

Geol. Paläont. Westf.	58	5 - 31	13 Abb. 3 Taf.	Münster Dezember 2001
--------------------------	----	--------	-------------------	--------------------------

Die Floren- und Faunenverteilung im Unter-Hauterive (Unter-Kreide) der Tongruben Heisterholz (NRW)

Jörg Mutterlose, Martin Mecklenbeck & Sylvia Rückheim*

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Abstract	6
Schlüsselworte	6
1 Einleitung und Problemstellung	6
1.1 Historisches	6
1.2 Zielsetzung	7
1.3 Methodik	8
2 Geologischer Rahmen	9
2.1 Regionaler Überblick	9
2.2 Paläogeographie	10
3 Profil Heisterholz	11
3.1 Allgemeines	11
3.2 Bio- und Lithostratigraphie	13
3.3 Kalkige Nannofossilien	13
3.4 Foraminiferen	17
3.5 Makrofauna	17
4 Diskussion	19
5 Taxonomischer Index	19
6 Literatur	23

Zusammenfassung

Aus zwei Tagesaufschlüssen des nördlichen Wiehengebirgsvorlandes (Heisterholz 1, Heisterholz 2) werden die Floren- und Faunenvergesellschaftungen mariner Sedimente des Unter-Hauterive (mittlere Unterkreide) beschrieben. Aufbauend auf sedimentpetrographischen, lithostratigraphischen und biostratigraphischen Befunden wird die Verteilung der kalkigen Nannofossilien und der benthonischen Foraminiferen diskutiert. Beide Organismengruppen wurden im Rahmen dieser Arbeit erstmalig qualitativ und quantitativ erfaßt.

Die zwei bearbeiteten Profile werden durch relativ arten- und individuenarme Vergesellschaftungen der kalkigen Nannofossilien und der Foraminiferen gekennzeichnet. Diese Beobachtungen stimmen mit den Befunden älterer Bearbeitungen (z. B. BARTENSTEIN & BETTENSTAEDT 1962; MUTTERLOSE 1991) überein und besitzen somit für das Unter-Hauterive NW-Deutschlands allgemeine Gültigkeit. Es werden die

* Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum, BRD.
E-mail: joerg.mutterlose@ruhr-uni-bochum.de

vertikalen Fluktuationen der kalkigen Nannofossilien und der Foraminiferen qualitativ und quantitativ erfaßt, palökologisch gedeutet und in ihrem paläobiogeographischen und -ökologischen Kontext bewertet.

Für die kalkigen Nannofossilien konnten insgesamt 45 Arten nachgewiesen werden. Es dominieren kosmopolitische Arten und Taxa des borealen Reiches und der hohen Latituden, auffällig ist eine *Cyclagelosphaera margerelii* Dominanz in den höheren Profilabschnitten. Diese *C. margerelii* Akme, die auch von Speeton (England) bekannt ist, erlaubt eine lokale Korrelation der beiden untersuchten Profile von Heisterholz. Die benthonischen Foraminiferen sind mit 43 Taxa vertreten. Es dominieren hier kalkschalige Formen wie *Epistomina caracolla* und *Lenticulina muensteri*, tethyale Formen wurden nicht beobachtet.

Abstract

Marine floras and faunas from sediments of early Hauterivian age (Early Cretaceous) are described from two outcrops (Heisterholz 1, Heisterholz 2) from NW Germany. The distribution patterns of calcareous nannofossils and benthic foraminifera are discussed for the first time with respect to their abundance and diversity. The sediment petrography, lithostratigraphy and biostratigraphy of the outcrops are discussed in some detail.

The calcareous nannofossils and benthic foraminifera of the two sections are characterised by low diversity and low abundance. These observations correspond to earlier data (BARTENSTEIN & BETTENSTAEDT 1962; MUTTERLOSE 1991) and are typical for the Hauterivian of NW Germany. Vertical fluctuations in calcareous nannofossil and foraminifera contents are described and discussed with respect to their palaeoecology and palaeobiogeography. The calcareous nannofossil assemblages consist of 45 species. Most common are cosmopolitan, boreal and high latitudinal taxa, while tethyan taxa are rare or absent. Noteworthy is an acme of the nannofossil species *Cyclagelosphaera margerelii* in the upper part of both sections. This *C. margerelii* acme, which is known from the same interval of Speeton (England), may well be used for a high resolution correlation of the two Heisterholz sections. Benthic foraminifera are represented by 43 taxa. Most common are the calcareous species *Epistomina caracolla* and *Lenticulina muensteri*, tethyan species are absent.

Schlüsselworte: Unter-Kreide – Hauterive – kalkige Nannofossilien – Foraminiferen – Palökologie.

1 Einleitung und Problemstellung

1.1 Historisches

Älteste Arbeiten, die sich mit der Unterkreide Norddeutschlands beschäftigen (u. a. MÜLLER 1896; HARBORT 1905; v. KOENEN 1902, 1904, 1908; STOLLEY 1908a, 1908b, 1925) konzentrierten sich auf den Raum Hannover - Hildesheim - Braunschweig. Entsprechend wurden für dieses Gebiet auch die ersten biostratigraphischen Zonengliederungen der borealen Unterkreide entwickelt. Erst nach dem zweiten Weltkrieg, etwa ab 1950, erfuhren auch die mächtigen Berrias-, Valangin- und Hauteriveabfolgen des nördlichen Wiehengebirgsvorlandes eine geologisch-paläontologische Bearbeitung. Diese wurde wohl durch die nach dem Krieg verstärkt einsetzende Erdölprospektion auf oberjurassische, berrias- und valanginzeitliche Speichergesteine hervorgerufen. Im nördlichen Wiehengebirgsvorland sind vor allem die Schichten des Valangin in einer mächtigen, fossilreichen Beckenfazies entwickelt, die eine detaillierte Zonierung dieses Abschnittes erlauben (z. B. BARTENSTEIN & BRAND 1951).

Im Gegensatz zu den valanginzeitlichen Sedimenten erfuhr das Hauterive keine intensivere Bearbeitung. So nannte THIERMANN (1963) Ammonitenfaunen des Unter-Hauterive aus Tongruben des nördlichen Wiehengebirgsvorlandes. Eine detaillierte Beschreibung der Tagesaufschlüsse von Heisterholz, ihrer Lithologie und Fauna erfolgte bei MUTTERLOSE (1992a); dort wurden auch erstmalig lithologische Säulenprofile abgebildet und die Makrofauna auf mehreren Tafeln dargestellt.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, die kalkigen Nannofossilien und die benthonischen Foraminiferen des Unter-Hauterive aus zwei biostratigraphisch gut datierten Tagesaufschlüssen (Heisterholz 1, Heisterholz 2; Abb. 1) des nördlichen Wiehengebirgsvorlandes zu erfassen und zu dokumentieren. Es sollen die Diversitäts- und Häufigkeitsverteilungen der beiden Organismengruppen dargestellt und mögliche Bezüge zur Makrofossilverteilung aufgezeigt werden. Für den höheren Teil des Unter-Hauterive wird eine detaillierte qualitative und quantitative Bearbeitung sowie eine palökologische Analyse der kalkigen Nannofossilien und der benthonischen Foraminiferen vorgenommen, um den Einfluß autökologischer Faktoren auf die Zusammensetzung der Assoziationen zu ermitteln.

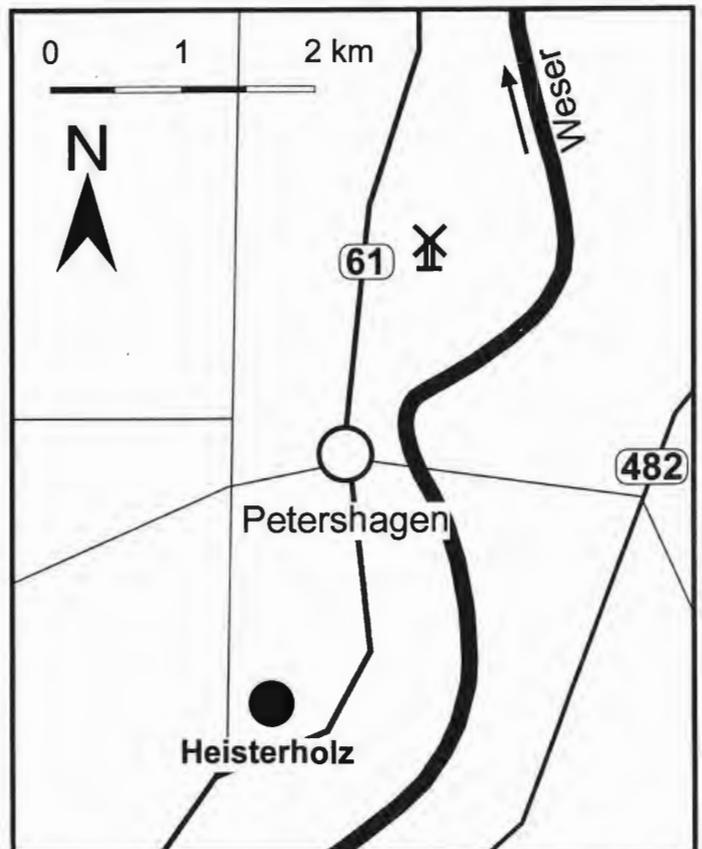


Abb. 1: Übersichtskarte des Arbeitsgebietes mit Lage der beschriebenen Aufschlüsse Heisterholz 1 und Heisterholz 2.

Weiterhin sollten die Arten- und Häufigkeitsverteilungen des Planktons und des Benthos für eine Rekonstruktion der Meeresspiegelkurve und der paläoozeanographischen Verhältnisse im Unter-Hauterive genutzt werden. Der Hauteriveabfolge NW-Deutschlands kommt, aufgrund ihrer mächtigen und lückenlosen Entwicklung in der Beckenfazies sowie wegen ihres Makrofossilreichtums und ihrer hochauflösenden biostratigraphischen Zonierung, eine Schlüsselrolle zum Verständnis dieser Schichtenfolge im Borealgebiet zu. Nach einer mikropaläontologischen Bearbeitung des Valangin (MUTTERLOSE et al. 2000) stellt die vorliegende Arbeit den zweiten Beitrag zur Mikropaläontologie (Plankton, Benthos) der marinen Unter-Kreide Nordrhein-Westfalens dar.

1.3 Methodik

Die Geländearbeiten, Profilaufnahmen und Probennahmen erfolgten mit Unterbrechungen in den Jahren 1984 – 1990. Eine erste Darstellung der lithologischen Säulenprofile erfolgte durch MUTTERLOSE (1992a). Die Farbansprache, die in hohem Maße von der Durchfeuchtung des Gesteins, den Lichtverhältnissen etc. beeinflusst wird, wurde im Gelände vorgenommen. Die Karbonatgehalte der einzelnen Proben wurden mit Hilfe eines Atomabsorptionsspektrometers (AAS) an der Ruhr-Universität Bochum ermittelt.

Für die Bearbeitung der kalkigen Nannofossilien wurden Settling-Präparate nach der von GEISEN et al. (1999) beschriebenen Technik angefertigt. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß diese Präparate weit aus besser reproduzierbare Daten liefern als Standardschmierpräparate, da sie eine statistische Verteilung der Partikel aufweisen. Diese Methode erlaubt damit erstmalig quantitative Angaben zur Coccolithenführung und darüberhinaus zur Zusammensetzung des Karbonats. Unter Berücksichtigung der Einwaage, der Verdünnung und der Höhe der Wassersäule, ist danach eine Rückrechnung auf die Anzahl der Coccolithen pro Gramm Sediment möglich. Zur Herstellung der Settling-Präparate wurde zwischen 14,41 und 17,26 mg an trockenem Rohprobenmaterial eingewogen, in Suspension gebracht und im Ultraschallbad 45 Sekunden lang disaggregiert. Die Suspension wurde mit Ammoniakwasser auf 500 ml verdünnt und durch Schütteln in einem Rundkolben homogenisiert. Deckgläschen wurden auf 3 cm hohen Sockeln plaziert und die Settling-Boxen bis zum Trennstrich bei 5 cm Höhe aufgefüllt. Die Suspension bleibt dann 24 Stunden zum Ab sedimentieren der Coccolithen stehen und wird danach tröpfchenweise aus der Settling-Box abgelassen. Die trockenen Deckgläschen wurden anschließend mit Hilfe eines UV-Klebers auf einem Objektträger befestigt.

