

Geol. Paläont. Westf.	69	47-65 S.	8 Abb. 2 Tab.	Münster November 2007
--------------------------	----	----------	------------------	--------------------------

## Kalkige Nannofossilien des Coniac-/ Santon-Grenzbereichs (Oberkreide) der Mergelgrube Lessmöllmann (Castrop-Rauxel; NRW)

Maxim Sorokoletov, Jörg Mutterlose\*

### Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	47
Abstract	48
Schlüsselworte	48
1 Einleitung und Problemstellung	48
2 Geologischer Rahmen	49
3 Profil Lessmöllmann	50
3.1 Allgemeines	50
3.2 Bio- und Lithostratigraphie	51
4 Methodik	51
5 Befunde	54
5.1 Biostratigraphie	54
5.2 Palökologie	54
6 Diskussion des Ablagerungsraumes	57
7 Ergebnisse	59
8 Taxonomischer Index	59
9 Literatur	60

### Zusammenfassung

Aus einem Tagesaufschluss des nördlichen Ruhrgebietes (ehem. Mergelgrube Lessmöllmann, Castrop-Rauxel) werden die kalkigen Nannofossilien mariner Sedimente des Coniac-/ Santon-Grenzbereichs (Emschermergel; Oberkreide) beschrieben. Neben litho- und biostratigraphischen Aspekten werden die Verteilungsmuster der kalkigen Nannofossilien, sowie die paläoozeanographischen Verhältnisse diskutiert. Erstmals werden im Rahmen dieser Arbeit die kalkigen Nannofossilien für eine paläoozeanographisch-ökologische Analyse des Emschermergels quantitativ und qualitativ genutzt.

Die sich aus kalkreicheren und -ärmeren Mergelsteinen zusammensetzenden Sedimente des Profils Lessmöllmann sind durch gut erhaltene und individuenreiche Vergesellschaftungen kalkiger Nannofossilien gekennzeichnet. Die vertikalen Fluktuationen wurden erfasst und in ihrem palökologischen Kontext gedeutet. In der 8,5 m mächtigen Abfolge konnten in 74 Proben insgesamt 55 Arten nachgewiesen werden. Bei durchweg guter Erhaltung der Flora ist eine diagenetische Überprägung unwahrscheinlich. Die hochauflösende Analyse eines 3,2 m mächtigen Abschnittes mit 66 Proben (~1 Probe/5 cm) ergab eutrophe Bedingungen mit hohen Anteilen von *Biscutum ellipticum* (20-40%), *Presdiscosphaera* spp. (10-18%) und *Zeugrhabdotus* spp. (5-30%). Geringe Anteile der oligotrophen Art *Watznaueria barnesiae* (10-15%) stützen diese Deutung.

---

\*Anschrift der Verfasser: Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum. Mail: joerg.mutterlose@rub.de

# Abstract

The distribution pattern of calcareous nannofossils is described from marine sediments of latest Coniacian to earliest Santonian age (Emschermergel; Late Cretaceous) from an outcrop (Lessmöllmann pit, Castrop-Rauxel) in the Ruhrgebiet. Apart from the lithostratigraphy and biostratigraphy the distribution patterns of calcareous nannofossils and the palaeoceanography is being discussed. It is for the first time that calcareous nannofossils are being used for a paleoceanographic – palaeoecologic analyses of the Emschermergel.

The sedimentary sequence of the Lessmöllmann section, which is composed of marls with a varying carbonate content, is characterized by well preserved and high abundance assemblages of calcareous nannofossils. Vertical fluctuations have been quantified and interpreted in their palaeoecological context. From a 8.5 m thick sequence 74 samples have been studied, yielding a total of 55 species of calcareous nannofossils. The generally well preserved flora outrules a diagenetic overprint. The high resolution analysis (66 samples) of a 3.2 m thick interval (~1 sample/5 cm) resulted in relative eutrophic conditions with high abundances of *Biscutum ellipticum* (20-40%), *Presdiscosphaera* spp. (10-18%) and *Zeughrabdotos* spp. (5-30%). Low abundances of the oligotrophic species *Watznaueria barnesiae* (10-15%) support this interpretation.

**Schlüsselworte:** Oberkreide – Coniac-/ Santon-Grenzbereich – Emschermergel - kalkige Nannofossilien – Palökologie – Paläoozeanographie

## 1 Einleitung und Problemstellung

Im Osten des Münsterlandes, in der sogenannten Vorosning-Senke, sowie im Zentrum des Münsterlandes kam vom Mittelconiac bis Untercampan der Emschermergel zur Ablagerung. Als Emschermergel wird die mächtige, gleichförmig tonig-mergelige Beckenfazies des Münsterlandes bezeichnet. Diese ist auch im Westen entwickelt, dort aber durch terrigenen Eintrag vorwiegend schluffig ausgebildet.

Der Begriff Emschermergel geht auf SCHLÜTER (1874) zurück, der die mächtige Mergelsteinfolge nach ihrem Ausstrich entlang der Emscher benannte und erstmalig bearbeitete. Die zahlreichen, in der zweiten

