorderrand der ersten Zahnschneide fehlen oder sind nur schwach.

Notidanodon loozi (VINCENT, 1876)

Taf. VII, Fig. 2

Die Gattung *Notidanodon* CAPPETTA, 1975 gehört ebenfalls zur Familie Hexanchidae.

Sie sind nur fossil durch Zahnfunde bekannt. Diese besitzen gegenüber denen von *Hexanchus* eine tiefere Wurzel mit zur Krone hin geschwungener Trennlinie. Die Einkerbungen am Vorderrand der ersten Zahnspitze sind schon eher eigenständige Zahnspitzen zu nennen, wobei der hier abgebildete eine Wachstumsanomalie zeigt, da er in diesem Bereich nur eine Zahnspitze besitzt. Diese Anomalie zeigt sich auch in der unsymmetrischen Stellung der übrigen Zahnspitzen.

Notorynchus kempi WARD, 1979

Taf. VII, Fig. 3

Die Gattung *Notorynchus* AYRES, 1855 gehört auch zur Familie Hexanchidae.

Im Rezenten sind sie durch den Besitz von sieben Kiemenpalten gut von *Hexanchus* zu unterscheiden. Ihre Zähne sind durch eine tiefe, kürzere Wurzel gekennzeichnet, so daß ihr Umriß eher quadratisch wirkt als der rechteckige von *Hexanchus* (LIENAU 1983a: 145). Die Trennlinie zur Krone ist leicht geschwungen, aber nicht so stark wie bei *Notidanodon*. Die Einkerbungen des Vorderrandes der ersten Zahnspitze sind deutlich ausgebildet.

b) Unterordnung Heterodontoidei (Stierkopfhaie):

Heterodontus sp.

Taf. VII, Fig. 4

Die Gattung *Heterodontus* BLAINVILLE, 1816 gehört zur Familie Heterodontidae.

Ihr heterodontes Gebiß besteht vorne aus kleinen, mehrspitzigen Symphysenzähnen und hinten aus pflasterzahnartigen Lateralzähnen.

c) Unterordnung Galeoidei (Echte Haie):

Ihre Systematik wird nicht einheitlich gehandhabt. Da fossil nur isolierte Zähne vorliegen, wird einer extremen Aufsplitterung der fossilen Formen (HERMAN 1975: 161) nicht gefolgt, sondern im wesentlichen die rezente Systematik beibehalten.

Anomotodon sp.

Taf. VIII, Fig. 3

Die Gattung *Anomotodon* ARAMBOURG, 1952 gehört zur Familie Odontaspidae.

Ihre Zähne besitzen keine Seitenzähne, aber dafür ist die Krone seitlich auf der Wurzel verlängert. Lingual zeigt die Krone eine leichte Streifung (Striation). Die Symphysenzähne besitzen eine oben leicht geschwungene Wurzel, während die Oberkante der Wurzel der Lateralzähne gerade ist.

Odontaspis acutissima (AGASSIZ, 1843)

Taf. VII, Fig. 5

Die Gattung *Odontaspis* AGASSIZ, 1838 gehört natürlich auch zur Familie Odontaspidae.

Die meist kleinen Zähne besitzen eine leicht sigmoidal gebogene Krone mit geringer Striation. Die Seitenzähne können zweispitzig sein. Während die Symphysenzähne eine längere Krone und schmale Wurzel besitzen, nimmt die Kronenlänge immer mehr ab und ihre Wurzelbreite zu.

Odontaspis hopei (AGASSIZ, 1843)

keine Abbildung

Diese Art unterscheidet sich von der vorherigen durch die geringere Biegung der Krone, das Fehlen der Striation und ihre Größe.

Odontaspis winkleri LERICHE, 1905

Abb. 14c

Diese Zähne ähneln *O. acutissima*, nur ist die Biegung noch stärker und die Seitenzähne sind sehr lang.

Striatolamia macrota (AGASSIZ, 1838)

Taf. VII, Fig. 11

Die Gattung *Striatolamia* GLYCKMAN, 1964 gehört ebenfalls zur Familie Odontaspidae.

Es sind Zähne mit relativ langer, gerader Krone und im Bereich der Nährfurche nicht so stark hervorspringender Wurzel wie bei *Odontaspis*. Die Symphysenzähne besitzen kleine, einspitzige Seitenzähne, während die Lateralzähne eine zur Wurzel hin verbreiterte Krone mit breiteren, abgestumpften Seitenzähnen besitzen.

Striatolamia striata (WINKLER, 1874)

Taf. VII, Fig. 12

Diese Zähne unterscheiden sich von obiger Art durch ihre deutliche Striation und die breiteren, fast dreieckigen Seitenzähne. Der Unterschied zwischen Symphysen- und Lateralzähnen zeigt sich nur im Winkel der Wurzeläste (Abb. 14c).

Striatolamia substriata (STROMER, 1910)

Taf. VII, Fig. 7

Die Unterscheidung von den anderen beiden Arten ist aufgrund der deutlichen, spitzen zwei Paar Seitenzähne recht einfach. Die Striation ist nur schwach im unteren Teil der Krone vorhanden.

Hypotodus verticalis (AGASSIZ, 1843)

Taf. VII, Fig. 9

Die Gattung *Hypotodus* JAEKEL, 1895 gehört zur Familie Lamnidae.

Ihre Zähne besitzen eine gerade, gedrungene und breite Krone ohne Striation. Die Seitenzähne sind kurz und dreieckig.

Jaekelotodus trigonalis (JAEKEL, 1895)

Taf. VII, Fig. 8

Die Gattung *Jaekelotodus* MENNER, 1928 gehört ebenfalls zur Familie Lamnidae.

Sie unterscheidet sich von *Hypotodus* durch die deutlichen, einwärts gebogenen zwei Paar Seitenzähne.

Lamiostoma affinis (CASIER, 1946)

Taf. VII, Fig. 10

Die Gattung *Lamiostoma* GLYCKMAN, 1964 gehört auch zur Familie Lamnidae.

Während die Symphysenzähne eine längere, schmälere Krone ohne Seitenzähne besitzen, ist die der Lateralzähne kürzer und verbreitert sich zur fast waagrecht verlaufenden Wurzel und besitzt am äußersten Ende kleine, dreieckige Seitenzähne.

Macrorhizodus praecursor (LERICHE, 1905)

Taf. VII, Fig. 13

Die Gattung *Macrorhizodus* GLYCKMAN, 1964 gehört ebenfalls zur Familie Lamnidae.

Ihre Zähne sind an der kräftigen, ziemlich eckigen Wurzel gut zu erkennen. Ihre Krone ist kurz und breit und besitzt keine Seitenzähne.

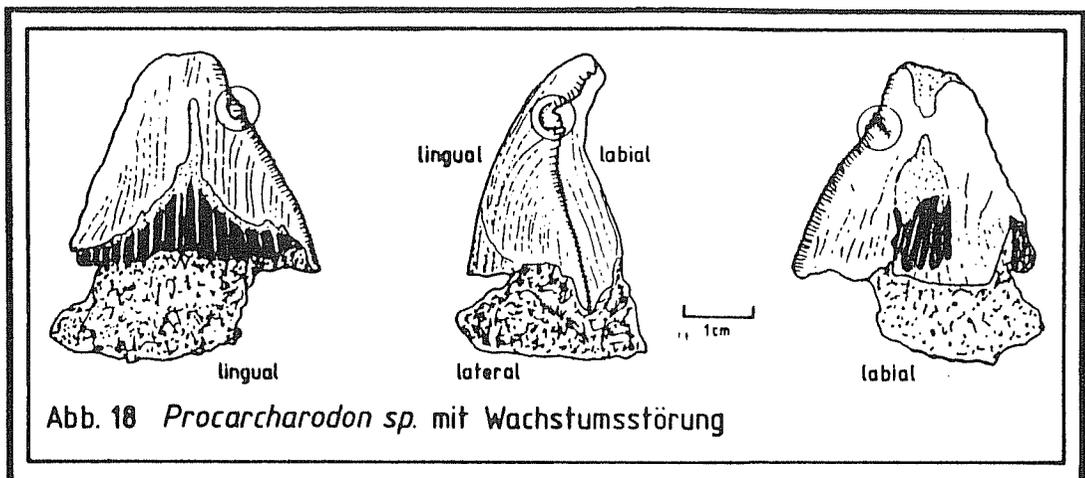
Procarcharodon sp.

Taf. VIII, Fig. 1 + 2

Die Gattung *Procarcharodon* CASIER, 1960 gehört auch zur Familie Lamnidae.

Sie besitzt große, breite Zähne mit eingekerbten Schneidekanten.

Nach v. d. HOCHT (persönl. Mitt.) liegen aus Helmstedt die Arten *P. auriculatus* (BLAINVILLE, 1818), *P. cf. debrayi* (LERICHE, 1906) und *P. cf. sokolowi* (JAEKEL, 1895) vor. Leider konnte keine Abbildung von *P. sokolowi* gefunden werden. Außerdem befindet sich in keiner der mir bekannten Sammlungen ein *Procarcharodon*-Zahn, der der Beschreibung und Abbildung von *P. debrayi* entspricht. Aus diesen Gründen werden die abgebildeten Exemplare nicht artlich bestimmt. Der überwiegende Teil der Funde dürfte aber zu *P. auriculatus* gehören.



Ein Zahnfund von *Procarcharodon* (Abb. 18) zeigt eine deutliche Wachstumsanomalie. Er ist labiad verbogen und zeigt an einer Schneidekante eine deutliche Einknickung (Abb. 18: Kreis). Diese Anomalie wird als Behinderung des Wachstumskeimes im Bindegewebe am Unterrand des Kiefers gedeutet. Da keine Beschädigung des Hydroskelets des Keimes vorlag, wurde der mißgestaltete Zahn ausgehärtet und später in Funktion gebracht (LIENAU, im Druck).

Alopias hassei NOETLING, 1885

Taf. VII, Fig. 6

Die Gattung *Alopias* RAFINESQUE, 1810 gehört zur Familie Alopiidae.

Die kleinen Zähne dieser Art besitzen eine kurze, dreieckige, an der Wurzel recht dicke, glatte und gerade Krone ohne Seitenzähne, während die rezente Art *A. vulpinus* (BONNATERRE, 1788) jederseits ein bis zwei Seitenzähne besitzt.

Scyliorhinus sp.

keine Abbildung

Die Gattung *Scyliorhinus* BLAINVILLE, 1816 gehört zur Familie Scyliorhinidae.

Ihre sehr kleinen Zähne sind fast an jeder Stelle des Gebisses gleichmäßig symmetrisch gebaut. Ihre Krone ist labial im unteren Bereich kräftig gefaltet und besitzt jederseits ein bis zwei Seitenzähne. Die Wurzel kennzeichnet eine breite, tiefe Nährfurche.

Galeocerdo latidens AGASSIZ, 1835

Taf. VII, Fig. 14

Die Gattung *Galeocerdo* MÜLLER & HENLE, 1837 gehört zur Familie Carcharinidae.

Sie besitzt kleine Zähne, deren nach hinten gebogene, einspitzige Krone rundum eingekerbt ist, wobei die Kerbungen am hinteren, unteren Teil am kräftigsten sind. Die Wurzel ist relativ flach und die Nährfurche schmal, aber tief.

Physogaleus latus (STORMS, 1894)

Taf. VII, Fig. 17

Die Gattung *Physogaleus* CAPPETTA, 1980 gehört ebenfalls zur Familie Carcharinidae.

Ihre Zähne sind von *Galeocerdo* durch das Fehlen der Einkerbungen an Vorderrand und Spitze der Krone zu unterscheiden, denn nur der hintere, untere Teil ist gekerbt. Ihre Wurzel ist sehr kräftig und hoch und im Bereich der relativ breiten Nährfurche deutlich verbreitert.

Physogaleus secundus (WINKLER, 1874)

Taf. VII, Fig. 16

Diese Zähne unterscheiden sich von voriger Art durch die schwächer ausgebildete Basis und den längeren oberen Hinterrand der Krone, der in einem steileren Winkel zum gekerbten Hinterrand steht.

Physogaleus tertius (WINKLER, 1874)

Taf. VII, Fig. 15

Gegenüber den beiden anderen Arten besitzen diese Zähne eine sehr kurze Wurzel mit fast gerader Unterkante.

P. tertius wird teilweise (CAPPETTA 1980) zu *P. secundus* gestellt, was aber nicht immer akzeptiert wird (KEMP 1982: Taf. 10).

d) Unterordnung Squaloidei (Stachelhaie):

Squalus sp.

keine Abbildung

Die Gattung *Squalus* LINNAEUS, 1758 gehört zur Familie Squalidae.

Ihre sehr kleinen Zähne besitzen eine flache, schmale Krone mit nach hinten gerichteter Spitze und leicht abgesetztem, rundem unteren Hinterrand. Nach lingual und labial besitzt sie je einen kleinen Sporn, der auf der dadurch kreuzförmigen Wurzel liegt. Die Wurzel ist flach und besitzt in der geraden Basis ein rundliches Foramen.

e) Unterordnung Squatinoidei (Engelhaie):

Diese dorsoventral abgeplatteten, rochenähnlichen Grundhaie besitzen querovale Wirbel (Taf. VIII, Fig. 5). Die normalen, runden Haiwirbel (Taf. VIII, Fig. 6) lassen sich beim derzeitigen Bearbeitungsstand nicht näher bestimmen.

Squatina prima (WINKLER, 1874)

Taf. VIII, Fig. 4

Die Gattung *Squatina* DUMERIL, 1806 gehört zur Familie Squatinidae.

Ihre kleinen Zähne besitzen eine kurze, spitze Krone mit flach auf der Wurzel zu den Seiten ausgezogenem Unterrand. Die Wurzel erhält durch einen lingualen Sporn einen dreieckigen Umriß.

II. Ordnung Batoidei (Rochen): Meist stark dorsoventral abgeflachte Formen mit ventral liegenden Kiemenspalten, ausgedehnten Brustflossen (Pectorales) und reduzierten Bauch- (Ventrales) und Schwanzflossen (Caudalis). Ihre Haut besitzt nur wenig Placoidschuppen oder ist ganz nackt. Sie besitzen meist kräftige Kauplatten, die aus einzelnen Kauleisten bestehen und zum Knakken hartschaliger Nahrung dienen.

a) Unterordnung Rajoidei (Echte Rochen):

Sie sind nur durch die sehr häufigen "Fischaugen" bekannt, deren Zugehörigkeit zu Angehörigen dieser Gruppe erst vor kurzem entdeckt wurde (HILLMER & MUNDLOS 1981).

Rajidae gen. et sp. indet.

Taf. VIII, Fig. 7

Diese kleinen, flachovalen, schüsselförmigen Hartteile werden wegen ihres Aussehens von den Sammlern als "Fischaugen" bezeichnet, da bei schwarzer Grundfärbung die obere, eingetiefte Fläche meist hell ist.

GEINITZ (1884a: 7; 1884b: Taf. II, Fig. 3) bildete sie unter dem Namen *Phyllodus polyodus* AGASSIZ, 1839 ab und deutete sie als obere Pflasterzähne im Schlundbereich von Barschartigen (Perciformes). Demgegenüber wurden sie von GLIBERT (1938: 148, Abb. 49) unter dem Namen *Scaphander conicus* (DESHAYES, 1824) als Mündungsdeckel (Operculum) von Schnecken interpretiert. Ein Vergleich mit Rezentmaterial führte dann zur heutigen Deutung als Basiskörper der Placoidschuppen. Die Schuppenspitzen wurden leider bislang noch nicht gefunden.

b) Unterordnung Myliobatoidei (Stechrochen):

Aetobatus irregularis (AGASSIZ, 1835)

Taf. VIII, Fig. 9

Die Gattung *Aetobatus* BLAINVILLE, 1816 gehört zur Familie Myliobatidae.

Ihre Kauplatten bestehen über die gesamte Breite aus einer einzigen Kauleiste, die an den beiden Rändern gerade abgeschlossen ist.

Myliobatis dixonii AGASSIZ, 1843

Taf. VIII, Fig. 11

Die Gattung *Myliobatis* DUMERIL (in CUVIER, 1817) gehört natürlich auch zur Familie Myliobatidae.

Die Kauplatten dieser Gattung bestehen aus längeren Kauleisten mit rechtwinklig zulaufender Spitze median und kürzeren lateral. Die Kauleisten besitzen eine von Poren übersäte Oberfläche und nur leicht eingetiefte Quergräben auf der Wurzel.

Die Art *M. dixonii* ist durch eine große Kauplatte mit breiten Kauleisten gekennzeichnet. Leider kommt die halb-kreisförmige Abnutzungsspur im vorderen Teil der Kauplatte auf dem Foto (Taf. VIII, Fig. 11a: auf den beiden oberen Kauleisten) nicht richtig zur Geltung.

Myliobatis cf. *toliapicus* AGASSIZ, 1843

Taf. VIII, Fig. 10

Die Art *M. toliapicus* besitzt flachere, schmälere Kauleisten, die normalerweise in der Mitte etwas dicker sind als außen. Da diese mediane Verdickung fehlt, werden die in Helmstedt häufig zu findenden Kauleisten nur mit Vorbehalt hierher gestellt.

Myliobatis sp.

Taf. VIII, Fig. 8

Dieser Myliobatiden-Schwanzstachel ähnelt stark dem von CASE (1981: Taf. 9, Fig. 9) abgebildeten Exemplar.

Burnhamia sp.

keine Abbildung

Die Gattung *Burnhamia* CAPPETTA, 1976 gehört zur Familie Mobulidae.

Ihre Kauplatte besteht wie die von *Myliobatis* aus längeren medianen und kürzeren lateralen Kauleisten. Diese sind durch die leichten Querfurchen auf der Oberfläche und die tiefen Quergräben der Wurzel zu erkennen.

2.3.4.2. Holocephali

Die Formen der Unterklasse Holocephali (Chimären) besitzen nur eine äußere Kiemenöffnung, die von einem Operculum bedeckt wird. Sie ernähren sich meist durophag und besitzen deshalb kräftige Zahnplatten im Gebiß (Abb. 14d). Alle Helmstedter Funde gehören zur Ordnung Chimaeriformes (Seekatzen).

Amylodon sp.

Taf. VIII, Fig. 13

Die Gattung *Amylodon* STORMS, 1894 gehört zur Familie Chimaeridae.

Ihre Zahnplatten sind durch die welligen, langgezogenen weißen Streifen auf der Oberfläche gut zu erkennen.

Elasmodus hunteri EGERTON, 1843

Taf. VIII, Fig. 12

Die Gattung *Elasmodus* EGERTON, 1843 gehört ebenfalls zur Familie Chimaeridae.

Ihre Zahnplatten sind durch die weiße, poröse Oberfläche gut von *Amylodon* zu unterscheiden.

2.3.5. Osteichthyes (Knochenfische)

Tab. 12 Osteichthyes der Gohlbergsschichten	
++ sehr häufig; + häufig; - selten; -- sehr selten	Häufigkeit
Ctenoidschuppen	--
<i>Cylindracanthus costatus</i> LERICHE, 1926	--
<i>Cylindracanthus rectus</i> (DIXON, 1850)	-
<i>Eutrichiurides winkleri</i> CASIER, 1946	+
Flossenstrahlen	--
Koprolithen	+
<i>Lophius</i> sp.	--
Pycnodontidae gen. et sp. indet.	--
<i>Pycnodus funkianus</i> GEINITZ, 1884	--
Schädelfragmente	-
Scombridae gen. et sp. indet.	--
Wirbel	++

Zur Klasse Osteichthyes (Knochenfische) gehören alle Fische mit verknöchertem Innenskelet. Hier ist allein die Unterklasse Actinopterygii (Strahlenflosser) vertreten, die durch paarige Flossen mit breiter Basis gekennzeichnet ist. Ein Großteil der Funde kann allerdings z.Zt. nicht näher bestimmt werden, da dafür erst das vollständigere Material aus dem London Clay durchgesehen werden müßte. Selbst Bestimmungen im Gattungsniveau sind bei den meisten Stücken nur nach Abbildungen nicht möglich. Eine intensivere Bearbeitung ist aber für später geplant (LIENAU & MICKLICH, in Vorbereitung).

2.3.5.1. Holostei

Die Oberordnung Holostei stellt ein Evolutionsniveau der Actinopterygii dar, das durch eine verkürzte Schwanzflosse, die z.T. schon äußerlich symmetrisch ist, und ein verkürztes, nicht an Gaumenknochen und Präoperculum befestigtes Maxillare charakterisiert ist.

Pycnodontidae gen. et sp. indet.

Taf. IX, Fig. 5

Die Familie Pycnodontidae gehört zur Ordnung Pycnodontiformes.

Es sind meist sehr hohe, lateral stark zusammengepresste Formen mit Hartschalknackgebiß aus verschiedenen großen Pflasterzähnen.

Die Zusammenballung nicht orientierter Pflasterzähne im einzigen mir bekannten Stück deutet auf einen Kotballen (Koprolithen) eines größeren Raubfisches.

GEINITZ (1884b: 39, Taf. II, Fig. 4) nennt als neue Art von Helmstedt *Pycnodus funkianus*, von dem sich die abgebildeten Zähne aber deutlich unterscheiden.

2.3.5.2. Teleostei

Zur Oberordnung Teleostei gehören alle modernen Osteichthyes. Mit ihren dünnen, stark überlappenden Schuppen, dem fast nur aus Knochen bestehenden Innenskelet und äußerlich sekundär symmetrischer (homocerker) Schwanzflosse repräsentiert sie deren höchstes Evolutionsniveau. Ihre Systematik ist sehr kompliziert und wird verschieden gehandhabt. Hier wird hauptsächlich der von ROMER (1966) gefolgt und diese durch STARCK (1978: 111, Abb. 46) ergänzt.

Außer den im folgenden näher beschriebenen Funden liegen noch verschiedene Wirbel (Taf. IX, Fig. 6), Schädelreste (Taf. IX, Fig. 1 + 2), Flossenstrahlen (Taf. IX, Fig. 8), eine Ctenoidschuppe (Taf. IX, Fig. 9) und Koprolithen vor.

Lophius sp.

Taf. IX, Fig. 3

Die Gattung *Lophius* LINNAEUS, 1758 gehört zur Familie Lophiidae, Unterordnung Lophioidei, Ordnung Lophiiformes, Oberordnung Paracanthopterygii, III. Division.

Sie besitzen zwei Zahnreihen auf den Kieferknochen. Die kürzeren vorderen Zähne mit leicht linguad gebogener Zahnspitze stehen aufrecht und sind fest mit dem Kiefer verbunden. Dagegen sind die längeren Zähne der zweiten Reihe nur lingual über ein Ligament mit den Kieferknochen verbunden. Diese Raubfische fangen ihre Beute nämlich während sie selbst ruhig über dem Meeresboden stehen durch schnelles Öffnen des Maules und Einsaugen. Dabei klappt die zweite Zahnreihe nach innen. Will nun die Beute gegen den Sog das Maul verlassen, so verfängt sie sich in den Zähnen der zweiten Reihe, die nur bis zu einem gewissen Grad wieder aufrichtbar sind.

Eutrichiurides winkleri CASIER, 1946

Taf. IX, Fig. 4

Die Gattung *Eutrichiurides* CASIER, 1944 gehört zur Familie Eutrichiuridae, Unterordnung Scombroidei, Ordnung Perciformes, Oberordnung Acanthopterygii, III. Division.

Die hier nur isoliert vorliegenden Zähne sind durch eine leicht geschwungene Form mit meist deutlicher Schmelzkappe charakterisiert.

Scombridae gen. et sp. indet.

Taf. IX, Fig. 7

Die Familie Scombridae gehört natürlich ebenfalls zur Unterordnung Scombroidei.

Die einzige von hier bekannte Hypuralplatte (Verschmelzungsprodukt von letzten Wirbeln und Hämalbögen im Schwanz) zeigt die für Scombriden typische hochdreieckige Form mit der deutlichen Einbuchtung dorsal.

Cylindracanthus rectus (DIXON, 1850)

keine Abbildung

Die Gattung *Cylindracanthus* LEIDY, 1857 gehört nach ROMER (1966: 361L) zur Familie Xiphiidae und diese ebenfalls zur Unterordnung Scombroidei, während CASIER (1966: 173) sie zur Familie Blochiidae und diese fraglich zur Ordnung Heteromi stellt.

Es sind langgestreckte Formen mit langem, dünnem Rostrum, fehlenden Zähnen und über den gesamten Rücken reichender Rückenflosse (Dorsalis), die wie die Afterflosse (Analis) aus dünnen, isoliert stehenden Stacheln besteht.

Hier liegen nur mehrere Funde des runden, berippten Rostrums vor.

Cylindracanthus costatus LERICHE, 1926

Taf. VIII, Fig. 14

Dieses Rostrum liegt in einem Exemplar vor und unterscheidet sich von dem von *C. rectus* durch den flachovalen Querschnitt und die breiteren Rippen.

2.3.6. Tetrapoda (Vierfüßer)

Tab. 13 Tetrapoda der Gohlbergsschichten	
1 Chelonia; 2 Archaeoceti; 3 Perissodactyla	Systematik
Carapaxplatten	1
Dorudontidae gen. et sp. indet.	2
<i>Lophiodon</i> cf. <i>cuvieri</i> WATELET, 1864	3
<i>Lophiodon</i> aff. <i>rhinoceros</i> RÜTIMEYER, 1862	3
<i>Lophiodon</i> sp.	3
<i>Pachycetus humilis</i> BENEDEN, 1883	2
<i>Pachycetus robustus</i> BENEDEN, 1883	2
Phalange	1
<i>Propalaeotherium parvulum</i> (LAURILLARD, 1849)	3
Rippe	2
Unterkiefer	1

Gegenüber den Fischen (Pisces), die auch als ausgewachsene Tiere im Wasser leben und über Kiemen atmen, sind die Tetrapoden (Vierfüßer) primär Landwirbeltiere mit den vier charakteristischen Schreitextremitäten. In verschiedenen Gruppen und zu verschiedenen Zeiten kam es aber sekundär wieder zur Besiedlung des Wassers. Auch können die Extremitäten reduziert oder zu Schwimm- oder Fluginstrumenten umgewandelt werden.

Ihre Funde in Helmstedt haben meist Seltenheitswert, nur Schildkrötenplattenteile und Walwirbel können etwas häufiger gefunden werden.

2.3.6.1. Chelonia

Das Schildkrötenmaterial von Helmstedt befindet sich z.Zt. in Bearbeitung (LIENAU & SCHLEICH, im Druck). Während Panzerplatten (Taf. IX, Fig. 12) zwar in Bruchstücken, jedoch etwas häufiger vorliegen, gibt es bislang nur zwei Unterkiefer (Taf. IX, Fig. 11). Die Deutung eines Stückes als Fingerknochen (Phalange) (Taf. IX, Fig. 10) ist sehr unsicher.

2.3.6.2. Archaeoceti

Diese Urwale lebten zwar schon ganz aquatisch, zeigen aber noch primitive Merkmale, die auf ihre Abstammung von Landsäugetieren, den primitiven Urhuftieren Mesonychoidea, deuten. Die Vorderextremitäten sind noch nicht voll zu Flossen umgewandelt und auch das Becken besitzt noch eine deutliche Gelenkhöhle (Acetabulum) für den Gelenkkopf (Caput) des noch ausgebildeten Oberschenkels (Femur).