Zur nachfolgenden lichtmikroskopischen Bearbeitung wurde ein Olympus BH-2 Photomikroskop mit einer Vergrößerung von 1500x benutzt. Je Präparat wurden 300 bestimmbare Coccolithen oder die Individuen aus 200 Gesichtsfeldern gezählt. Ergänzend wurde das Präparat über die Länge seiner Längs- und Querachse auf weitere Arten durchgesehen. Diese sind in den Zähllisten durch graue Kästchen hervorgehoben. Als Maß für die Erhaltung der einzelnen Coccolithen wurden 3 Kategorien definiert: Schlecht (S), mäßig (M) und gut (G). Die Individuen der gut erhaltenen Proben zeigen vollständige Zentralfelder und komplette Kristallzyklen. Die Proben mit mäßig gutem Erhaltungszustand zeichnen sich durch Anlösungerscheinungen aus. Bei Individuen in Proben mit schlechtem Erhaltungszustand sind die Zentralfelder und äußeren Zyklen größtenteils bis zur Unkenntlichkeit herausgelöst oder weggebrochen. Unter unbestimmbare Formen wurden die Individuen zusammengefaßt, die aufgrund ihres schlechten Zustandes nicht eindeutig zugeordnet werden konnten.

Die Bestimmung des kalkigen Nannoplanktons erfolgte nach PERCH-NIELSEN (1985), MUTTERLOSE (1991) und BOWN (1998). Weitere zur Bearbeitung herangezogene Arbeiten sind der Taxonomieliste im Anhang bzw. der Literaturliste zu entnehmen.

Für die Auflichtuntersuchungen der Foraminiferen wurden jeweils etwa 200 g Rohmaterial aufbereitet. Sämtliche Proben wurden mit einer 10%igen H_2O_2 -Lösung geschlämmt. Zunächst wurde das Material fein zerkleinert und anschließend mit der H_2O_2 -Lösung übergossen. Nach 12 bis 24 Stunden Reaktionszeit wurde das Material durch 200 μm - und 63 μm -Siebe geschlämmt. Das ungelöste, getrocknete Material wurde gewogen und vom Einwaagegewicht abgezogen. Der so gewonnene Rückstand wurde in die vier Korngrößen $>630\mu m$, $>315\mu m$, $>200\mu m$ und $<200\mu m$ fraktioniert und anschließend qualitativ sowie quantitativ ausgewertet. Pro Fraktion wurden maximal etwa 300 Individuen ausgezählt. Nach Bedarf wurden die individuenreichen Proben der Fraktionen $>315\mu m$ und $>200\mu m$ mit einem Probenteiler in Teilmengen (Splits) zwischen 1/2 und 1/16 aufgesplittet. Diese Teilmengen wurden komplett ausgelesen und die ausgelesenen Individuen wurden auf die gesamte Rückstandsmenge hochgerechnet. Die im Text und in den Abbildungen angegebenen Zahlen sind aus den Splits errechnet worden; sie werden als Individuen pro Gramm Sediment (l/g Sed.) angegeben.

Die in den Verbreitungstabellen der Foraminiferen angegebenen Buchstaben bezeichnen die Häufigkeit der Foraminiferen in den jeweiligen Proben. Dabei wurde folgenden Einteilung benutzt: Sehr häufig (SH: > 20 %); Häufig (H: 19,9 – 5 %); Selten (S: 4,9 – 1 %); Vorhanden (V: < 0,9 %).

In der taxonomischen Zuordnung der Foraminiferen wird MEYN & VESPERMANN (1994) gefolgt, deren taxonomische Revision sich in der vorliegenden Studie bewährt hat. Weiterhin wurden für die Bearbeitung der Foraminiferen die Arbeit von BARTENSTEIN & BRAND (1951) sowie das Standardwerk des Hauterive von BARTENSTEIN & BETTENSTAEDT (1962) herangezogen. Im Text werden hingegen nur die häufigsten bzw. ökologisch wichtigen Arten und Artgruppen diskutiert. Die rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen erfolgten an einem LEO Gemini 1530.

Die Schlämmrückstände, die Settlingpräparate und die Auslesezellen werden in der Sammlung des Institutes für Geologie, Mineralogie und Geophysik der Ruhr-Universität aufbewahrt. Die Erstautoren aller aufgeführten Fossiltaxa werden nicht im laufenden Text aufgeführt; sie sind aus dem taxonomischen Index (Kapitel 5) ersichtlich.

2 Geologischer Rahmen

2.1 Regionaler Überblick

Nördlich des Wiehen- und Wesergebirges sind unterkretazische Sedimente im Raum Espelkamp - Minden - Bückeburg erschlossen (MUTTERLOSE 1992a). Südlich des Wiehengebirges im Osnabrücker Bergland steht hingegen keine Kreide an. Diese Region bildete nach der oberkretazischen Inversion im Coniac - Campan ein Hebungs- und Abtragungsgebiet, die Ostwestfälisch-Lippische Schwelle. Auch die nördlich des Wiehengebirges anstehende Unterkreide wurde von der Inversion betroffen, hier sind jedoch wegen der geringeren Heraushebung noch Sedimente des Berrias bis tiefen Ober-Hauterive erhalten geblieben (Abb. 2). Sedimente, die jünger als die *Simbirskites staffi* Zone des mittleren Ober-Hauterive sind, treten in diesem Raum nicht auf. Der Ausstrich der Unterkreide wird heute von einer Reihe schmaler, E - W bis ESE - WNW streichender Sattel- und Muldenstrukturen gebildet. Diese sind teils auf Salzbewegung, teils auf gebirgsbildende Bewegungen im Untergrund zurückzuführen (BALDSCHUHN & KOCKEL 1996). Salzabwanderung aus den Muldenbereichen und Einwanderung entlang von Störungszonen kommt dabei eine strukturverstärkende Rolle zu. An diese Strukturen sind lokale Mächtigkeitsschwankungen geknüpft. Im einzelnen sind dies von Süd nach Nord: Ellerburg Sattel, Mulde von Hasslage, Rahden Sattel u. a.

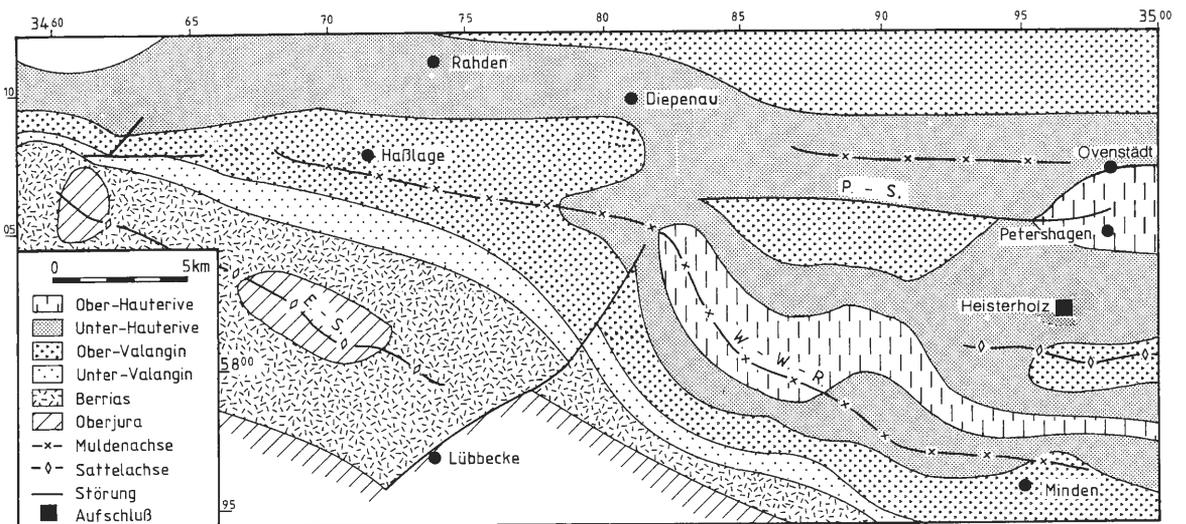


Abb. 2: Geologische Übersichtskarte des Arbeitsgebietes mit Lage der beschriebenen Aufschlüsse Heisterholz 1 und Heisterholz 2. Verändert nach WORTMANN (1964). E.-S. = Ellerburg Sattel, P.-S. = Petershagen Störung, W.-W.-R. = Weser-Wiehen-Gebirgsrandmulde.

Regionalgeologisch liegen die hier bearbeiteten Unterkreide-Aufschlüsse im mittleren Teil des nw-deutschen Beckens. Bei diesem handelt es sich um eine tektonisch-strukturelle Baueinheit, die sich im Oberjura und in der Unterkreide (= jungkimmerisch) entwickelte und im Rahmen der spätkretazischen Inversion (Coniac – Campan; = subherzyn) eine Überprägung erfuhr. Der Untergrund des nördlichen Wiehengebirgsvorlandes wird neben den oben genannten Strukturen durch Unterkreideschollen geprägt. Diese werden durch ebenfalls ESE – WNW streichende Störungssysteme begrenzt: Petershagen Störung, Rehburg Störung u. a. Östlich der Weser wird dieses System durch das Steinhuder Meer Lineament und im Westen durch das Ems Lineament begrenzt (BALDSCHUHN & KOCKEL 1996). Die Unterkreideschollen werden durch Abschiebungen begrenzt.

Die Aufschlüsse Heisterholz 1 und Heisterholz 2 befinden sich auf der N-Flanke des Sattels von Quetzen, dessen Achse NNW-SSE streichend im Raum Todtenhausen-Frille verläuft (Abb. 2). Im Sattelzentrum dieser Struktur stehen Gesteine des Ober-Valangin an. Die Schichten fallen bei einem Streichen von 100 Grad mit etwa 3-5 Grad flach nach Norden ein.

2.2 Paläogeographie

Im etwa West - Ost ausgerichteten nw-deutschen Becken, das eine Länge von ca. 280 km und eine durchschnittliche Breite von 80 km besaß, kamen in der Unterkreide, infolge starker Subsidenz, Sedimente bis über 2000 m Mächtigkeit zur Ablagerung. Es handelte sich um ein Nebenmeer des boreal-arktischen Ozeans, das aufgrund unterschiedlicher Sedimentmächtigkeiten und lithologischer Wechsel in einen West-

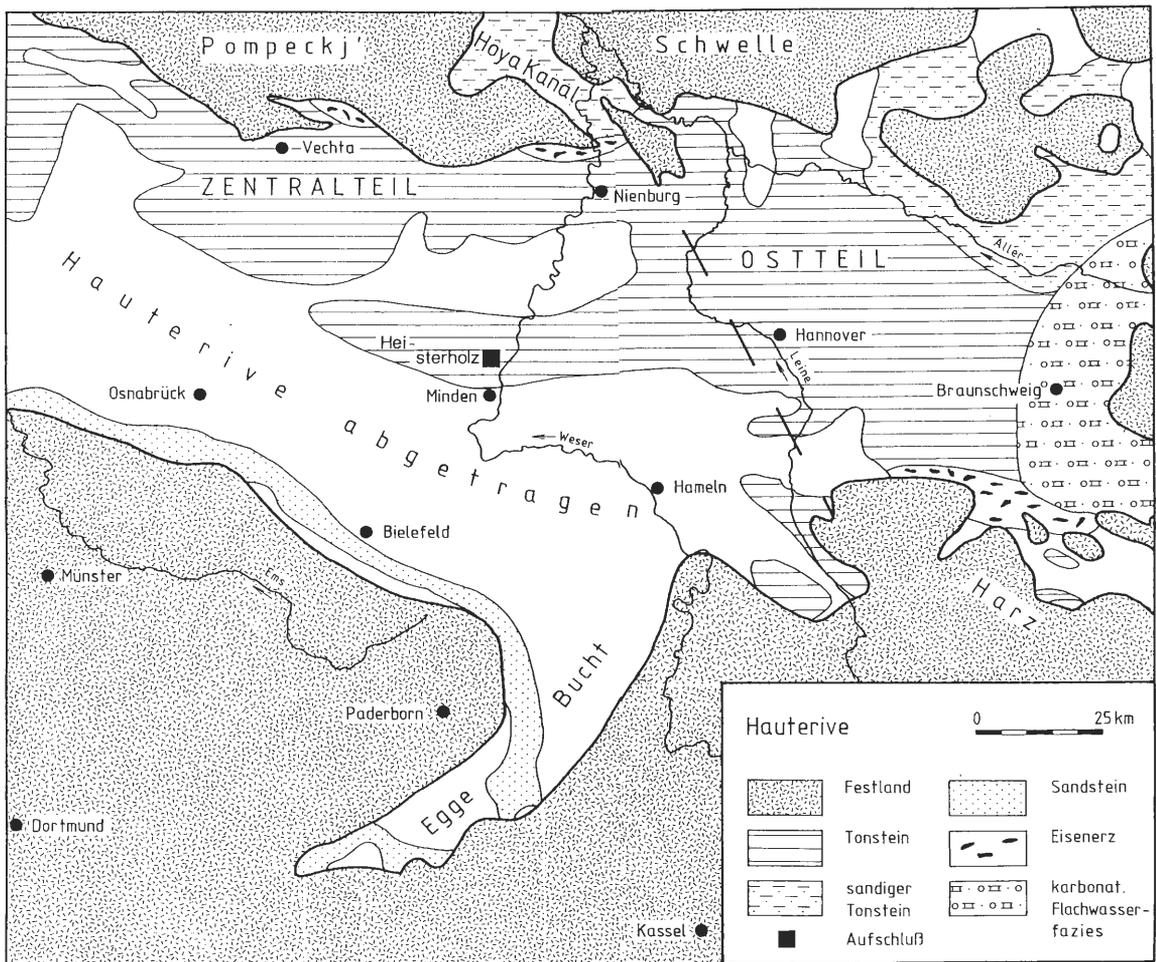


Abb. 3: Paläogeographische Karte des zentralen Teils des nw-deutschen Beckens im Hauterive (geändert nach Schott et al. 1967, 1969). Die gestrichelte Gerade W Hannover stellt die Grenze zwischen Zentral- und Ostteil dar.

teil (Raum Rheine-Bentheim-Meppen-Groningen), einen Zentralteil (Raum Osnabrück-Bielefeld-Minden-Vechta) und einen Ostteil (Raum Hannover-Braunschweig) gegliedert werden kann (SCHOTT et al. 1967/69; Abb. 3). Die Grenzen der einzelnen Teilbecken verlaufen etwa entlang der Flüsse Ems und Leine. Eine eingehendere Darstellung der Entwicklung dieses Beckens geben SCHOTT et al. (1967/69), MICHAEL (1974, 1979), KEMPER (1979), MUTTERLOSE (1992a, 1992b) und MUTTERLOSE & BORNEMANN (2000).