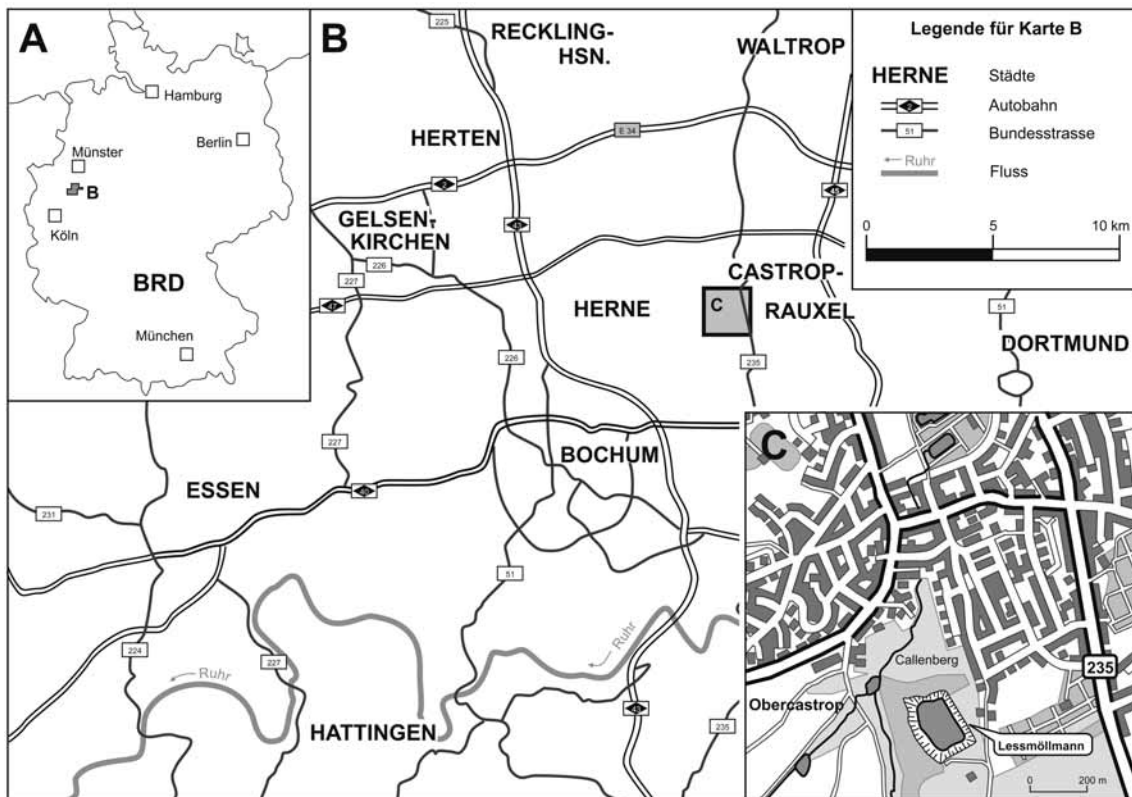


Abb. 1: Geographischer Überblick und Lage des bearbeiteten Aufschlusses im nördlichen Ruhrgebiet.

Hälfte des 19. Jahrhunderts abgeteuften Schächte im nördlichen Ruhrgebiet lieferten eine Fülle von paläontologischen, stratigraphischen und lithologischen Befunden. Entsprechend beschrieb SCHLÜTER (1871, 1872, 1876) die Ammonitenfauna des Emschermergels, der zeitlich jünger als die Turon-Plänerkalke ist. In der Folgezeit wurden weitere paläontologisch-biostratigraphische Arbeiten durchgeführt (u.a. STOLLEY, 1916 – Belemniten; RIEDEL, 1931 – Belemniten; SEITZ, 1961 – Inoceramen; ERNST, 1964 – Belemniten), die zu einer genaueren stratigraphischen Gliederung des Emschermergels führten. Ihren Niederschlag fanden diese Studien in den geologischen Karten von ARNOLD (1964), die detailliert die regionalgeographische Verbreitung des Emschermergels zeigen. In den folgenden Jahren behandelte SEITZ (1970) die Inoceramen des Coniac-/ Santon-Grenzbereichs und RABITZ & HEWIG (1987) gaben umfangreiche Makrofaunenlisten des Emschermergels von Dortmund. GASSE (1987) bearbeitete die Foraminiferenfaunen des Emschermergels in der Region Hamm biostratigraphisch. Eine umfangreiche Neubearbeitung der Ammoniten des obersten Coniac und Santon Westfalens (KENNEDY & KAPLAN, 2000) ermöglichte eine moderne biostratigraphische Einstufung des Emschermergels. In der neuen Gliederung des lithostratigraphischen Lexikons wird der „Emschermergel“ durch den präziser definierten Begriff „Emscher-Formation“ ersetzt (HISS, 2006). Die Liegendgrenze der Emscher-Formation ist danach durch einen Wechsel von unterlagernden Mergelkalksteinen (Erwitte-Formation) zu Tonmergelsteinen gekennzeichnet, die Hangendgrenze durch den Übergang zu Sandmergeln (Recklinghausen-Formation). Da die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Mergelsteine jedoch nur einen von mehreren Faziestypen der Emscher-Formation vertreten, wird im folgenden der für diese Studie lithofaziell treffendere Ausdruck des Emschermergels verwendet.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, die kalkigen Nannofossilien des Emschermergels aus einem Tagesaufschluss des nördlichen Ruhrgebietes (ehemalige Tongrube Lessmöllmann in Castrop-Rauxel) hochauflösend zu erfassen und zu dokumentieren (Abb. 1). Es sollen die Diversitäts- und Häufigkeitsverteilungen dieser Organismengruppen in einer durch kalkärmere und –reichere Mergelsteine gekennzeichneten Wechselfolge dargestellt werden. Eine detaillierte qualitative und quantitative Bearbeitung erlaubte eine palökologische Analyse der kalkigen Nannofossilien, um den Einfluss autökologischer Faktoren auf die Zusammensetzung der Assoziationen zu ermitteln. Weiterhin werden die Diversitäts- und Häufigkeitsverteilungen des Phytoplanktons für eine Rekonstruktion der paläoozeanographischen Verhältnisse während der Ablagerung des Emschermergels genutzt. Bisher liegen für diese Organismengruppe keine quantitativen Daten aus dem Emschermergel vor.

Unser Dank gilt Herrn Dr. M. Hiss (Krefeld) für gemeinsame Geländebegehungen und anregende Diskussionen, Herrn Dr. A. Bornemann (Leipzig) für eine kritische Durchsicht des Manuskriptes und Herrn Dipl.-Geol. U. Scheer (Essen) für wertvolle Hinweise. Finanzielle Unterstützung erfolgte durch den Landschaftsverband Westfalen-Lippe.

## 2 Geologischer Rahmen

Regionalgeologisch liegt der hier bearbeitete Oberkreide-Aufschluss im südwestlichen Teil des Münsterländer Kreidebeckens (Abb. 1, 2), nur etwa 10 km nördlich des anstehenden Oberkarbon.

Nach einer Festlandsphase in der Unterkreide wurde das Münsterland seit dem höheren Alb marin beeinflusst. Diese vom Mittelalb – Unterconiac andauernde Transgressionsphase überflutete das gesamte Münsterland, das sich zu einem epikontinentalen Flachmeer entwickelte. Die Küstenlinie verlief spätestens seit dem Cenoman von Westen nach Osten südlich einer Linie Duisburg – Essen – Bochum – Dortmund – Haarstrang. Vom Mittelconiac – Obersanton herrschten dann durch Subsidenz gesteuerte Ablagerungsbedingungen vor; diese eigentliche Beckenentwicklung war durch die Inversion des Niedersächsischen Tektogens bedingt (z. B. HISS, 1995). Strukturell kennzeichnet damit der Emschermergel (Mittelconiac – Unter-campan) eine Phase verstärkter Absenkung des Münsterländer Kreidebeckens. Bei gleichzeitiger Hebung des sich nördlich anschließenden Niedersächsischen Beckens (nördlich des Teutoburger Waldes) wurden von diesem Abtragungsgebiet Klastika in das Münsterländer Kreidebecken geliefert. In der Beckenfazies lässt die Zusammensetzung der Fauna des Emschermergels auf anfänglich erhöhte  $C_{org}$ -Gehalte aufgrund schlechter Sauerstoffversorgung der Bodenwässer schließen. Damit wird für den unteren Abschnitt des Emschermergels eine Ablagerung in einem tieferen Meeresbecken (Wassertiefe ca. 150-250 m) wahrscheinlich.