Da die Archaeoceten erst aus dem Obereozän bekannt sind, haben die Helmstedter Funde, vor allem die Zahnfunde, einen wichtigen Stellenwert für die Evolution der Wale (Cetacea). Sie werden z.Zt. von Prof. Dr. K. ROTHAUSEN (Mainz) bearbeitet.

Dorudontidae gen. et sp. indet.

Taf. IX, Fig. 15

Bei dem abgebildeten Zahnfragment dieser Familie handelt es sich um einen halben Prämolaren (ROTHAUSEN, persönl. Mitt.). Mittlerweile liegt noch ein weiteres, leider unhorizontiert auf dem Kippengelände gefundenes Zahnfragment vor (Slg. HINTZEN).

Pachycetus humilis BENEDEN, 1883

Taf. IX, Fig. 14

Die Gattung *Pachycetus* BENEDEN, 1883 wurde anhand Helmstedter Wirbelmaterial aufgestellt. BENEDEN (1883: 30) stellte sie allerdings zu den Bartenwalen (Mysticeti). Dieser Auffassung widersprach KUHN (1935: 219) und auch ROTHAUSEN (1971: 132) stellte sie zu den Archaeoceti. Wahrscheinlich ist sogar die Gattung *Pachycetus* einzuziehen, da die Wirbel nach den neueren Untersuchungen zu *Basilosaurus* HARLAN, 1834 [= *Zeuglodon* OWEN, 1839] gehören könnten (KUHN 1935: 219). Da aber noch keine Neubearbeitung erfolgte, hat dieser

Gattungsname weiter Gültigkeit (ROTHAUSEN, persönl. Mitt.) und ist bislang keiner Familie der Archaeoceti zuzuordnen (RUSSELL 1982: 72).

Die als *P. humilis* beschriebenen Wirbel sind relativ klein gebaut.

Pachycetus robustus BENEDEN, 1883

Taf. IX, Fig. 13

Durch ihre große, kräftige Gestalt sind diese Wirbel gut von denen von *P. humilis* zu unterscheiden.

2.3.6.3. Perissodactyla

Die Unpaarhufer (Perissodactyla) sind auf den zu Hufen umgewandelten Nägeln der Fingerspitzen laufende Formen, bei denen die Hauptbelastung durch den Mittelfinger führt, der daher auch besonders kräftig ausgebildet ist (monaxon).

Die wenigen Helmstedter Perissodactylenfunde wurden von SCHRÖDER (1918) bearbeitet. Es handelt sich nur um isolierte Zahnfunde. Leider ist das Material zum größten Teil verloren gegangen, so daß die Bestimmungen nicht überprüft werden können (GRAMANN 1969: 16). Auch sind mir keine neueren Funde bekannt. Da es sich um zufällige Einspülung vom Land her handeln muß, sind Neufunde nicht sehr wahrscheinlich.

Propalaeotherium cf. parvulum (LAURILLARD, 1849)

keine Abbildung

Die Gattung *Propalaeotherium* GERVAIS, 1849 gehört zur Unterfamilie Hyracotheriinae, Familie Equidae, Oberfamilie Equoidea, Unterordnung Hippomorpha.

Es sind Formen mit der Zahnformel $\frac{3.1.4.3}{3.1.4.3}$. Sie besitzen ein kurzes Diastema, wobei sich der P_1 etwa in dessen Mitte befindet. Während der P^1 klein und länglich oval ist, sind $P^2 - P^4$ dreieckig mit linguader Verbreiterung. Keiner der Prämolaren zeigt eine Tendenz zur Molarisation. Bei den niedrigkronigen (brachyodonten), vierhöckerigen (bunodonten) Molaren sind Para- und Metaconus zu einem deutlichen Grat verschmolzen, der die Form eines W annimmt, da Para- und Mesostyl vorsprungartig angelegt sind. Proto- und Hypoconus tendieren zur Vergrößerung.

Die Gattung *Lophiodon* CUVIER, 1822 gehört zur Familie Lophiodontidae, Oberfamilie Tapiroidea, Unterordnung Ceratomorpha.

Es sind Formen mit der Zahnformel $\frac{2.1.3.3}{3.1.3.3}$. Sie besitzen ein sehr kräftiges Vordergebiss aus distal im Querschnitt rhombischen, sonst elliptischen Inzisiven mit niedrigem Talon lingual. Während die oberen Inzisiven konisch aussehen, sind die unteren lanzettförmig, wobei vor allem der J_2 verstärkt ist. Die Caninen sind kräftig ausgebildet, vor allem die oberen der σ^7 . Sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer fehlt der erste Prämolare. Die anderen Prämolaren sind einfacher als die Molaren und von den Caninen durch einen Zwischenraum (Diastema) getrennt. Alle Molaren besitzen zwei schief zur Kieferachse verlaufende Querjoche. Die oberen Molaren besitzen fast gleichgroße Para- und Metaconus (Ausnahme: M^3), die durch das Ectoloph verbunden sind, ein deutlich ausgebildetes Parastyl und einen labial konvexen Metaconus. Der M_3 besitzt ein deutliches Talonid.

Außer der abgebildeten Art wies SCHRÖDER (1918) noch *Lophiodon* cf. *cuvieri* WATELET, 1864 und *Lophiodon* sp. nach.

2.3.7. Ichnofossilien (Spuren)

Außer den bereits erwähnten Bohrgängen von *Teredo* (Taf. III, Fig. 1) und einer noch nicht bestimmten Bohrmuschel (Taf. IV, Fig. 8) liegen noch weitere Spuren vor, die wohl zum größten Teil auf Krebse zurückzuführen sind. So konnte FÖRSTER (1982: 334, Abb. 15) aus der OSG, etwa 20 - 40 cm unter der G 1, Stomatopodengänge (Kapitel 2.3.3.1.) nachweisen. Außerdem gibt es zu dem sektkorkenähnlichen Gebilde (Taf. IX, Fig. 19) entsprechende Funde im Miozän von Sylt, die als Krebsgänge gedeutet werden (von HACHT, persönl. Mitt.). Zum "Korkenzieher" (Taf. IX, Fig. 21) fand sich leider noch kein Pendant.

Ophiomorpha sp.

Taf. IX, Fig. 18

Die Gattung *Ophiomorpha* LUNDGREN, 1891 wird als Wohnröhre grabender Decapoden gedeutet (HÄNTZSCHEL 1952: 150).

Dieses Spurenfossil ist gut an seiner gestreckten Form mit ein bis zwei rechtwinkligen, kurzen Verzweigungsstellen und der grobkörnigen Oberfläche zu erkennen (HILLMER 1963a: 137, Abb. 1).

Chondrites sp.

Taf. IX, Fig. 20

Die Gattung *Chondrites* (STERNBERG, 1833) [= *Fucoides* (BROGNIART, 1823)] wird als Freß- oder Wohnbau mariner Würmer gedeutet.

Es sind unregelmäßig verzweigte Gänge mit konstantem Durchmesser, die auf den ersten Blick an Pflanzen erinnern.

2.4. Silberbergschichten

Tab. 14 Mikrofossilien der Silberbergschichten (nach GRAMANN; MARKS & VESSEM und MARTINI & RITZKOWSKI)	
1 Coccolithen; 2 benthische Foraminiferen; 3 planktische Foraminiferen; 4 Ostracoden	Systematik
<i>Acanthocythereis spinosa</i> (LIENENKLAUS, 1900)	4
<i>Alabamina wolterstorffi</i> (FRANKE, 1922)	2
<i>Anomalina danvillensis</i> HOWE & WALLACE, 1932	2
<i>Bairdia subdeltoidea</i> (MÜNSTER, 1830)	4
<i>Bolivina beyrichi</i> REUSS, 1851	2
<i>Bolivina pulchra</i> LE CALVEZ, 1950	2
<i>Bolivina vacecki</i> SCHUBERT, 1901	2
<i>Bythocypris</i> sp.	4
<i>Bosquetina</i> sp.	4
<i>Cassidulina subglobosa</i> BRADY, 1884	2
<i>Ceratobulimina contraria</i> (REUSS, 1851)	2
<i>Ceratobulimina eximia</i> (RZEHA, 1888)	2
<i>Cibicides lobatulus</i> (WALKER & JACOBI, 1798)	2
<i>Cibicides sulzensis</i> (HERRMANN, 1917)	2
<i>Cibicides tenellus</i> (REUSS, 1865)	2
<i>Coccolithus eopelagicus</i> (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954)	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (WALLICH, 1877)	1
<i>Corannulus germanicus</i> STRADNER, 1962	1
<i>Cuneocythere gibbosa</i> LIENENKLAUS, 1900	4
<i>Cyclococcolithus formosus</i> KAMPTNER, 1963	1
<i>Cyclococcolithus inversus</i> DEFLANDRE, 1954	1
<i>Cytherella compressa</i> (MÜNSTER, 1830)	4
<i>Cytheropteron</i> (<i>Cytheropteron</i>) <i>steinmanni</i> KUIPER, 1918	4
<i>Cytheropteron</i> (<i>Eocytheropteron</i>) sp.	4

<i>Dentalina semiplicata</i> ORBIGNY, 1846	2
<i>Discoaster tani nodifer</i> (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954)	1
<i>Discolithina distincta</i> (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961)	1
<i>Discolithina pulcheroides</i> (SULLIVAN, 1964)	1
<i>Echinocythereis scabra</i> (MÜNSTER, 1830)	4
<i>Ellipsolithus subdistichus</i> ROTH & HAY, 1967	1
<i>Eponides</i> cf. <i>toulinini</i> BROTZEN, 1948	2
<i>Eucytheridea solida</i> (LIENENKLAUS, 1900)	4
<i>Flexus plicatus</i> (MÜNSTER, 1830)	4
<i>Fronicularia seminuda</i> REUSS, 1851	2
<i>Fursenkoina schreibersi</i> (CZJZEK, 1848)	2
<i>Gaudryina chilostoma</i> (REUSS, 1851)	2
<i>Globigerina</i> cf. <i>danvillensis</i> HOWE & WALLACE, 1932	3
<i>Globigerina officinalis</i> SUBBOTINA, 1953	3
<i>Globigerina ouachitaensis</i> HOWE & WALLACE, 1932	3
<i>Globigerina praebulloides leroyi</i> BLOW & BANNER, 1962	3
<i>Globigerina praebulloides occlusa</i> BLOW & BANNER, 1962	3
<i>Globulina gibba</i> ORBIGNY, 1826	2
<i>Globulina gibba</i> var. <i>punctata</i> ORBIGNY, 1846	2
<i>Guttulina gracillima</i> (TUTLOWSKI, ?)	2
<i>Guttulina</i> aff. <i>irregularis</i> (ORBIGNY, 1846)	2
<i>Guttulina problema</i> ORBIGNY, 1826	2
<i>Gyroidina</i> cf. <i>octocamerata</i> CUSHMAN & HANNA, 1927	2
<i>Gyroidina soldanii soldanii</i> ORBIGNY, 1826	2
<i>Isthmolithus recurvus</i> DEFLANDRE, 1954	1
<i>Krithe</i> cf. <i>pernoides</i> (BORNEMANN, 1855)	4
<i>Lagena globosa</i> (MONTAGU, 1803)	2
<i>Lagena hexagona</i> (WILLIAMSON, 1948)	2
<i>Lagena hexagona</i> forma <i>imperfecta</i>	2
<i>Lagena striata</i> (ORBIGNY, 1839)	2
<i>Lanternithus minutus</i> STRADNER, 1962	1
<i>Leguminocythereis</i> ? <i>obesa</i> STCHEPINSKY, 1960	4
<i>Lenticulina (Robulus) cultrata</i> (MONTFORT, 1808)	2
<i>Micrantholithus vesper</i> DEFLANDRE, 1954	1
<i>Nodosaria ludwigi</i> REUSS, 1866	2
<i>Nodosaria minor</i> HANTKEN, 1875	2
<i>Nodosaria soluta</i> (REUSS, 1851)	2
<i>Nonion affine</i> (REUSS, 1851)	2
<i>Orthozygus aureus</i> (STRADNER, 1962)	1
<i>Paijenborchella aspera</i> (LIENENKLAUS, 1900)	4
<i>Paijenborchella lomata</i> ? TRIEBEL, 1949	4
<i>Paracypris</i> cf. <i>propinqua</i> TRIEBEL, 1963	4
<i>Phacorhabdotus furcatus</i> PIETRZENIUK, 1965	4
<i>Phacorhabdotus varians</i> (BORNEMANN, 1855)	4
<i>Planularia</i> sp.	2
<i>Polymorphina</i> sp.	2
<i>Pterygocythereis</i> cf. <i>cornuta</i> (ROEMER, 1838)	4
<i>Pterygocythereis</i> cf. <i>fimbriata</i> (MÜNSTER, 1830)	4
<i>Pullenia bulloides</i> (ORBIGNY, 1846)	2
<i>Pullenia quinqueloba</i> REUSS, 1851	2
<i>Pyrulina fusiformis</i> (ROEMER, 1838)	2
<i>Quinqueloculina</i> sp.	2
<i>Reticulofenestra umbilica</i> (LEVIN, 1965)	1
<i>Rhabdosphaera spinula</i> LEVIN, 1965	1
<i>Rhabdosphaera tenuis</i> BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961	1

<i>Schizocythere buendensis</i> TRIEBEL, 1950	4
<i>Sigmoillina</i> sp.	2
<i>Sphenolithus pacificus</i> MARTINI, 1965	1
<i>Spiroplectammina carinata</i> (ORBIGNY, 1826)	1
<i>Stilostomella hirsuta</i> (ORBIGNY, 1826)	2
<i>Svratkina perlata</i> (ANDREAE, 1884)	2
<i>Trachyleberidea posteroacuta</i> (LIENENKLAUS, 1900)	4
<i>Transversopontis obliquipons</i> (DEFLANDRE, 1954)	1
<i>Uvigerina gardnerae</i> CUSHMAN, 1926	2
<i>Uvigerina glabrans</i> CUSHMAN, 1933	2
<i>Uvigerina</i> (A.) <i>gracilis germanica</i> (CUSHMAN & EDWARDS, 1938)	2
<i>Uvigerina</i> (A.) <i>gracilis oligocaenica</i> (ANDREAE, 1884)	2
<i>Xestoleberis</i> cf. <i>obtusa</i> LIENENKLAUS, 1900	4
<i>Zygorhablithus bijugatus</i> (DEFLANDRE, 1954)	1

Wie die Annenbergsschichten so enthalten auch die Silberbergsschichten Fossilien mit Kalkschalenerhaltung (Kapitel 3.5.). Eine reichhaltige Mikrofauna kommt vor (Tab. 14). Gegenüber den Annenbergsschichten dominieren in der Makrofauna die Muscheln mit meist dickschaligen Formen. Decapoden sind wie in den Gehlbergsschichten mit mehreren Gattungen vertreten. Wirbeltiere wurden dagegen noch keine gefunden.

2.4.1. Flora (Pflanzen)

Gegenüber den Gehlbergsschichten (Kapitel 2.3.1.) sind Pflanzenfunde in den Silberbergsschichten sehr selten. Das abgebildete Coniferen-Stammstück (Taf. X, Fig. 1) und der Tannenzapfen (Taf. X, Fig. 2) sind meines Wissens nach die einzigen bekannten Funde.

2.4.2. Bivalvia (Muscheln)

Außer den bereits aus den Annenberg- (Kapitel 2.2.3.) oder Gehlbergsschichten (Kapitel 2.3.2.5.) bekannten Formen *Amusium* sp. (Taf. XI, Fig. 9), *Cyclocardia latesulcata* (Taf. XI, Fig. 7 + 8) und *Pholadomya* sp. (Taf. XI, Fig. 11) sind aus den Silberbergsschichten vor allem Austern bekannt.

Tab. 15 Bivalvia der Silberbergsschichten

++ sehr häufig; + häufig; - selten; -- sehr selten	Häufigkeit
<i>Amusium</i> sp.	--
<i>Crassatella woodi</i> KOENEN, 1865	+
<i>Cyclocardia latesulcata</i> (NYST, 1843)	-
<i>Cyclocardia</i> sp.	--
<i>Glossus multicostatus</i> (NYST, 1843)	--
<i>Ostrea ventilabrum</i> GOLDFUSS, 1833	+
<i>Pholadomya</i> sp.	-
<i>Pleuromya</i> sp.	-
<i>Pycnodonte callifera</i> (LAMARCK, 1819)	+
<i>Pycnodonte cochlear henni</i> (NYST, ?)	--
<i>Pycnodonte queteletii</i> (NYST, 1853)	++
<i>Spondylus</i> sp.	+

2.4.2.1. Pteriomorphia

Spondylus sp.

Taf. XI, Fig. 10

Die Gattung *Spondylus* LINNAEUS, 1758 gehört zur Familie Spondylidae, Oberfamilie Pectinacea, Unterordnung Pteriina, Ordnung Pterioidea.

Es sind stark radial berippte, mit Dornen oder Stacheln besetzte Formen mit isodontem Schloß und monomyarem Schließmuskel, deren größere rechte Klappe am Untergrund festgewachsen ist.

Ostrea ventilabrum GOLDFUSS, 1833

Taf. XI, Fig. 4

Die Gattung *Ostrea* LINNAEUS, 1758 gehört wie bereits erwähnt (Kapitel 2.3.2.5.) zur Familie Ostreidae, Oberfamilie Ostreacea, Unterordnung Ostreina, Ordnung Pterioidea.

Es sind Austern, deren linke Klappe ventral nach hinten gebogen und deutlich radial gerippt ist. Der Wirbel der rechten kann sowohl spitz als auch abgerundet sein.

Pycnodonte callifera (LAMARCK, 1819)

Taf. XI, Fig. 1

Die Gattung *Pycnodonte* FISCHER-WALDHEIM, 1835 gehört ebenfalls zur Familie Ostreidae.

Es sind großwüchsige, dickschalige Austern mit der für die Gattung *Pycnodonte* typischen porösen Schalenstruktur. Die halbkugelige linke Klappe ist bis auf die konzentrischen Anwachsringe glatt.

Pycnodonte cochlear henni (NYST, ?)

Taf. XI, Fig. 2

Diese ebenfalls großwüchsige, dickschalige Form unterscheidet sich von *P. callifera* durch ihren *Gryphaea*-ähnlichen Habitus mit stark eingerolltem Wirbel der mehr ovalen linken Klappe.

Pycnodonte queteleti (NYST, 1853)

Taf. XI, Fig. 3

Außer durch Kleinwüchsigkeit und eine dünnere Schale ist *P. queteleti* durch eine weniger poröse Schalenstruktur gekennzeichnet. Sie ähnelt im Aussehen aber sonst *P. callifera*.

2.4.2.2. Heterodonta

Crassatella woodi KOENEN, 1865

Taf. XI, Fig. 6

Diese Art unterscheidet sich von *C. gibbosula* (Kapitel 2.2.3. 3.) durch ihre geringere Größe, die stärkere konzentrische Berippung und das nicht so stark vorgezogene Vorderende der Klappen.

Glossus multicosatus (NYST, 1843)

Taf. XI, Fig. 5

Die Gattung *Glossus* POLI, 1795 gehört zur Familie Glossidae, Oberfamilie Glossacea, Ordnung Veneroidea.

Diese leicht konzentrisch berippte Form ist gut an den stark eingekrümmten Wirbeln zu erkennen.

2.4.2.3. Anomalodesmata

Pleuromya sp.

Taf. XI, Fig. 12

Die Gattung *Pleuromya* AGASSIZ, 1842 gehört zur Familie Pleuromyidae, Oberfamilie Pholadomyacea, Ordnung Pholadomyoidea.

Es sind leicht konzentrisch berippte, dünnschalige Formen mit kurzem, gerundetem Vorderrand und verlängertem, leicht klaffendem Hinterrand.

Das gekappte Hinterende des abgebildeten Exemplars deutet auf Einbettung in Lebensstellung (in situ) mit zur Sedimentoberfläche gerichtetem Siphon und späterer Erosion des obersten Sedimentkörpers mit einem Teil des Hinterendes.

Tab. 16 Crustacea der Silberbergschichten

++ sehr häufig; + häufig; - selten; -- sehr selten	Häufigkeit
<i>Coeloma (Coeloma) latifrons</i> FÜRSTER & MUNDLOS, 1982	+
<i>Coeloma (Paracoeloma) helmstedtense</i> BACHMAYER & MUNDLOS, 1968	++
<i>Ebalia vahldieki</i> FÜRSTER & MUNDLOS, 1982	--
<i>Galenopsis wulfi</i> FÜRSTER & MUNDLOS, 1982	+
<i>Hoploparia klebsi</i> NOETLING, 1885	+
<i>Parthenope bachmayeri</i> FÜRSTER & MUNDLOS, 1982	--
<i>Titanocarcinus zoellneri</i> BACHMAYER & MUNDLOS, 1968	-
<i>Typilobus cf. corrodatus</i> (NOETLING, 1885)	--

Aus dem einzigen Krebshorizont der Silberbergschichten, der K I (Kapitel 1.3.4.3.), sind bislang nur Decapoden bekannt (Tab. 16). Da die einzige auch in den Gehlbergschichten vorkommende Art *Hoploparia klebsi* NOETLING, 1885 dort schon ausführlich beschrieben wurde (Kapitel 2.3.3.2.), wird sie hier nur noch einmal mit besseren Funden abgebildet (Taf. XII, Fig. 6). Die folgend aufgeführten Arten gehören alle zu den Brachyura und dort zur Section Heterotremata.

Ebalia vahldieki FÜRSTER & MUNDLOS, 1982

keine Abbildung

Die Gattung *Ebalia* LEACH, 1817 gehört zur Familie Leucosiidae, Oberfamilie Calappoidea.

Es sind kleine Formen von nicht mehr als 2 cm Carapaxlänge, der etwas breiter als lang ist ($L/Br \approx 0,9$) und einen fast sechseckigen Umriß hat. Der Vorderrand zeigt ein gedrungenes, median eingedelltes Rostrum und eng beieinanderliegende Orbitae mit den zwei gattungstypischen tiefen dorsalen Einkerbungen (Fissuren). Der Hinterrand ist kurz und besitzt ein ausgeprägtes Paar Dornen. Die Oberfläche zeigt einen deutlichen Medianwulst mit leicht abgesetztem Hinterteil und etwas flachere, gewölbte Seitenregionen, die durch eine tiefe Furche (Cervicalfurche) vom Medianwulst getrennt sind (FÜRSTER & MUNDLOS 1982: 161, Abb. 13).

Typilobus cf. *corrodatus* (NOETLING, 1885)

keine Abbildung

Die Gattung *Typilobus* STOLICZKA, 1871 gehört ebenfalls zur Familie Leucosiidae.

Sie unterscheidet sich von *Ebalia* durch den noch kleineren, querovalen bis rundlichen Carapax (um 1 cm Länge) mit kurzem, zweispitzigem Rostrum und breiterem Hinterrand, dessen Dornenpaar nur kurz ist. Die Oberflächengliederung ist ähnlich *Ebalia*, aber nicht so ausgeprägt. Die Cervicalfurche ist z.B. lange nicht so tief (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 162, Abb. 14).

Parthenope bachmayeri FÖRSTER & MUNDLOS, 1982

keine Abbildung

Die Gattung *Parthenope* WEBER, 1795 gehört zur Familie Parthenopidae, Oberfamilie Parthenopoidea.

Es sind ebenfalls kleine Formen, deren Carapax etwa 2 cm Länge erreicht und etwas breiter als lang ist ($L/Br \approx 0,8$), wobei die größte Breite im hinteren Teil erreicht wird. Sie besitzen ein kräftiges, median eingetieftes Rostrum und eng zusammenliegende, tief eingeschnittene Orbitae. Der Rest des Vorderrandes ist relativ gleichmäßig mit kleinen Dornen besetzt, zeigt kurz hinter dem Rostrum noch einen kleinen Einschnitt und verläuft sonst halbkreisförmig nach hinten. Die granulierte Oberfläche zeigt ebenfalls einen Medianwulst und seitliche, flachere Höcker, auf denen parallel zum Vorderrand zwei Tuberkelreihen verlaufen (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 165, Abb. 16).

Titanocarcinus zoellneri BACHMAYER & MUNDLOS, 1968

Taf. XII, Fig. 4

Die Gattung *Titanocarcinus* MILNE-EDWARDS, 1863 gehört zur Familie Panopeidae, Oberfamilie Xanthoidea.

Es sind etwas größere Formen, deren breitovaler Carapax bis 5 cm Länge erreicht, wobei das Verhältnis L/Br allerdings sehr variabel ist und von 0,7 bis 0,9 reicht (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 168). Der Vorderrand ist gleichmäßig gebogen und zeigt weder ein abgeteiltes Rostrum noch deutlich eingetiefte Orbitae. Hinter den Augen sitzen wahrscheinlich fünf Dornen. Die deutlich granulierte Oberfläche zeigt median zwei tiefe Furchen, die sich nach vorne zu den Orbitae und zur Mitte der Stirn aufgabeln. Die so umrandeten, erhabenen Dreiecke im Stirnbereich sind vom Vorderrand her nochmals eingefurcht. Wie *Hoploparia* zeigen sie eine Heterochoelie

zwischen rechter Knackschere und linker Zwickschere (BACHMAYER & MUNDLOS 1968: 671).

Coeloma (Coeloma) latifrons FÖRSTER & MUNDLOS, 1982

Taf. XII, Fig. 3

Wie bereits erwähnt (Kapitel 2.3.3.2.) gehört die Gattung *Coeloma* MILNE-EDWARDS, 1865 zur Familie Geryonidae, Oberfamilie Xanthoidea.

Die Art *C. (C.) latifrons* unterscheidet sich von *C. (C.) balticum* durch den breiteren Vorderrand, den geraden vorderen Seitenrand, der steil nach hinten gerichtet ist, und das mehr ovale erhabene Feld unterhalb des Extraorbitaldorns (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 170, Abb. 18B + 19).

Coeloma (Paracoeloma) helmstedtense BACHMAYER & MUNDLOS, 1968

Taf. XII, Fig. 1 + 2

Die Untergattung *Paracoeloma* BEURLEN, 1929 unterscheidet sich von *C. (Coeloma)* durch die stärkere Wölbung und Gliederung der Carapaxoberfläche, den Besitz von fünf Paar Dornen am vorderen Seitenrand und die beiden Tuberkelpaare parallel zum hinteren Seitenrand (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 171, Abb. 18D).

Galenopsis wulfi FÖRSTER & MUNDLOS, 1982

Taf. XII, Fig. 5

Die Gattung *Galenopsis* MILNE-EDWARDS, 1865 gehört zur Unterfamilie Carcinoplacinae, Familie Goneplacidae, Oberfamilie Xanthoidea.