Die marinen Sedimente des nw-deutschen Hauterive, die heute in einem ca. 50 km breiten Gürtel von Bentheim im Westen bis in den Raum Hannover oberflächennah anstehen, sind durch eine deutliche Faziesdifferenzierung gekennzeichnet. Dunkle, karbonatarme Tonsteine mit zahlreichen Toneisensteinlagen vertreten die Beckenfazies. Diese Bereiche waren während der Unterkreide durch starke Subsidenz, hohe Sedimentationsraten und Sauerstoffarmut im Bodenwasserbereich gekennzeichnet. Sedimente des Hauterive lassen sich in dieser Ausbildung vor allem im Raum Espelkamp - Minden - Bückeburg finden.

In den Randbereichen des Beckens gehen diese tonigen Sedimente in eine stärker klastisch-sandige Fazies über. So sind im Westen im Raum Bentheim mehrere Sandschüttungen entwickelt (Grenzsandstein, *noricum*-Sandstein, Gildehaus-Sandstein), die wichtige Erdölspeichergesteine bilden. Im Norden schließen sich am Südrand der Pompeck'schen Schwelle vom Berrias bis in das Barrême stark sandig beeinflusste Sedimente an. Diese kommen in einem schmalen, ca. 5 km breiten Streifen von Cloppenburg bis Nienburg vor. Die südliche Randfazies wird markiert durch den schmalen Streifen des Osning-Sandsteins, der im Teutoburger Wald und im Egge-Gebirge ansteht.

Die Tongruben Heisterholz 1 und Heisterholz 2 liegen im Zentralteil des Beckens (Abb. 3), die Entfernungen zur südlich gelegenen Rheinischen Masse bzw. der nördlich gelegenen Pompeck'schen Schwelle betragen jeweils etwa 50 km. Die Sedimentationsraten waren hoch; das Unter-Hauterive erreicht eine Gesamtmächtigkeit von über 150 m in diesem Raum. Abb. 4 gibt eine Übersicht über die stratigraphische Reichweite beider Profile.

STUFE		Ammoniten Zonen NW-Europa	Belemniten Zonen NW-Europa	Biostrat. Einheiten	Foraminiferen und Ostrakoden NW-Deutschland	Nannoplankton NW-Deutschland	Zone	Lithologie	Profilreichweite
HAUTERIVE	OBER	<i>Simbirskites (C.) discofalcatus</i>	<i>Hibolithes jaculooides</i>	Simbirskites - Schichten	FO <i>C. disc. intum.</i>	<i>T. septentrionalis acme</i> <i>T. septentrionalis</i>	T. T. T.		Heisterholz
		<i>Simbirskites (C.) gottschei</i>			FO <i>C. acuminata</i>				
		<i>Simbirskites (M.) staffi</i>							
	Aegocrioceras spp. <i>Simbirskites (Sp.) inversum</i>	FO <i>H. antiqua</i>	C. marg.						
	<i>Endemoceras regale</i>	LOS <i>L. nodosa</i> <i>C. ovata</i> <i>C. seitzii</i>	E. antiquus	E. antiquus					
	<i>Endemoceras noricum</i>	Acroteuthis acmonoides pars	Endemoceras - Schichten	LO <i>P. frankei</i>	JFO <i>E. antiquus</i>	C. rothii			
<i>Endemoceras amblygonium</i>	FOS <i>R. senckenbergi</i> <i>P. triplicata</i>								

Abb. 4: Übersicht über die stratigraphische Reichweite der bearbeiteten Profile. FO = Erstauftreten, LO = Letztauftritt. Foraminiferen und Ostrakoden: C. = *Citharina*, C. disc. intum. = *Citharina discors intumescens*, Cy. = *Cytherella*, H. = *Hechtina*, L. = *Lenticulina*, P. = *Protocythere*, R. = *Rehacythereis*. Nannoplankton: C. = *Conusphaera*, Cr. = *Cruciellipsis*, Cy. = *Cyclagelosphaera*, E. = *Eprolithus*, T. = *Tegumentum*, Te. = *Tegulalithus*. 1= Grenzsandstein, 2= noricum Sandstein, 3 und 4= Gildehaus Sandstein.

3 Profil Heisterholz

3.1 Allgemeines

Die Tongrube 1 der Ziegelei Heisterholz befand sich etwa 3 km südlich von Petershagen, die Tongrube 2 liegt etwa 3,5 km südwestlich von Petershagen. Grube 1: TK 25 3619 Petershagen; re: 3497100; h: 5702300. Grube 2: TK 25 3619 Petershagen; re: 3496200; h: 5801450. Eine Übersicht geben Abb. 1 - 4.

In Grube 1 fand über mehrere Jahrzehnte ein Abbau statt, etwa 1985 wurde sie aufgelassen und anschließend mit Müll verfüllt. Diese Grube ist heute nicht mehr zugänglich. Grube 2 steht seit etwa 1987 im Abbau, der kontinuierlich nach Norden fortschreitet. In dieser Grube sind gute Aufschlussverhältnisse gegeben.

Eine erste Erwähnung der Grube 1 findet sich bei THIERMANN (1963); dort werden Ammoniten aufgelistet. Eine detaillierte Beschreibung beider Gruben, ihrer Lithologie und Fauna gibt MUTTERLOSE (1992a); dort werden auch erstmalig Säulenprofile abgebildet und die Makrofauna auf einer Fototafel dargestellt.

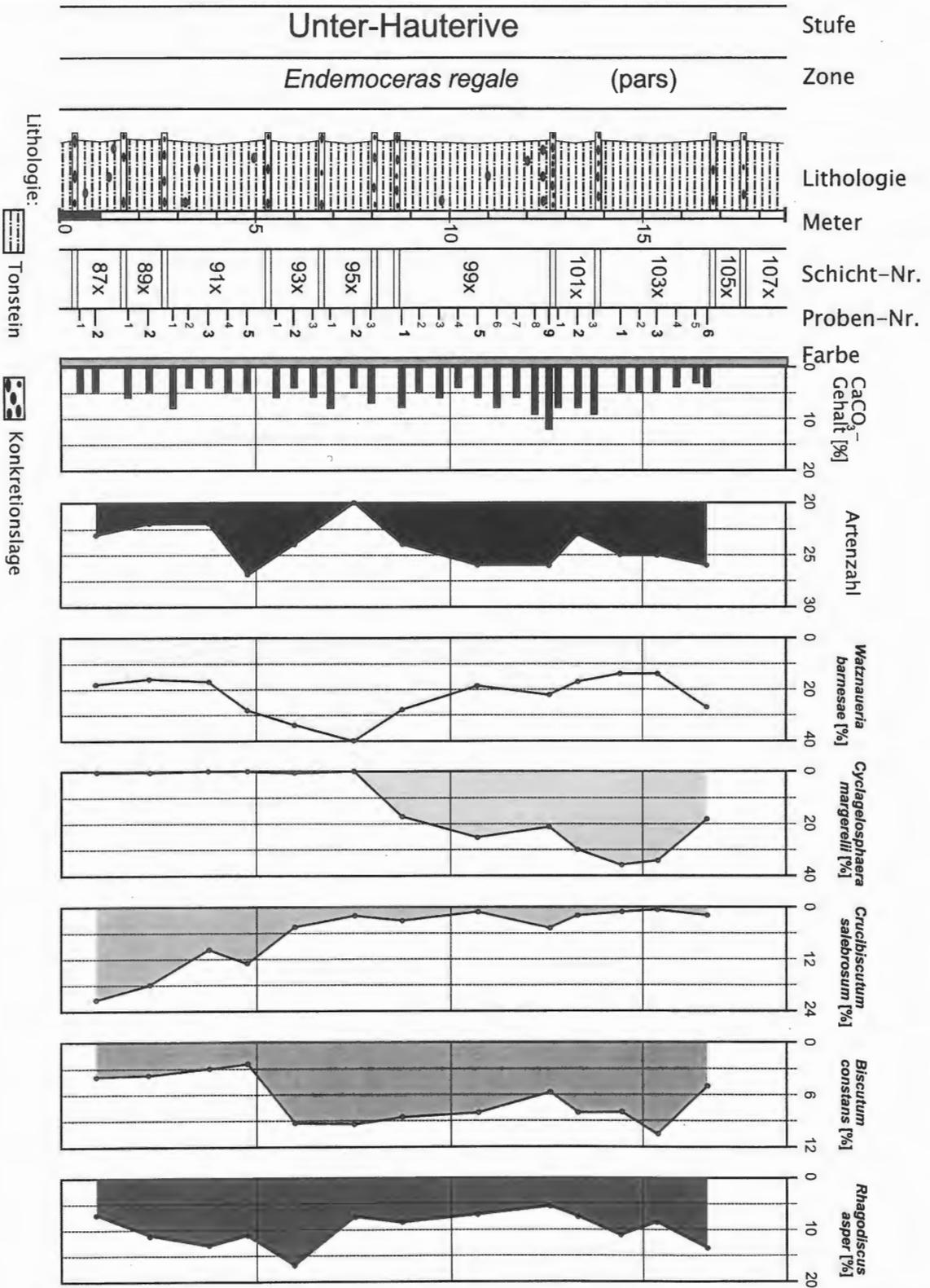


Abb. 5: Lithologie, Stratigraphie und Verteilung ausgewählter Taxa der kalkigen Nannofossilien des Profils Heisterholz 1.

3.2 Bio- und Lithostratigraphie

Heisterholz 1: In die rund 18 m mächtige, leicht siltige Tonsteinfolge sind zahlreiche Tonsteinlagen eingeschaltet. Die Mächtigkeit der mittelgrauen, relativ harten Tonsteinhorizonte schwankt von min. 0,3 m (Schicht 97x) bis max. 4 m (Schicht 99x). Der Karbonatgehalt beträgt min. 3 % (Probe 103x-5) und max. 12 % (Probe 99x-9). Die Mächtigkeit der Konkretionslagen liegt relativ einheitlich bei 0,1 – 0,2 m (Abb. 5). Zeitlich gehört der bearbeitete Bereich der *Endemoceras regale* Ammonitenzone des höheren Unter-Hauterive an.

Heisterholz 2: Das knapp 14 m mächtige Profil setzt sich aus einer Tonstein-Siderit Wechselfolge zusammen. Es handelt sich um dunkel- bis mittelgraue Tonsteine, die keinerlei Farbwechsel erkennen lassen. Die gesamte Schichtenfolge ist schwach siltig, Pyrit fehlt bzw. tritt nur untergeordnet auf (Abb. 6). Die Tonsteinlagen zeigen stark variierende Mächtigkeiten von 0,4 m (Schicht 97) bis 3,2 m (Schicht 99). Die Mächtigkeiten der sideritischen Konkretionslagen liegen bei 0,1 und 0,2 m. Die Häufigkeiten der Konkretionen in den einzelnen Lagen schwanken zwischen mäßig häufig in Schicht 106 bis häufig in den Schichten 96 und 98. Der Karbonatgehalt liegt zwischen min. 2 % (Probe 99-2) und max. 10 % (Probe 99-1). Auch dieses Profil kann biostratigraphisch der *E. regale* Zone des höheren Unter-Hauterive zugeordnet werden.

3.3 Kalkige Nannofossilien

Heisterholz 1 (Abb. 5, 7, 8): Der durchschnittliche Wert der Karbonatgehalte liegt bei 5,9 %. Die Auswertung der 13 bearbeiteten Proben ergab für sieben Proben (87x-2, 93x-2, 95x-2, 99x-1, 101x-2, 103x-1, 103x-6) eine mäßig gute Erhaltung der Coccolithen, unbestimmbare Formen stellen in diesen Proben 3,2-7,3 % der Vergesellschaftungen. In den Proben mit schlechtem Erhaltungszustand (89x-2, 91x-3, 91x-5, 99x-5, 99x-9, 103x-3) liegen die Anteile unbestimmbarer Individuen zwischen 5,1 und 10,3 %.