Im weiteren Verlauf der Oberkreide (höheres Campan) kam es im Anschluss an die Ablagerung der Emscher-Formation dann zu einer Verflachung des Ablagerungsraumes. Im Ruhrgebiet wird die Emscher-Formation durch die Sandmergel der Recklinghausen-Formation des Campan überlagert (HISS, 2006), im

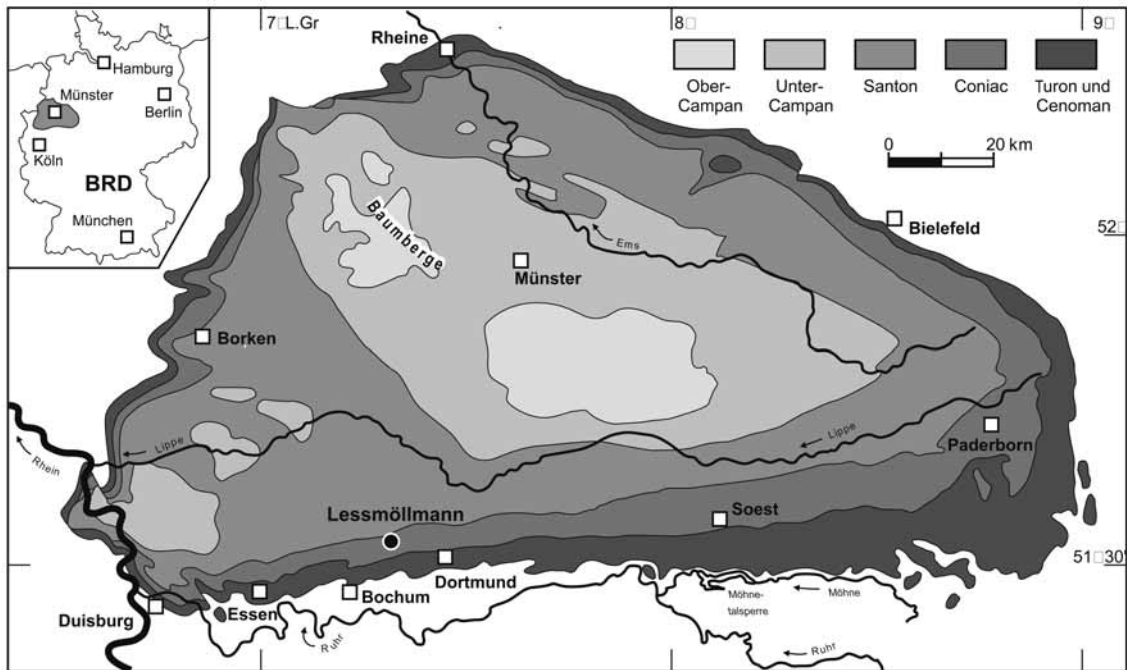


Abb. 2: Geologische Übersichtskarte des Münsterländer Kreidebeckens und Lage des bearbeiteten Aufschlusses im nördlichen Ruhrgebiet (verändert nach FESL et al., 2005).

zentralen Münsterland folgt die turbiditische Fazies der Ahlen-Formation des Campan. Diese Turbidite deuten auf eine Intensivierung der inversionsbedingten Bewegungen hin bei einer langsamen Verflachung des Ablagerungsraumes. Dabei wurde das Münsterländer Kreidebecken in kleinräumige Becken- und Schwel lenregionen gegliedert, turbiditische Schüttungen und subaquatische Rutschungen waren die Folge. Zu Beginn des Maastricht wurde das Münsterländer Kreidebecken dann erneut zum Festland. Eine eingehendere Darstellung der Entwicklung des Münsterländer Kreidebeckens gibt HISS (1995).

Coniac- und santonzzeitliche Sedimente in typischer Emschermergel-Fazies stehen südlich des Teutoburger Waldes in einem 10 – 15 km breiten Streifen südlich und südwestlich des Teutoburger Waldes bis etwa an die Ems an (ARNOLD, 1964). Im nördlichen Ruhrgebiet / südlichen Münsterland streichen diese Gesteine mit 15 – 20 km Breite zwischen Haarstrang und Lippe aus, entwickeln dann im Westen (Raum Duisburg – Dorsten) eine wesentlich größere Verbreitung. Die größten Mächtigkeiten erreicht der Emschermergel (Mittelconiac – Untercampan) mit 1800 m in der Vorosning-Senke (Raum Warendorf – Versmold – Gütersloh); es handelt sich um Mergelsteine mit Karbonatgehalten von 20% bis 40%. Nach Südwesten (Raum Hamm – Drensteinfurt) geht die Mächtigkeit auf 600 m zurück. Nach Westen nehmen sandige und glaukonitische Anteile zu und der Emschermergel geht mit abnehmender Mächtigkeit im höheren Coniac bis zum tiefen Mittelsanton in den Emscher-Grünsand sowie im Mittelsanton in die Sandmergelsteine der Recklinghausen-Schichten über. Im zentralen Münsterland, wie auch im nördlichen Ruhrgebiet, ist der Emschermergel durch kalkärmere und -reichere Mergelsteinrhythmen im Dezimeterbereich gekennzeichnet; diese entsprechen Sedimentationsfolgen in der Größenordnung von Milankovitch Zyklen.

Regionalgeologisch befinden sich die hier bearbeiteten Emschermergel des Aufschlusses Lessmöllmann am Südrand des Münsterlandes bzw. Nordrand des Ruhrgebietes. Die Abfolge liegt westlich des sogenannten „Emscher-Loches“ der Vorosning-Senke, im Übergangsbereich von der tonig-mergeligen, distalen Beckenfazies zu der durch Silteinträge gekennzeichneten proximalen Randfazies mit geringen Mächtigkeiten. Die flach lagernden Schichten fallen mit etwa 1 - 3 Grad nach Norden ein.