Es sind kleine Formen, deren weniger als 2 cm langer, fast trapezförmiger Carapax etwas breiter als lang ist ($L/Br = 0,77 - 0,84$). Das Rostrum besitzt eine gerade Vorderkante, die median leicht eingekerbt ist. Die Orbitae sind deutlich erkennbar. Der halbkreisförmige vordere Seitenrand besitzt fünf Dornen, wobei die Extraorbital- und Lateralornen die kräftigsten sind, während der zweite und fünfte nur schwach entwickelt sind. Der fünfte folgt kurz hinter dem Lateralorn. FÖRSTER & MUNDLOS (1982: 172, Abb. 20) beschreiben und zeichnen diese Dornen auch in der Fünferzahl, sprechen aber merkwürdigerweise immer nur von vier Dornen. Die schwach gegliederte Oberfläche ist nur leicht gewölbt.

2.4.4. weitere Invertebrata (Wirbellose)

Tab. 17 weitere Invertebraten der Silberbergschichten	
1 Porifera; 2 Anthozoa; 3 Gastropoda; 4 Scaphopoda; 5 Cephalopoda; 6 Polychaeta; 7 Bryozoa; 8 Echinodermata	Systematik
<i>Aquilofusus</i> sp.	3
Cidaridae gen. et sp. indet.	8
<i>Cimomia imperialis</i> (SOWERBY, 1812)	5
<i>Dentalium</i> sp.	4
Dichotriaene	1
<i>Entemnotrochus</i> sp.	3
<i>Lunulites</i> sp.	7
Monaxone	1
<i>Natica</i> sp.	3
<i>Protula extensa</i> (BRANDER, 1766)	6
<i>Schizaster (Aplospatangus) acuminatus</i> (GOLDFUSS, 1829)	8
<i>Sphaerocypraea</i> sp.	3
<i>Stichoporina reussi</i> STOLICZKA, 1862	7
<i>Trochosmilium</i> sp.	2
<i>Turritella</i> sp.	3
<i>Xenophora</i> sp.	3

Die wenigen vorliegenden Wirbellosen, die nicht zu den bereits beschriebenen Muscheln und Krebsen gehören, verteilen sich auf die Schwämme (Porifera), Korallen (Anthozoa), Schnecken (Gastropoda), Grabfüßer (Scaphopoda), Kopffüßer (Cephalopoda), Vielborstige Ringelwürmer (Polychaeta), Moostierchen (Bryozoa) und Stachelhäuter (Echinodermata)(Tab. 17).

2.4.4.1. Porifera

Schwämme sind hier nur durch ihre Nadeln (Skleren) bekannt. GRAMANN (1975: 16) nennt einstrahlige (monaxone), glatte Skleren und vierstrahlige Formen, deren einer Strahl besonders lang ist, während die anderen drei kurzen in einer Ebene liegen und am Ende gegabelt sind (Dichotriaene).

2.4.4.2.. Anthozoa

In Einzelfunden liegen aus den Silberbergschichten nur Einzelkorallen der Ordnung Scleractinia vor.

Trochosmilia sp.

Taf. X, Fig. 3

Die Gattung *Trochosmilia* MILNE-EDWARDS & HAIME, 1848 gehört zur Familie Mussidae, Oberfamilie Faviicae, Unterordnung Faviina.

Es sind hoch kegelförmige Formen mit vertikal unterbrochenen Septen, die aus isolierten Trabekeln und trabekulären Bündeln bestehen, durch Stereome verdickt sind und deren Ränder eine breite Bezahnung zeigen. Exo- und endothekale Dissepimente sind vorhanden. Die Außenseite besitzt feine Längsrippen.

2.4.4.3. Gastropoda

Während *Aquilofusus* sp. (Taf. X, Fig. 6), *Entemnotrochus* sp. (Taf. X, Fig. 5), *Natica* sp. (Taf. X, Fig. 7) und *Turritella* sp. bereits aus den Annenberg- (Kapitel 2.2.2.) und zum Teil auch aus den Gehlbergschichten (Kapitel 2.3.2.3.) bekannt sind, wurden in den Silberbergschichten noch zwei neue Faunenelemente gefunden. Beide Gattungen gehören zu den Mesogastropoda.

Xenophora sp.

Taf. X, Fig. 8

Die Gattung *Xenophora* FISCHER, 1807 gehört zur Familie Xenophoridae, Oberfamilie Strombacea.

Es sind leicht zu bestimmende Formen, da sie ihr flach konisches Gehäuse mit der schiefen Mündung durch Anheften von Fremdkörpern (Agglutinieren) an den tief eingesenkten Nähten aufbauen.

Sphaerocypraea sp.

Taf. X, Fig. 4

Die Gattung *Sphaerocypraea* SCHILDER, 1927 gehört zur Unterfamilie Sulcocypraeinae, Familie Amphiperatidae, Oberfamilie Cypraeacea.

Es sind fast kugelige, glattschalige Formen mit sichelförmiger Mündung, die durch eine kräftige, deutlich gefältete Außenlippe charakterisiert ist.

2.4.4.4. Scaphopoda

Wie in den Annenberg- (Kapitel 2.2.4.1.) und Gehlbergsschichten (Kapitel 2.3.2.4.) kommt auch hier *Dentalium* sp. (Taf. X, Fig. 10) vor.

2.4.4.5. Cephalopoda

Auch *Cimomia imperialis* (SOWERBY, 1812) (Taf. X, Fig. 9) ist bereits aus Annenberg- (Kapitel 2.2.4.2.) und Gehlbergsschichten (Kapitel 2.3.2.6.) bekannt.

2.4.4.6. Polychaeta

Die schon aus den Annenbergsschichten (Kapitel 2.2.4.3.) bekannte Serpulide *Protula extensa* (BRANDER, 1766) wurde ebenfalls in den Silberbergsschichten gefunden (Taf. X, Fig. 11).

2.4.4.7. Bryozoa

Zum Stamm Bryozoa (Moostierchen) gehören meist sessile, koloniebildende Formen, deren sehr kleine Einzelindividuen (Zooide) einen sackförmigen Weichkörper mit Tentakeln, sekundärer Leibeshöhle und U-förmigem Verdauungssystem besitzen, der in einem kalkigen Gehäuse (Zooecium) befestigt ist.

Lunulites sp.

Taf. X, Fig. 12 + 13

Die Gattung *Lunulites* LAMARCK, 1816 gehört zur Familie Lunulitidae, Divisio Coilostega, Unterordnung Anasca, Ordnung Cheilostomata, Klasse Gymnolaemata.

Es sind Formen, die abweichend von den üblicherweise festsitzenden Cheilostomen ein freies, konisches bis scheibenförmiges Zoarium besitzen, dessen Oberfläche radial angeordnete Zooecienreihen aufweist.

Beide hier vorkommenden Formen werden wohl zu verschiedenen Arten zu rechnen sein, wobei die rundliche Art (Taf. X, Fig. 12) ident mit der Form aus den Annenbergsschichten (Kapitel 2.2.4.4.) sein dürfte.

Stichoporina reussi STOLICZKA, 1862

keine Abbildung

Die Gattung *Stichoporina* STOLICZKA, 1862 gehört zur Familie Orbituliporidae, Unterordnung Ascophora, Ordnung Cheilostomata, Klasse Gymnolaemata.

Es sind Formen, deren Zoarium als einschichtige Scheibe ausgebildet ist, wobei die Zooecien zum Zentrum gerichtet sind. Die Innenseite des Zoariums zeigt die bienenwabenähnlich hexagonal verbundenen Basen der Zooecien.

2.4.4.8. Echinodermata

Die Echinodermenfunde gehören alle zu den Echinoidea (Seeigel). Wie in den Gehlbergsschichten (Kapitel 2.3.2.10.) kommen hier Cidaridenstacheln vor (Taf. X, Fig. 14). Außerdem ist in mehreren Exemplaren ein Vertreter der irregulären Seeigel, bei denen der After von der Dorsalseite nach hinten in Richtung auf den Mund gewandert ist, gefunden worden.

Schizaster (Aplospatangus) acuminatus (GOLDFUSS, 1829)

Taf. X, Fig. 15

Die Gattung *Schizaster* AGASSIZ, 1836 gehört zur Familie Schizasteridae, Unterordnung Hemiasterina, Ordnung Spatangoida, Unterordnung Atelostomata, Unterklasse Euechinoidea.

Bei diesen länglich ovalen Formen liegt der After leicht oberhalb der Mitte des steilen Hinterendes (Taf. X, Fig. 15c). Die hinteren, paarigen Ambulakralia sind etwa um das Dreifache kürzer als das vordere Paar und der Scheitelschild liegt hinter der Gehäusemitte (Taf. X, Fig. 15a).

3. Palökologie

3.1. Einleitung

Das Ziel einer jeden Faunenzusammenstellung ist die Rekonstruktion des Biotops und der Wechselbeziehungen der Faunenelemente untereinander.

Zu diesem Zweck bedient sich die Palökologie des Prinzips des Aktualismus und versucht vor allem statistisch auswertbare Ergebnisse zu bekommen. Um palökologische Zusammenhänge zu erfassen, müssen alle Faunenelemente aufgenommen und ins zukünftige Biotopmodell einbezogen werden.

Als wichtige Organismengruppe gelten dafür z.B. benthische Foraminiferen oder andere Mikrofossilien, deren Auswertung u.a. HILTERMANN (1982) oder LUTERBACHER (1984) demonstrieren. Dabei muß aber immer daran gedacht werden, daß die lückenhafte Überlieferung das ursprüngliche Faunenbild verzerrt.

Im Rahmen dieser Arbeit stellen sich einer entsprechenden Arbeitsweise mehrere Hindernisse entgegen.

Bei der Auswertung der Mikrofaunen ist auf die jeweiligen Bearbeiter hinzuweisen, da eigene Mikroproben nicht genommen wurden. Die Makrofaunen wurden zum größten Teil nicht selber gesammelt, sondern befinden sich in den zitierten Privatsammlungen und sind meist nicht horizontiert geborgen worden. Aufgrund der wenigen Fundexemplare der meisten Faunenelemente ist auch keine statistische Auswertung möglich.

Trotzdem wurde im folgenden der Versuch unternommen, für jede Formation das durchschnittliche Lebensbild (Abb. 21 - 23) mit ungefährender Wassertiefe und Küstenentfernung zu rekonstruieren.

3.2. Paläogeographie

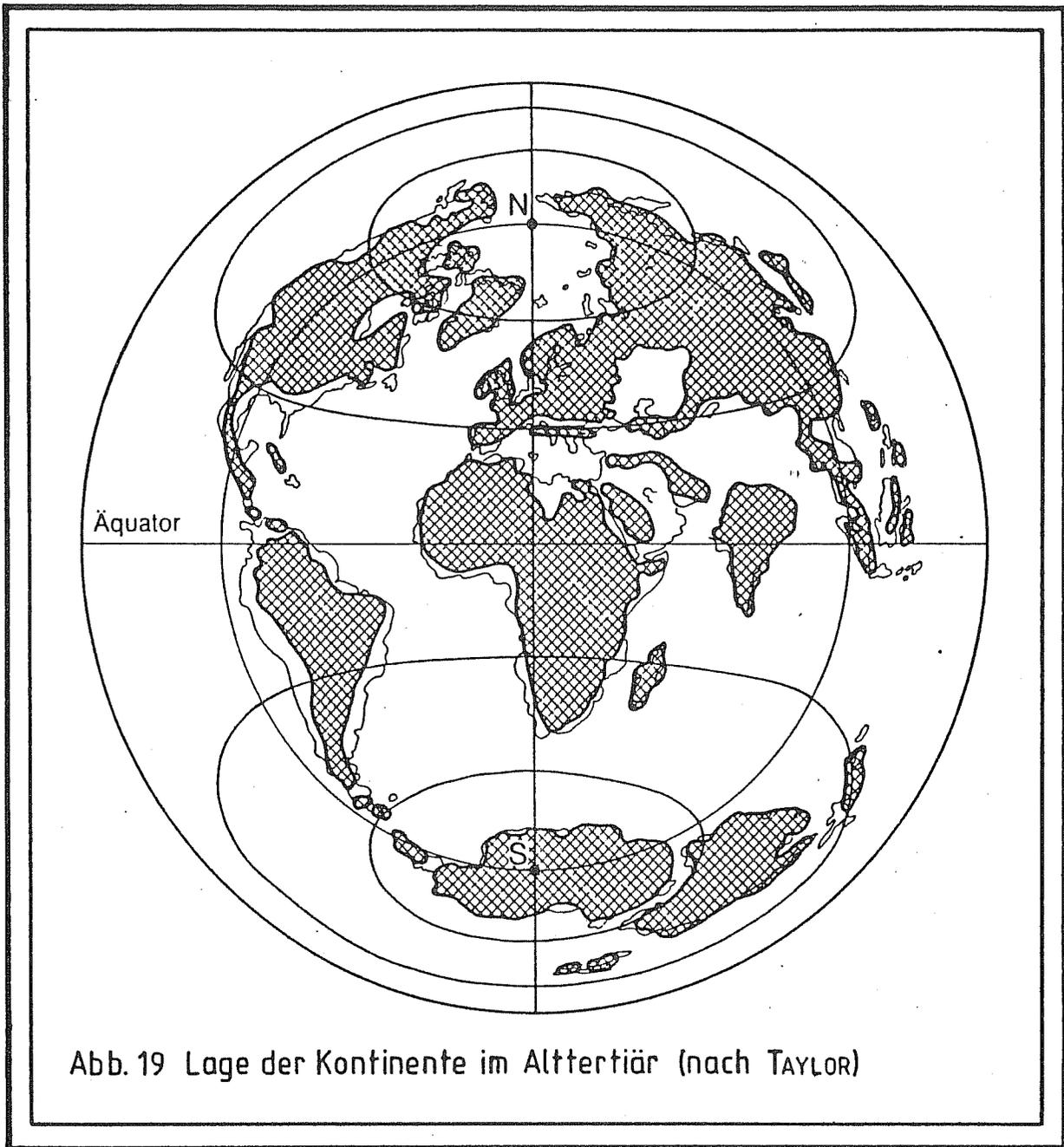
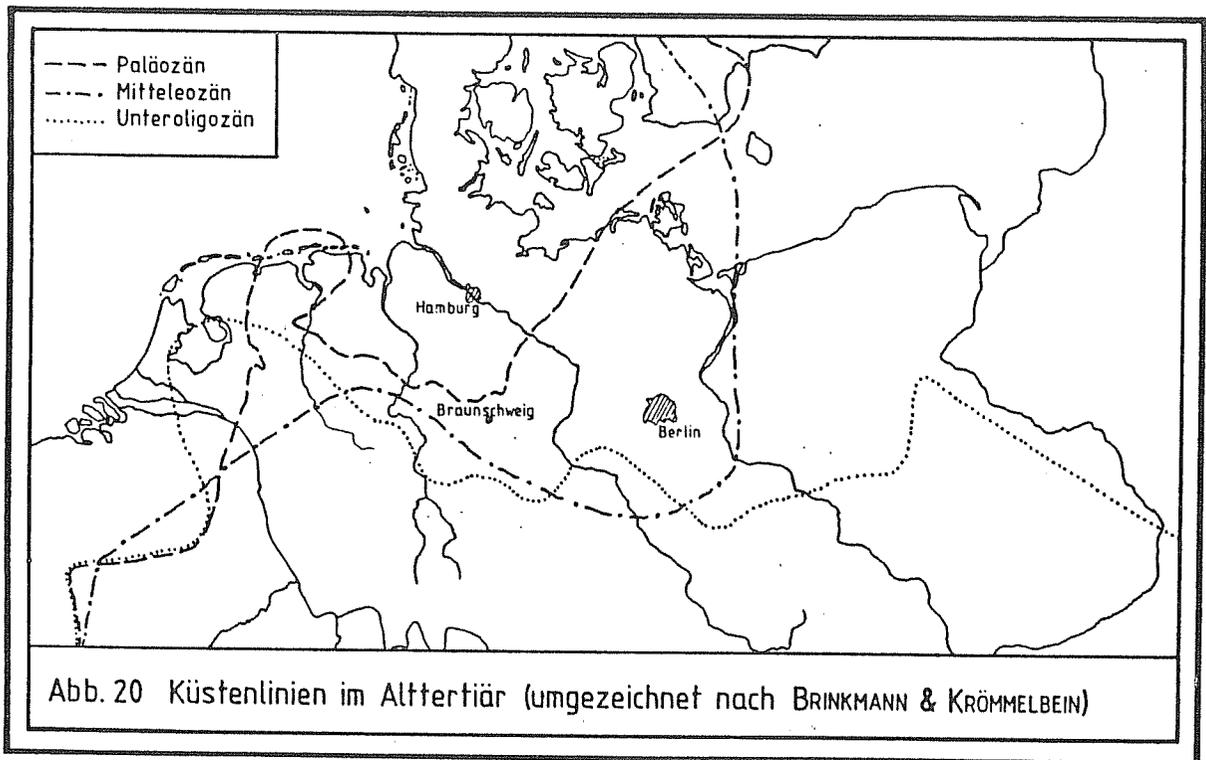


Abb. 19 Lage der Kontinente im Alttertiär (nach TAYLOR)

Im Alttertiär lag NW-Deutschland etwa auf 40° nördlicher Breite und der größte Teil gehörte zum Festland (Abb. 19). Das Klima wurde nach dem etwas kühleren Paläozän subtropisch bis tropisch, wobei es im Mitteleozän stärker humid war, während die Obereozän- und die Unteroligozän-Zeit als stärker arid interpretiert werden (SCHWARZBACH 1974: 213, Tab. 23).



Im Paläozän waren nur Dänemark und das westliche Norddeutschland vom Nordmeer überflutet. Dies drang im Miozän weiter nach Süden vor, zog sich aber schon im Obereozän wieder etwas zurück, um dann mit einer zweiten Transgression im Unteroligozän weiter nach Süden und über die Baltische Straße nach Osten vorzudringen. Im Mitteloligozän erfolgte zwar wieder die Schließung der Baltischen Straße, aber dafür entstand über das Oberrheintal eine Verbindung zum alpinen Meer. Die Regression im Oberoligozän unterbrach diese Verbindung wieder, so daß in Norddeutschland im Untermiozän etwa wieder die Strandlinie wie im Paläozän bestand (Abb. 20).

Die Entwicklung der Tertiär-Fauna ist auf dem Lande durch das Aufblühen der Säugetiere und im Meer durch das der Schnecken und Muscheln gekennzeichnet. Wichtige mesozoische Faunenelemente, wie z.B. Ammoniten, Inoceramen, Rudisten, Ichthyosaurier, Plesiosaurier und Dinosaurier, starben an der Wende Kreide/Tertiär aus oder die Fauna wanderte in größere Meerestiefen oder Reliktareale ab.

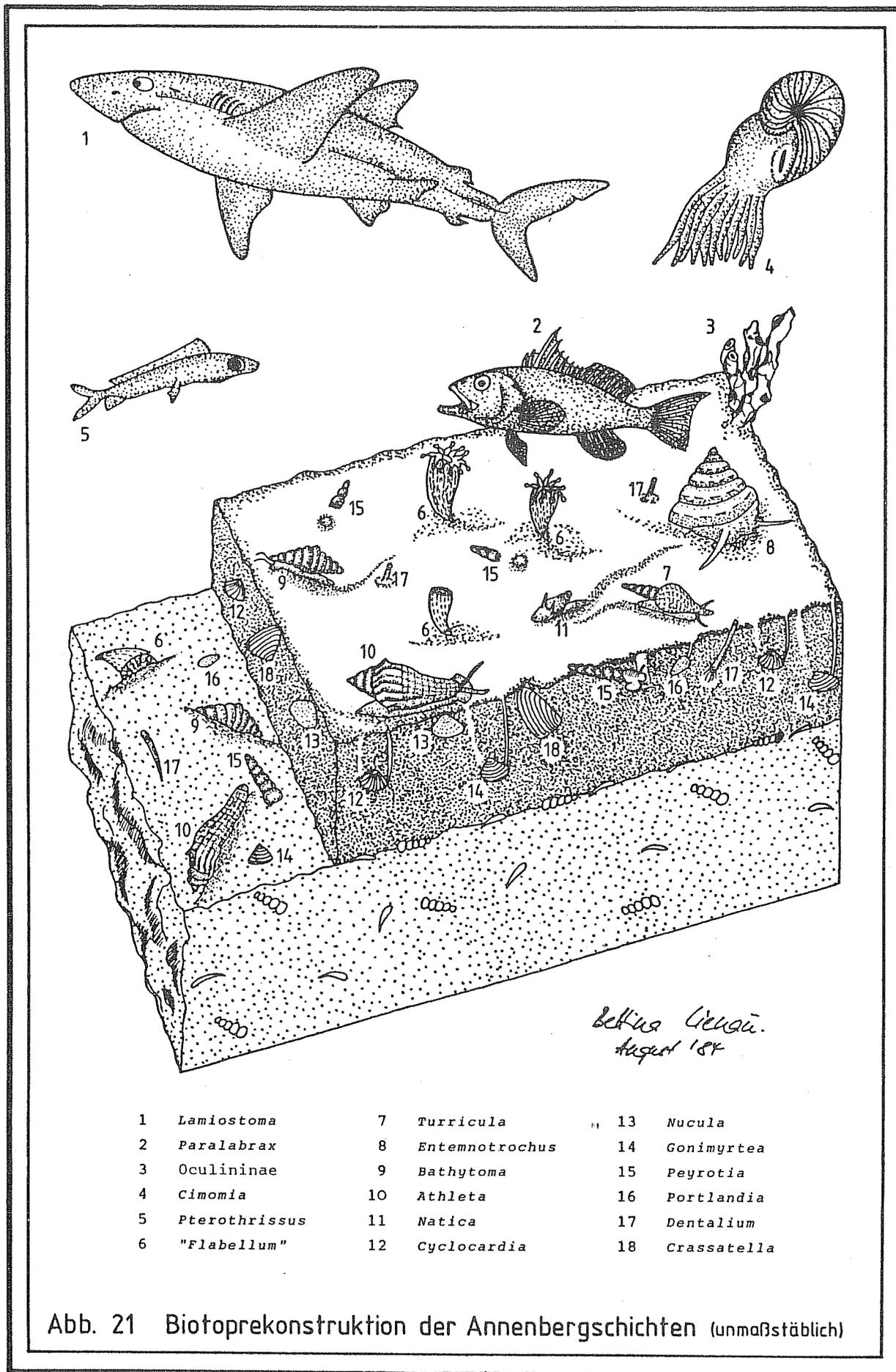
3.3. Annenbergsschichten

Die beginnende Transgression des eozänen Nordmeeres wird durch ein Basiskonglomerat angezeigt, das in der Ostmulde direkt über der Kohle liegt. Demgegenüber wurden in der Westmulde durch die größere Absenkung vor Beginn der Transgression noch terrestrische Sande abgelagert (Abb. 10). Dabei blieb der Salzsattel Festland, so daß die Helmstedter Bucht zu dieser Zeit aus zwei Buchten mit einer medianen Landzunge bestand. Mit dem weiteren Vordringen des Meeres wurde dann aber auch diese Landzunge überflutet und die Helmstedter Region befand sich damit im tieferen Flachwasserbereich.

Die durch eustatischen Meeresspiegelanstieg bedingte Zunahme der Wassertiefe wurde durch die fortschreitende Salzabwanderung noch ergänzt. Zunehmende Sedimentbedeckung verstärkte die Halokinese und dadurch die Absenkung (Subsidenz) des Meeresbodens in den Mulden. Außerdem wurden die Inkohlungsprozesse gesteigert. Dabei wurde das Ausgangsmaterial der Braunkohle (vor allem Sumpfpflanzen) stark zusammengepresst, was zu einer Mächtigerungsverringerung des Sediments und damit ebenfalls zu einer weiteren Subsidenz führte.

Die Mikrofaunen sind nicht sehr umfangreich (Tab. 2), können aber als Tiefschelf-Faunen gedeutet werden (GRAMANN, persönl. Mitt.).

Die Funde von *Dentalium*, verschiedenen Turriden, Nuculiden und *Cimomia* sind mit marinen Tönen des London Clay zu vergleichen, die als Sedimente tiefer, ruhiger Becken angesehen werden (TAYLOR 1981: 211, Abb. 75). Auch die Einzelkorallen können in größeren Tiefen (meist mehr als 180 m) leben und die rezente *Limopsis* lebt in wärmeren Meeren sogar in der Tiefsee. Die Wassertiefe hat also wohl die meiste Zeit um 150 m oder sogar etwas mehr betragen (Abb. 21). Der Wassertiefenbereich in den kein Sonnenstrahl mehr dringen kann (aphotische Region, beginnt bei ca. 200 m Tiefe) wird aber, wie die Molluskenfauna anzeigt, nicht erreicht (HINSCH, persönl. Mitt.).



- | | | | | | |
|---|----------------------|----|-----------------------|----|--------------------|
| 1 | <i>Lamiostoma</i> | 7 | <i>Turricula</i> | 13 | <i>Nucula</i> |
| 2 | <i>Paralabrax</i> | 8 | <i>Entemnotrochus</i> | 14 | <i>Gonimyrtia</i> |
| 3 | <i>Oculininae</i> | 9 | <i>Bathytoma</i> | 15 | <i>Peyrotia</i> |
| 4 | <i>Cimomia</i> | 10 | <i>Athleta</i> | 16 | <i>Portlandia</i> |
| 5 | <i>Pterothrissus</i> | 11 | <i>Natica</i> | 17 | <i>Dentalium</i> |
| 6 | " <i>Flabellum</i> " | 12 | <i>Cyclocardia</i> | 18 | <i>Crassatella</i> |

Abb. 21 Biotoprekonstruktion der Annenbergsschichten (unmaßstäblich)

Dies würde natürlich eine sehr schnelle Wassertiefenzunahme bedeuten, da ja das Basiskonglomerat erst den Transgressionsbeginn markiert und dann nach wenigen Metern Sedimentmächtigkeit bereits Faunen des tieferen Schelfes gefunden werden. Aufgrund des Zusammenwirkens von Eustatik und Salztektunik ist diese starke Subsidenz aber nicht unmöglich.

3.4. Gehlbergsschichten

Der Übergang von den Annenberg- zu den Gehlbergsschichten ist relativ gleichmäßig und im Gelände nicht zu erkennen. An der Wassertiefe hat sich zu Beginn des Obereozäns noch nicht viel geändert. Bis zur G 5 (Abb. 10) befinden wir uns weiterhin im Bereich größerer Wassertiefe mit ungestörter, langsamer Sedimentation. Darauf deuten die autochthonen Krebskonkretionen der K IV (MUNDLOS 1975) und auch die Entschichtung durch Bioturbation hin. SCHÄFER (1962) bezeichnete eine solche Fazies als Grenzfall der vital-pantostraten Biofazies. Phosphorite sind in diesem Bereich seltener als in der OSG (Kapitel 1.3.4.2.), was wohl eher auf ein zu geringes Karbonatangebot als auf zu wenig gelöstem Phosphat beruht. Läge nämlich zu wenig Phosphat vor, so müßte im unteren Bereich auch Karbonaterhaltung wie in den Annenbergsschichten möglich sein. Dieser Materialmangel macht sich auch in den lockeren Konkretionen der K IV bemerkbar.