Um die 300 notwendigen Individuen pro Probe zu erreichen, durchschnittlich wurden 320,2 Individuen bestimmt, mußten im Durchschnitt 83,3 Gesichtsfelder ausgezählt werden. Insgesamt ergab sich ein mittlerer Wert von 3,8 Individuen/Gesichtsfeld. Geringe Häufigkeiten mit maximal 4,3 Individuen/Gesichtsfeld sind typisch für die untere Hälfte des Profils (Proben 87x-2 bis 95x-2), in der oberen Profilhälfte liegen die Häufigkeiten dagegen zwischen 3,5 bis 10,3 Coccolithen/Gesichtsfeld.

Es wurden insgesamt 44 Arten in unterschiedlicher Häufigkeit registriert, die Werte in den einzelnen Proben schwanken zwischen min. 20 (Probe 91x-5) bis max. 27 Arten (Probe 95x-2). Damit weist das Profil Heisterholz 1 ein um ca. 30 % größeres Artenspektrum als das Nachbarprofil Heisterholz 2 auf. Die häufigen Arten, die mit ca. 70-80 % den Großteil der kalkigen Nannofossilien ausmachen, entsprechen den in Heisterholz 2 beobachteten Taxa und sind dort eingehender beschrieben.

Heisterholz 2 (Abb. 6, 9, 10): Die Karbonatgehalte sind mit einem Durchschnittswert von 5,5 % insgesamt relativ niedrig. Die Bearbeitung von 9 Proben zeigte nur für drei Proben (93-1, 99-1, 101-2) eine gute bzw. mäßige Erhaltung der Coccolithen. Die unbestimmbaren Formen stellen in diesen Proben 2,4-5,1 % der Assoziationen, in den Proben mit schlechtem Erhaltungszustand (91-2, 95-2, 99-2, 99-4, 99-5, 103-2) liegt die Häufigkeit unbestimmbarer Individuen zwischen 2,1 und 10,7 %.

Im Durchschnitt wurden 115,6 Gesichtsfelder ausgezählt um die 300 notwendigen Individuen pro Probe zu erreichen. Es ergibt sich ein mittlerer Wert von 2,8 Individuen/Gesichtsfeld. Geringe Häufigkeiten mit maximal 3,6 Individuen/Gesichtsfeld sind typisch für den unteren und mittleren Profilschnitt (Proben 91-2 bis 99-2), im höheren Profilschnitt liegen die Häufigkeiten zwischen 5,5 bis 7,5 Coccolithen/Gesichtsfeld.

Insgesamt wurden 31 Arten in unterschiedlicher Häufigkeit beobachtet, die Werte schwanken von min. 15 (Probe 101-2) bis max. 23 Arten (Probe 99-5). Die häufigsten Arten stellen *Watznaueria barnesae* und *Cyclagelosphaera margerelii*. *W. barnesae* variiert von min. 11,5 % (Probe 103-2) bis max. 34,2 % (Probe 95-2), *Cyclagelosphaera margerelii* von min. 0,6 % (Probe 93-1) bis max. 31,4 % (Probe 103-2). Die Werte für *W. barnesae* gehen im oberen Profilschnitt stark zugunsten von *C. margerelii* zurück. Beide Taxa sind lösungsunempfindliche Placolithen, ihre Dominanz geht einher mit relativ niedrigen Karbonatwerten, so daß eine frühdiagenetische Karbonatlösung wahrscheinlich ist.

Andere häufige Taxa sind *Biscutum constans* mit min. 2,1 % (Probe 103-2) und max. 9,4 % (Probe 101-2), *Crucibiscutum salebrosum* mit min. 3,3 % (Probe 99-2) und max. 17,4 % (Probe 91-2), *Rhagodiscus asper* mit min. 4 % (Probe 99-2) und max. 13,1 % (Probe 93-1) und *Zeugrhabdotus* spp. Diese Taxa stellen ca. 70-80 % der Individuen.

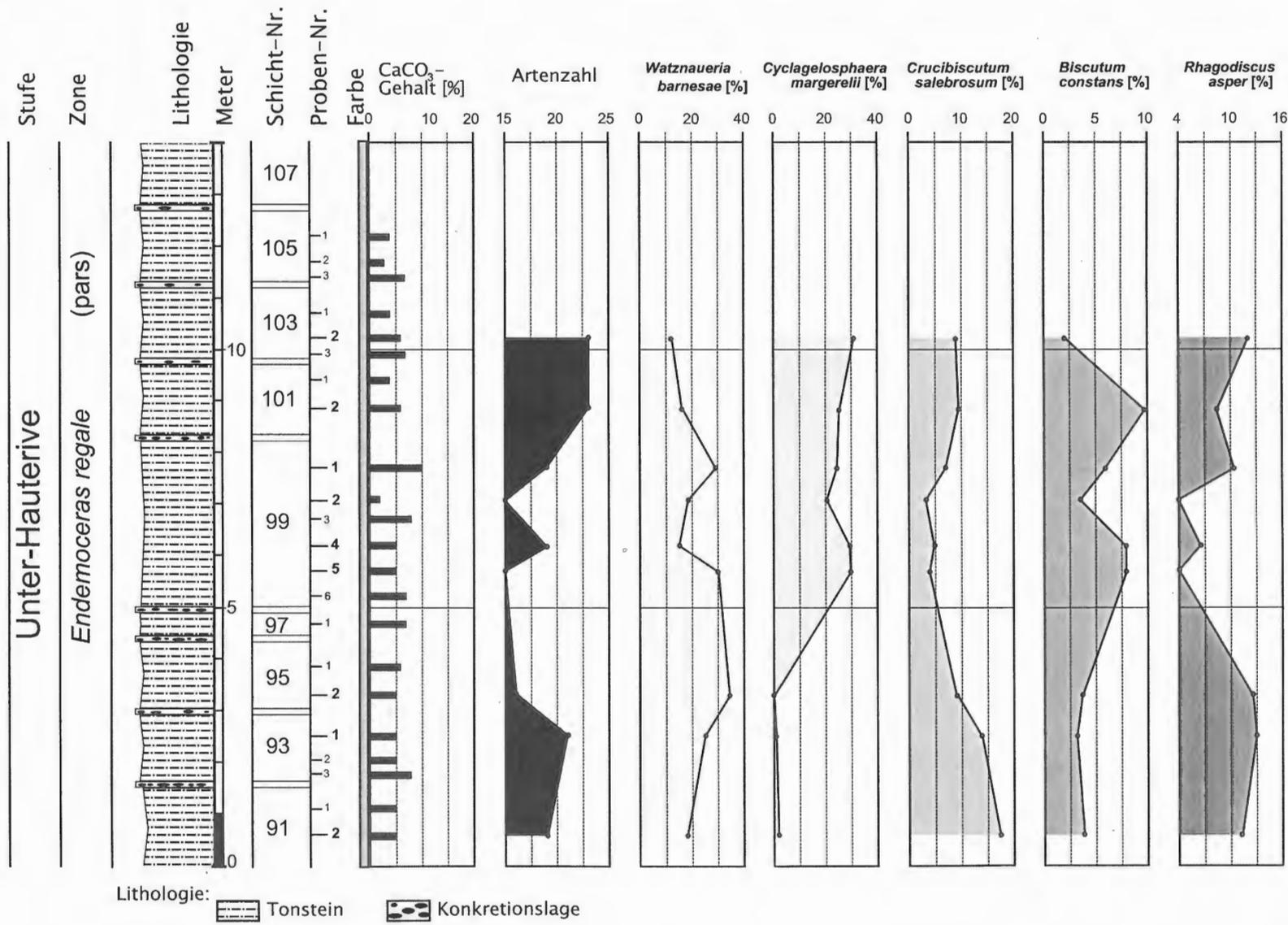


Abb. 6: Lithologie, Stratigraphie und Verteilung ausgewählter Taxa der kalkigen Nannofossilien des Profils Heisterholz 2.

Abb. 7: Häufigkeitstabelle der kalkigen Nannofossilien (Relativwerte) des Profils Heisterholz 1

Heisterholz 1		Stufe	Ammonitenzone		Proben-Nr.	Gesichtsfelder	gezählte Individuen	Artenzahl	Erhaltung
Unter-Hauterive		Endemocerces regale (pars)		1036/6	08	315	26	M	Anfractus harrisonii
1036/6	41	334	25	5	-	-	-	-	Assipetra infracretacea
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Axopodorhabdoceae indet.
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Axopodorhabdus sp.
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Axopodorhabdus dietzmannii
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Biscutum sp.
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Biscutum constans
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Bukryllithus ambiguus
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Calcutites sp.
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Chistozygocoeae indet.
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Chistozygus sp.
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Chistozygus tenuis
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Cretarhabdoceae indet.
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Cretarhabdus sp.
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Cretarhabdus conicus
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Cretarhabdus striatus
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Crucibiscutum solebratum
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Cyclagelosphaera sp.
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Cyclagelosphaera moirgerii
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Cyclagelosphaera tubulata
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Diazomatolithus lehmannii
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Discorhabdus rotatorius
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Eiffellithaceae indet.
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Eiffellithus sp.
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Eiffellithus striatus
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Eprolithus antiquus
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Ethmorhabdus hautevianus
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Granlarhabdus meddii
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Helenea chlastia
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Marivittella pemmatoidea
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Micranolithus sp.
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Micranolithus hoschulzi
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Micranolithus obtusus
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Micranolithus speetonensis
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Nannoconus sp.
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Percivalia fenestrata
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Retecapsa sp.
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Retecapsa angustiforata
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Retecapsa crenulata
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Retecapsa suirella
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Rhagadisocoeae indet.
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Rhagadiscus sp.
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Rhagadiscus asper
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Rotelapilius laffittei
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Sollasites sp.
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Sollasites horticus
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Speetonia colligata
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Staurolithes crux
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Stradnerithus sp.
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Stradnerithus geometricus
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Tegumentum sp.
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Tetrapodorhabdus captensis
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Tranolithus gabalus
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Tubodiscus sp.
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Watzaueria sp.
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Watzaueria barnesae
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Watzaueria britannica
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Watzaueria fossacincta
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Watzaueria ovata
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Zeughabdotus sp.
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Zeughabdotus diplogrammus
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Zeughabdotus erectus
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	unbestimmbare Formen
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Coccolithen g/Sediment (x E+06)

Abb. 8: Häufigkeitstabelle der kalkigen Nannofossilien (Absolutwerte) des Profils Heisterholz 1.

Heisterholz 1		Stufe	Ammonitenzone		Proben-Nr.	Gesichtsfelder	gezählte Individuen	Artenzahl	Erhaltung
Unter-Hauterive		Endemocerces regale (pars)		1036/6	08	315	26	M	Anfractus harrisonii
1036/6	41	334	25	5	-	-	-	-	Assipetra infracretacea
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Axopodorhabdoceae indet.
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Axopodorhabdus sp.
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Axopodorhabdus dietzmannii
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Biscutum sp.
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Biscutum constans
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Bukryllithus ambiguus
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Calcutites sp.
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Chistozygocoeae indet.
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Chistozygus sp.
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Chistozygus tenuis
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Cretarhabdoceae indet.
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Cretarhabdus sp.
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Cretarhabdus conicus
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Cretarhabdus striatus
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Crucibiscutum solebratum
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Cyclagelosphaera sp.
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Cyclagelosphaera moirgerii
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Cyclagelosphaera tubulata
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Diazomatolithus lehmannii
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Discorhabdus rotatorius
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Eiffellithaceae indet.
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Eiffellithus sp.
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Eiffellithus striatus
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Eprolithus antiquus
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Ethmorhabdus hautevianus
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Granlarhabdus meddii
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Helenea chlastia
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Marivittella pemmatoidea
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Micranolithus sp.
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Micranolithus hoschulzi
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Micranolithus obtusus
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Micranolithus speetonensis
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Nannoconus sp.
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Percivalia fenestrata
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Retecapsa sp.
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Retecapsa angustiforata
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Retecapsa crenulata
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Retecapsa suirella
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Rhagadisocoeae indet.
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Rhagadiscus sp.
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Rhagadiscus asper
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Rotelapilius laffittei
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Sollasites sp.
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Sollasites horticus
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Speetonia colligata
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Staurolithes crux
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Stradnerithus sp.
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Stradnerithus geometricus
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	Tegumentum sp.
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Tetrapodorhabdus captensis
996/9	54	316	26	5	-	-	-	-	Tranolithus gabalus
996/5	90	320	26	5	-	-	-	-	Tubodiscus sp.
996/1	33	322	24	M	-	-	-	-	Watzaueria sp.
956/2	133	349	20	M	-	-	-	-	Watzaueria barnesae
936/2	98	310	24	M	-	-	-	-	Watzaueria britannica
916/5	106	315	27	5	-	-	-	-	Watzaueria fossacincta
896/2	180	325	22	5	-	-	-	-	Watzaueria ovata
876/2	70	301	23	M	-	-	-	-	Zeughabdotus sp.
1036/6	08	315	26	M	-	-	-	-	Zeughabdotus diplogrammus
1036/3	41	334	25	5	-	-	-	-	Zeughabdotus erectus
1036/1	52	319	25	M	-	-	-	-	unbestimmbare Formen
1016/2	36	326	23	M	-	-	-	-	Coccolithen g/Sediment (x E+06)

Abb. 9: Häufigkeitstabelle der kalkigen Nannofossilien (Absolutwerte) des Profils Heisterholz 2.