### 3 Profil Lessmöllmann

#### 3.1 Allgemeines

Die aufgelassene, aber noch zugängliche „neue“ Mergelgrube Lessmöllmann liegt am südlichen Stadtrand von Castrop-Rauxel, etwa 500 m westlich der Bundesstraße B 235 Bochum – Castrop-Rauxel (TK 25

Herne Nr. 4409, r: 25 90 940, h: 57 11 900). Eine Übersicht geben die Abbildungen 1 und 2.

Von etwa 1890 bis 1985 fand ein Abbau in zwei Gruben („alte“ verfüllte Grube, r: 25 91 380, h: 57 11 790; „neue“ Grube) statt. Eine Beschreibung der Grube, ihrer Lithologie und Fauna geben MAY (1988), HISS et al. (1996) und HISS (1998); KENNEDY & KAPLAN (2000) beschreiben die Ammonitenfauna des Aufschlusses.

Die Grube erschließt derzeit eine etwa 11 m mächtige Schichtenfolge des Oberconiac und Untersanton in Emschermergel-Fazies. Damit bietet Lessmöllmann neben wenigen noch im Abbau befindlichen Gruben (z.B. Grube Hüing in Waltrop, Obersanton, *Uintacrinus socialis* Zone; Grube Westerwiehe bei Verl) einen der wenigen, gut erschlossenen fossilführenden Aufschlüsse dieses Intervalls. Von besonderem Interesse ist diese Schichtenfolge aufgrund der deutlich ausgebildeten Wechselfolge von kalkärmeren und –reicheren Mergelsteinen.

### 3.2 Bio- und Lithostratigraphie

Das 11 m mächtige Profil wurde an der W-Seite der „neuen“ Grube 2004 aufgenommen, 8 m wurden beprobt. Nach KENNEDY & KAPLAN (2000) kann der mittlere Teil der in Lessmöllmann erschlossenen Schichtenfolge aufgrund von drei Ammonitenfunden stratigraphisch in die *Kitchinites emscheri* Ammonitenzone des Untersanton eingestuft werden (Abb. 3). Dieser Ammonitenzone entspricht die *Cladoceramus undulatopticatus* Inoceramenzone. Die kalkigen Nannofossilien belegen die UC11 Nannofossilzone (sensu BURNETT, 1998), die dem Coniac-/ Santon-Grenzbereich entspricht (eingehendere Diskussion vgl. Kapitel 5.1).

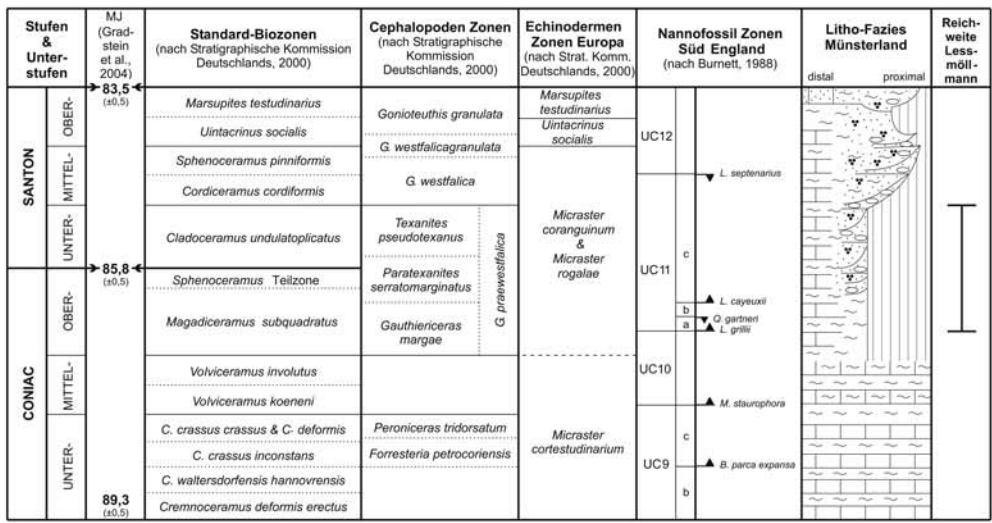


Abb. 3: Biostratigraphische Gliederung des Coniac und Santon in NW Europa (nach Stratigraphische Kommission Deutschlands, 2000). Reichweite des Profils Lessmöllmann.

Es handelt sich um hell- bis mittelgraue Mergelsteine, die leichte Farbwechsel erkennen lassen. Die gesamte Schichtenfolge ist schwach siltig, Glaukonit tritt in unterschiedlichen Konzentrationen in allen Schichten auf (Abb. 3). Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen schwankt zwischen 0,35 m (Lage 97) und 2,0 m (Lage 93). Die Karbonatgehalte liegen recht einheitlich zwischen 15 % (Probe 98/1) und 50 % (Probe 94/2).

### 4 Methodik

Die Farbansprache, die in hohem Maße von der Durchfeuchtung des Gesteins, den Lichtverhältnissen usw. beeinflusst wird, wurde im Gelände vorgenommen. Die Karbonatgehalte der Proben wurden mit Hilfe einer Karbonatbombe ermittelt (MÜLLER & GASTNER, 1971).

Bei einer ersten Durchsicht von einfachen Schmier-Präparaten erwies sich der Erhaltungszustand der kalkigen Nannofossilien in den Mergelsteinen als gut, da u. a. Holoccolithen erhalten sind. Um mögliche