Die Phosphorite entstanden nämlich, wenn der im Sediment gelöste Phosphor durch aufsteigende Porenwässer zur Sedimentoberfläche gelangte und er dort auf ein alkalisches Milieu (mindestens pH 7) traf, welches durch intensive Verwesung (NH_3) hervorgerufen wurde. Unter Verbrauch des gesamten vorhandenen Karbonats kam es nun zur Konkretionsbildung, die nur so lange anhalten konnte wie Karbonat vorlag. Durch das alkalische Milieu wurde nämlich die Kalzitausfällung angeregt und erst danach konnten die Phosphoritkonkretionen metasomatisch entstehen. Das Kalzium entstammt dabei einerseits den Trias-, Jura- und Kreideschichten an den Rändern der Helmstedter Bucht (Abb. 2) und andererseits der

diagenetischen Auflösung von Molluskenschalen und Kalkschwammnadeln (MUNDLOS 1975).

Die Konzentration der meisten Phosphorite auf die fünf Lagen beruht wahrscheinlich auf größere Sturmereignisse, durch welche die sich kurz unter oder auf der Sedimentoberfläche bildenden (MUNDLOS 1975: 257) Phosphorite erfasst wurden. Diese G-Lagen sind also Kondensationshorizonte, sogenannte Seifen. Aufgrund der paläogeographischen Konfiguration, die schon weitgehend der heutigen entspricht (Abb. 19), ist ein Vorherrschen der Windrichtung aus W sehr wahrscheinlich. Die quer zum Wind liegende untermeerische Schwelle wirkte als Hindernis und beeinflusste die Parallelentwicklung in West- und Ostmulde. So sind durch die größere Tiefe und Oberflächenausdehnung in der Westmulde größere Wellenamplituden als in der Ostmulde möglich. Daraus erklärt sich, daß im Lee dieser Schwelle, also in der Ostmulde, ein zwar im allgemeinen vergleichbares Profil wie in der Westmulde existiert, aber daß es auch Abweichungen gibt (Abb. 10). Das dortige Fehlen von G 5 oder G 2 (Kapitel 1.3.4.2.) z.B. deutet auf ein weniger wirksames Sturmereignis hin, das in der Ostmulde nicht mehr stark genug war, um die oberen Sedimentschichten aufzuwirbeln und damit die Phosphorite durch Schwereretrennung (Saigerung) in einem Horizont anzureichern.

Dies deutet auf eine Verflachung der Helmstedter Bucht kurz nach Sedimentation der G 5 hin, da innerhalb von Buchten dieser Größenordnung bei Wassertiefen von 70 - 100 m selbst stärkste Wellenbewegungen nicht mehr auf der Sedimentoberfläche wirksam sind. Im höheren Obereozän muß also die Sedimentoberfläche oberhalb dieser charakteristischen Marke gelegen haben.

Die Phosphorite der G 5 wurden dabei noch zu einer Zeit mit geringem Kalziumangebot gebildet. Deshalb ist diese Lage auch in der Westmulde nur sehr vereinzelt aufzufinden.

Oberhalb der G 5 befinden wir uns nun fast durchweg in einer vital-heterostraten Biofazies (HILLMER & MUNDLOS 1981: 459), die durch Schrägschichtungen geprägt ist. Das Karbonatangebot ist ausreichend, so daß die Bildung von Phosphoritkonkretionen zunimmt und diese im inneren Bau kompakter sind.

MUNDLOS (1975: 257) weist darauf hin, daß die G 5, G 4, G 2 und G 1 immer unmittelbar unter oder über Schichten mit vital-lipostrater Biofazies liegen, während die K IV, K III (= G 3) und

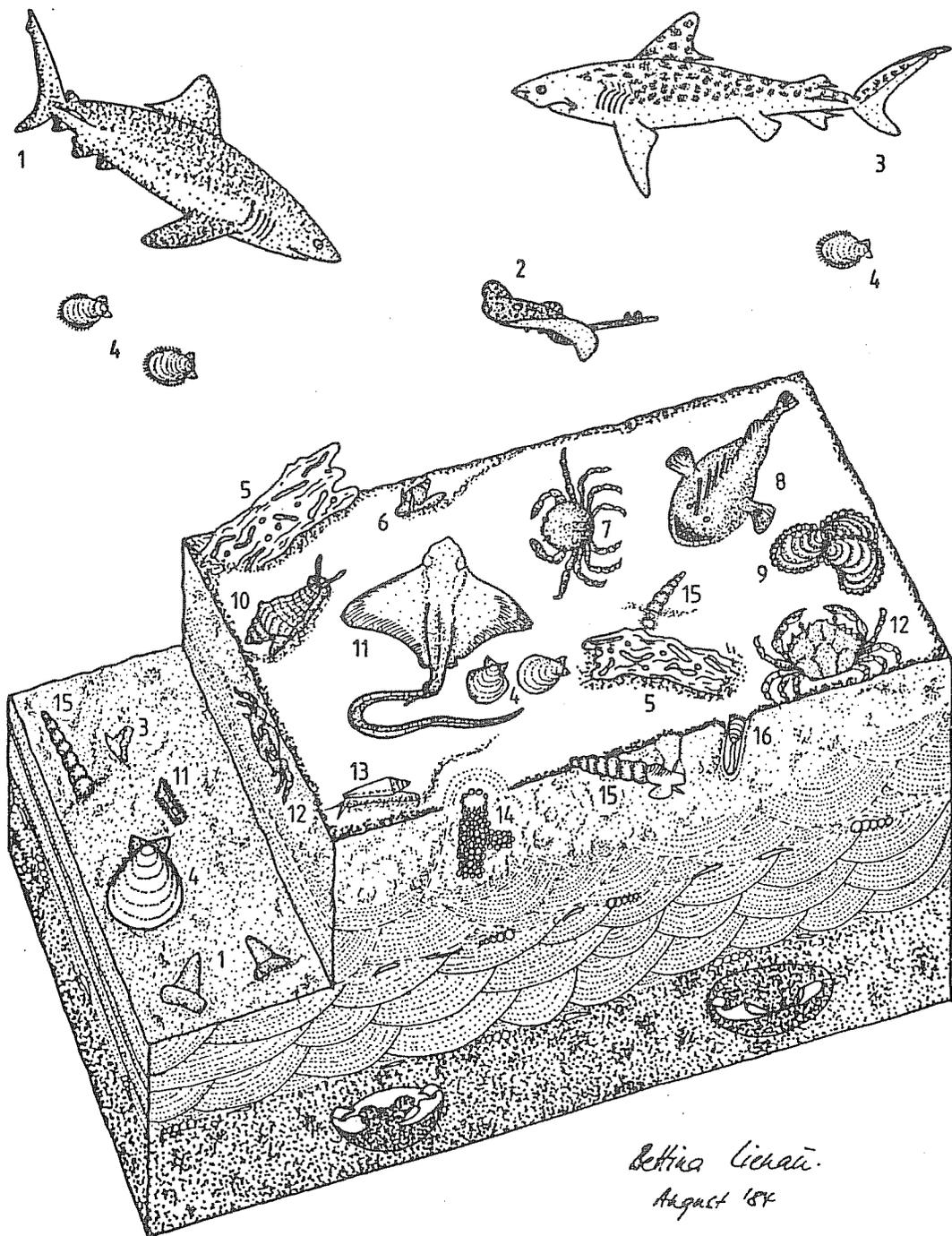
K II immer in einem entschichteten Bereich (vital-pantostrate Biofazies) zu finden sind.

Eine Besonderheit in der Konkretionsgenese stellen die Krebse der K II dar. Sie haben sich als Intern-Konkretionen (MUNDLOS 1975: 267, Abb. 4 + 6) gebildet, da durch eine stärkere, bis unter die Sedimentoberfläche reichende Wasserbewegung keine stabil bleibenden alkalischen Bedingungen außerhalb der verwesenden Krebse vorlagen und deshalb der Phosphorit nur von der Innenseite der Chitinhüllung zum Zentrum (zentripetal) wachsen konnte. Eine einmalige Umlagerung ohne große Transportkraft (keine Abrollung, gute Erhaltung der Feinstruktur) unterbrach die Diagenese oft schon vor der vollständigen Ausfüllung des Carapax mit Phosphat, so daß dieser oft von oben her eingebrochen oder ganz durchgebrochen ist (Taf. V, Fig. 3). Es handelt sich also nicht um Transportschäden, sondern um vorzeitige Diagenesebeendigung durch Umlagerung mit späterem Einbruch durch die Kompaktion des Sediments.

Auch die G 1 besitzt eine Sonderstellung, da hier die Erosion ein Sediment-Niveau mit ursprünglicher Phosphoritbildung angeschnitten hat, was an den autochthonen bis parautochthonen Phosphoriten zu erkennen ist (HILLMER & MUNDLOS 1981: 458).

Die Fauna besteht vor allem aus Krebsen und Hai- und Rochenresten. Das getrennte Vorkommen beider Faunenelemente (Kapitel 1.3.4.2.) läßt sich wohl aus der verschiedenen Schwere und der damit verbundenen Frachtsonderung erklären. Aufgrund dieser allochthonen Funde ist eine Rekonstruktion des Biotops sehr schwierig, wird aber trotzdem versucht (Abb. 22).

Im Faunenvergleich zum englischen Eozän ähnelt diese Fauna der Gemeinschaft von Schelfsilten und -sandden der Barton Beds, die nicht mehr als 50 m Wassertiefe gehabt haben sollen (TAYLOR 1981: 211, Abb. 77). Allerdings sind bei den Krebsen die Bewohner des Gezeitenbereiches unter 50 m Wassertiefe sehr selten (FÖRSTER & MUNDLOS 1982: 179). Ebenfalls oberhalb von 30 - 50 m lebt *Turritella* (HINSCH, persönl. Mitt.). Sowohl FÖRSTER (1982: 333) in Bezug auf die Stomatopoden als auch VOGELTANZ (1968: 84) unter Hinweis auf die Xanthiden (hier: *Harpactocarcinus*) deuten aber solche Krebsfaunen als Flachwasserindikatoren. Wie Untersuchungen im Mainzer Becken gezeigt haben (BOY, persönl. Mitt.), sind die Lebensbereiche der rezenten Haie wohl nicht ohne weiteres auf das Alttertiär zu übertragen. Unter Zusammenfassung aller Faunen sind Wassertiefenangaben von 50 - 70 m am wahrscheinlichsten.



- | | | | | | |
|---|----------------------|----|-------------------------|----|--------------------|
| 1 | <i>Macrorhizodus</i> | 7 | <i>Harpactocarcinus</i> | 13 | <i>Conus</i> |
| 2 | <i>Raja</i> | 8 | <i>Lophius</i> | 14 | <i>Ophiomorpha</i> |
| 3 | <i>Galeocerdo</i> | 9 | <i>Ostrea</i> | 15 | <i>Turritella</i> |
| 4 | <i>Amusium</i> | 10 | <i>Athleta</i> | 16 | <i>Lingula</i> |
| 5 | <i>Teredo</i> | 11 | <i>Myliobatis</i> | | |
| 6 | <i>Natica</i> | 12 | <i>Coeloma</i> | | |

Abb. 22 Biotoprekonstruktion der Gellbergsschichten (unmaßstäblich)

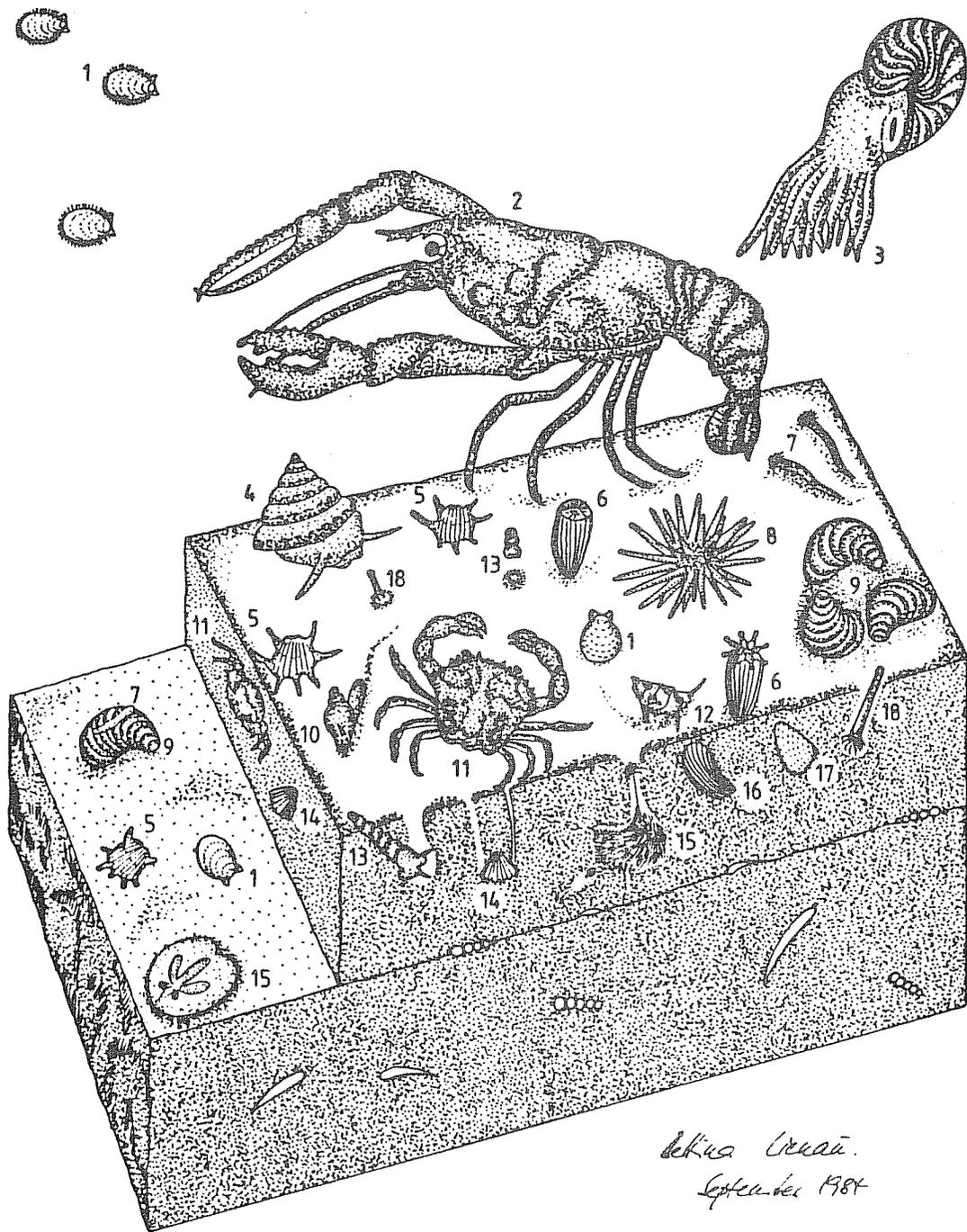
3.5. Silberbergschichten

Im Unteroligozän gab es, wie bereits erwähnt (Kapitel 3.2.), einen erneuten Vorstoß des Nordmeeres. Die meist bioturbat entschichteten Silberbergschichten (Kapitel 1.3.4.3.) wurden also wieder im tieferen Wasser mit ruhigerer Sedimentation gebildet. Auch lag kein Phosphat mehr vor, so daß es wieder zur Kalzitausfällung ohne anschließende Metasomatose kam. Da auch keine Indikatoren für aperiodische Sturmereignisse, die es zu dieser Zeit gegeben haben muß, im Sediment festzustellen sind, müssen wir auf alle Fälle mit 100 m Wassertiefe, wahrscheinlich sogar mit mehr, rechnen.

Nach FÖRSTER & MUNDLOS (1982: 178) deutet die Ansammlung zerfallener Krebse (meist *Titanocarcinus*) in einigen Bereichen der Mergelsteinbank (Kapitel 1.3.4.3.) auf ein hochenergetisches Ereignis, welches wohl nicht auf Sturm, sondern wahrscheinlich auf Trübestrome (turbidity currents) am Salzsattel zurückzuführen ist. Auslöser dieser Schlammlawinen könnten durch Salztektunik oder Erdfälle im Gipskarst angeregte, lokale Seebeben gewesen sein.

Die Austernfunde und das Auftreten von *Cyclocardia* (HINSCH, persönl. Mitt.) in den unteren Horizonten der Silberbergschichten deuten darauf hin, daß es zu ihrer Lebenszeit noch nicht zu einer sehr starken Vergrößerung der Wassertiefe gegenüber der OSG kam.

Demgegenüber zeigen sowohl die Ostrakoden als auch die benthischen Foraminiferen größere Wassertiefen über 100 m und fehlende Wasserbewegung am Meeresboden an (GRAMANN, persönl. Mitt.). Aber auch hier macht die Molluskenfauna keinen aphotischen Eindruck (HINSCH, persönl. Mitt.). Es sind also mit ca. 120 - 150 m Wassertiefen zu erwarten, die ein nur geringfügig flacheres Biotop (Abb. 23) ergeben als das der Annenbergschichten.



- | | | | | | |
|---|-----------------------|----|--------------------|----|--------------------|
| 1 | <i>Amusium</i> | 7 | <i>Protula</i> | 13 | <i>Turritella</i> |
| 2 | <i>Hoploparia</i> | 8 | <i>Cidaridae</i> | 14 | <i>Cyclocardia</i> |
| 3 | <i>Cimomia</i> | 9 | <i>Pycnodonte</i> | 15 | <i>Schizaster</i> |
| 4 | <i>Entemnotrochus</i> | 10 | <i>Natica</i> | 16 | <i>Pholadomya</i> |
| 5 | <i>Spondylus</i> | 11 | <i>Paracoeloma</i> | 17 | <i>Crassatella</i> |
| 6 | <i>Trochosmilia</i> | 12 | <i>Xenophora</i> | 18 | <i>Dentalium</i> |

Abb. 23 Biotoprekonstruktion der Silberbergsschichten (unmaßstäblich)

4. Danksagung

Für die Themenstellung, die Vermittlung zur BKB und die Betreuung während der Diplomarbeit danke ich recht herzlich Prof. Dr. Gero HILLMER (Geol.-Paläont. Inst. u. Mus., Univ. Hamburg).

Den schon im Vorwort ausgesprochenen Dank an die BKB und deren Mitarbeiter möchte ich an dieser Stelle nochmals wiederholen.

Die intensive Einführung in das Gelände, das teilweise Überlassen von Funden und die Erlaubnis zur Wiedergabe von Fotos der Exemplare ihrer Privatsammlungen verdanke ich Peter HINTZEN (Bahrdorf-Mackendorf), Dr. h.c. Rudolf MUNDLOS (Bad Friedrichshall), Obersteiger Berg-Ing. Georg RAABE (Helmstedt) und Stud. Bergbau Matthias WULF (Helmstedt).

Für weiterführende Mitteilungen und anregende Diskussionen danke ich Dr. Jürgen A. BOY (Inst. f. Geowiss., Johannes Gutenberg-Univ. Mainz), Dr. Dietrich L. BÜRKELE (Zool. Inst. u. Zool. Mus., Univ. Hamburg), Dr. Reinhard FÖRSTER (Bayer. Staatssamml. f. Paläont. u. hist. Geol., München), Dr. Gunter GEBHARD (Geol.-Paläont. Inst. u. Mus., Univ. Hamburg), Dr. Franz GRAMANN (Niedersächs. L.-Amt f. Bodenforsch., Hannover), Dr. Hans-Joachim GREGOR (Staatl. Mus. f. Naturkde., Stuttgart), Ulrich von HACHT (Hamburg), Prof. Dr. Peter HALBACH (Mineral.-Petrogr. Inst., TU Clausthal), Dr. Winfried HINSCH (Geol. L.-Amt Schleswig-Holstein, Kiel), Dipl. Geol. Fritz von der HOCHT (Balkhausen), Dr. Ernst-Rüdiger LOOK (Niedersächs. L.-Amt f. Bodenforsch., Hannover), Cand. Geol.-Paläont. Uwe MARHEINECKE (Hamburg), Dr. Norbert MICKLICH (Forsch.-Inst. Senckenberg, Frankfurt), Prof. Dr. Karlheinz ROTHAUSEN (Inst. f. Geowiss., Johannes Gutenberg-Univ. Mainz), Dr. H. Hermann SCHLEICH (Inst. f. Paläont. u. hist. Geol., Univ. München), Prof. Dr. Werner SCHNEIDER (Inst. f. Geol. u. Paläont., TU Braunschweig), Dr. Werner SCHWARZHANS (Hamburg), Dr. Matthias STEHMANN (Inst. f. Seefischerei, Außenstelle Ichthyologie, Hamburg) und Stud. Geol.-Paläont. Kaspar von WUTHENAU (Hamburg).

Die Abbildungen 5, 15, 17, 21, 22 und 23 zeichnete meine Frau Bettina, der ich auch recht herzlich für die verständnisvolle Unterstützung meines Studiums während der letzten Jahre danke.

Den Druck der Fototafeln ermöglichte dankenswerterweise Dipl.-Kfm. Werner RICHTER (Neuwied).

5. Literaturverzeichnis

5.1. Literatur zum Helmstedter Tertiär

- BACHMAYER, F. & MUNDLOS, R. (1968): Die tertiären Krebse von Helmstedt bei Braunschweig, Deutschland. - Ann. naturhist. Mus. Wien, 72: 649-692, 6 Abb., 6 Tab., 15 Taf.; Wien.
- BARTH, H. (1892): Beiträge zur Geologie von Helmstedt. - Z. Naturwiss., 65: 107-131; Leipzig.
- BEHREND, F. (1927): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preussen, Blatt Schöningen (Nr. 3831). - 41 S., 1 Abb.; Berlin.
- BENEDEN, M.P.-J. van (1883): Sur quelques ossements de cétacés fossiles, recueillis dans des couches phosphatées entre l'Elbe et le Weser. - Bull. Acad. Sci. Belgique, (3) VI (7): 27-33; Bruxelles.
- BÖTTCHER, G. (1972): Der geologische Aufbau und sein Einfluß auf das bodenmechanische Verhalten des Baugrundes im Bereich der Tertiärmulde von Helmstedt. - 128 S., 22 Abb., 17 Tab., 9 Anl.; Braunschweig. - [Unveröff. Diss. TU Braunschweig]
- DIENEMANN, W. (1925): Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der Helmstedter Braunkohlenmulde. - Jb. Preuss. Geol. L.-Anst., 46: 108-123; Berlin.
- DORSTEWITZ, R. (1902): Geologische Beschreibung der Helmstedter Braunkohlenmulde. - Braunkohle, 1 (16): 195-200, Abb. 50-53; 1 (17): 208-212, Abb. 57-60; 1 (18): 224-227, Abb. 64; Halle.
- FÖRSTER, R. (1982): Heuschreckenkrebst (Crustacea, Stomatopoda) aus dem Alttertiär von Helmstedt und Handorf (Niedersachsen) und der Oberkreide von Nigeria. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1982 (6): 321-335, 15 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- FÖRSTER, R. & MUNDLOS, R. (1982): Krebse aus dem Alttertiär von Helmstedt und Handorf (Niedersachsen). - Palaeontographica, A 179 (4-6): 148-184, 26 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Stuttgart.

- FREIBERG, H.-J. (1981): Teil I: Kartierung im N-Ausschnitt des Meßtischblattes Süpplingen, Nr. 3731; Teil II: Sedimentologische Untersuchungen an Sedimenten des Helmstedter Tertiärs. - 314 S., 143 Abb., 5 Tab., 6 Beil.; Braunschweig. - [Unveröff. Dipl.-Arb. TU Braunschweig]
- GEINITZ, H.B. (1884a): Die sogenannten Koprolithenlager von Helmstedt, Büddenstedt und Schleweke bei Harzburg. - Abh. naturwiss. Ges. Isis Dresden, 1883 (1): 3-14, Taf. I; Dresden.
- (1884b): Über neue Funde in den Phosphatlagern von Helmstedt, Büddenstedt und Schleweke. - Abh. naturwiss. Ges. Isis Dresden, 1883 (5): 37-45, Taf. II; Dresden.
- (1884c): Nachträge zu den Funden in den Phosphatlagern von Helmstedt, Büddenstedt u.a. - Abh. naturwiss. Ges. Isis Dresden, 1883 (15): 105-111; Dresden.
- GOTTWALD, H. (1966): Eozäne Hölzer aus der Braunkohle von Helmstedt. - Palaeontographica, B 119 (1-3): 76-93, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 22-24; Stuttgart.
- GRAMANN, F. (1969): Neuere Daten zur Biostratigraphie der Eozän-Oligozän-Schichten Nordwest-Deutschlands. - In: ANDERSON, H.-J. & GRAMANN, F. & RITZKOWSKI, S. & SONNE, V. & TOBIEN, H. [Hrsg.]: Führer zur Oligocän-Exkursion 1969: 3-31, 3 Abb.; Marburg. - [Unter Mitarbeit von E. MARTINI, B. MOOS & W. TOBIEN]
- (1975): Sarstedt, Lehrte und Helmstedt. Tonig-sandiges Alttertiär in Salzstocknähe. - 45. Jahresversammlung Paläont. Ges., Exkursion D: 20 S., 5 Abb.; Hannover.
- GRAMANN, F. & HARRE, W. & KREUZER, H. & LOOK, E.-R. & MATTIAT, B. (1975): K-Ar-Ages of Eocene to Oligocene Glauconitic Sands from Helmstedt and Lehrte (Northwestern Germany). - Newsl. Stratigr., 4 (2): 71-86, 4 Abb., 1 Tab.; Berlin, Stuttgart. - [Das Nordwestdeutsche Tertiärbecken, Nr. 12]
- HARBORT, E. (1914): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preussen, Blatt Süpplingen (Nr. 3731). - 142 S., 7 Abb., 3 Taf.; Berlin.