Heisterholz 2		Stufe	Ammonitenzone	Proben-Nr.	Gesichtsfelder	gezählte Individuen	Artenzahl	Erhaltung
Unter-Hauterive		Endemoceras regale (pars)						
10/12	55	382	23	5	0.3	0.3	1	1
10/12	66	373	23	5	0.3	0.3	1	1
99/1	44	328	19	M	0.6	0.6	2	19
99/2	200	299	15	S	0.3	0.3	2	10
99/4	119	311	19	S	0.6	0.6	2	23
99/5	139	314	15	S	0.3	0.3	1	23
99/2	128	322	16	S	0.3	0.3	1	12
93/1	67	314	21	M	0.3	0.6	2	10
91/2	200	247	19	S	0.4	0.8	2	9
		Axopodarhabdus sp.						
		Axopodarhabdus dietzmannii						
		Biscutum sp.						
		Biscutum constans						
		Bukryolithus ambiguus						
		Chlastozygaceae indet.						
		Chlastozygus sp.						
		Chlastozygus tenuis						
		Conusphaera sp.						
		Cretarhabdus sp.						
		Cretarhabdus conicus						
		Cretarhabdus striatus						
		Crucibiscutum salebrosum						
		Cyclagelosphaera margerellii						
		Cyclagelosphaera tubulata						
		Diazomatolithus lehmanii						
		Discorhabdus rotatorius						
		Eiffellithaceae indet.						
		Eiffellithus sp.						
		Eiffellithus striatus						
		Eporolithus antiquus						
		Eithmorhabdus hauerivianus						
		Manivitella pemmatoidea						
		Micranolithus hoschutzi						
		Retecapsa sp.						
		Retecapsa angustiforata						
		Retecapsa crenulata						
		Retecapsa surirella						
		Rhogadiscus sp.						
		Rhogadiscus asper						
		Rotelapillus laffittei						
		Solastites sp.						
		Speetonia colligata						
		Staurolithes sp.						
		Staurolithes crux						
		Watznaueria sp.						
		Watznaueria barnesae						
		Watznaueria britannica						
		Watznaueria fossocincta						
		Watznaueria ovata						
		Zeughabdodus sp.						
		Zeughabdodus diplogrammus						
		Zeughabdodus erectus						
		unbestimmbare Formen						
		Coccolithen g/Sediment (x E+06)						

Abb. 10: Häufigkeitstabelle der kalkigen Nannofossilien (Relativwerte) des Profils Heisterholz 2.

Heisterholz 2		Stufe	Ammonitenzone	Proben-Nr.	Gesichtsfelder	gezählte Individuen	Artenzahl	Erhaltung
Unter-Hauterive		Endemoceras regale (pars)						
10/12	55	382	23	S	0.3	0.3	1	1
10/12	66	373	23	S	0.3	0.3	1	1
99/1	44	328	19	M	0.6	0.6	2	19
99/2	200	299	15	S	0.3	0.3	2	10
99/4	119	311	19	S	0.6	0.6	2	23
99/5	139	314	15	S	0.3	0.3	1	23
99/2	128	322	16	S	0.3	0.3	1	12
93/1	67	314	21	M	0.3	0.6	2	10
91/2	200	247	19	S	0.4	0.8	2	9
		Axopodarhabdus sp.						
		Axopodarhabdus dietzmannii						
		Biscutum sp.						
		Biscutum constans						
		Bukryolithus ambiguus						
		Chlastozygaceae indet.						
		Chlastozygus sp.						
		Chlastozygus tenuis						
		Conusphaera sp.						
		Cretarhabdus sp.						
		Cretarhabdus conicus						
		Cretarhabdus striatus						
		Crucibiscutum salebrosum						
		Cyclagelosphaera margerellii						
		Cyclagelosphaera tubulata						
		Diazomatolithus lehmanii						
		Discorhabdus rotatorius						
		Eiffellithaceae indet.						
		Eiffellithus sp.						
		Eiffellithus striatus						
		Eporolithus antiquus						
		Eithmorhabdus hauerivianus						
		Manivitella pemmatoidea						
		Micranolithus hoschutzi						
		Retecapsa sp.						
		Retecapsa angustiforata						
		Retecapsa crenulata						
		Retecapsa surirella						
		Rhogadiscus sp.						
		Rhogadiscus asper						
		Rotelapillus laffittei						
		Solastites sp.						
		Speetonia colligata						
		Staurolithes sp.						
		Staurolithes crux						
		Watznaueria sp.						
		Watznaueria barnesae						
		Watznaueria britannica						
		Watznaueria fossocincta						
		Watznaueria ovata						
		Zeughabdodus sp.						
		Zeughabdodus diplogrammus						
		Zeughabdodus erectus						
		unbestimmbare Formen						
		Coccolithen g/Sediment (x E+06)						

Die Anzahl der Coccolithen pro Gramm Sediment schwankt in den Proben beider Profile von max. 43,5 Millionen Exemplaren (Probe 99x-1; Heisterholz 1) bis min. 5,8 Millionen Exemplaren (Probe 91-2; Heisterholz 2). Durchschnittlich zeigen die Proben des Profils Heisterholz 1 mit 22,8 Millionen Coccolithen pro Gramm Sediment eine ca. 30% stärkere Coccolithenführung als die des Profils Heisterholz 2 (17,0 Millionen Coccolithen pro Gramm Sediment). Der durchweg niedrige Anteil an Coccolithen pro Gramm Sediment spiegelt sich u.a. auch im Karbonatgehalt der Tonsteine wieder.

3.4 Foraminiferen

Für eine qualitative und quantitative Analyse der Benthosforaminiferen wurden 13 Proben des Profils Heisterholz 2 ausgewertet (Abb. 11, 12, 13). Die Gesamtindividuenzahl zeigt deutliche Schwankungen von min. 207 Individuen pro Gramm Sediment (l/g Sed.) in Probe 99-2 und 471 l/g Sed. (Probe 93-1) bis max. 1317 l/g Sed. (Probe 99-1) und 1831 (Probe 93-3). Die Diversität schwankt zwischen 12 Arten (Probe 93-1) und 22 Arten (Probe 99-4), es konnten 11 Sandschaler- und 32 Kalkschalerarten unterschieden werden. Während die Artenvielfalt des agglutinierenden Benthos mit Werten zwischen 3 und 7 Arten über den bearbeiteten Profilschnitt relativ konstant ist, variiert die Kalkschaler-Diversität deutlicher zwischen 8 und 15 Arten.

Das Kalkschaler/Sandschaler-Verhältnis (prozentualer Anteil von kalkschaligen bzw. sandschaligen Benthosforaminiferen bezogen auf die Gesamtindividuenzahl) wird im unteren und oberen Profilschnitt von den Kalkschalern dominiert, lediglich im mittleren Bereich ist in einzelnen Proben ein Anteil agglutinierender Foraminiferen von über 25 % zu beobachten (Proben 99-2, 101-2, 103-1, 103-3). Mit Ausnahme der Probe 99-2, in der die agglutinierenden Foraminiferen eine Häufigkeit von 52,6 % erreichen, überwiegen die Kalkschaler in den untersuchten Proben mit Anteilen bis zu 95,8 % (Probe 93-1) sehr deutlich.

Die Sandschalerassoziationen der bearbeiteten Proben sind geringdivers und werden von *Haplophragmium aequale* dominiert. Es wurde max. 220 l/g Sed. ermittelt (Probe 103-3), das entspricht einem prozentualen Anteil von 32 %. Der Minimalwert liegt bei 0,7 l/g Sed. (= 0,3 %; Probe 91-2). Neben *H.aequale* treten u.a. *Ammobaculites agglutinans*, *Ammobaculites fontenensis*, *Ammodiscus tenuissimus*, *Glomospira gordialis* und *Triplasia emslandensis emslandensis* auf.

Innerhalb der Kalkschaler-Assoziationen sowie in den gesamten Foraminiferenassoziationen, überwiegen Lenticulinen und Epistominen deutlich. *Epistomina caracolla* erreicht Anteile von maximal 1272 l/g Sed (93-1). Lediglich in drei Proben (93-3, 101-2, 105-3) bleiben die Anteile unter 10 %; das Minimum liegt mit 6 % in Schicht 102. Die Lenticulinen sind vor allem durch *Lenticulina muensteri* und *Lenticulina roemeri* vertreten. *L. muensteri* tritt mit Werten zwischen min. 5 l/g Sed. (= 3 %; Probe 99-2) und max. 270 l/g Sed. (= 21 %; Probe 99-1) auf. *L. roemeri* zeigt Häufigkeiten von min. 33 l/g Sed. (= 16%; Probe 99-2) und max. 191 l/g Sed. (=21 %; Probe 95-2). Diese Arten sind mit anderen, z.T. nur vereinzelt auftretenden, Kalkschalern wie *Astacolus bronni*, *Citharina harpa*, *Frondicularia concinna*, *Lagena hauteriviana hauteriviana*, *Marginulinopsis ? gracilismima* und *Saracenaria pyramidata* assoziiert.

Die Vergesellschaftungen werden überwiegend von Foraminiferen der Gruppe II und III nach MICHAEL (1974) dominiert. Dabei handelt es sich ökologisch relativ anspruchslose und somit anpassungsfähige Formen wie *Glomospira gordialis*, *Ammobaculites* spp., *E. caracolla* oder *L. muensteri*. Diese Foraminiferen sind z.B. mit *Haplophragmium* spp., *Triplasia emslandensis emslandensis*, *E. ornata*, *Frondicularia* spp. oder *Citharina* spp. assoziiert, die zu den anspruchsvollen bzw. wenig anpassungsfähigeren Formen der Gruppe I nach MICHAEL (1974) gehören. Tethyale Foraminiferen, z.B. miliolide Formen, wurden in den bearbeiteten Proben nicht beobachtet.

Neben Foraminiferen wurden in allen Proben Gastropoden- und Ostrakodenschalen gefunden. In einigen Proben traten desweiteren Bivalvenschalen beobachtet.

3.6 Makrofauna

Aus dem Aufschluss ist eine mäßig reiche Makrofauna bekannt. Cephalopoden: *Endemoceras longinodum*, *Endemoceras* sp., *Nautilus* sp. Krebse: *Astacodes falcifer*, *Eryma sulcata*, *Hoploparia dentata*, *Mecochirus ornatus*. Bivalven: *Thracia phillipsii*. Schlangensterne, Fisch- und Reptilwürfel.

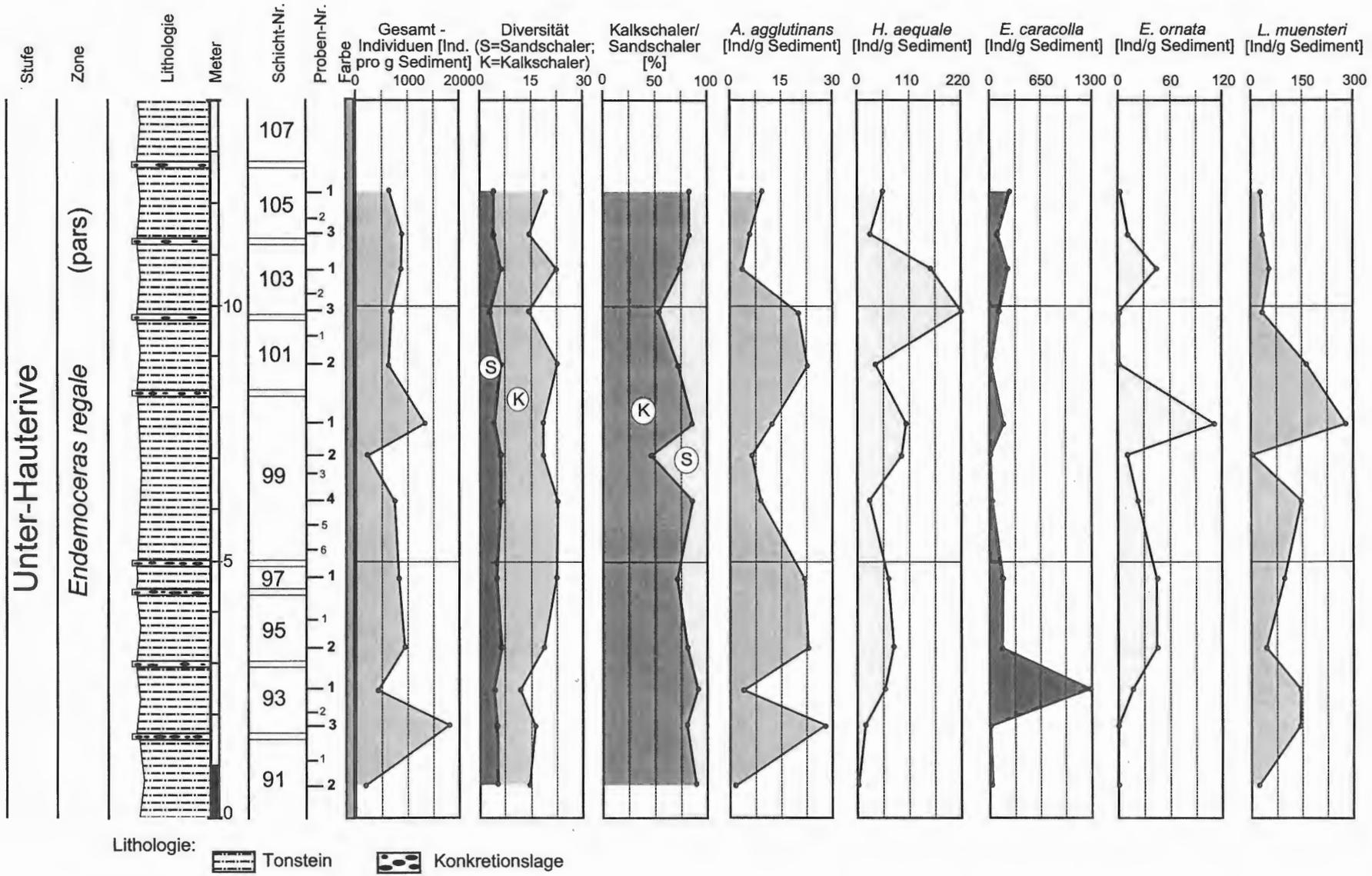


Abb. 11: Verteilungsdiagramm ausgewählter Foraminiferen für das Profil Heisterholz 2.