# Lessmöllmann

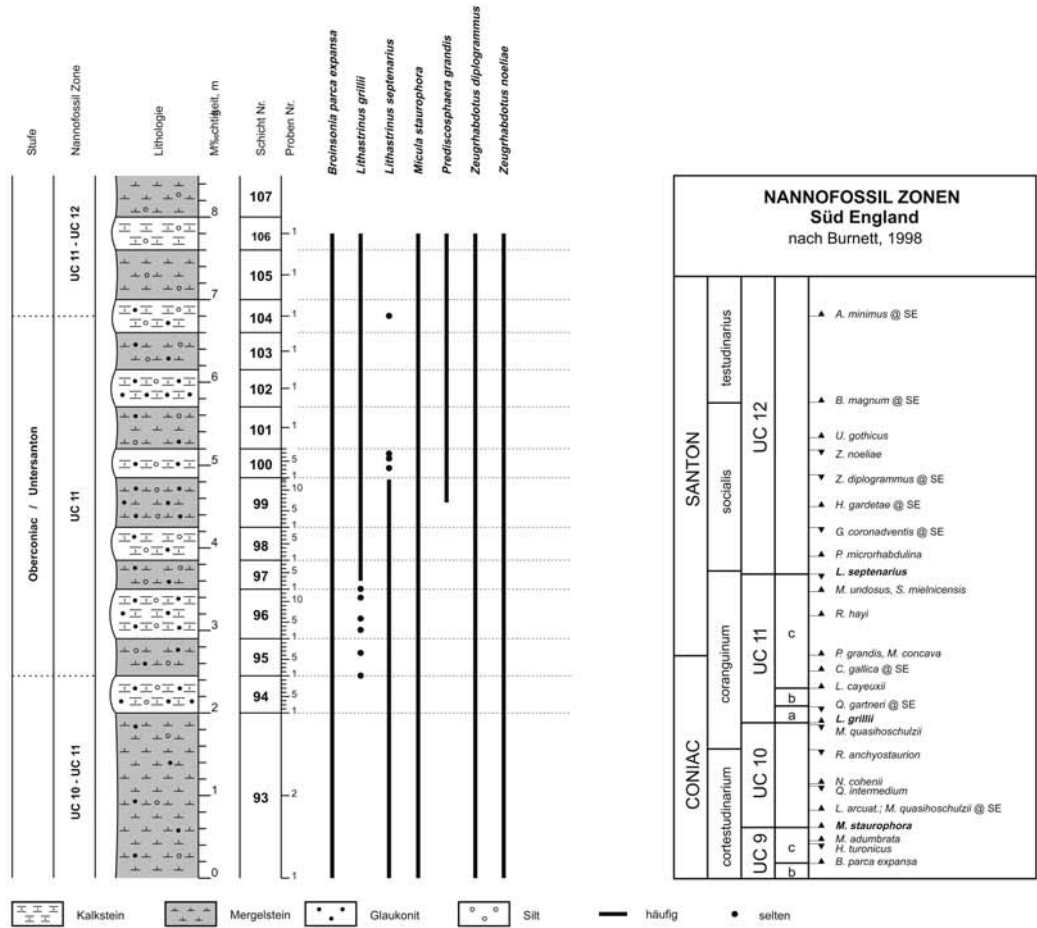


Abb. 4: Lithologie, Stratigraphie und Verteilung wichtiger Nannofossiltaxa im Profil Lessmöllmann. Rechts die Zonierung des Coniac-/Santon Grenzbereichs mit Hilfe von kalkigen Nannofossilien (nach BURNETT, 1998).

Steuerungsmechanismen für die zyklischen Karbonatschwankungen zu erfassen, wurde die Mergelsteinabfolge hochauflösend auf kalkige Nannofossilien bearbeitet. 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 die Präparate weitaus besser reproduzierbare Daten liefern als Standardschmier-Präparate, da sie eine statistische Verteilung der Partikel aufweisen. Diese Methode erlaubt damit erstmalig quantitative Angaben zur Nannofossilführung 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 kalkigen Nannofossilien pro Gramm Sediment möglich.

Zur nachfolgenden lichtmikroskopische Bearbeitung wurde ein Olympus BH-2 Polarisationsmikroskop mit einer Vergrößerung von 1500x benutzt. Je Präparat wurden mindestens 300 bestimmbare kalkige Nannofossilien gezählt (Abb. 5-7). Ergänzend wurde das Präparat über die Länge seiner Längs- und Querachse auf weitere, biostratigraphisch wichtige Arten durchgesehen. Diese sind in Abb. 7 mit einem Stern gekennzeichnet.

Die Settling-Präparate werden in der Sammlung des Institut 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 8) ersichtlich. Die Bestimmung der kalkigen Nannofossilien erfolgte nach PERCH-NIELSEN (1985) und BURNETT (1998). Weitere zur Bearbeitung herangezogene Arbeiten sind der Taxonomieliste im Anhang bzw. der Literaturliste zu entnehmen.