- HILLMER, G. (1963a): Zur Ökologie von *Ophiomorpha* LUNDGREN. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1963 (3): 137-141, 1 Abb.; Stuttgart.
- (1963b): Sedimentologische Untersuchung in der oberen Helmstedter Flözgruppe (Mittelleozän). - 104 S., 55 Abb., 10 Tab., 3 Anl.; Hamburg. - [Unveröff. Dipl.-Arb., Teil I]
- (1964): Die Lebensspur *Ophiomorpha* LUNDGREN. - Aufschluß, 15 (12): 325-327, 2 Abb.; Göttingen.
- HILLMER, G. & MUNDLOS, R. (1981): Hautzähne von Rochen (Fam. Rajidae) aus dem Eozän von Helmstedt (Niedersachsen, BRD). - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1981 (8): 449-462, 15 Abb.; Stuttgart.
- KEUPP, H. (1967): Ein Langschwanzkrebs von Helmstedt. - Aufschluß, 18 (4): 134, 1 Abb.; Göttingen.
- KLAGES, O. (1951): Krabben aus dem Unteroligozän von Helmstedt. - Aufschluß, 2 (8): 120-122; Göppingen.
- KÖLBEL, H. & SCHNELL, H. & TRAPPE, F. (1943): Seismische Untersuchungen im Helmstedter Braunkohlenrevier, ein Beitrag zur Tektonik des Helmstedter Beckens. - Jb. Reichsamt Bodenforsch., 63: 550-556, 2 Abb.; Berlin.
- KOENEN, A. von (1865): Die Fauna der unter-oligocänen Tertiärschichten von Helmstedt bei Braunschweig. - Z. dt. geol. Ges., 17: 459-534, 1 Tab., Taf. XV-XVI; Nachtr.: 702-706; Berlin.
- KOERT, W. & DIENEMANN, W. (1927): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preussen, Blatt Hötensleben (Nr. 3832). - 88 S., 2 Abb., 12 Tab.; Berlin.
- KUHN, O. (1935): Archäoceten aus dem norddeutschen Alttertiär. - Zbl. Min. Geol. Paläont., B 1935: 219-226, 9 Abb.; Stuttgart.
- LIENAU, H.-W. (im Druck): Nachweis einer Wachstumsanomalie an einem Zahn von *Procarcharodon* (Selachii, Chondrichthyes) aus den obereozänen Gohlbergsschichten von Helmstedt (Niedersachsen).
- LIENAU, H.-W. & SCHLEICH, H.H. (im Druck): Fossile Schildkrötenreste aus den obereozänen Gohlbergsschichten von Helmstedt bei Braunschweig (Niedersachsen). Reptilia: Testudines,

- MANGER, G. (1952): Der Zusammenhang von Salztektunik und Braunkohlenbildung bei der Entstehung der Helmstedter Braunkohlenlagerstätten. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 21: 7-45, 9 Abb.; Hamburg.
- (1954): Die Entstehung der Markasitlagerstätte in der Helmstedter Braunkohle. - Braunkohle, Wärme u. Energie, 1954 (1/2): 17-20; Düsseldorf.
- MARKS, P. & VESSEM, E.J. van (1971): Foraminifera from the Silberberg Formation (Lower Oligocene) at Silberberg, near Helmstedt (Germany). - Paläont. Z., 45 (1/2): 53-88, 2 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Stuttgart.
- MARTINI, E. & RITZKOWSKI, S. (1968): Was ist das "Unter-Oligocän"? Eine Analyse der BEYRICH'schen und v. KOENEN'schen Fassung der Stufe mit Hilfe des fossilen Nannoplanktons. - Nachr. Akad. Wiss. Göttingen (II. Math.-Phys. Kl.), 1968 (13): 231-250, 2 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Göttingen.
- (1969): Die Grenze Eozän/Oligozän in der Typus-Region des Unteroligozäns (Helmstedt - Egelu - Latdorf). - Mém. B.R.G.M., 69: 233-237, 2 Tab.; Orléans.
- MUNDLOS, R. (1975): Ökologie, Biostratonomie und Diagenese brachyurer Krebse aus dem Alt-Tertiär von Helmstedt (Niedersachsen, BRD). - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 148 (2): 252-271, 7 Abb.; Stuttgart.
- PFLUG, H. (1950): Vorläufige Ergebnisse einer mikropaläontologischen Untersuchung im Braunkohlenlager von Helmstedt. - Braunkohle, Wärme u. Energie, 1950 (19/20): 340-342, 1 Abb.; Düsseldorf.
- (1952): Palynologie und Stratigraphie der eozänen Braunkohlen von Helmstedt. - Paläont. Z., 26 (1/2): 112-137, 8 Abb., Taf. 6-8; Stuttgart.
- POCKRANDT, W. (1979): Alttertiäre Kurzschwanzkrebse. - Arb.-Kreis Paläont. Hannover, 7 (1): 1-11, 9 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- (1982): Zwei neue Arten von Heuschreckenkrebsen. - Arb.-Kreis Paläont. Hannover, 10 (5): 1-5, 10 Abb.; Hannover.
- (1983): Neue Krebsarten aus dem Tertiär. - Arb.-Kreis Paläont. Hannover, 11 (6): 12-18, 10 Abb.; Hannover.

- QUITZOW, H.W. (1948): Über die Altersbeziehungen zwischen der älteren Braunkohlenformation Mitteldeutschlands und dem marinen Eozän Norddeutschlands. - Abh. Geol. L.-Anst. Berlin, N.F., 214: 19-27, 2 Abb.; Berlin.
- RAMME, G. (1982): Kartierung im südöstlichen Teil des Meßtischblattes Süpplingen (Nr. 3731) (Teil A) und Sedimentologische Untersuchungen an tertiären Sanden im Bereich des Dorms (Teil B). - 138 S., 59 Abb., 2 Tab., 4 Taf., 3 Beil.; Braunschweig. - [Unveröff. Dipl.-Arb. TU Braunschweig]
- RECHENBERG, H. (1953): Die Markasitkonkretionen in der Helmstedter Braunkohle. - Braunkohle, Wärme u. Energie, 1953 (5/6): 91-94, 3 Abb.; Düsseldorf.
- RUMMEL, O. (1966): Krebsfunde aus dem Oligozän von Helmstedt. - Aufschluß, 17 (5): 127-128, 4 Abb.; Göttingen.
- SCHMIERER, T. (1910a): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preussen, Blatt Helmstedt (Nr. 3732). - 113 S., 1 Abb., 16 Tab.; Berlin.
- (1910b): Die gebirgsbildenden Vorgänge zwischen Flechtinger Höhenzug und Helmstedter Braunkohlenmulde. - Jb. Niedersächs. geol. Ver. Hannover, 3: 217-225; Hannover.
- VATER, H. (1884): Die fossilen Hölzer der Phosphoritlager des Herzugthums Braunschweig. - Z. dt. geol. Ges., 36: 783-853, Taf. 27-29; Berlin.
- VETTER, H. (1932): Die Bedeutung der Schollentektonik Mitteldeutschlands für die Entstehung der eozänen Braunkohlenformation. - Jb. Hall. Verb. (N.F.), 11: 5-120, 8 Abb., 1 Kt.; Halle.
- WILLING, J. (1936): Das marine Unter- und Mitteloligozän im subherzynen Becken. - Jb. Hall. Verb. (N.F.), 14: 73-152, 13 Tab., 4 Kt.; Halle.

5.2. weiterführende Literatur

5.2.1. Geologie

- BROSCHKE, K.-U. & WALTER, M. (1978): Die jungpleistozänen Löß-Deckschichten der Braunkohlentagebaue der Braunschweigischen Kohlenbergwerke (BKB) zwischen Helmstedt und Schöningen. - Eiszeitalter u. Gegenwart, 28: 51-67, 5 Abb.; Öhringen/Württ.
- GRAMANN, F. (1966): Das Oligozän der Hessischen Senke als Bindeglied zwischen Nordseebecken und Rheintalgraben. - Z. dt. geol. Ges. [für 1963], 115 (2+3): 497-514, 1 Abb.; Hannover.
- HARBORT, E. (1914): Beiträge zur Geologie der Umgebung von Königslutter und zur Tektonik des Magdeburg-Halberstädter Beckens. - Jb. Königl. Preuss. L.-Anst. [für 1913], 34 (1): 206-267, 6 Abb., 4 Texttaf., Taf. 11; Berlin.
- HINSCH, W. (1958): Tertiaire Allemagne du Nord. - Lexique stratigraphique international, (1) 5 (1): 75 S., 9 Abb.; Paris.
- (1963): Gliederung und Paläogeographie des Alttertiärs und Nachweis des Latdorfs im Gifhorner Trog. - Erdöl & Kohle, 16: 87-92; Hamburg.
- JARITZ, W. (1973): Zur Entstehung der Salzstrukturen Nordwestdeutschlands. - Geol. Jb., A 10: 77 S., 3 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- KING, C. (1983): Cainozoic micropalaeontological biostratigraphy of the North Sea. - Rep. Inst. Geol. Sci., 82 (7): 40 S., 7 Abb., 6 Taf.; London.
- KRUTSCH, W. & LOTSCH, D. (1963): Gliederung und Parallelisierung der Ablagerungen des höheren Eozäns und des tieferen und mittleren Oligozäns in West- und Mitteleuropa und die Lage der Eozän/Oligozän-Grenze in diesem Gebiet. - Geol., 12, Beih., 39: 1-63, 1 Abb., 5 Tab.; Berlin.
- LEHMANN, R. (1930): Die Deckgebirgsschichten im mitteldeutschen Braunkohlenrevier. - Z. dt. geol. Ges., 82 (8): 479-488, 7 Abb.; Berlin.

- LOOK, E.-R. (1968): Geologisch-stratigraphische Untersuchungen in Sedimenten der Elster- und Saale-Eiszeit (Pleistozän) am Elm, östlich von Braunschweig. - Mitt. Geol. Inst. TH Hannover, 6: 108 S., 18 Abb., 4 Tab., 27 Taf.; Hannover.
- LÜTTIG, G. (1971): Typen von Braunkohlen-Lagerstätten. - Geol. Jb., 89: 407-417, 3 Abb.; Hannover.
- MARTINI, E. & RITZKOWSKI, S. (1971): Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplancton Zonation. - Proc. II planctonic conf.: 739-785, 83 Abb., 6 Tab., 4 Taf.; Roma.
- OELSCHLEGEL, H.G. (1964): Geochemische Untersuchungen an nordwestdeutschen und nordhessischen Braunkohlen. - N. Jb. Mineral. Abh., 101 (1): 67-96, 18 Abb., 8 Tab.; Stuttgart.
- SPIEGLER, D. (1963): Biostratigraphie des Rupels auf Grund von Foraminiferen im nördlichen Deutschland. - 106 gezählte Blätter, 17 Tab., 6 Taf.; Hamburg. - [Unveröff. math.-naturwiss. Diss.]
- ŠPINAR, Z.V. & BURIAN, Z. (1978): Leben in der Urzeit. - 6. Aufl.: 228 S., 87 Abb.; Hanau (Dausien).
- STAESCHE, K. (1938): Die Gliederung des nordwestdeutschen Tertiärs auf Grund von Mikrofossilien. - Jb. Preuss. Geol. L.-Anst., 58: 730-745, 1 Tab.; Berlin.
- TRUSHEIM, F. (1957): Über Halokinese und ihre Bedeutung für die strukturelle Entwicklung Norddeutschlands. - Z. dt. geol. Ges., 109: 111-158, 14 Abb.; Hannover.
- VOIGT, E. (1940): Das Tertiär des nördlichen Harzvorlandes. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 17: 1-58, 3 Abb., 4 Taf.; Hamburg.
- WIRTZ, D. (1937): Faziesprobleme der mitteleuropäischen Tertiärmeere. Nr. 4. Submariner Vulkanismus und Halmyrolyse im westbaltischen Untereocän. - Zbl. Mineral. Geol. Paläont., 1937 B (4): 184-200, 4 Abb.; Stuttgart.
- WOLDSTEDT, P. (1924): Zur Tektonik des subhercynen Beckens. - Z. dt. geol. Ges., 76: 183-201, 3 Abb., Taf. VI; Stuttgart.
- ZUNCKE, G. (1957): Zur Stratigraphie und Tektonik der Dorm-Rieseberg-Achse. - 178 S., 11 Abb., 2 Taf.; Braunschweig. - [Unveröff. Diss. TH Braunschweig]

5.2.2. Fossilführung

- AGASSIZ, L. (1833-1843): Recherches sur les poissons fossiles. - VII: 424 S., 83 Taf.; Neuchâtel.
- AMITROV, O.V. (1973): Late Eocene - early Miocene Turrids from the south of the USSR (russ.). - Acad. Sci. USSR, Trans. Palaeont. Inst., 135: 212 S., 16 Abb., 6 Tab., 12 Taf.; Moscow.
- ARAMBOURG, C. (1952): Les Vertébrés fossiles des Gisements des Phosphates (Maroc - Algérie - Tunisie). - Not. Mém., 92: 1-374, 62 Abb., 11 Tab., 44 Taf.; Paris.
- BEYRICH, E. (1853-1859): Die Conchylien des norddeutschen Tertiärgebirges. - Z. dt. geol. Ges., 5: 273-385, 5 Taf.; 6: 408-500, 6 Taf.; 6: 726-781, 4 Taf.; 8: 21-88, 10 Taf.; Berlin.
- BIGELOW, H.B. & SCHROEDER, W.C. (1948): Sharks. - In: TEE-VAN, J. & BREDER, C.M. & HILDEBRAND, S.F. & PARR, A.E. & SCHROEDER, W.C. [Hrsg.]: Fishes of the western North Atlantic. - Mem. Sears Fdn. mar. Res., 1 (1): 59-576, Abb. 6-106; New Haven.
- (1953): Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays; Chimeroids. - In: TEE-VAN, J. & BREDER, C.M. & HILDEBRAND, S.F. & PARR, A.E. & SCHROEDER, W.C. [Hrsg.]: Fishes of the western North Atlantic. - Mem. Sears Fdn. mar. Res., 1 (2): XV + 588 S., 127 Abb.; New Haven.
- BOY, J.A. (1975): Eine neue Selachier-Faunula aus dem mitteloligozänen Meeressand des Mainzer Beckens. - Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 103: 71-101, 9 Abb., 2 Tab., Taf. 11-13; Wiesbaden.
- BROMLEY, R.G. (1970): Borings as trace fossils and *Entobia cretacea* PORTLOCK, as an example. - In: CRIMES, T.P. & HARPER, J.C. [Hrsg.]: Trace fossils. - Geol. J. Spec. Issue, 3: 49-90, 4 Abb., 5 Taf.; Liverpool (Seel House Press).
- CAPPETTA, H. (1976): Sélaciens nouveaux du London Clay de l'Essex (Yprésien du Bassin de Londres). - Geobios, 9 (5): 551-575, 1 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Lyon.

- CAPPETTA, H. (1978): Les Sélaciens crétacés et tertiaires de la Mésogée occidentale. - 307 S., 58 Abb., 1 Tab., 45 Taf.; Montpellier. - [Unveröff. Diss. Univ. Sci. Techn. Languedoc]
- (1980): Modification du statut générique de quelques espèces de Sélachiens Crétacés et Tertiaires. - *Palaeovertebrata*, 10 (1): 29-42, 6 Abb.; Montpellier.
- CASIER, E. (1946): La faune ichthyologique de l'Yprésien de la Belgique. - *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, 104: 267 S., 19 Abb., 5 Tab., 6 Taf.; Bruxelles.
- (1966): Faune Ichthyologique du London Clay. - XIV + 496 S., 82 Abb., 18 Tab., 68 Taf. (Atlas); London (Trustees British Mus. Nat. Hist.).
- DIXON, F. (1850): The Geologie and Fossils of the Tertiary and Cretaceous formations of Sussex. - XVI + 423 S., 57 Abb., 2 Tab., 40 Taf.; London (Longman, Brown, Green & Longmans).
- GEYS, J.F. & MARQUET, R. (1979): Veldatlas voor cenozoische Fossielen van België / Fieldatlas on cenozoic fossils of Belgium / Atlas de terrain sur les Fossiles cenozoïques Belges, I: Neogeen / Neogene. - *Publ. Belgische Ver. Paleont.*, 1979 (2): 125 S., 45 Taf.; Rotterdam.
- GLAESSNER, M.F. (1969): Decapoda. - In: MOORE, R.C. [Hrsg.]: *Treatise on Invertebrate Paleontology*, R (2): 399-651, Abb. 217-397; Kansas (Univ. Kansas Press).
- GLIBERT, M. (1938): Faune malacologique des Sables de Wemmel, II: Gastropodes, Scaphopodes, Céphalopodes. - *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, 85: 191 S., 53 Abb., 3 Tab., 4 Taf.; Bruxelles.
- (1945): Faune malacologique du Miocène de la Belgique, I: Pélecypodes. - *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, 103: 266 S., 23 Abb., 6 Tab., 12 Taf.; Bruxelles.
- GRAMANN, F. & MUTTERLOSE, J. (1975): Krebsfunde aus dem Alttertiär am Sarstedt-Lehrter Salzstock (Dekapoda, Eozän, Oligozän, Niedersachsen). - *Ber. naturhist. Ges.*, 119: 379-401, 2 Abb., 1 Taf.; Hannover. - [Das Nordwestdeutsche Tertiärbecken, Nr. 17]
- GRUYTER, J.G. de (1944): Korallen van het Nederlandsche Tertiair. - *Leidsche Geol. Meded.*, 14 (1): 10-39, 17 Abb., 2 Taf.; Leiden.

- GUTMANN, W.F. (1972): Die Hydroskelett-Theorie. - Aufs. u. Red. senckenb. naturf. Ges., 21: 1-91, 25 Abb.; Frankfurt a.M. (Kramer).
- HÄNTZSCHEL, W. (1952): Die Lebensspur *Ophiomorpha* LUNDGREN im Miozän bei Hamburg, ihre weltweite Verbreitung und Synonymie. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 21: 142-153, Taf. 13-14; Hamburg.
- HELMDACH, F.-F. (1977): Leitfaden zur Bestimmung fossiler und rezenter Ostrakoden. - 264 S., 243 Abb., 6 Taf.; Berlin, New York (de Gruyter).
- HERMAN, J. (1975): Les Sélaciens des terrains néocrétacés et des contrées limitrophes. Eléments d'une biostratigraphie intercontinentale. - Mém. Expl. Ct. géol. min. Belgique, 15: 450 S., 25 Abb., 21 Taf.; Bruxelles.
- HOWELL, B.F. (1962): Worms. - In: MOORE, R.C. [Hrsg.]: Treatise on Invertebrate Paleontology, W: 144-177, Abb. 85-108; Kansas (Univ. Kansas Press).
- KELLOGG, R. (1936): A review of the Archaeoceti. - Carnegie Inst. Washington, 482: XV + 366 S., 88 Abb., 37 Taf.; Washington.
- KEMP, D.J. (1982): Fossil Sharks, Rays & Chimaeroids of the English Tertiary period. - 2. Aufl.: 47 S., 10 Abb., 3 Tab., 16 Taf.; Gosport (Gosport Mus.).
- KOENEN, A. von (1873): Über Phosphorite der Magdeburger Gegend. - N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., 1873: 660; Stuttgart. - [Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturwiss. Marburg, Nr. 10; 1872]
- (1889-1894): Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Molluskenfauna. - Abh. geol. Spec.-Kt. Preussen, 10 (1-7): 1458 S., 101 Taf.; Berlin.
- LEHMANN, U. & HILLMER, G. (1980): Wirbellose Tiere der Vorzeit. - IV + 340 S., 265 Abb., 10 Tab.; Stuttgart (dtv, Enke).
- LEHMANN, U. & LIENAU, H.-W. (1983-1985): Vorlesungsskript zur Paläontologie der Wirbeltiere. - 2. Aufl.: XII + 514 S., 71 Abb., 164 Taf. (Atlas); Hamburg (Selbstverlag).

- LERICHE, M. (1905): Les poissons éocènes de la Belgique. - Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique, III = 11 N.F.: 52-228, Taf. IV-XII; Bruxelles.
- (1906): Contribution à l'Étude des poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines. - Mém. Soc. Géol. Nord, 5: 430 S., 17 Taf.; Lille.
- (1910): Les poissons oligocènes de la Belgique. - Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique, V = 20 N.F.: 231-363, Abb. 65-156, 4 Tab., Taf. XIII-XXVII; Bruxelles.
- (1951): Les poissons Tertiaires de la Belgique (Supplément). - Mém. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, 118: 476-600, Taf. XLII-XLVII; Bruxelles.
- LIENAU, H.-W. (1983a): Fund eines Zahns von *Notorynchus*. - Geschiebesammler, 16 (3/4): 145-150, 6 Abb.; Hamburg.
- (1983b): Die Evolution der Wirbeltiere. - Geschiebesammler, 17 (2): 61-94, 23 Abb.; Hamburg.
- LIENENKLAUS, E. (1900): Die Tertiär-Ostrakoden des mittleren Norddeutschlands. - Z. dt. geol. Ges., 52: 497-550, 10 Abb., 1 Tab., Taf. XIX-XXII; Berlin.
- LUDBROOK, N.H. (1960): Scaphopoda. - In: MOORE, R.C. [Hrsg.]: Treatise on Invertebrate Paleontology, I: 37-41, Abb. 28-30; Kansas (Univ. Kansas Press).
- MARTINI, E. (1958): Discoasteriden und verwandte Formen im NW-deutschen Eozän (Coccolithophorida). 1. "Taxionomische Untersuchungen. - Senckenbergiana lethaea, 39: 353-388, 6 Taf.; Frankfurt a.M.
- (1969): Nannoplankton aus dem Latdorf (locus typicus) und weltweite Parallelisierungen im oberen Eozän und unteren Oligozän. - Senckenbergiana lethaea, 50: 117-159, 4 Abb., 4 Taf.; Frankfurt a.M.
- MOORE, E.J. (1983): Tertiary marine Pelecypods of California and Baja California: Nuculidae through Malleidae. - Prof. Pap. Geol. Surv., 1228-A: IV + 108 S., 2 Abb., 8 Tab., 27 Taf.; Washington.
- MOORE, R.C. [Hrsg.] (1969): Bivalvia. - In: Treatise on Invertebrate Paleontology, N: XXXVIII + 952 S., 611 Abb.; Kansas (Univ. Kansas Press).

- MORLEY DAVIES, A. (1971): Tertiary Faunas. - 2. Aufl.: I: 571 S., 1038 Abb.; II: 447 S., 34 Abb., 4 Tab.; London (Allen & Unwin). - [überarbeitet von F.E. EAMES, mit einem Beitrag von R.J.G. SAVAGE]
- MÜLLER, A.H. (1966-1981): Lehrbuch der Paläozoologie. - II (1): 3. Aufl.: 628 S., 722 Abb.; II (2): 3. Aufl.: 550 S., 692 Abb.; II (3): 2. Aufl.: 748 S., 852 Abb.; III (1): XVI + 639 S., 698 Abb.; III (2): XV + 656 S., 728 Abb.; III (3): XV + 855 S., 820 Abb.; Jena (VEB G. Fischer).
- NEWTON, R.B. (1891): Systematic list of the Frederick E. EDWARDS Collection of British Oligocene and Eocene Mollusca in the British Museum (Natural History). - XXVIII + 365 S., 7 Tab.; London (Trustees British Mus. Nat. Hist.).
- NOETLING, F. (1881): Ueber einige Brachyuren aus dem Senon von Maastricht und dem Tertiär Norddeutschlands. - Z. dt. geol. Ges., 33: 357-371, Taf. 20; Berlin.
- (1885-1888): Die Fauna des samländischen Tertiärs. - Abh. geol. Spec.-Kt. Preussen, 6 (3): 106 S., 2 Taf., 27 Taf. (Atlas); 6 (4): 109 S., 12 Taf. (Atlas); Berlin.
- ROEMER, F.A. (1864): Beschreibung der norddeutschen tertiären Polyparien. - Palaeontographica, 9 (6): 199-246, Taf. XXXV-XXXIX; Cassel.
- ROTHAUSEN, K. (1971): *Cetotheriopsis tobieni* n. sp., der erste paläogene Bartenwal (Cetotheriidae, Mysticeti, Mamm.) nördlich des Tethysraumes. - Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 60: 131-148, 3 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden. - [HEINZ-TOBIEN-Festschrift]
- RUSSELL, D.E. (1982): Tetrapods of the Northwest European Tertiary Basin. - Geol. Jb., A 60: 5-74, 1 Tab.; Hannover. - [IGCP Proj. 124: NW Europ. Tert. Bas.]
- SCHÄFER, W. (1954): Form und Funktion der Brachyuren-Schere. - Abh. senckenb. naturforsch. Ges., 489: 65 S., 128 Abb.; Frankfurt a.M.
- SCHLÜTER, C. (1879): Neue und weniger gekannte Kreide- und Tertiär-Krebse des nördlichen Deutschlands. - Z. dt. geol. Ges., 31: 586-615, 1 Tab., Taf. XIII-XVIII; Berlin.

- SCHMIDT, J.W. (1955): Die tertiären Würmer Österreichs. - Denkschr. Akad. Wiss., 109 (7): 121 S., 2 Tab., 8 Taf.; Wien.
- SCHROEDER, H. (1918): Eocäne Säugetierreste aus Nord- und Mitteldeutschland. - Jb. Preuss. Geol. L.-Anst. [für 1916], 37: 164-195, 1 Abb., 3 Tab., Taf. 21-22; Berlin.
- SCHULTZ, O. (1969): Die Selachierfauna (Pisces, Elasmobranchii) aus den Phosphoritsanden (Unter-Miozän) von Plesching bei Linz, Oberösterreich. - Naturkd. Jb. Stadt Linz [für 1968], 14: 61-102, 20 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Linz.
- SLIJPER, E.J. (1973): Die Cetaceen. Vergleichend anatomisch und systematisch. - XI + 590 S., 256 Abb., 36 Tab.; Amsterdam (Asher). - [Nachdruck aus Capita Zool., VI + VII, 1936]
- STEBEN, K.S. & KREFFT, G. (1978): Die Haie der Sieben Meere. - 158 S., 208 Abb., 13 Tab.; Hamburg, Berlin (Parey).
- STINTON, F.C. (1966): Otolithes des poissons du London Clay. - In: CASIER, E.: Faune Ichthyologique du London Clay: 404-464, 3 Tab., Taf. 66-68; London (Trustees British Mus. Nat. Hist.).
- SWEET, W.C. (1964): Nautiloidea. - In: MOORE, R.C. [Hrsg.]: Treatise on Invertebrate Paleontology, K: 216-457, Abb., 152-337; Kansas (Univ. Kansas Press).
- VIRET, J. (1958): Perissodactyla. - In: PIVETEAU, J. [Hrsg.]: Traité de Paléontologie, VI (2): 368-475, 112 Abb.; Paris (Masson).
- WELLS, J.W. (1956): Scleractinia. - In: MOORE, R.C. [Hrsg.]: Treatise on Invertebrate Paleontology, F: 328-444, Abb. 222-339; Lawrence (Univ. Kansas Press).
- WENZ, W. (1938-1944): Prosobranchia. - In: SCHINDEWOLF, O.H. [Hrsg.]: Handbuch der Paläozoologie, 6 (1): VIII + 1639 S., 4211 Abb.; Berlin (Borntraeger).
- WICK, W. (1938): Versuch einer biostratigraphischen Gliederung des jüngeren Tertiärs auf Grund von Foraminiferen. - Jb. Preuss. Geol. L.-Anst., 59: 476-512, Taf. 18-32; Berlin.
- WOODWARD, A.S. (1889): Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum (Natural History), I: Elasmobranchii. - XXXII + 474 S., 13 Abb., 17 Taf.; London (Trustees British Mus. Nat. Hist.).

ZILCH, A. (1959-1960): Euthyneura. - In: SCHINDEWOLF, O.H.
[Hrsg.]: Handbuch der Paläozoologie, 6 (2): XII + 834 S., 2515
Abb.; Berlin (Borntraeger).