4 Diskussion

Die in beiden Profilen verhältnismäßig arten- und individuenarmen Assoziationen der kalkigen Nannofossilien lassen sich entweder als diagenetisches oder als primär ökologisches Signal deuten. Die schlechte Erhaltung, die Dominanz von lösungsresistenten Arten (*W. barnesae*, *C. margerelii*) und das Fehlen von lösungsempfindlichen Formen weist auf eine diagenetische Überprägung hin. Das Nannoplankton setzt sich aus Vertretern unterschiedlicher ökologischer Gruppen zusammen. Den Großteil stellen robuste Kosmopoliten, wie *W. barnesae* und *C. margerelii*. An borealen Formen treten häufig *C. salebrosum* und *Z. erectus* auf. Die Art *Eprolithus antiquus*, auch ein Vertreter des borealen Reiches, wurde in den oberen drei Schichten gefunden. Tethyale Taxa hingegen (z.B. *Cruciellipsis*), mit Ausnahme von *Conusphaera* sp. (Heisterholz 2) und *Nannocoelus* sp. (Heisterholz 1), fehlen vollständig. Weiterhin finden sich in den Proben *R. asper* und *B. constans*, die hier, in Verbindung mit borealen und kosmopolitischen Arten, wohl als Indikatoren für einen höheren Nährstoffeintrag anzusehen sind.

Diese Verteilungen signalisieren für den untersuchten Zeitabschnitt einen unzureichenden Austausch zwischen borealem Gebiet und der Tethys oder relativ kühle klimatische Verhältnisse. Das Nannoplankton beider Profile zeigt ein eindeutig boreales Gepräge. Auch die mäßigen Artenzahlen sprechen für eine fehlende bzw. unterbrochene Einwanderung neuer Taxa aus der Tethys. Die Tonsteine dieses Profils könnten also in einem größeren isolierten Beckenbereich entstanden sein, der außerdem einem hohen Nährstoffeintrag unterlag (*B. constans*, *R. asper*). Die borealen Taxa indizieren hierbei eine Ablagerung der Tonsteine unter kühleren und wechselhafteren Temperaturen.

Bemerkenswert sind die Verteilungsmuster von *W. barnesae* und *C. margerelii*. In beiden Profilen, die etwa einen Kilometer auseinanderliegen, ist *C. margerelii* in dem unteren Profilabschnitt extrem selten. In Schicht 95x (Heisterholz 1) bzw. Schicht 95 (Heisterholz 2) steigen die Werte dann sprunghaft auf 20-30 % an; gleichzeitig sinken die Anteile von *W. barnesae* um etwa 10 % ab. Lithofaziell lassen sich die beiden Profile mit Hilfe des mächtigen Tonsteinhorizontes 99 und der Konkretionsdoppellagen 98 und 96 exzellent miteinander korrelieren. Die sprunghafte Zunahme von *C. margerelii* erfolgt in beiden Profilen synchron in Schicht 95. Da es sich bei *C. margerelii* um einen lösungsunempfindlichen Placolithen handelt, der in der gesamten Unterkreide in schwankenden Häufigkeiten vorhanden ist, wird wahrscheinlich, daß es sich um ein primär ökologisches Signal handelt. Weiterhin handelt es sich um ein scharf begrenztes Event, das für biostratigraphische Zwecke genutzt werden kann. Diese Deutung wird unterstützt durch die Tatsache, daß dieses gehäufte Vorkommen von *C. margerelii* im hohen Unter-Hauterive auch aus den Profilen Moorberg (30 km S Hannover; MUTTERLOSE 1991) und Speeton (NE England) als *C. margerelii* Akme beschrieben wurde. Allerdings ist derzeit noch unklar auf welche Veränderungen der autökologischen Parameter *C. margerelii* reagiert.

Die ebenfalls relativ arten- und individuenarme Foraminiferen-Assoziation des Profils Heisterholz 2 sowie deren überwiegend mäßig Erhaltung deutet, analog zu den Beobachtungen des kalkigen Nannoplanktons, auf eine diagenetische Überprägung hin.

Obwohl die Vergesellschaftung sich aus unterschiedlichen ökologischen Gruppen zusammensetzt, zeigt sie eine klare Dominanz an relativ anspruchslosen, anpassungsfähigen Foraminiferen. Allein die beiden Arten *E. caracolla* und *L. muensteri* erreichen einen Anteil bis zu 76 % (Probe 93-1). Aus den durch die Foraminiferenuntersuchung gewonnenen Daten läßt sich auf ein flach-neritisches Ablagerungsmilieu schließen.

Da Tethys-Anzeiger in der Foraminiferen-Assoziation nicht beobachtet wurden wird deutlich, daß das kalkige Nannoplankton schneller die borealen Bereiche besiedelte als die benthonischen Foraminiferen.

5 Taxonomischer Index

Taxonomischer Index der im Text und in den Tabellen aufgeführten Gattungen und Arten.

Kalkiges Nannoplankton (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen):

Anfractus MEDD 1979

Anfractus harrisonii MEDD 1979

Assipetra ROTH 1973

Assipetra infracretaceae (THIERSTEIN 1973) ROTH 1973

Axopodorhabdus WIND & WISE in WIND & WISE 1977

Abb. 12: Reichweitentabelle der sanschaligen Foraminiferen für das Profil Heisterholz 2.

Heisterholz 2						Stufe	Ammonitenzone	Proben-Nr.	Sand-schaler in %	Kalk-schaler in %	Diversität Sand-schaler	Diversität Kalk-schaler	<i>Ammobaculites agglutinans</i> <i>Ammobaculites fontenensis</i> <i>Ammobaculites irregulariformis</i> <i>Ammodiscus gaultinus</i> <i>Ammodiscus tenuissimus</i>
Unter-Hauterive													
105/3	18.7	81.3	4	4	10								
105/1	18.6	81.4	4	4	14								
103/3	44.4	55.6	3	11	11								
103/3	26.5	73.5	6	14	14								
101/2	26.9	73.1	6	14	14								
99/4	13.8	86.2	6	14	14								
99/2	52.6	47.4	6	12	12								
99/1	13.3	86.7	4	14	14								
97/1	27.9	72.1	5	15	15								
95/2	22.0	78.0	7	11	11								
93/3	18.9	81.1	5	11	11								
93/1	4.2	95.8	4	8	8								
91/2	7.5	95.5	6	9	9								

Abb. 13: Reichweitentabelle der kalkschaligen Foraminiferen für das Profil Heisterholz 2.

Heisterholz 2						Stufe	Ammonitenzone	Proben-Nr.	Sand-schaler in %	Kalk-schaler in %	Diversität Sand-schaler	Diversität Kalk-schaler	<i>Astacolus bronni</i> <i>Astacolus callopsis</i> <i>Astacolus linearis</i> <i>Cibicides discors discors</i> <i>Cibicides harpa</i> <i>Cibicides sparsocostata</i> <i>Cibicides striatulus</i> <i>Epistominella caracolla</i> <i>Epistominella ornata</i> <i>Fronculina concinna</i> <i>Fronculina floccina</i> <i>Fronculina microdisca</i> <i>Hemibulimina cephalotes</i> <i>Lagena haueriviana haueriviana</i> <i>Lagena laevis</i> <i>Lagena oxytoma</i> <i>Lenticulina dunteri</i> <i>Lenticulina nodosai</i> <i>Lenticulina muensteri</i> <i>Lenticulina pulchella</i> <i>Lenticulina roemeri</i> <i>Lenticulina saxonica</i> <i>Lenticulina subangulata</i> <i>Margulina pyramida</i> <i>Margulinopsis jonesi</i> <i>Margulinopsis striatocostata</i> <i>Margulinopsis ? gracilissima</i> <i>Planulina tricarina</i> <i>Pseudonodosaria humilis</i> <i>Pyramulina paucicosta</i> <i>Saracenaria pyramida</i> <i>Trifarina angulosa</i>
Unter-Hauterive													
105/3	18.7	81.3	4	4	10								
105/1	18.6	81.4	4	4	14								
103/3	44.4	55.6	3	11	11								
103/3	26.5	73.5	6	14	14								
101/2	26.9	73.1	6	14	14								
99/4	13.8	86.2	6	14	14								
99/2	52.6	47.4	6	12	12								
99/1	13.3	86.7	4	14	14								
97/1	27.9	72.1	5	15	15								
95/2	22.0	78.0	7	11	11								
93/3	18.9	81.1	5	11	11								
93/1	4.2	95.8	4	8	8								
91/2	7.5	95.5	6	9	9								

Axopodorhabdus dietzmannii (REINHARDT 1965) WIND & WISE 1977
Biscutum BLACK in BLACK & BARNES 1959
Biscutum constans (GÓRKA 1957) BLACK 1967
Bukrylithus BLACK 1971a
Bukrylithus ambiguus BLACK 1971a
Calculites PRINS & SISSINGH in SISSINGH 1977
Chiastozygus GARTNER 1968
Chiastozygus tenuis BLACK 1971a
Conusphaera TREJO 1969
Cretarhabdus BRAMLETTE & MARTINI 1964
Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI 1964
Cretarhabdus striatus (STRADNER 1963) BLACK 1973
Crucibiscutum JAKUBOWSKI 1986
Crucibiscutum salebrosum (BLACK 1971) JAKUBOWSKI 1986
Cyclagelosphaera NOËL 1965
Cyclagelosphaera margerelii NOËL 1965
Cyclagelosphaera tubulata (GRÜN & ZWEILI 1980) COOPER 1987
Diazomatolithus NOËL 1965
Diazomatolithus lehmanii NOËL 1965
Discorhabdus NOËL 1965
Discorhabdus rotatorius (BUKRY 1969) THIERSTEIN 1973
Eiffellithus REINHARDT 1965
Eiffellithus striatus (BLACK 1971a) APPLGATE & BERGEN 1988
Eprolithus STOVER 1966
Eprolithus antiquus PERCH-NIELSEN 1979a
Ethmorhabdus NOËL 1965
Ethmorhabdus hauterivianus (BLACK 1971) APPLGATE in COVINGTON & WISE 1987
Grantarhabdus BLACK 1971a
Grantarhabdus meddii BLACK 1971a
Helenea WORSLEY 1971
Helenea chiasia WORSLEY 1971
Manivitella THIERSTEIN 1971
Manivitella pemmatoidea (DEFLANDRE in MANIVIT 1965) THIERSTEIN 1971
Micrantholithus DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT 1954
Micrantholithus hoschulzii (REINHARDT 1966) THIERSTEIN 1971
Micrantholithus obtusus STRADNER 1963
Micrantholithus speetonensis PERCH-NIELSEN 1979
Nannoconus KAMPTNER 1931
Percivalia BUKRY 1969
Percivalia fenestrata (WORSLEY 1971) WISE 1983
Retecapsa BLACK 1971a
Retecapsa angustiforata BLACK 1971a
Retecapsa crenulata (BRAMLETTE & MARTINI 1964) GRÜN in GRÜN & ALLEMANN 1975
Retecapsa surirella (DEFLANDRE & FERT 1954) GRÜN in GRÜN & ALLEMANN 1975
Rhagodiscus REINHARDT 1967
Rhagodiscus asper (STRADNER 1963) REINHARDT 1967
Rotelapillus NOËL 1973
Rotelapillus laffitei (NOËL 1957) NOËL 1973
Sollasites BLACK 1967
Sollasites horticus (STRADNER et al. in STRADNER & ADAMIKER 1966) CEPEK & HAY 1969
Speetonia BLACK 1971a
Speetonia colligata BLACK 1971
Staurolithites CARATINI 1963
Staurolithites crux (DEFLANDRE & FERT 1954) CARATINI 1963
Stradnerlithus BLACK 1971a
Stradnerlithus geometricus (GÓRKA 1957) BOWN & COOPER 1989a
Tegumentum THIERSTEIN in ROTH & THIERSTEIN
Tetrapodorhabdus BLACK 1971a
Tetrapodorhabdus coptensis BLACK 1971a
Tranolithus STOVER 1966
Tranolithus gabalus STOVER 1966