# Lessmöllmann

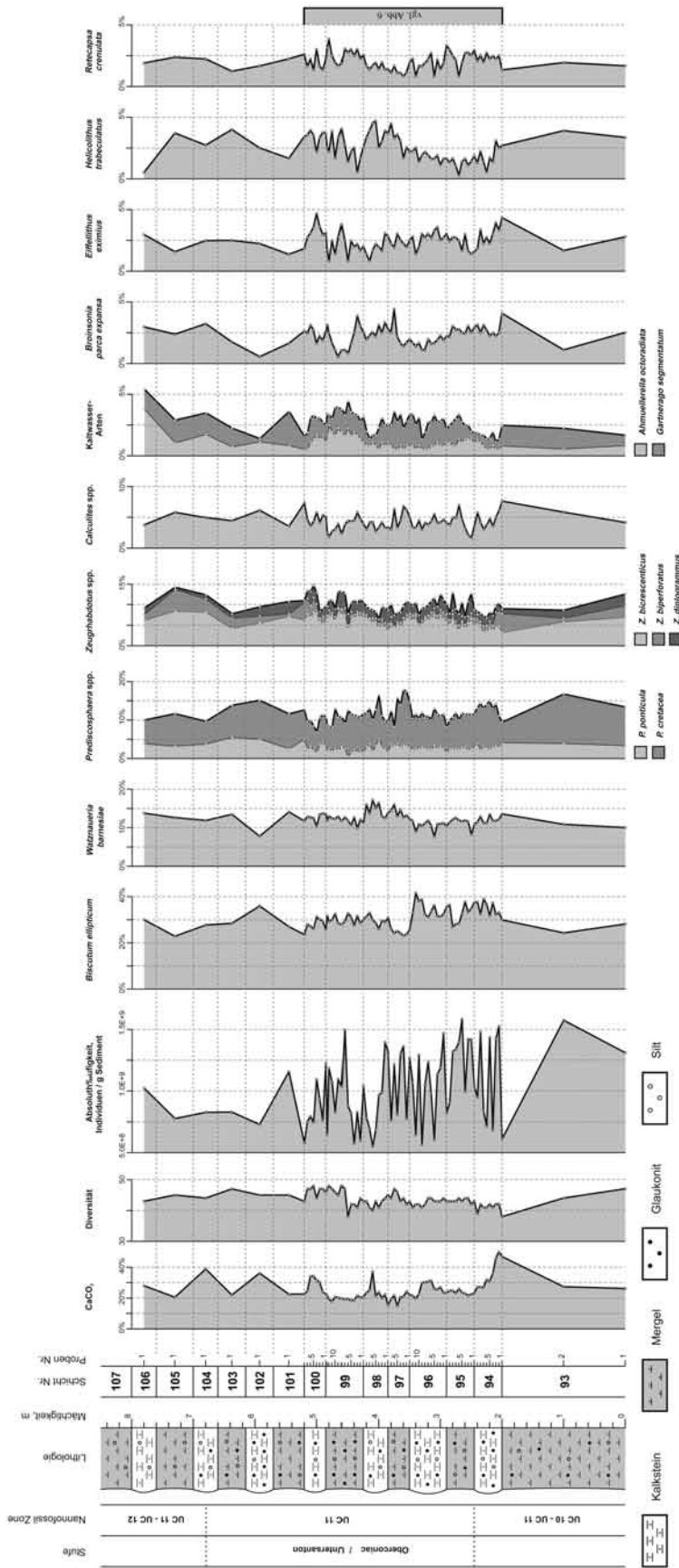


Abb. 5: Lithologie, Biostratigraphie und Verteilungsdiagramm ausgewählter Nanofossilien für das gesamte Profil Lessmöllmann.

## 5 Befunde

### 5.1 Biostratigraphie

In den Proben treten sieben biostratigraphisch leitende Arten auf, die eine Zuordnung des Intervalls nach Erstauftreten (EA) und Letztaufreten (LA) erlauben. Im Folgenden wird die Nannofossilzonierung (UC = Upper Cretaceous) von BURNETT (1998) verwendet. In stratigraphischer Abfolge sind von unten nach oben folgende Taxa wichtig. Neben *Broinsonia parca expansa* (EA Basis der UC9c Subzone) deutet *Micula staurophora* (EA UC10) auf ein coniaczeitliches oder jüngeres Alter hin. Für den mittleren Profilabschnitt belegen unsere Befunde die UC11 Nannofossilzone (sensu BURNETT, 1998; = CC15 sensu SISSINGH, 1977). Die Basis dieser Zone ist definiert durch das EA von *Lithastrinus grillii* (hier Probe 95/1), der Top der UC11 Zone ist gekennzeichnet durch das LA von *Lithastrinus septenarius* (hier Probe 104/1). *Zeughrabdodus diplogrammus* (LA UC12 Mitte) und *Zeughrabdodus noeliae* (LA UC12 Mitte), die im gesamten bearbeiteten Abschnitt auftreten, ergeben schließlich ein Alter nicht jünger als Mittelsanton.

Damit fällt der Bereich der Schichten 95 – 104 in den Bereich der UC11 Zone, die den Coniac-/ Santon-Grenzbereich umfasst. Da *L. grillii* in den untersten Proben sehr selten ist, erfolgt die Zuordnung der Schichtenfolge 93 – 94 mit Vorbehalt. Gleiches gilt für das Vorkommen von *L. septenarius* in den obersten Proben, entsprechend ist auch die Einstufung der Schichten 104 – 107 mit Einschränkungen zu bewerten.

### 5.2 Palökologie

Aus dem Profil wurden 74 Proben auf ihren Karbonatgehalt und die kalkigen Nannofossilien bearbeitet. Die etwas dunkleren Mergelsteinlagen (97, 99, 101, 103, 105) zeigen mit 15 – 27% durchweg niedrigere Karbonatgehalte als die helleren Mergelsteinlagen (98, 100, 102, 104, 106), die Werte von 20 – 50% haben. Damit liegen die Karbonatwerte der dunklen Mergelsteinlagen um etwa 5 – 10% niedriger als die der hellen Mergelsteinlagen. Die Karbonatwerte fluktuieren zyklisch, die Übergänge zwischen den einzelnen Mergelsteinlagen sind fließend. Die Minima (dunkle Mergelsteine) und Maxima (helle Mergelsteine) werden jeweils in den mittleren Abschnitten der jeweiligen Lage erreicht, sodass es sich tatsächlich um ein zyklisches Sedimentationsmuster handelt (Abb. 4, 5)

Es konnten insgesamt 55 Arten an kalkigen Nannofossilien unterschieden werden (Abb. 7), die Artenzahl pro Probe variiert von 38 bis 48. Diese geringen Schwankungen spiegeln relativ stabile Bedingungen bei geringer diagenetischer Überprägung wider. Die einfache Biodiversität (Arten/Probe) zeigt keine Abhängigkeit von der Lithologie. Sowohl die Heterogenität (Shannon-Index) als auch die Gleichförmigkeit (Evenness) haben insgesamt geringe Werte und liegt recht konstant zwischen 2,5 – 2,9 bzw. 0,69 – 0,80 (Abb. 8). Die Absoluthäufigkeiten deuten bei Schwankungen von mindestens  $5,5 \times 10^8$  Individuen /g Sediment (Probe 98/6) bis maximal  $1,6 \times 10^9$  Individuen /g Sediment (Probe 93/2) auf ausgeglichene Verhältnisse hin. Insgesamt sind die Absoluthäufigkeiten in den dunkleren, karbonatärmeren Mergelsteinlagen höher als in den hellen, karbonatreicheren Mergelsteinlagen (Abb. 8).