5.2.3. Palökologie

- BATURIN, G.N. (1982): Phosphorites on the Sea Floor. - Dev. Sedi-
mentol., 33: X + 343 S., 106 Abb., 72 Tab.; Amsterdam, Oxford,
New York (Elsevier).
- BRINKMANN, R. & KRÖMMELBEIN, K. (1977): Brinkmanns Abriß der Geo-
logie, II: Historische Geologie. - 10./11. Aufl.: IX + 400 S.,
70 Abb., 20 Tab., 63 Taf., 20 stratigr. Übers.; Stuttgart (En-
ke). - [Neubearb. KRÖMMELBEIN]
- BROMLEY, R.G. (1967): Marine Phosphorites as Depth Indicators. -
Mar. Geol., 5 (5/6): 503-509; Amsterdam.
- CRIMES, T.P. & HARPER, J.C. [Hrsg.] (1970): Trace fossils. - Geol.
J. Spec. Issue, 3: VII + 547 S., 113 Abb., 9 Tab., 88 Taf.;
Liverpool (Seel House Press).
- (1977): Trace fossils 2. - Geol. J. Spec. Issue, 9: VII + 351
S., 67 Abb., 11 Tab., 65 Taf.; Liverpool (Seel House Press).
- DEGENS, E.T. (1965): Geochemie der Sedimente. - VIII + 282 S., 75
Abb., 20 Tab.; Stuttgart (Enke).
- HENNINGSEN, D. (1969): Paläogeographische Ausdeutung vorzeitli-
cher Ablagerungen. - 170 S., 36 Abb., 5 Tab.; Mannheim, Wien,
Zürich (Bibliogr. Inst.).
- HILTERMANN, H. (1982): Meereskundliche und palökologische Biozö-
notik. - Paläont. Z., 56 (3/4): 153-164, 2 Abb., 2 Tab.;
Stuttgart.
- ILLIES, H. (1949): Die Schrägschichtung in fluviatilen und lito-
ralen Sedimenten, ihre Ursachen, Messung und Auswertung. -
Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 19: 89-109, 4 Abb., 3 Taf.;
Hamburg.

- LÜTTIG, G. & PREUL, F. (1961): Schrägschichtungsmessungen. - In: BENTZ, A. [Hrsg.]: Lehrbuch der angewandten Geologie, 1: Allgemeine Methoden: VII + 1071 S., 468 Abb., 75 Tab., 3 Taf.; Stuttgart (Enke).
- LUTERBACHER, H.P. [Hrsg.] (1984): Paläobathymetrie. - Paläont. Kursbücher, 2: 226 S., 90 Abb.; München (Selbstverlag Paläont. Ges.).
- PORRENGA, D.H. (1967): Glauconite and Chamosite as Depth Indicators in the Marine Environment. - Mar. Geol., 5 (5/6): 495-501, 4 Abb.; Amsterdam.
- SCHÄFER, W. (1951): Fossilisations-Bedingungen brachyurer Krebse. - Abh. senckenb. naturforsch. Ges., 485: 221-238, 12 Abb., Taf. 53-54; Frankfurt a.M.
- (1962): Aktuo-Paläontologie nach Studien in der Nordsee. - VIII + 666 S., 277 Abb., 36 Taf.; Frankfurt a.M. (Kramer).
- SCHWARZBACH, M. (1974): Das Klima der Vorzeit. - 3. Aufl.: VIII + 380 S., 191 Abb., 41 Tab.; Stuttgart (Enke).
- TAYLOR, J. (1981): Das Känozoikum. - In: MCKERROW, W.S. [Hrsg.]: Palökologie: 207-223, Abb. 75-82, Tab. X; Kt. 15-16; Stuttgart (Franckh).
- VOGEL, K. (1984): Lebensweise und Umwelt fossiler Tiere. - Biol. Arb.-Bücher, 39: 171 S., 79 Abb., 1 Tab.; Heidelberg (Quelle & Meyer).
- VOGELTANZ, R. (1968): Beiträge zur Kenntnis der fossilen Crustacea Decapoda aus dem Eozän des Südhelvetikums von Salzburg. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 130: 78-105, 10 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

6. Register

Liegen bei einem Stichwort mehrere Seitenangaben vor, so kennzeichnen fett gedruckte Zahlen besonders wichtige Passagen. *Kursive* Seitenzahlen dienen als Hinweis auf eine zum Stichwort gehörende Abbildung.

- Acanthocythereis* 75
Actinopterygii 68
Aetobatus 57, 58, 66
Aktualismus 87
Alabamina 75
Alopias 57, 58, 64
Amusium 45, 48, 77, 78, 95, 97
Amylodon 57, 67
Anacardiaceae 44
Annenbergschichten 8, 12, 13, 14, 16/17, 25, 28, 77, 84, 85, 90, 91, 92, 96
Anomalina 28, 75
Anomalodesmata 36, 39, 48, 79
Anomotodon 57, 61
aphotische Region 90, 96
Aplospatangus 83, 86
Aquilofusus 30, 33, 83, 84
Archaeogastropoda 31
Athleta 30, 33, 45, 46, 91, 95
- Bairdia* 75
Balanophyllia 45, 46
Basilosaurus 72
Basiskonglomerat 13, 14, 90, 92
Bartenwale = Mysticeti 72
Bathelia 30
Bathytoma 30, 35, 91
Bolivina 75
Bosquetina 75
Brachiopoda 40, 45, 49
Brachyura 54, 80
Braunkohle 1, 5, 6, 11, 90
Braunkohlenquarzite 10
Braunschweigische Kohlen-Bergwerke AG (BKB) 4, 8, 9, 11, 24
Bryozoa 40, 42, 49, 83, 85
Burnhamia 57, 67
Burtinella 45, 46
Bythocypris 75
- Caenogastropoda 31, 32, 47
Caestocorbula 36, 39
Carapax 51, 94
Carcharodon 58
Carpinoxylon 44
Cassidulina 75
Cephalopoda 40, 41, 45, 48, 83, 85
Ceratobulimina 75
Chiastoneurie 31, 35
Chilophiurina 45, 50
Chimären = Holocephali 26, 67
Chiphragmalithus 12
Chondrites 75
Chordata 50
Cibicides 75
Cidaridae 45, 50, 83, 86, 97
Cimomia 40, 41, 45, 48, 83, 85, 90, 91, 97
Clavatula 30, 34, 35
Clavilithes 30, 33, 45, 46
Clavulina 28
Coccolithen 28, 75
Coccolithus 28, 75
Coeloma 51, 52, 56, 80, 82, 95
Conus 45, 47, 95
Corannulus 75
Cornoxylon 44
Crassatella 36, 38, 78, 79, 91, 97
Crustacea = Krebse 45, 51, 52, 74, 80, 94, 96
Cuneocythere 75
Cupressinoxylon 44
Cyclocardia 36, 38, 77, 78, 91, 96, 97
Cyclococcolithus 28, 75
Cyclocorallia 29
Cycloseris 29
Cylindracanthus 68, 70, 71
Cytherella 75
Cytheropteron 75
- Decapoda 54, 74, 77, 80
Dentalina 76
Dentalium 40, 45, 47, 83, 85, 90, 91, 97
Deuterostomia 50
Dichotriaene 83
Discoaster 12, 28, 76

Discolithina 28, 76
Ditrupa 45, 49
 Dorm 2, 4
Dorudontidae 71, 72

Ebalia 80, 81
Echinocythereis 76
Echinodermata 45, 50, 83, 86
 Einkeimblättrige = Monocotylen 44
Elasmobranchii 59
Elasmodus 57, 68
Ellipsolithus 76
 Elm 2, 4
Entmnotrochus 30, 31, 83, 84, 91, 97
Eocytheropteron 75
Eponides 76
Ericsonia = *Ellipsolithus* 12
 Erosion 24, 94
Eucytheridea 76
 Eustatik 90, 92
Euthyneura 35
Eutrichiurides 68, 70

Fegonium 44
 "Fischaugen" 20, 21, 59, 66
 Fische = Pisces 71
 "Flabellum" 29, 91
Flexus 76
 Foraminiferen 28, 75, 87, 96
Fronicularia 76
Fucoides 75
Fursenkoina 76
Fusinus 30, 33
Fusus 33

Galenopsis 80, 82
Galeocерdo 57, 58, 64, 95
 Galeoidei 60
Gastrochaena 48
Gaudryina 76
 Gehlbergsschichten 8, 12, 13, 16/17, 18,
 22, 25, 43, 77, 84, 85, 92, 95
Gemmula 30, 34
 Glaukonit 14, 18, 20, 21, 22
Globigerina 76
Globulina 76
Glossus 78, 79
Gonimyrtea 36, 38, 91
 Grünsand 6, 8, 10, 14, 21
Gryphaea 79
Guttulina 76
Cyroidina 76

 Haie = Selachii 20, 21, 26, 28, 42, 59,
 94
 Halokinese = Salztektionik 4, 6, 7, 90,
 92, 96
 Hangende Flözgruppe 2, 3, 8, 10, 12, 13
Harpactocarcinus 51, 52, 56, 94, 95
 Hauptzwischenmittel 2, 3, 6, 10, 12
Helicosphaera 28
Heterodonta 36, 38, 48, 79
 Heterodontoidei 60
Heterodontus 57, 58, 60
Hexanchus 42, 57, 59, 60
 Holostei 69
Hoploparia 51, 52, 54, 80, 81, 97
Hypotodus 42, 57, 62

Isthmolithus 76
Isurus 58

Jaekelotodus 57, 62
Juglandium 44

 Kippengelände 14, 19
 Klima 5, 88
 Knochenfische = Osteichthyes 68
 Knorpelfische = Chondrichthyes 57, 58
 Kondensationshorizonte = Seifen 93
 Korallen = Anthozoa 29, 45, 46, 83, 84
 Krebskonkretionen 16/17, 18, 20, 22, 23,
 51, 92, 94
 Krithe 76
 Küstenlinien 89

Lagena 76
Lamiostoma 42, 57, 62, 91
Lanternithus 76
 Lappwald 2, 4, 19
Leguminocythereis 76
Lenticulina 28, 76
 Liegende Flözgruppe 2, 3, 7, 8, 10
Limopsis 36, 37, 90
Lingula 45, 49, 97
 London Clay 68, 90
Lophiodon 71, 74
Lophius 68, 70, 95
Lorinium 44
Lunulites 40, 42, 83, 85

Macrorrhizodus 57, 62, 95
 Macrura 54
 Malacostraca 51
Mangalia 30, 35
 Marine Deckschichten 2, 3, 11, 43
 Markasitkonkretionen 8, 11
 Mergelsteinbank 13, 22, 96
 Mesogastropoda 31, 32, 46, 84
Micrantholitus 76

Mithracia 51, 55
 Mollusken 14, 28, 32, 41, 47, 90, 96
 Monaxone 83
 Muscheln = Bivalvia 26, 36, 45, 47, 77,
 89
Myliobatis 57, 58, 66, 67, 95
 Myliobatoidei 66

 Nadelhölzer = Coniferen 44, 77
 Nannoplankton-Zonen 11, 12, 15, 24, 28
Natica 30, 32, 45, 46, 83, 84, 91, 95, 97
 Nautilida 41
Nemocardium 36, 39
 Neogastropoda 26, 31, 33, 47
Nodosaria 28, 76
Nonion 76
Notidanodon 57, 60
 Notidanoidei 59
Notorynchus 57, 58, 60
Nucula 36, 37, 91

 Oculininae 30, 91
Odontaspis 57, 58, 61
Ophiomorpha 74, 95
 Opisthobranchia 35
Orthozygus 76
 Ostmulde 1, 2, 3, 7, 11, 13, 14, 21, 90,
 93
 Ostracoden 75, 96
Ostrea 45, 47, 78, 95
 Otolithen 28, 43

Pachycetus 71, 72, 73
Paijenborchella 76
 Paläogeographie 88, 93
 Palaeotaxodonta 36, 37
Palmoxylon 44
Paracoeloma 80, 82, 97
Paracypris 76
Paralabrax 42, 43, 91
Parthenope 80, 81
Pectunculina 36, 37
Pemma 28
Peyrotia 30, 32, 91
 Pflanzenreste 20, 44, 48, 77, 90
Phacorhabdotus 76
Pholadomya 36, 39, 77, 78, 97
 Phosphorite 6, 8, 13, 14, 16/17, 18, 20,
 21, 43, 46, 51, 92, 93
Phyllodus 66
Physogaleus 57, 64, 65
Pisanella 30, 32
Pityoxylon 44
Planularia 76
Pleuromya 78, 79

Pleurotomaria 31, 32
 Polychaeta 40, 41, 45, 49, 83, 85
Polymorphina 76
Portlandia 36, 37, 91
Procarcharodon 57, 63
Propalaeotherium 71, 73
 Prosobranchia 31, 47
Protula 40, 41, 83, 97
Pseudoraninella 51, 55
 ?*Pseudosquilla* 51, 52, 53
 Pteriomorphia 36, 37, 47, 48, 78
Pterothrissus 42, 43, 91
Pterygocythereis 76
Pullenia 76
 Pulmonata 35
Pycnodonte 78, 79, 97
Pycnodus 68
Pyrulina 76

Quercinium 44
Quinqueloculina 76

 Radula 31, 32, 34, 41, 47
Raja 58, 95
 Rajidae 57, 66
 Rajoidei 66
Raninoides 51, 55
Reticulofenestra 28, 76
Rhabdosphaera 28, 76
Rhizocaulon 44
Robulus 28, 76
 Rochen = Batoidei 20, 65, 94

 Saigerung 93
 saxonische Tektonik 4
Scaphander 66
 Scaphopoda 40, 45, 47, 83, 85
 Schildkröten = Chelonia 71, 72
Schizaster 83, 86, 97
Schizocythere 77
 Schlangensterne = Ophiuroidea 50
 Schnecken = Gastropoda 26, 30, 31, 36,
 45, 46, 83, 84, 89
 Schwämme = Porifera 45, 83
 Scleractinia 29, 84
 Scombridae 68, 70
Scylliorhinus 57, 64
 Seeigel = Echinoidea 50, 86
 Serpulidae 41, 49
Sigmoillina 77
 Silberbergschichten 8, 12, 13, 16/17,
 21, 22, 25, 75, 96
Sphaerocypraea 83, 84
Sphenolithus 77
Spiroplectamina 77

Spondylus 78, 97
 Spuren 74
 Squaloidei 65
Squalus 57, 65
Squatina 57, 58, 65
 Squatinoidei 65
Squilla 51, 53
Stenonia 44
Stichoporina 83, 86
Stilostomella 77
 Stomatopoda 53, 74
Streptochetus 30, 33
Striatolamia 57, 61, 62
 Sturmereignisse 93, 96
 subherzynes Becken 1
 Subrosion 7, 24
 Subsidenz 90, 92
Surcula 30, 35
Svratkina 77

Taenioxylon 44
 Tagebau Helmstedt 9, 14, 19, 22
 Tagebau Treue 9, 10, 12, 14, 16/17, 19,
 22, 24, 25, 42
 Teleostei 28, 42, 69
Teredo 44, 45, 48, 74, 95
 Tetrapoda 71
Titanocarcinus 80, 81, 96
 Toneisensteine 8, 13, 16/17, 18, 21
Tornatellaea 30, 36
Trachyleberidea 77

Transversopontis 77
Trochoșmilia 83, 84, 97
 turbidity currents 96
Turricula 30, 34, 91
Turris 30, 34
Turritella 32, 45, 46, 83, 84, 94, 95,
 97
Typilobus 80, 81

 Unpaarhufer = Perissodactyla 71, 73
 Urwale = Archaeoceti 21, 71, 72
Uvigerina 28, 77
 "
Vaginulinopsis 28

 Wale = Cetacea 72
 Westmulde 1, 2, 3, 7, 8, 11, 12, 13, 90,
 93
 Wirbellose 40, 45, 83
 Wirbeltiere 25, 42, 50, 77

Xenophora 83, 84, 97
Xestoleberis 77

 Zechstein-Sattel 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10,
 11, 90, 93, 96
Zeuglodon 72
 Zoantharia 29
 Zweikeimblättrige = Dicotylen 44
Zygoolithus 28
Zygorhablithus 28, 77

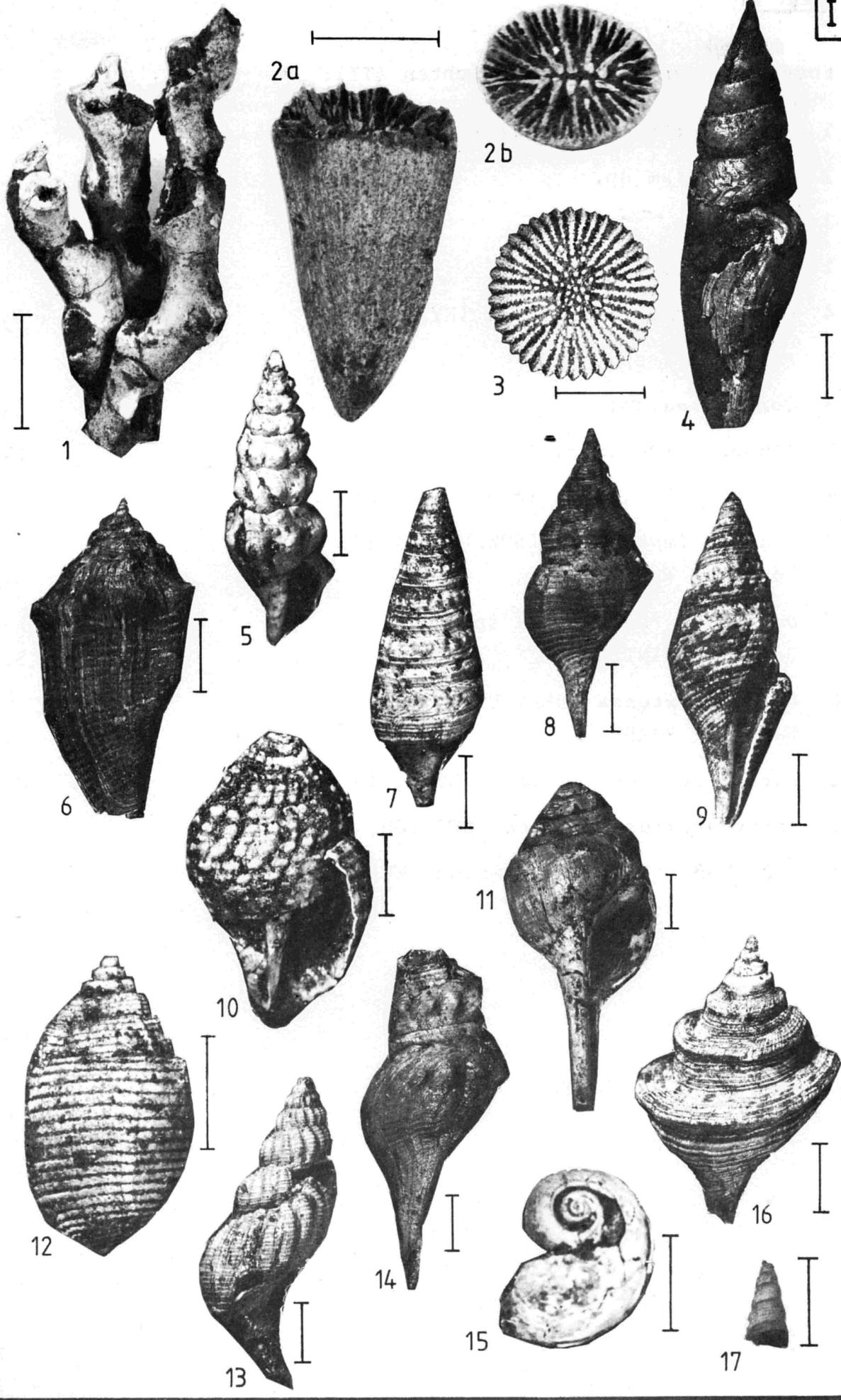
Tafelanhang

Soweit es nicht anders angegeben wird, ist der bei allen Abbildungen vorhandene Maßstab 1 cm lang, der Fundort ist die Nordrandböschung des ehemaligen Tagebaus Treue und die Originale befinden sich in der Sammlung LIENAU.

Tafel I

Fossilien der Annenbergsschichten (I):

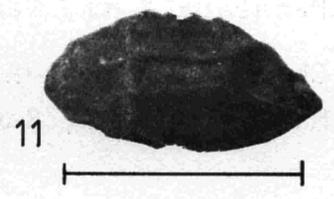
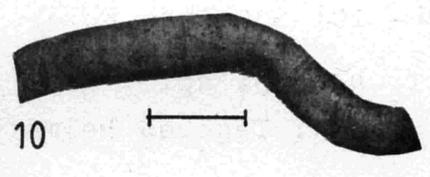
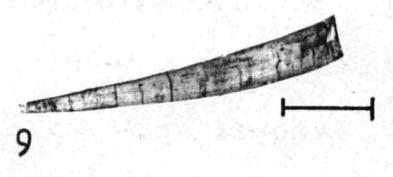
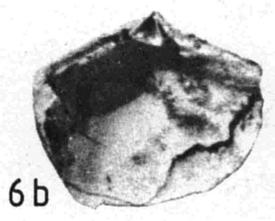
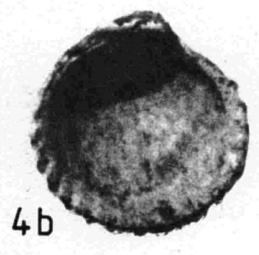
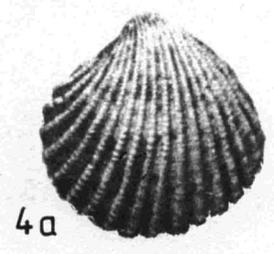
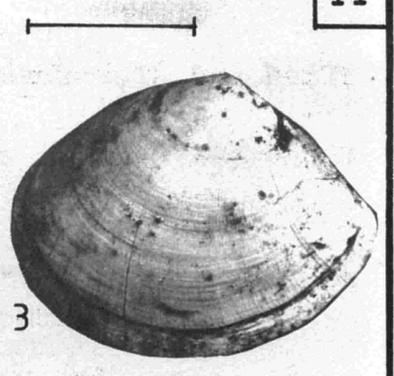
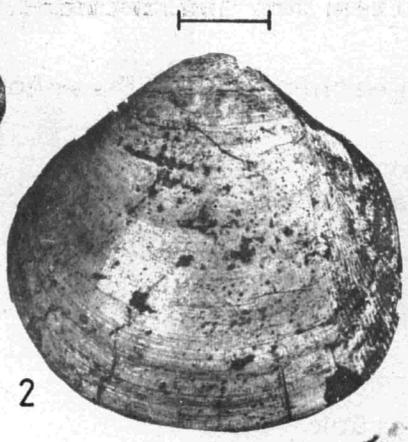
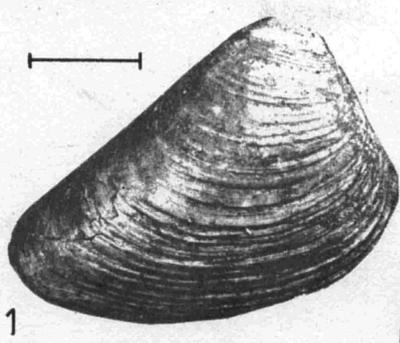
1	<i>Oculininae</i> gen. et sp. indet. Sammlung WULF	S. 30
2	<i>Flabellum ovale</i> ROEMER, 1864 a lateral; b dorsal	S. 29
3	<i>Cycloseris hemisphaerica</i> ROEMER, 1864 Maßstab: 4 mm	S. 29
4	<i>Turricula</i> sp.	S. 34
5	<i>Mangelia</i> sp. Maßstab: 5 mm	S. 35
6	<i>Athleta</i> sp.	S. 33
7	<i>Turris</i> sp. Maßstab: 5 mm	S. 34
8	<i>Streptochetus scrabellus</i> (KOENEN, 1865)	S. 33
9	<i>Bathytoma</i> sp.	S. 35
10	<i>Pisanella</i> sp. Maßstab: 5 mm	S. 32
11	<i>Clavilithes</i> sp.	S. 33
12	<i>Tornatellaea simulata</i> (SOLANDER, 1766) Maßstab: 5 mm	S. 36
13	<i>Aquilofusus</i> sp. Maßstab: 5 mm	S. 33
14	<i>Clavatula</i> sp.	S. 34
3 - 14	Sammlung RAABE	
15	<i>Natica</i> sp. Sammlung WULF	S. 32
16	<i>Turris wateleti</i> DESHAYES, 1865 Sammlung RAABE	S. 34
17	<i>Peyrotia</i> sp.	S. 32



Tafel II

Fossilien der Annenbergschichten (II):