Tubodiscus THIERSTEIN 1973
Watznaueria REINHARDT 1964
Watznaueria barnesae (BLACK in BLACK & BARNES 1959) PERCH-NIELSEN 1968
Watznaueria britannica (STRADNER 1963) REINHARDT 1964
Watznaueria fossacincta (BLACK 1971) BOWN in BOWN & COOPER 1989
Watznaueria ovata BUKRY 1969
Zeugrhabdotus REINHARDT 1965
Zeugrhabdotus diplogrammus DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT 1954
Zeugrhabdotus erectus (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT 1954) REINHARDT 1965

Sandschalige Foraminiferen (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen)

Ammobaculites CUSHMANN 1910
Ammobaculites agglutinans (ORBIGNY 1846)
Ammobaculites fontenensis (TERQUEM 1870)
Ammobaculites irregulariformis BARTENSTEIN & BRAND 1951
Ammodiscus REUSS 1861
Ammodiscus gaultinus BERTHELIN 1880
Ammodiscus tenuissimus (GÜMBEL 1862)
Glomospira gordalis (JONES & PARKER 1860)
Haplophragmium REUSS 1860
Haplophragmium aequale MJATLIUK 1939
Haplophragmoides CUSHMAN 1910
Haplophragmoides nonionionides (REUSS 1863)
Protonina WILLIAMSON 1858
Protonina difflugiformis BRADY 1879
Reophax MONTFORT 1808
Reophax scorpiurus MONTFORT 1808
Triplasia REUSS 1854
Triplasia emslandensis emslandensis BARTENSTEIN & BRAND 1951
Verneulinoides LOEBLICH & TAPPAN 1949
Verneulinoides neocomiensis MJATULIK 1939

Kalkschalige Foraminiferen (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen)

Astacolus MONTFORT 1808
Astacolus bronni (ROEMER 1841)
Astacolus callopsi (REUSS 1863)
Astacolus linearis (REUSS 1863)
Citharina ORBIGNY 1839
Citharina harpa (ROEMER 1841)
Citharina discors discors (KOCH 1851)
Citharina sparsicostata (REUSS 1863)
Citharina striatula (ROEMER 1842)
Epistomina TERQUEM 1883
Epistomina caracolla (ROEMER 1841)
Epistomina ornata (ROEMER 1842)
Frondicularia DEFRANCE 1826
Frondicularia concinna KOCH 1851
Frondicularia filocinta REUSS 1863
Frondicularia microdisca microdisca REUSS 1860
Hemirobulina STACHE 1864
Hemirobulina cephalotes (REUSS 1863)
Lagena WALKER & JACOB 1798
Lagena hauteriviana hauteriviana BARTENSTEIN & BRAND 1951
Lagena laevis (MONTGAU 1803)
Lagena oxystoma REUSS 1858
Lenticulina LAMARCK 1804

Lenticulina dunkeri (REUSS 1863)
Lenticulina muensteri (ROEMER 1839)
Lenticulina nodosa (REUSS 1863)
Lenticulina pulchella (REUSS 1863)
Lenticulina roemeri (REUSS 1863)
Lenticulina saxonica BARTENSTEIN & BRAND 1951
Lenticulina subangulata (REUSS 1863)
Marginulina ORBIGNY 1826
Marginulina pyramidalis (KOCH 1851)
Marginulinopsis SILVESTRI 1904
Marginulinopsis jonesi (REUSS 1863)
Marginulinopsis striatocostata (REUSS 1863)
Marginulinopsis ? gracilissima (REUSS 1863)
Planularia DEFRANCE 1826
Planularia tricarinnella (REUSS 1863)
Pseudonodosaria BOOMGART 1949
Pseudonodosaria humilis (ROEMER 1841)
Pyramidulina FORNASINI 1894
Pyramidulina paucicosta (ROEMER 1841)
Saracenaria DEFRANCE 1824
Saracenaria pyramidata (REUSS 1863)
Tristix MACFADYEN 1941
Tristix acutengula (REUSS 1863)

Ammoniten (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen):

Endemoceras longinodum (NEUMAYR & UHLIG 1881)

Bivalven (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen):

Thracia phillipsii ROEMER 1841

Krebse (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen):

Astacodes falcifer BELL 1863
Hoploparia dentata (ROEMER 1836)
Mecochirus ornatus (PHILLIPS 1835)
Eryma sulcata (HARBORT 1905)

6 Literatur

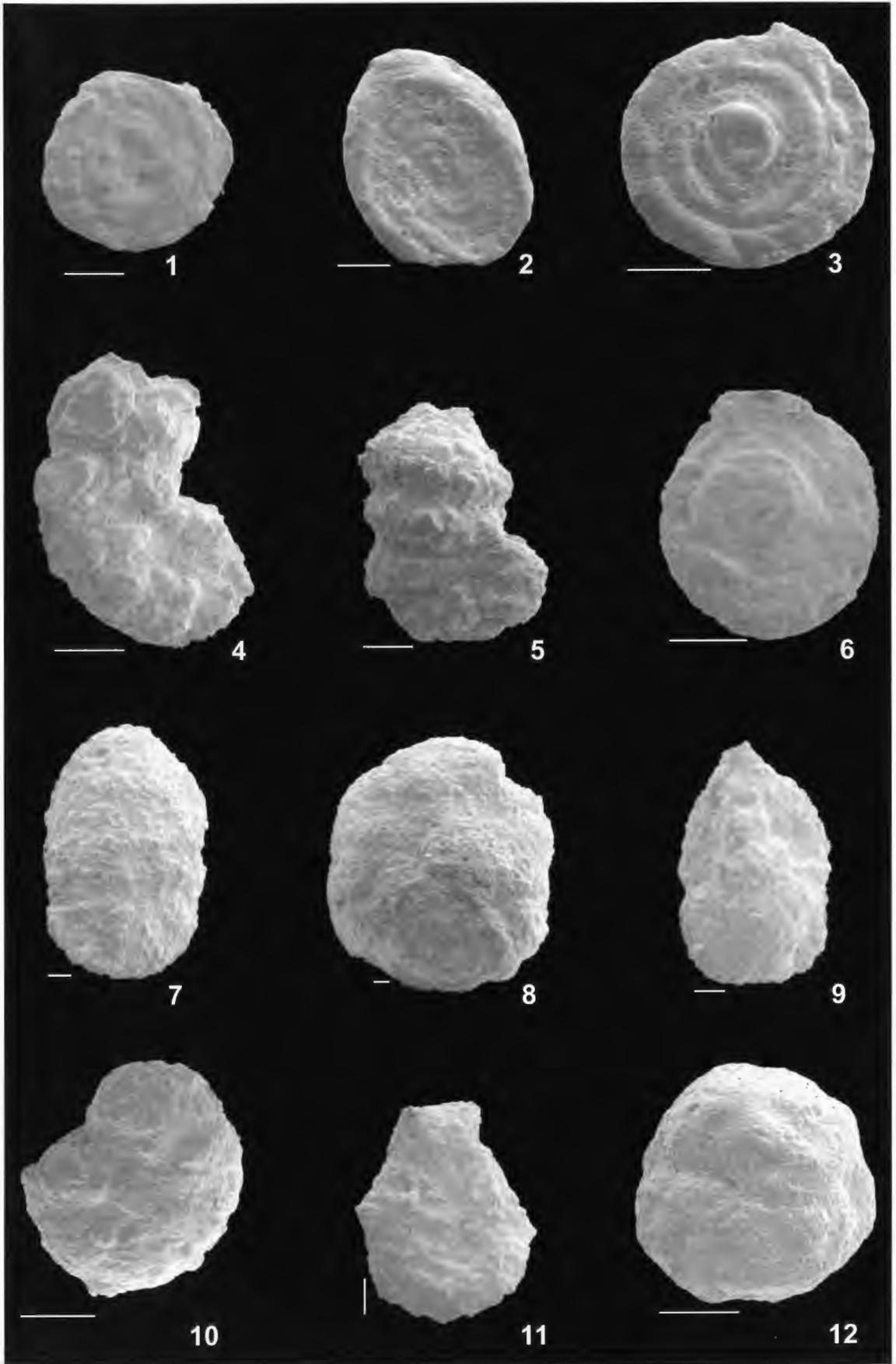
- BALDSCHUHN, R. & KOCKEL, F. (1996): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland. - In: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [Hrsg.]: Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland; Hannover.
- BARTENSTEIN, H. & BETTENSTAEDT, F. (1962): Marine Unterkreide (Boreal und Tethys). - In: Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen (Hrsg.): Leitfossilien der Mikropaläontologie. - 225-297, 8 Abb., 2 Tab., 9 Taf.; Borntraeger (Berlin).
- BARTENSTEIN, H. & BRAND, E. (1951): Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwestdeutschen Valendis. - Abh. senckenb. naturf. Ges., **485**: 239-336, 3 Abb., 25 Taf.; Frankfurt.
- BOWN, P. (1998): Calcareous nannofossil biostratigraphy. - 315 S.; Chapman & Hall.
- GEISEN, M., HERRLE, J.O., MUTTERLOSE, J. & YOUNG, J.R. (1999): Calibration of the random settling technique for calculation of absolute abundances of calcareous nannoplankton.- Micropaleontology, **45**: 123-138; New York.
- HARBORT, E. (1905): Die Fauna der Schaumburg-Lippeschen Kreidemulde. - Abh. Kgl. Preuß. Geol. L. A., N. F., **45**: 112 S., 12 Taf.; Berlin.
- KEMPER, E. (1979): Die Unterkreide Nordwestdeutschlands - Ein Überblick. - In: WIEDMANN, J. (ed.), Aspekte der Kreide Europas. IUGS Series **A 6**: 1-9, 3 Abb., 2 Tab.; Schweizerbart, Stuttgart.