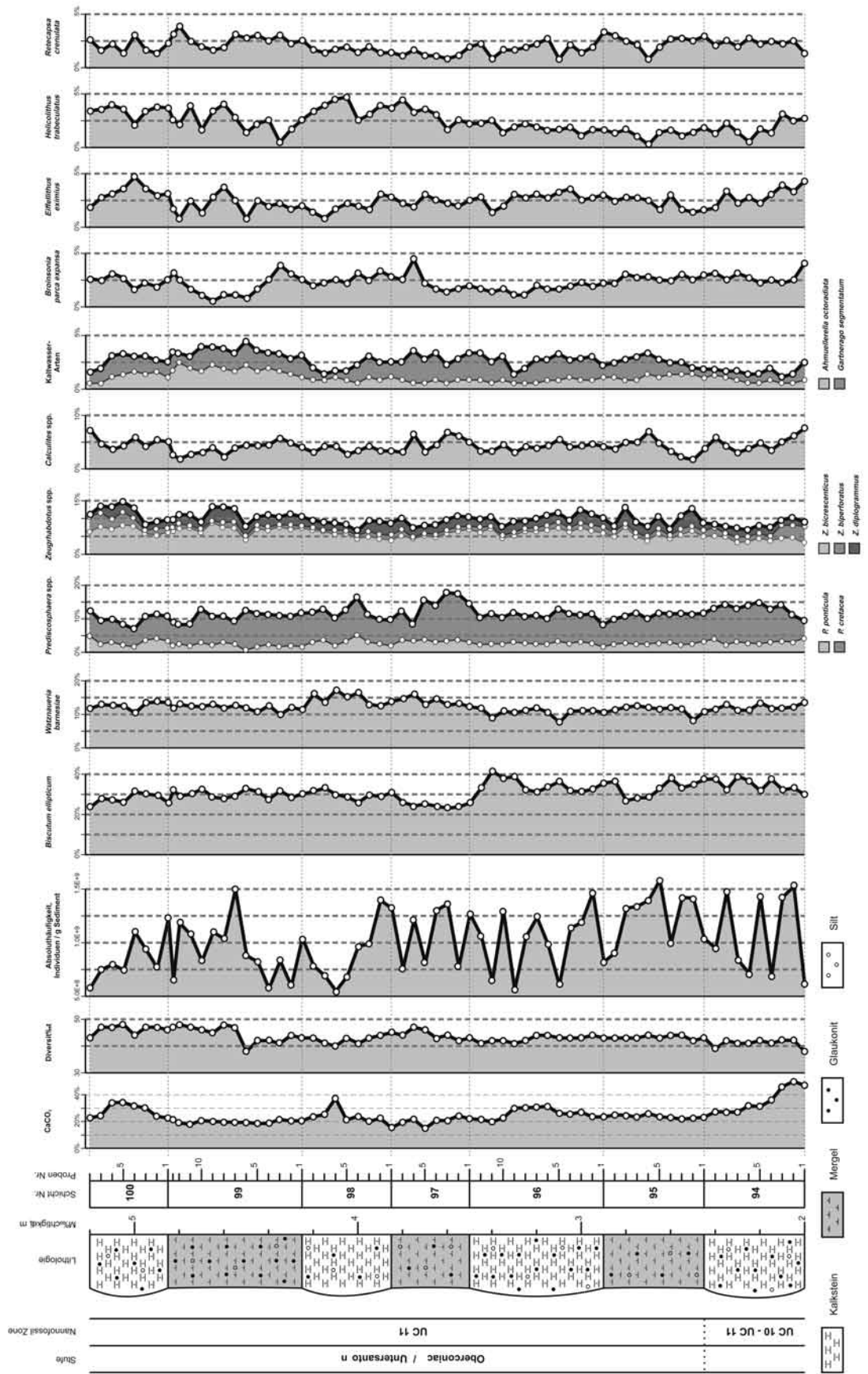
Von den 55 Arten, die im Profil Lessmöllmann angetroffen wurden, haben nur fünf Taxa (*Biscutum ellipticum*, *Watznaueria barnesiae*, *Prediscosphaera* spp., *Zeughrabdodus* spp., *Calculites* spp.) eine Häufigkeit von >5%. Weitere fünf Arten/Gruppen (*Ahmuellerella octoradiata*/*Gartnerago segmentatum*, *Broinsonia parca expansa*, *Eiffelithus eximius*, *Helicolithus trabeculatus*, *Retecapsa crenulata*) erreichen Abundanzen zwischen 2 – 5%, alle anderen Arten haben Häufigkeiten <1%. Nur die sieben Gruppen, die Häufigkeiten >2% erreichen, werden im Folgenden dargestellt (vgl. Abb. 6, 7).

*B. ellipticum* (Abb. 6, 7; Taf. 1, Fig. 3), eine sehr kleine Form, ist bei weitem die häufigste Art. Diese Art erreicht ihr Minimum mit 23,2% in Probe 97/3, ihr Maximum mit 41,6% in Probe 96/11. Insgesamt höhere Werte sind für den unteren Profilabschnitt (94 – 96) zu erkennen, geringere Werte dagegen für den höheren Abschnitt (97 – 100). Eine direkte Abhängigkeit von der lithologischen Wechselfolge ist nicht zu erkennen. *W. barnesiae* (Abb. 6, 7; Taf. 2, Fig. 17), oft die häufigste Art in der Kreide, erreicht im Profil Lessmöllmann erstaunlich geringe Werte. Diese liegen zwischen mindestens 7,7% (Probe 96/5) und maximal 17,2% (Probe 98/6); der untere Profilabschnitt (94 – 96) hat relativ geringe Konzentrationen, der obere Abschnitt (97 – 100) etwas höhere. Die Häufigkeiten von *Prediscosphaera cretacea* (Abb. 6, 7; Taf. 2, Fig. 6) liegen bei mindestens 5,0% (97/6) und maximal 14,4% (Probe 97/3); ein einheitlicher Trend ist nicht zu erkennen. *Z. bicrescens* (Abb. 6, 7; Taf. 2, Fig. 21) variiert von mindestens 3,3% (Probe 94/1) bis maximal 9% (Probe 99/9). *Calculites* spp. (Abb. 6, 7; Taf. 1, Fig. 5, 6), ein Holococcolith, erreicht Häufigkeiten zwischen

Abb. 6: Lithologie, Biostratigraphie und Verteilungsdiagramm ausgewählter Nannofossilien für die hochauflösend bearbeitete Mergelsteinfolge des Profils Lessmöllmann.