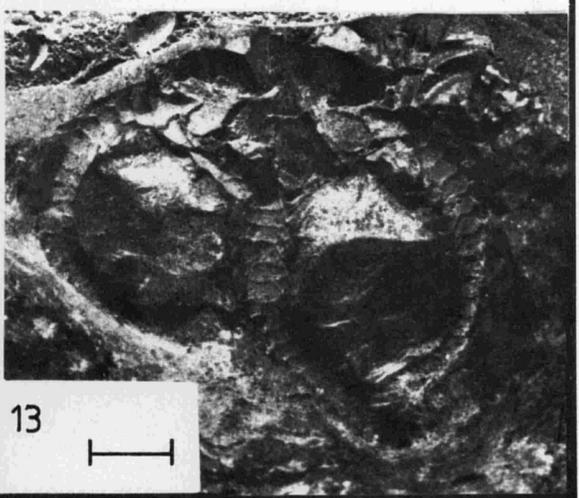
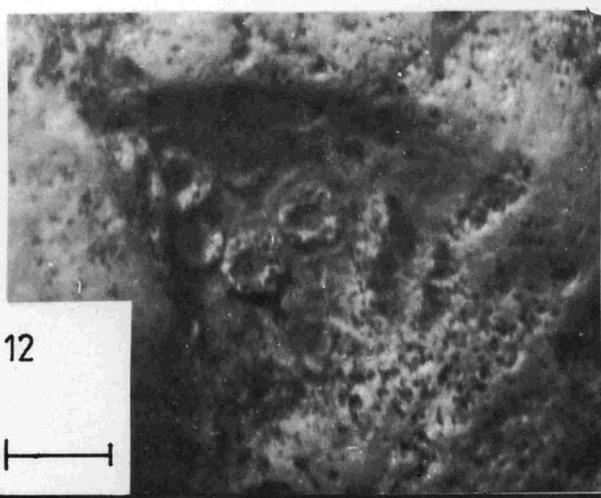
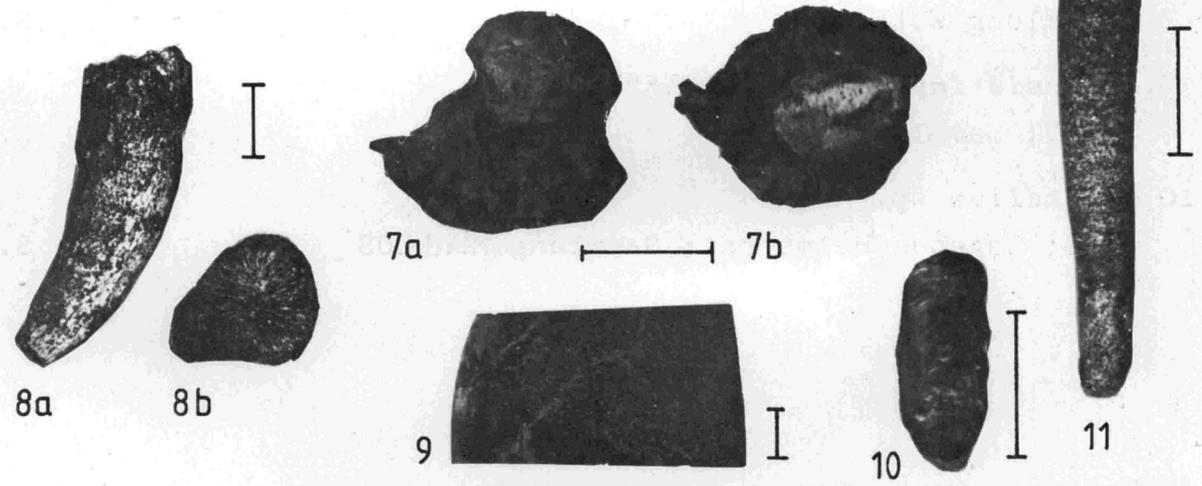
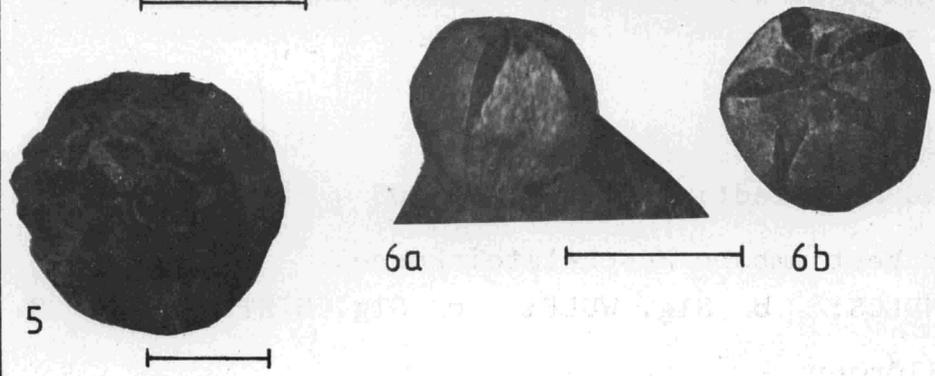
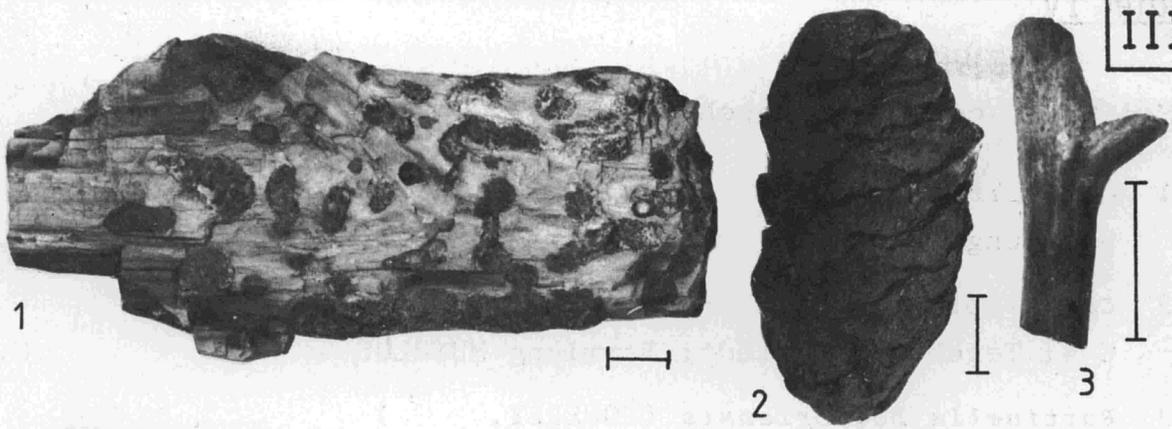
- | | | |
|---------|--|-------|
| 1 | <i>Crassatella</i> cf. <i>gibbosula</i> (LAMARCK, 1805) | S. 38 |
| 2 | <i>Nemocardium</i> sp. | S. 39 |
| 3 | <i>Nucula</i> sp. | S. 37 |
| 1 - 3 | Sammlung RAABE | |
| 4 | <i>Cyclocardia latesulcata</i> (NYST, 1843) | S. 38 |
| 5 | <i>Portlandia</i> sp. | S. 37 |
| 6 | <i>Gonimyrtia</i> sp. | S. 38 |
| 7 | <i>Limopsis (Pectunculina)</i> sp. | S. 37 |
| 4 - 7 | a außen; b innen; Maßstab: 5 mm | |
| 8 | <i>Cimomia imperialis</i> (SOWERBY, 1812)
Sammlung WULF | S. 41 |
| 9 | <i>Dentalium (Dentalium)</i> sp.
Sammlung HINTZEN | S. 40 |
| 10 | <i>Protula extensa</i> (BRANDER, 1766)
Sammlung RAABE | S. 41 |
| 11 | <i>Paralabrax tenuicauda</i> STINTON, 1966 | S. 43 |
| 12 | <i>Pterothrissus angulatus</i> STINTON, 1966 | S. 43 |
| 11 - 12 | Maßstab: 5 mm; Sammlung WULF | |



Tafel III

Flora und Kleinfossilien der Gohlbergsschichten:

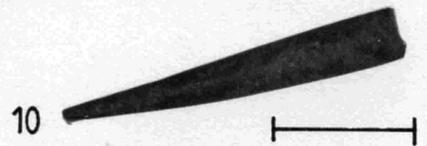
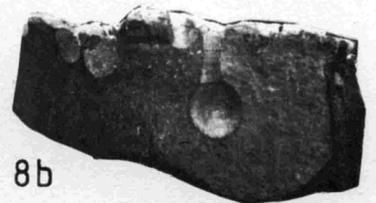
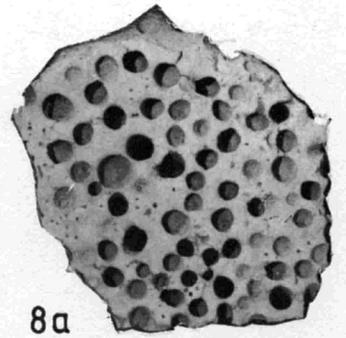
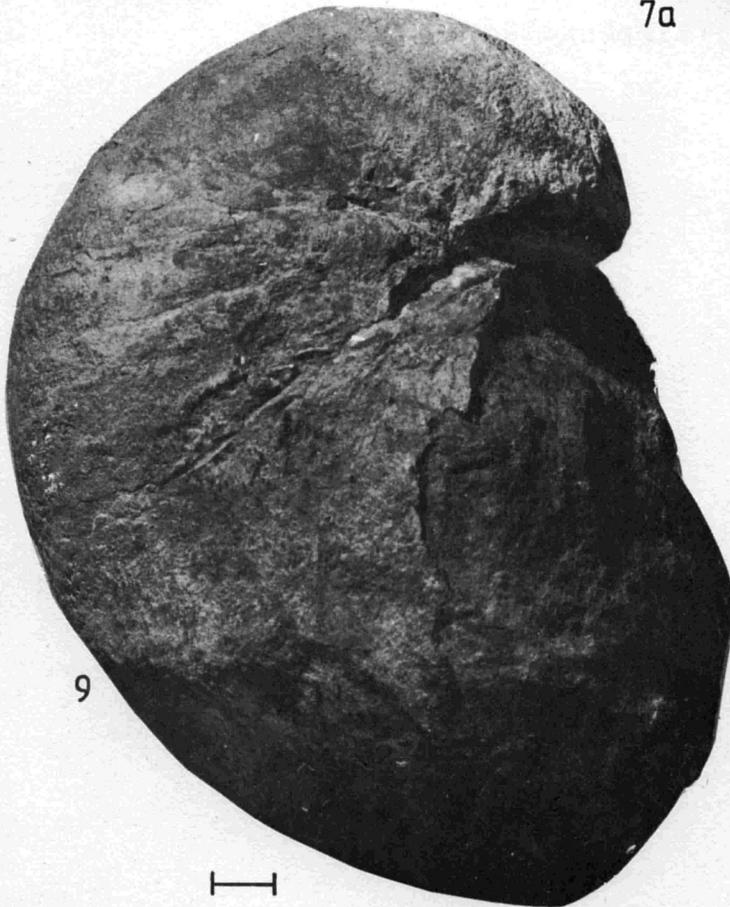
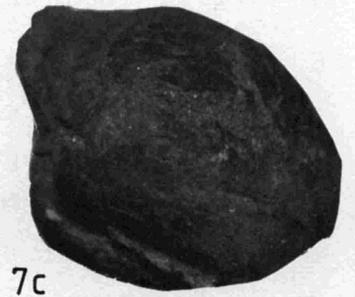
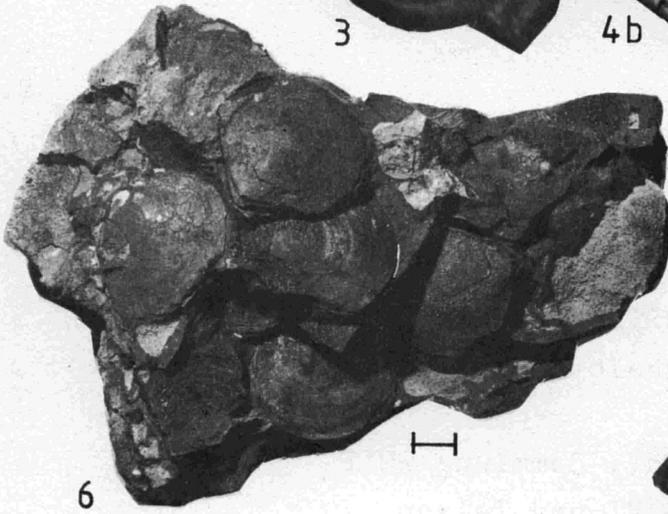
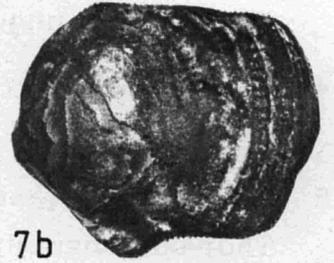
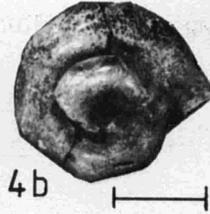
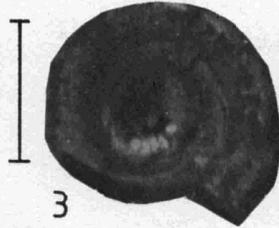
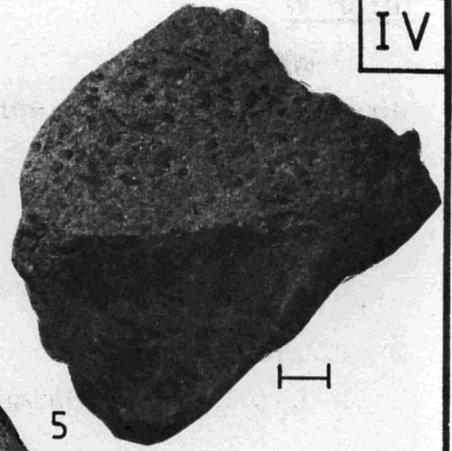
- 1 von *Teredo* sp. angebohrtes Coniferenholz
G 4 S. 44 + 48
- 2 *Stenonia reidemeisteri* GEINITZ
Tagebau Helmstedt; Sammlung STRELOW S. 44
- 3 Dicotylen-Ästchen mit Gabelung
G 1 S. 44
- 4 Monocotylen-Stammstück
Maßstab: 5 cm; Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF S. 44
- 5 Frucht? S. 44
- 6 Anacardiaceae gen. et sp. indet.
a lateral; b Aufsicht; G 4 S. 44
- 7 Schwammwurzel
a lateral; b Aufsicht; OSG S. 46
- 8 *Balanophyllia* sp.
a lateral; b Aufsicht; OSG zwischen G 2 und G 1 S. 46
- 5 - 8 Tagebau Helmstedt; Sammlung MUNDLOS
- 9 Bryozoe S. 49
- 10 *Lingula* sp. S. 49
- 9 - 10 Sammlung WULF
- 11 *Ditrupa* sp.
G 4; Tagebau Helmstedt; Sammlung MUNDLOS S. 49
- 12 Cidaridenabdruck
Maßstab: 3 mm; Sammlung WULF S. 50
- 13 Chilophiurina gen. et sp. indet.
Maßstab: 5 mm; Sammlung WULF S. 50



Tafel IV

Mollusken der Gohlbergsschichten:

- 1 *Clavilithes* ? sp.
Sammlung RAABE S. 46
- 2 *Conus* sp.
G 4; Tagebau Helmstedt; Sammlung MUNDLOS S. 47
- 3 *Burtinella bogneriensis* (SOWERBY,)
Maßstab: 5 mm; USG; Tagebau Helmstedt; Sammlung MUNDLOS S. 46
- 4 nicht näher bestimmbare Schneckensteinkerne
a G 4; b Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF S. 46
- 5 *Turritella* sp.
G 1; Sammlung MUNDLOS S. 46
- 6 *Amusium* sp.
G 1; Tagebau Helmstedt; Sammlung MUNDLOS S. 48
- 7 nicht näher bestimmbare Muschelsteinkerne
a Slg. MUNDLOS; b Slg. WULF; c Slg. HINTZEN S. 47
- 8 Bohrmuschellöcher
Sammlung WULF S. 47
- 9 *Cimomia imperialis* (SOWERBY, 1812)
K IV; Sammlung MUNDLOS S. 48
- 10 *Dentalium* sp.
G 2; Tagebau Helmstedt; Sammlung MUNDLOS S. 47

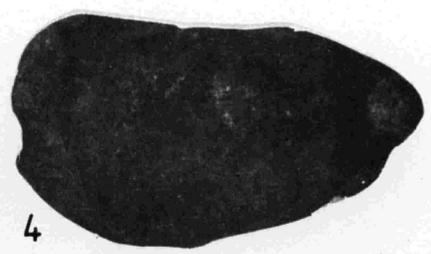
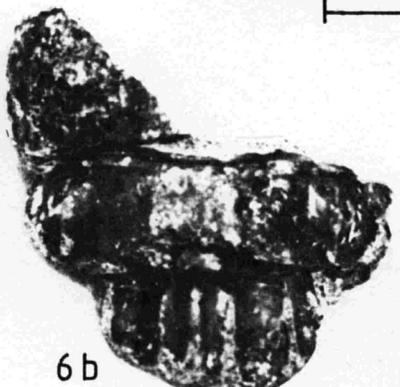
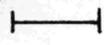
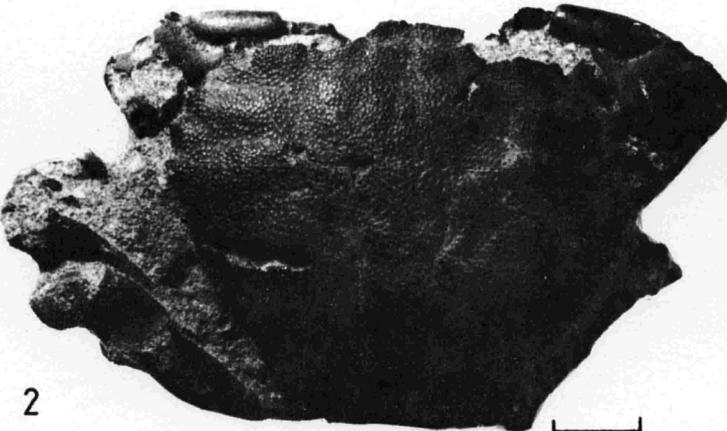
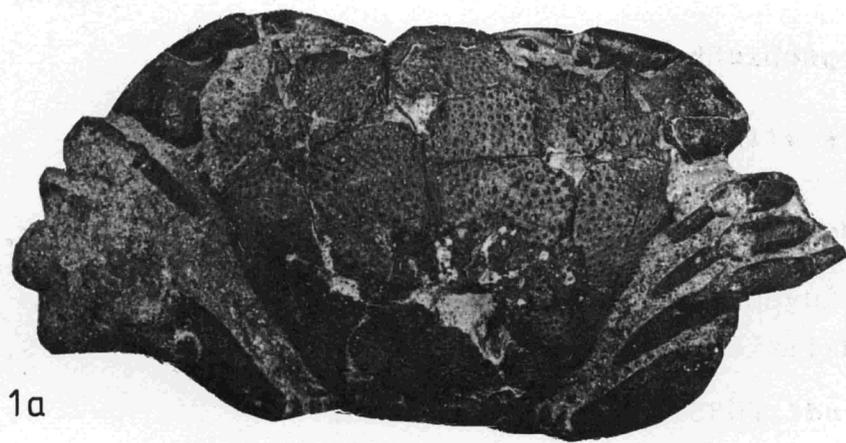


Tafel V

Krebse der Gehlbergsschichten (I):

- 1 *Coeloma (Coeloma) balticum* SCHLÜTER, 1879
a dorsal; b ventral;
K IV; Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF S. 56
- 2 *C. balticum*
K IV; Tagebau Helmstedt; Sammlung STRELOW S. 56
- 3 *C. balticum*
K II; Sammlung MUNDLOS S. 56
- 4 *C. balticum*
K III S. 56
- 5 *Squilla hollandi* FÖRSTER, 1982
Thorakalsegmente 5 - 8
K III; Sammlung WULF S. 53
- 6 *?Pseudosquilla wulfi* FÖRSTER, 1982
a hinterer Teil des Cephalothorax mit den vier freien
Thorakalsegmenten
K II; Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF
b Abdominalsegmente V + VI und Telson
Tagebau Helmstedt (Kippengelände "Treue") S. 53

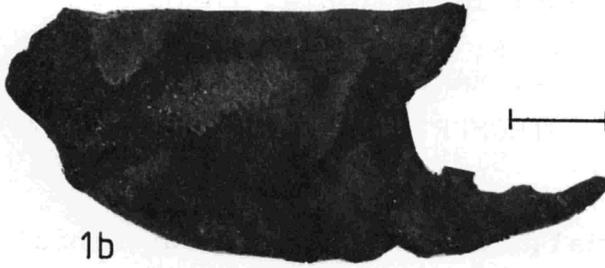
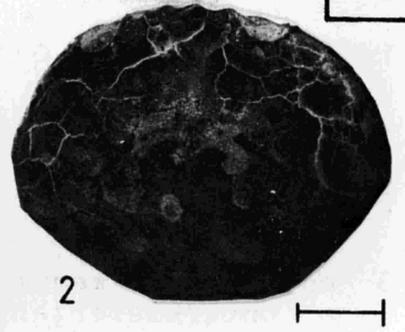
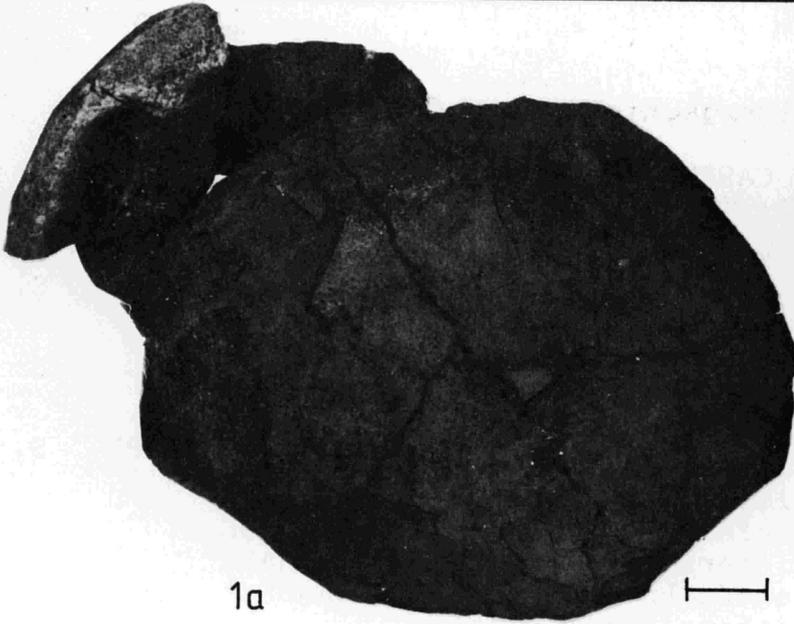
V



Tafel VI

Krebse der Gohlbergsschichten (II):

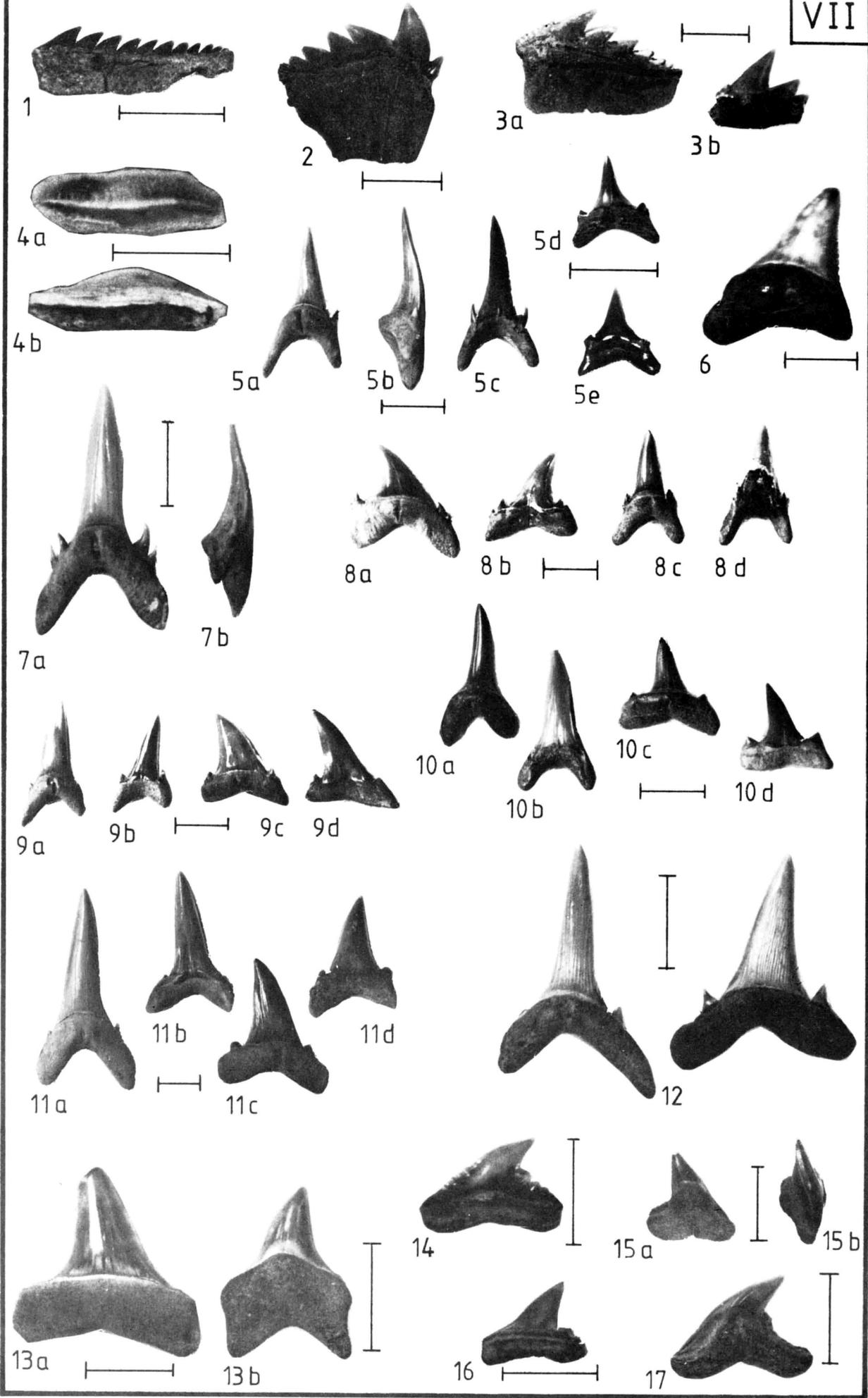
- 1 *Harpactocarcinus wilkeningi* (BACHMAYER & MUNDLOS, 1968)
a dorsal; b rechte Schere von außen
K IV; Tagebau Helmstedt; leg. DUNST S. 56
- 2 *H. wilkeningi*; juvenil
K IV; Tagebau Helmstedt; leg. HADAMLA S. 56
- 3 *Mithracia hollandi* FÖRSTER & MUNDLOS, 1982
K III; Sammlung WULF S. 55
- 4 *Hoploparia klebsi* NOETLING, 1885
a lateral; b dorsal
K IV; Sammlung WULF S. 54
- 5 *Raninoides* cf. *fabianii* (LÖRENTHEY & BEURLEN, 1929)
a dorsal; b ventral
K II; Sammlung WULF S. 55
- 6 *Pseudoraninella vahldieki* FÖRSTER & MUNDLOS, 1982
a dorsal; b ventral
K II; Tagebau Helmstedt S. 55



Tafel VII

Knorpelfische der Gehlbergsschichten (I):

- 1 *Hexanchus agassizi* CAPPETTA, 1976; Unterkieferzahn
Annenbergschichten!; Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF S. 59
- 2 *Notidanodon loozi* (VINCENT, 1876); Unterkieferzahn
Sammlung WULF S. 60
- 3 *Notorynchus kempi* WARD, 1979
a Unterkieferzahn; b Oberkieferzahn S. 60
- 4 *Heterodontus* sp.; Lateralzahn
a dorsal; b lingual; Maßstab: 5 mm; Slg. RAABE S. 60
- 5 *Odontaspis acutissima* (AGASSIZ, 1843)
a vorderer Unterkieferzahn; lingual; Slg. RAABE
b vorderer Unterkieferzahn; lateral; Slg. RAABE
c vorderer Oberkieferzahn; labial; Slg. RAABE
d hinterer Unterkieferzahn; lingual
e hinterer Unterkieferzahn; labial; Slg. RAABE S. 61
- 6 *Alopias hassei* NOETLING, 1885; hinterer linker Okz.
lingual; Maßstab: 5 mm; Slg. RAABE S. 64
- 7 *Striatolamia substriata* (STROMER, 1910); vord. Ukz.
a lingual; b lateral; Slg. RAABE S. 62
- 8 *Jaekelotodus trigonalis* (JAEKEL, 1895)
a hint. re. Okz.; lingual; b hint. re. Okz.; labial
c vord. Ukz.; lingual; d vord. Ukz.; labial S. 62
- 9 *Hypotodus vertikal* (AGASSIZ, 1846)
a vord. Ukz.; lingual; b vord. re. Okz.; labial
c hint. re. Okz.; lingual; d hint. li. Okz.; labial
Sammlung RAABE S. 62
- 10 *Lamiostoma affinis* (CASIER, 1946)
a vord. re. Okz.; lingual; b vord. Ukz.; labial
c hint. Ukz.; lingual; d hint. li. Okz.; labial S. 62
- 11 *Striatolamia macrota* (AGASSIZ, 1838)
a vord. Ukz.; lingual; b vord. li. Okz.; labial
c hint. re. Okz.; lingual; d hint. re. Okz.; labial
Sammlung RAABE S. 61
- 12 *Striatolamia striata* (WINKLER, 1874)
a mittl. Ukz.; lingual; b hint. re. Okz.; lingual S. 62
- 13 *Macrorhizodus praecursor* (LERICHE, 1905)
a hint. Ukz.; lingual; b mittl. li. Okz.; lingual S. 62
- 14 *Galeocерdo latidens* AGASSIZ, 1835; Lateralzahn; labial S. 64
- 15 *Physogaleus tertius* (WINKLER, 1874); Lateralzahn
a lingual; b Aufsicht; Sammlung WULF S. 64
- 16 *Physogaleus secundus* (WINKLER, 1874)
Lateralzahn; labial; Sammlung RAABE S. 64
- 17 *Physogaleus latus* (STORMS, 1894); Lateralzahn; lingual
Kerbung am hinteren unteren Teil der Krone beschädigt S. 64