- KOENEN, A. v. (1902): Die Ammonitiden des norddeutschen Neokom, Text- und Tafelband. Abh. Preuß. Geol. Landesamt, N. F., **24**: 451 S., 60 Taf.; Berlin.
- KOENEN, A. v. (1904): Über die untere Kreide Helgolands und ihre Ammonitiden. – Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse, N.F., **3** (2): 1-63, 4 Taf.; Berlin.
- KOENEN, A. v. (1908): Bemerkungen zur Gliederung der unteren Kreide. – Centralblatt Min., Geol. und Pal., **1908**: 289-293; Stuttgart.
- MEYN, H. & VESPERMANN, J. (1994): Taxonomische Revision von Foraminiferen der Unterkreide SE-Niedersachsens nach ROEMER (1839, 1841, 1842), KOCH (1851) und REUSS (1863). – Senckenbergiana Lethaea, **74**: 49-272, 17 Abb., 14 Tab., 66 Taf.; Frankfurt am Main.
- MICHAEL, E. (1974): Zur Palökologie und Faunenführung im westlichen Bereich des norddeutschen Unterkreide-Meeres. – Geol. Jb., **A 19**: 68S., 9 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Hannover.
- MICHAEL, E. (1979): Mediterrane Fauneneinflüsse in den borealen Unterkreide-Becken Europas, besonders Nordwestdeutschlands. – In: WIEDMANN, J. (ed.), Aspekte der Kreide Europas. IUGS Series, **A 6**: 305-321, 4 Abb., 1 Tab.; Schweizerbart, Stuttgart.
- MÜLLER, G. (1896): Beitrag zur Kenntnis der unteren Kreide im Herzogtum Braunschweig. – Jb. Kgl. Preuß. Geol. L. A.; Berlin.
- MUTTERLOSE, J. (1991): Das Verteilungs- und Migrationsmuster des kalkigen Nannoplanktons in der Unterkreide (Valangin-Apt) NW-Deutschlands. – Palaeontographica, **B 221**: 27-152, 51 Abb., 17 Taf.; Stuttgart.
- MUTTERLOSE, J. (1992a): Die Unterkreide-Aufschlüsse (Berrias-Hauterive) im nördlichen Wiehengebirgsvorland (N-Deutschland). – Geol. Paläont. Westf., **21**: 39-113, 19 Abb., 14 Taf.; Münster.
- MUTTERLOSE, J. (1992b): Migration and evolution patterns of floras and faunas in marine Early Cretaceous sediments of NW Europe. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **94**: 261-282, 8 Abb.; Amsterdam.
- MUTTERLOSE, J. & BORNEMANN, A. (2000): Distribution and facies patterns of Lower Cretaceous sediments in northern Germany: a review. – Cretaceous Research, **21**: 733-759, 20 Figs.,
- MUTTERLOSE, J., KLEIN, C. & KESSELS, K. (2000): Die Floren- und Faunenführung des Ober-Valangin (Unterkreide) in NW Deutschland. – Geol. Paläont. Westf., **54**: 95 S., 29 Abb., 23 Taf.; Münster.
- PERCH-NIELSEN, K. (1985): Mesozoic calcareous nanofossils. – In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (1985): Plankton stratigraphy, 329-426, Cambridge University Press, Cambridge.
- SCHOTT, W., JARITZ, W., KOCKEL, F., SAMES, C. W., V. STACKELBERG, V., STETS, J., STOPPEL, D., BALDSCHUHN, R. & KRAMPKE, K. D. (1967/69): Paläogeographischer Atlas der Unterkreide von Nordwestdeutschland mit einer Übersichtsdarstellung des nördlichen Mitteleuropa. – 306 Kt., 1 Tab.; Hannover. Hierzu Erläuterungen zum Paläogeographischen Atlas der Unterkreide von NW-Deutschland. 315 S., 18 Abb.; Hannover.
- STOLLEY, E. (1908a): Die Gliederung der norddeutschen unteren Kreide. I. Allgemeines und Unterneocom, II. Mittelneocom (Hauterivien), III. Oberneocom (Barrémien). – Centralblatt Min., Geol. und Pal., **1908**: 107-151, 162-175; Stuttgart.
- STOLLEY, E. (1908b): Zur Kenntnis der unteren Kreide Norddeutschlands. – Centralblatt Min. Geol. und Pal., **1908**: 174 – 191; Stuttgart.
- STOLLEY, E. (1925): Die leitenden Belemniten des norddeutschen Neokoms. – Jb. Nieders. Geol. Vereins, **17**: 112-126; Hannover.
- THIERMANN, A. (1963): Die Ammonitengattung *Endemoceras* n.g. aus dem Unter-Hauterive von Nordwest-Europa. – Geologisches Jahrbuch, **81**: 345-412, 28 Abb., 6 Taf.; Hannover.
- WORTMANN, H. (1968): Erl. Bl. 3619 Petershagen. – Geol. Karte Nordrhein-Westfalen 1:25000: 122 S., 30 Abb., 9 Tab.; Krefeld.

Tafel 1

Agglutinierende Foraminiferen (Maßstabsbalken: 100 µm)

- Fig. 1: *Ammodiscus tenuissimus*
- Fig. 2: *Ammodiscus fontenensis*
- Fig. 3: *Ammodiscus gaultinus*
- Fig. 4: *Ammobaculites irregulariformis*
- Fig. 5: *Ammobaculites agglutinans*
- Fig. 6: *Glomospira gordialis*
- Fig. 7: *Haplophragmium aequale*
- Fig. 8: *Haplophragmoides nonioninoides*
- Fig. 9: *Triplasia emslandemses emslandensis*
- Fig. 10: *Trochammina sp.*
- Fig. 11: *Proteonina difflugiformis*
- Fig. 12: *Foraminifere indet*



Tafel 2

Kalkschalige Foraminiferen (Maßstabsbalken: 100 µm)

Fig. 1: *Frondicularia pseudoconcinna*

Fig. 2: *Frondicularia concinna*

Fig. 3: *Frondicularia microdisca*

Fig. 4: *Citharina discors discors*

Fig. 5: *Citharina harpa*

Fig. 6: *Citharina striatula*

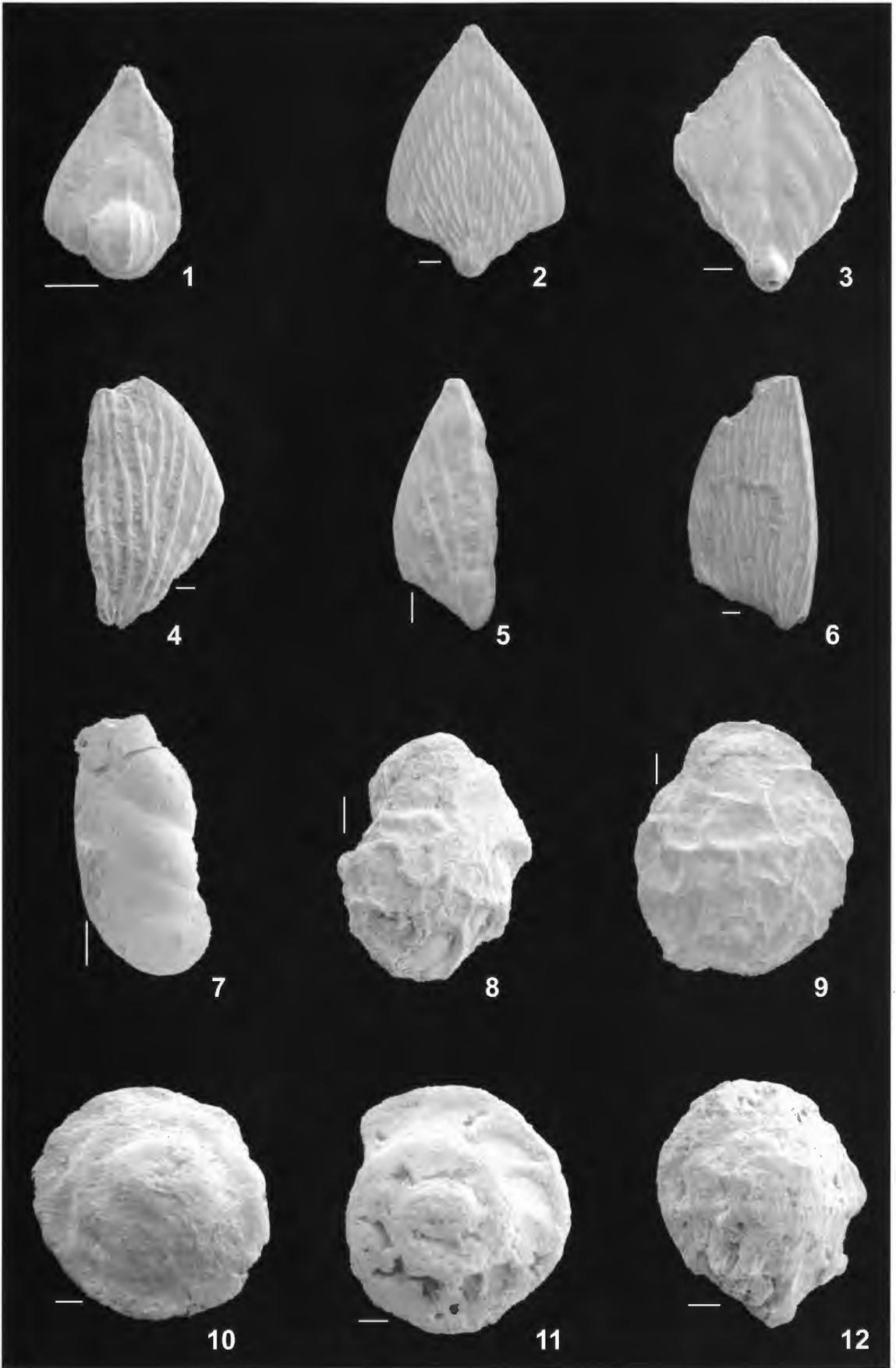
Fig. 7: *Astacolus bronni*

Fig. 8: *Epistomina ornata*

Fig. 9: *Epistomina ornata*

Fig. 10, 11: *Epistomina caracolla* (Dorsalseite)

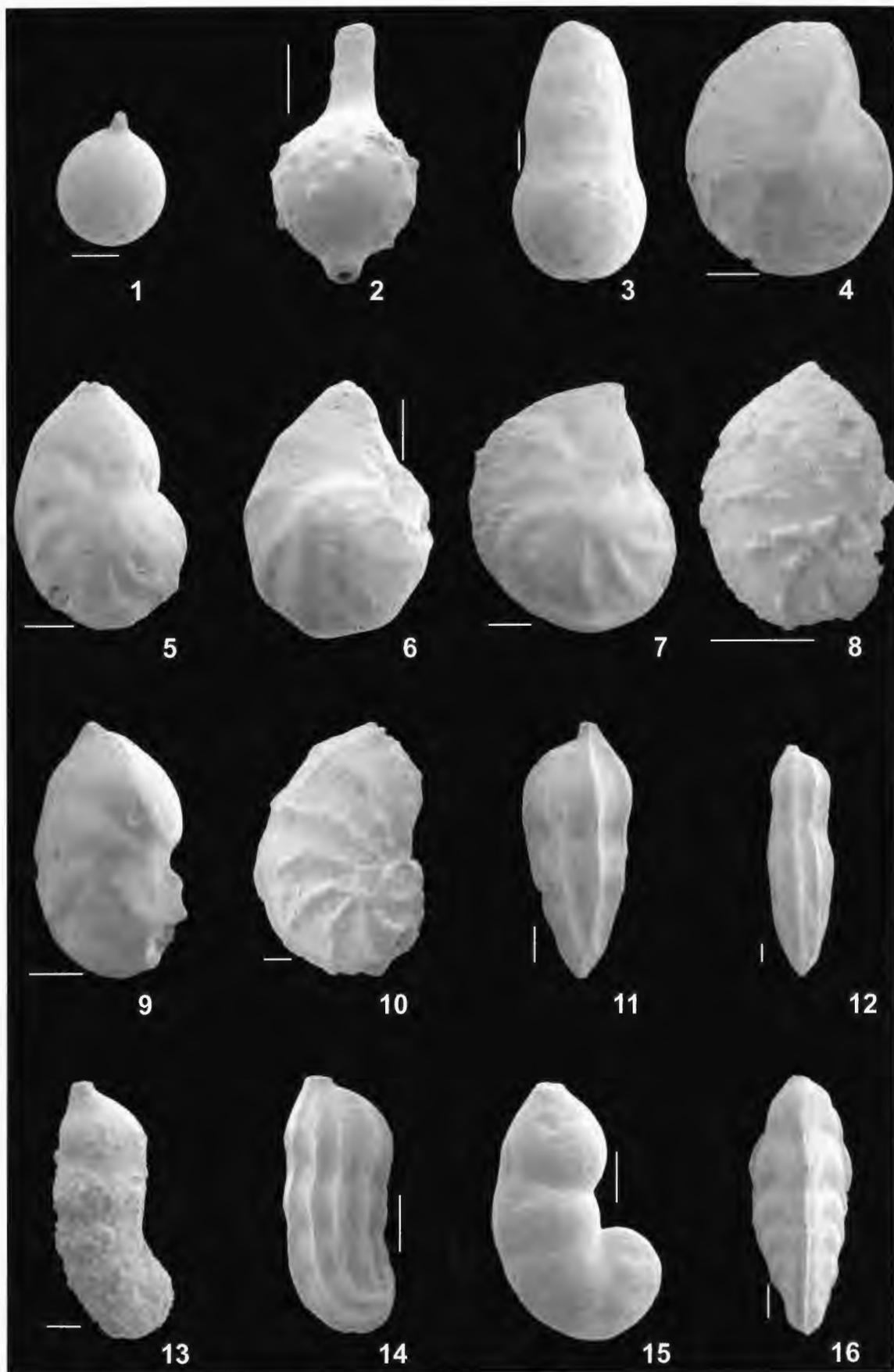
Fig. 12: *Epistomina caracolla* (Ventralseite)



Tafel 3

Kalkschalige Foraminiferen (Maßstabsbalken: 100 µm)

- Fig. 1: *Lagena laevis*
- Fig. 2: *Lagena oxystoma*
- Fig. 3: *Pseudonodosaria humilis*
- Fig. 4: *Lenticulina muensteri*
- Fig. 5: *Lenticulina dunkeri*
- Fig. 6: *Lenticulina nodosa*
- Fig. 7: *Lenticulina roemeri*
- Fig. 8: *Lenticulina saxonica*
- Fig. 9: *Lenticulina cf. pulchella*
- Fig. 10: *Planularia tricarinelina*
- Fig. 11: *Pyramidulina paucicosta*
- Fig. 12: *Marginulina pyramidalis*
- Fig. 13: *Marginulinopsis ? gracilissima*
- Fig. 14: *Marginulinopsis jonesi*
- Fig. 15: *Saracenaria pyramidata*
- Fig. 16: *Tristix acutangula*



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologie und Paläontologie in Westfalen](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [58](#)

Autor(en)/Author(s): Mutterlose Jörg, Mecklenbeck Martin, Rückheim Sylvia

Artikel/Article: [Die Floren- und Faunenverteilung im Unter-Hauterive \(Unter-Kreide\) der Tongruben Heisterholz \(NRW\) 5-31](#)