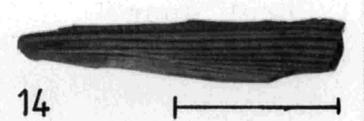
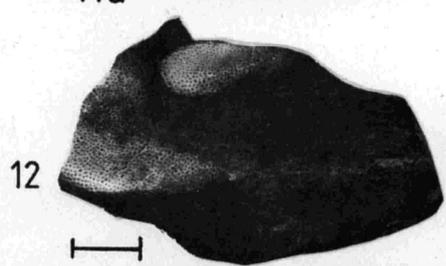
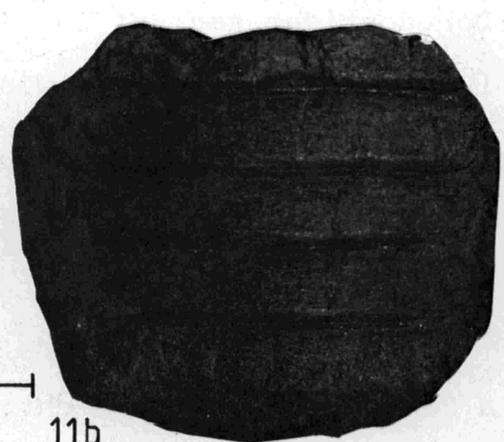
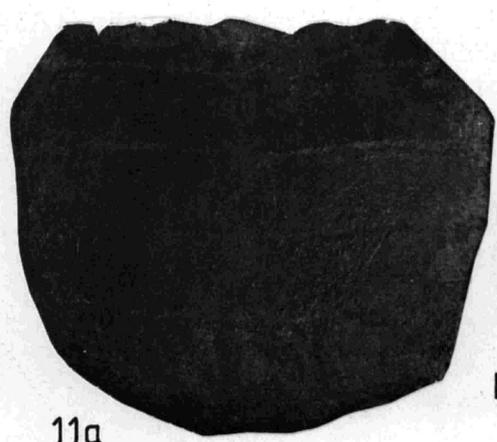
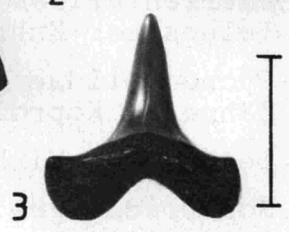
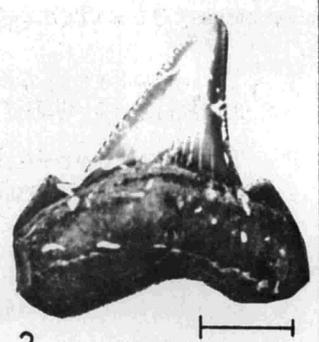
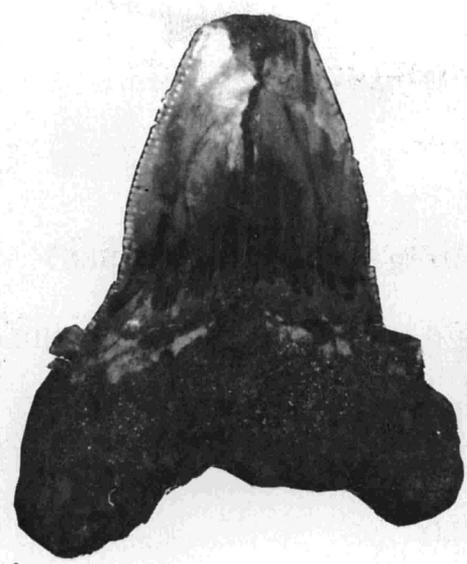
Tafel VIII

Knorpelfische der Gehlbergsschichten (II):

- 1 *Procarcharodon* sp.
Tagebau Helmstedt; Sammlung DUNST S. 63
- 2 *Procarcharodon* sp.
Sammlung WULF S. 63
- 3 *Anomotodon* sp.; Lateralzahn des Unterkiefers; lingual S. 61
- 4 *Squatina prima* (WINKLER, 1874); Vorderzahn
a lingual; b labial; c lateral; d Aufsicht S. 65
- 5 *Squatina* sp.; Wirbel
a caudal; b dorsal S. 65
- 3 - 5 Sammlung RAABE
- 6 Selachierwirbel
a cranial/caudal; b lateral
G 4; Tagebau Helmstedt S. 65
- 7 Rajidae gen. et sp. indet. ("Fischaugen")
Placoidschuppenbasen
a dorsal; b lateral; c ventral; G 4 S. 66
- 8 *Myliobatis* sp.
Schwanzstachelfragment; Sammlung HINTZEN S. 67
- 9 *Aetobatus irregularis* (AGASSIZ, 1835)
Kauleiste; lateral; Sammlung RAABE S. 66
- 10 *Myliobatis* cf. *toliapicus* AGASSIZ, 1843
Kauleiste; lateral S. 67
- 11 *Myliobatis dixoni* AGASSIZ, 1843; Kauplatte
a Kaufläche; b Innenseite
Tagebau Helmstedt (Kippengelände "Treue"); Slg. HINTZEN S. 66
- 12 *Elasmodus hunteri* EGERTON, 1843
Teil des linken Unterkieferastes
Tagebau Helmstedt (Kippengelände "Treue"); Slg. WULF S. 68
- 13 *Amylodon* sp.
Zahnplattenfragment; Sammlung RAABE S. 67

Teleostei:

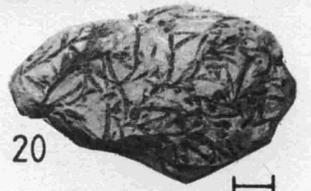
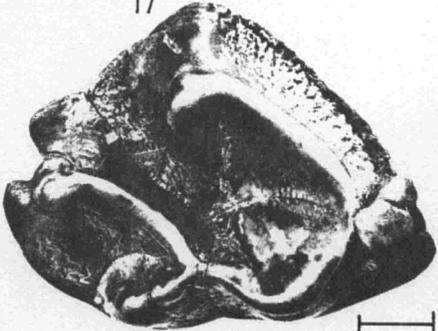
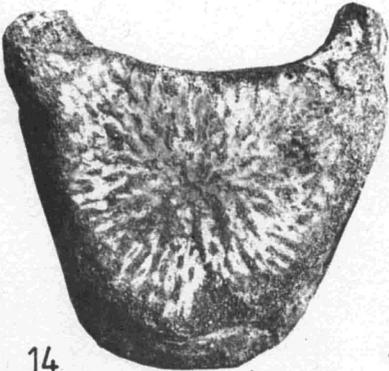
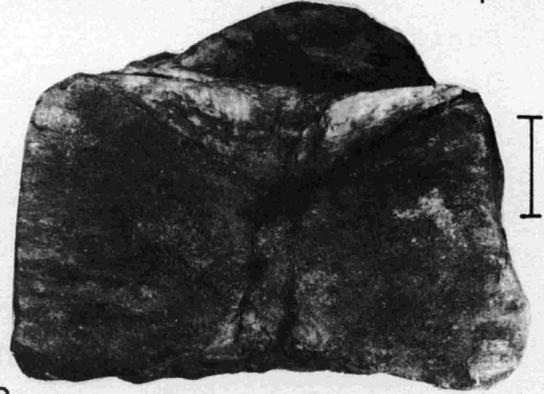
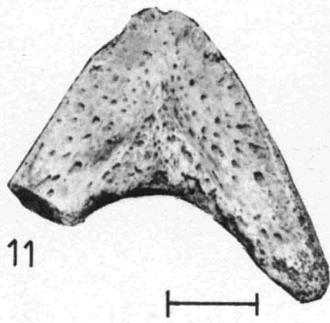
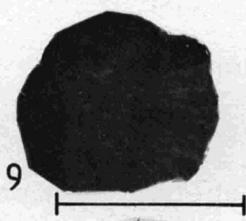
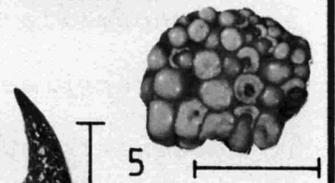
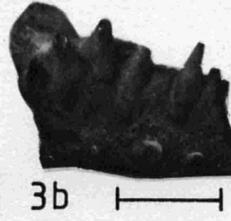
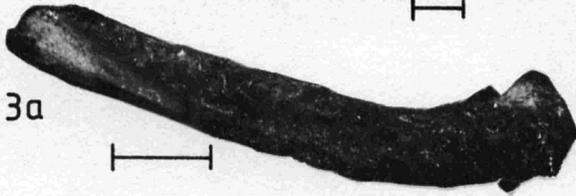
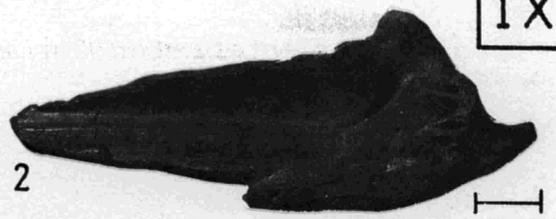
- 14 *Cylindracanthus costatus* LERICHE, 1926
Rostralfragment; Sammlung RAABE S. 71



Tafel IX

Teleostei, Tetrapoden und Spuren der Gohlbergsschichten:

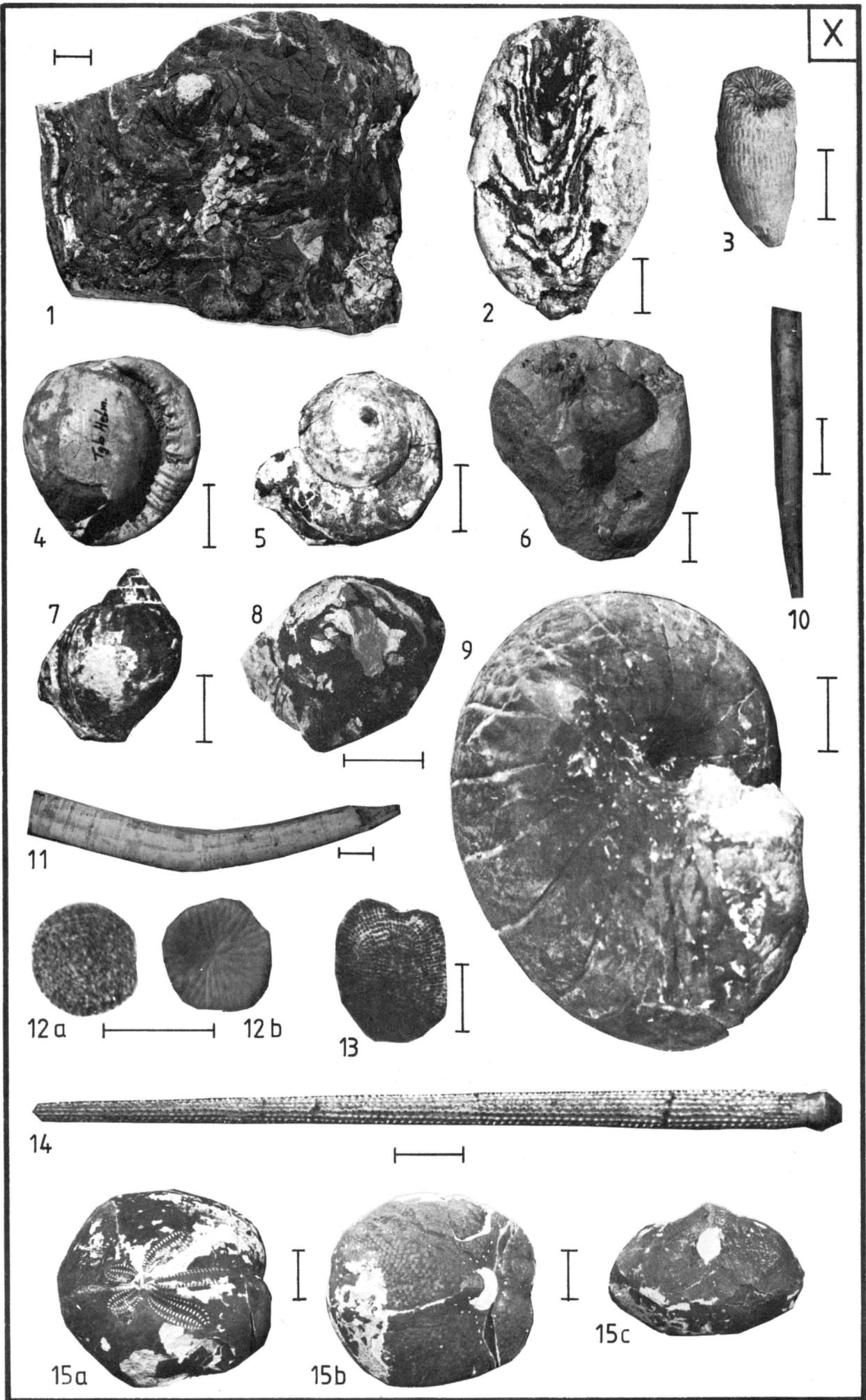
- 1 Teleosteer-Schädel
Sammlung WULF S. 69
- 2 Teleosteer-Articulare (Abguß)
Maßstab: 3 cm; Sammlung MUNDLOS (Original: Slg. MIESEN) S. 69
- 3 *Lophius* sp.
 - a li. Prämaxillare; OSG zwischen G 2 und G 1; Slg. MUNDLOS
 - b Kieferfragment; Sammlung WULF S. 70
- 4 *Eutrichiurides winkleri* CASIER, 1946
Teleosteer-Zahn; Sammlung WULF S. 70
- 5 Pycnodontidae gen. et sp. indet.
Zähne in Koprolith; Sammlung MUNDLOS S. 69
- 6 Teleosteer-Wirbel S. 69
- 7 Scombridae gen. et sp. indet.
Hypuralplatte; Sammlung RAABE S. 70
- 8 Teleosteer-Flossenstrahl
Sammlung HINTZEN S. 69
- 9 Ctenoidschuppe
Sammlung WULF S. 69
- 10 Schildkröten-Phalange?
G 4; Tagebau Helmstedt S. 72
- 11 Schildkröten-Unterkiefer
Tagebau Helmstedt (Kippengelände "Treue"); Slg. RAABE S. 72
- 12 Schildkröten-Carapaxfragment
Sammlung WULF S. 72
- 13 *Pachycetus robustus* BENEDEN, 1883; Wirbel; Längsschnitt
Maßstab: 5 cm; OSG; oben/unten vertauscht!; leg. LIERL S. 73
- 14 *Pachycetus humilis* BENEDEN, 1883; Wirbel; cranial
Sammlung WULF S. 72
- 15 Dorudontidae gen. et sp. indet.; halber Prämolardzahn (Abguß)
G 1; Tagebau Helmstedt; Slg. RAABE
(Original: Inst. f. Geowiss. Abt. Paläont., Univ. Mainz) S. 72
- 16 Archaeoceten-Rippe
Maßstab: 3 cm; Sammlung WULF S. 72
- 17 *Lophiodon* aff. *rhinozerodes* RÜTIMEYER, 1862; M³
aus GEINITZ 1884b: Taf. II, Fig. 1 S. 74
- 18 *Ophiomorpha* sp.
USG; Sammlung MUNDLOS S. 74
- 19 Krebsspur?
 - a lateral; b Aufsicht; OSG; Slg. MUNDLOS S. 74
- 20 *Chondrites* sp.
USG; Sammlung MUNDLOS S. 75
- 21 Krebsspur?
Sammlung HINTZEN S. 74



Tafel X

Flora und Invertebraten der Silberbergsschichten:

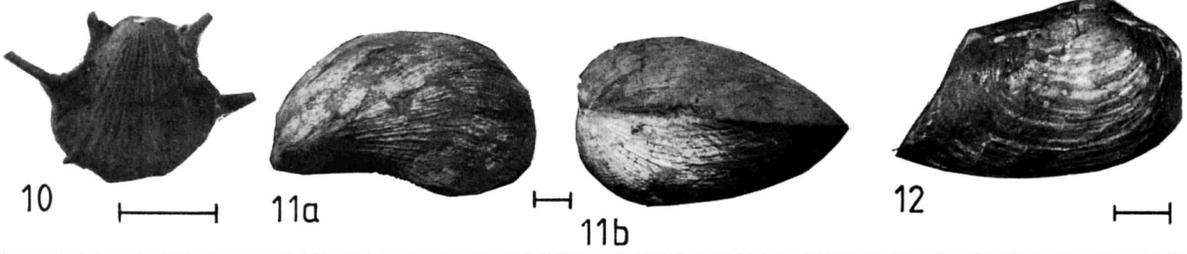
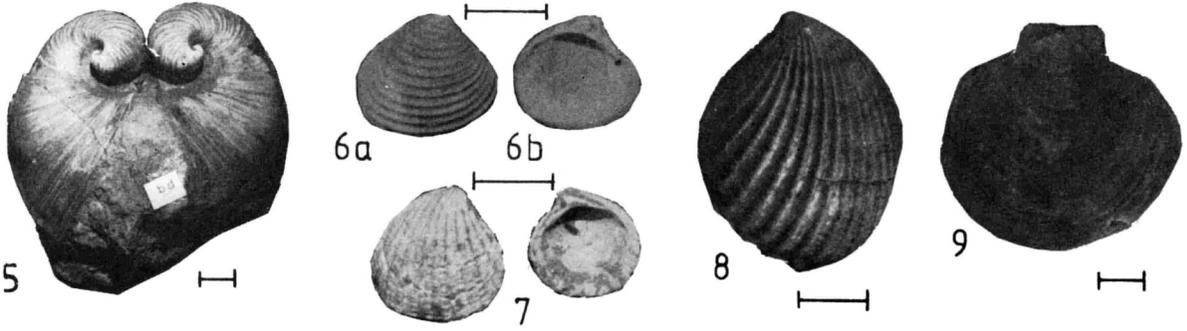
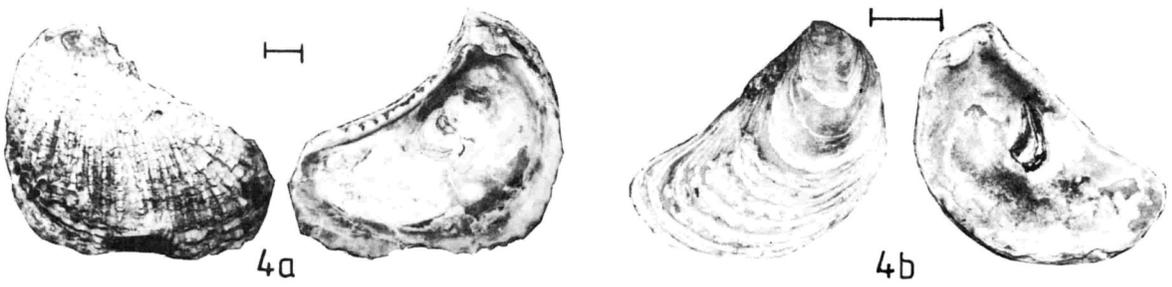
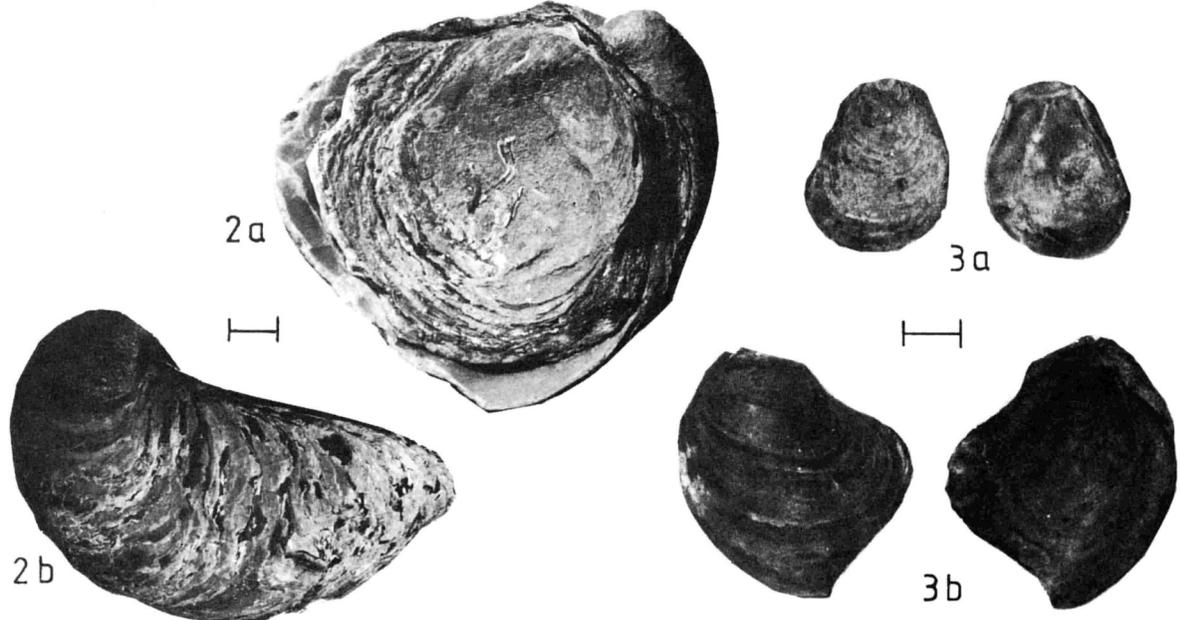
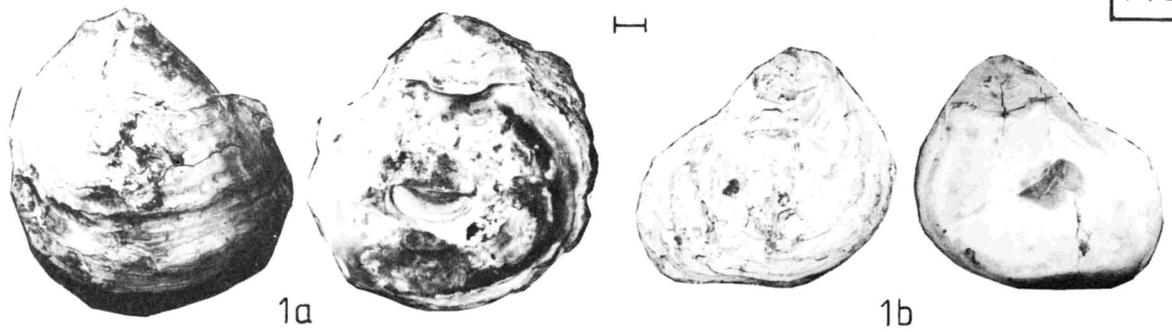
- | | | |
|--|--|-------|
| 1 | Coniferenholz | S. 77 |
| 2 | Coniferenzapfen | S. 77 |
| 3 | <i>Trochosmilia</i> sp. | S. 84 |
| 4 | <i>Sphaerocypraea</i> sp. | S. 84 |
| 5 | <i>Entemnotrochus</i> sp. | S. 84 |
| 6 | <i>Aquilofusus</i> sp. | S. 84 |
| 7 | <i>Natica</i> sp. | S. 84 |
| 8 | <i>Xenophora</i> sp. | S. 84 |
| 9 | <i>Cimomia imperialis</i> (SOWERBY, 1812) | S. 85 |
| 1 - 9 Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF | | |
| 10 | <i>Dentalium</i> sp.
Sammlung MUNDLOS | S. 85 |
| 11 | <i>Protula extensa</i> (BRANDER, 1766)
Sammlung RAABE | S. 85 |
| 12 | <i>Lunulites</i> sp.
a Aufsicht; b Unterseite
Maßstab: 5 mm; Sammlung WULF | S. 85 |
| 13 | <i>Lunulites</i> sp.
Sammlung MUNDLOS | S. 85 |
| 14 | Cidaridenstachel | S. 86 |
| 15 | <i>Schizaster (Aplospatangus) acuminatus</i> (GOLDFUSS, 1829)
a aboral; b oral; c Blick auf den After | S. 86 |
| 14 - 15 Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF | | |



Tafel XI

Bivalven der Silberbergschichten:

- 1 *Pycnodonte callifera* (LAMARCK, 1819)
a linke Klappe; b rechte Klappe
Tagebau Helmstedt; Sammlung RAABE S. 78
- 2 *Pycnodonte cochlear henni* (NYST,)
a dorsal; b lateral
Tagebau Helmstedt; Sammlung MUNDLOS S. 79
- 3 *Pycnodonte queteleti* (NYST, 1853)
a rechte Klappe; b linke Klappe S. 79
- 4 *Ostrea ventilabrum* GOLDFUSS, 1833
a linke Klappe; Sammlung RAABE
b rechte Klappe; Sammlung WULF S. 78
- 5 *Glossus multicostatus* (NYST, 1843)
Tagebau Helmstedt S. 79
- 6 *Crassatella woodi* KOENEN, 1865
a rechte Klappe; außen; b linke Klappe; innen S. 79
- 7 *Cyclocardia latesulcata* (NYST, 1843); rechte Klappe S. 77
5 - 7 Sammlung RAABE
- 8 *Cyclocardia* sp.; linke Klappe S. 77
- 9 *Amusium* sp. S. 77
8 - 9 Sammlung HINTZEN
- 10 *Spondylus* sp.
rechte Klappe; Sammlung WULF S. 78
- 11 *Pholadomya* sp.
a lateral; b dorsal
Tagebau Helmstedt; Sammlung RAABE S. 77
- 12 *Pleuromya* sp.
Tagebau Helmstedt; Sammlung MUNDLOS S. 79



Tafel XII

Krebse der Silberbergschichten:

- 1 *Coeloma (Paracoeloma) helmstedtense* BACHMAYER & MUNDLOS, 1968
a dorsal; b ventral S. 82
- 2 *C. (P.) helmstedtense*
linke Laufbeine fast vollständig erhalten S. 82
- 3 *Coeloma (Coeloma) latifrons* FÖRSTER & MUNDLOS, 1982
a dorsal; b ventral S. 82
- 1 - 3 Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF
- 4 *Titanocarcinus zoellneri* BACHMAYER & MUNDLOS, 1968
a Carapax; dorsal; Sammlung WULF
b rechte Knackschere; außen; Sammlung MUNDLOS S. 81
- 5 *Galenopsis wulfi* FÖRSTER & MUNDLOS, 1982
Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF S. 82
- 6 *Hoploparia klebsi* NOETLING, 1885
a lateral; Maßstab: 5 cm; Tagebau Helmstedt
Sammlung MUNDLOS (z.Zt. Schaukasten Tagebau Helmstedt)
b Rostrum; dorsal
Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF
c rechte Knackschere; innen
Tagebau Helmstedt; Sammlung RAABE
d linke Zwickerschere; innen
Tagebau Helmstedt; Sammlung WULF S. 80