# Lessmöllmann



UC10 - UC11	UC11		UC12		Stufe	Lessmöllmann	
	Oberoniac / Untersanton						Nannofossil Zone
	Proben Nr.						
UC10-1	UC11-1	UC12-1	UC12-2	UC12-3	Annulirella octoradiata		
UC10-2	UC11-2	UC12-4	UC12-5	UC12-6	Biscutum coronum		
UC10-3	UC11-3	UC12-7	UC12-8	UC12-9	Biscutum ellipticum		
UC10-4	UC11-4	UC12-10	UC12-11	UC12-12	Brauniosphaera pigoletii		
UC10-5	UC11-5	UC12-13	UC12-14	UC12-15	Bronnina parca expansa		
UC10-6	UC11-6	UC12-16	UC12-17	UC12-18	Calcutites obtusum		
UC10-7	UC11-7	UC12-19	UC12-20	UC12-21	Calcutites ovalis		
UC10-8	UC11-8	UC12-22	UC12-23	UC12-24	Calcutites perensis		
UC10-9	UC11-9	UC12-25	UC12-26	UC12-27	Chaetozygus bifidus		
UC10-10	UC11-10	UC12-28	UC12-29	UC12-30	Chaetozygus litoralis		
UC10-11	UC11-11	UC12-31	UC12-32	UC12-33	Citrosphaerella ehrenbergi		
UC10-12	UC11-12	UC12-34	UC12-35	UC12-36	Corallithion exiguum		
UC10-13	UC11-13	UC12-37	UC12-38	UC12-39	Corallithion signum		
UC10-14	UC11-14	UC12-40	UC12-41	UC12-42	Cycladopsphaera eogenensis		
UC10-15	UC11-15	UC12-43	UC12-44	UC12-45	Cycladopsphaera reinhardtii		
UC10-16	UC11-16	UC12-46	UC12-47	UC12-48	Eiffelithus eximus		
UC10-17	UC11-17	UC12-49	UC12-50	UC12-51	Eiffelithus gorkae		
UC10-18	UC11-18	UC12-52	UC12-53	UC12-54	Eppolithus floralis		
UC10-19	UC11-19	UC12-55	UC12-56	UC12-57	Eppolithus moratus		
UC10-20	UC11-20	UC12-58	UC12-59	UC12-60	Garberago segmentatum		
UC10-21	UC11-21	UC12-61	UC12-62	UC12-63	Helicolithus trabeculatus		
UC10-22	UC11-22	UC12-64	UC12-65	UC12-66	Lithraphidites cambesensis		
UC10-23	UC11-23	UC12-67	UC12-68	UC12-69	Lithastrinus griffii		
UC10-24	UC11-24	UC12-70	UC12-71	UC12-72	Lithastrinus septemarius		
UC10-25	UC11-25	UC12-73	UC12-74	UC12-75	Loxolithus armata		
UC10-26	UC11-26	UC12-76	UC12-77	UC12-78	Lucianorhabdus maliformis		
UC10-27	UC11-27	UC12-79	UC12-80	UC12-81	Mariolithus pennatoides		
UC10-28	UC11-28	UC12-82	UC12-83	UC12-84	Micrantholithus quasthoachuzii		
UC10-29	UC11-29	UC12-85	UC12-86	UC12-87	Microrhabdulus belgicus		
UC10-30	UC11-30	UC12-88	UC12-89	UC12-90	Micula staurisporus		
UC10-31	UC11-31	UC12-91	UC12-92	UC12-93	Micula swastika		
UC10-32	UC11-32	UC12-94	UC12-95	UC12-96	Munavirus marszaleki		
UC10-33	UC11-33	UC12-97	UC12-98	UC12-99	Phacozygus fibuliformis		
UC10-34	UC11-34	UC12-100	UC12-101	UC12-102	Predicostisphaera cretacea		
UC10-35	UC11-35	UC12-103	UC12-104	UC12-105	Predicostisphaera grandis		
UC10-36	UC11-36	UC12-106	UC12-107	UC12-108	Predicostisphaera portulaca		
UC10-37	UC11-37	UC12-109	UC12-110	UC12-111	Predicostisphaera spinosa		
UC10-38	UC11-38	UC12-112	UC12-113	UC12-114	Retecapsa angustiflorata		
UC10-39	UC11-39	UC12-115	UC12-116	UC12-117	Retecapsa crenulata		
UC10-40	UC11-40	UC12-118	UC12-119	UC12-120	Retecapsa ficula		
UC10-41	UC11-41	UC12-121	UC12-122	UC12-123	Scopelolithus fossilis		
UC10-42	UC11-42	UC12-124	UC12-125	UC12-126	Staurolithes ellipticus		
UC10-43	UC11-43	UC12-127	UC12-128	UC12-129	Staurolithes flavus		
UC10-44	UC11-44	UC12-130	UC12-131	UC12-132	Staurolithes cf. S. imbricatus		
UC10-45	UC11-45	UC12-133	UC12-134	UC12-135	Tetrapodochabditus decorus		
UC10-46	UC11-46	UC12-136	UC12-137	UC12-138	Watznaueria barnevae		
UC10-47	UC11-47	UC12-139	UC12-140	UC12-141	Watznaueria biporta		
UC10-48	UC11-48	UC12-142	UC12-143	UC12-144	Watznaueria maritima		
UC10-49	UC11-49	UC12-145	UC12-146	UC12-147	Watznaueria ovata		
UC10-50	UC11-50	UC12-148	UC12-149	UC12-150	Zeugitabditus bicrescenticus		
UC10-51	UC11-51	UC12-151	UC12-152	UC12-153	Zeugitabditus biperforatus		
UC10-52	UC11-52	UC12-154	UC12-155	UC12-156	Zeugitabditus diplogrammus		
UC10-53	UC11-53	UC12-157	UC12-158	UC12-159	Zeugitabditus embertzi		
UC10-54	UC11-54	UC12-160	UC12-161	UC12-162	Zeugitabditus noelae		

Abb. 7: Reichweitentabelle der kalkigen Nannofossilien (Prozentualwerte) für das Profil Lessmöllmann.



mindestens 1,7% (Probe 95/2) und maximal 7,6% (Probe 94/1). *A. octoradiata* (Abb. 6, 7; Taf. 1, Fig. 1) und *G. segmentatum* (Abb. 6, 7; Taf. 1, Fig. 17), zwei Kaltwassertaxa, haben Häufigkeiten von mindestens 0,5% (Probe 94/6) bzw. 0,30% (Probe 102/1) und maximal 3,8% (Probe 106/1) bzw. 3% (Probe 97/6). Diese Formen zeigen höhere Werte in den dunklen Mergelsteinen, geringere Werte in den hellen Mergelsteinen.

Aus der Unterkreide umgelagerte kalkige Nannofossilien (z.B. *Nannoconus*, *Conusphaera*), die auf eine Herkunft des tonigen Materials schließen lassen würden, wurden nicht beobachtet.

## 6 Diskussion des Ablagerungsraumes

Die allgemein gute Erhaltung, die hohe Abundanz der lösungsempfindlichen Art *B. ellipticum* und die Präsenz von Holococcolithen erlauben es, diagenetische Überprägung auszuschließen.

Die wenig schwankenden Werte für die Heterogenität (Shannon Index) und die Gleichförmigkeit (Evenness), deuten auf gleich bleibende Verhältnisse hin. Die Karbonatschwankungen in den Mergelsteinen spiegeln keine signifikanten Änderungen in den Diversitäts- und Abundanzmustern der kalkigen Nannofossilien wider. Die ozeanographisch-ökologischen Verhältnissen änderten sich somit nur geringfügig von kalkärmeren zu kalkreicheren Mergelsteinen, bzw. haben nur wenig Einfluss auf die Zusammensetzung der kalkigen Nannofossilien. Die autökologisch wichtigen Parameter (insbesondere Temperatur, Nährstoffe) dürften damit nur unwesentliche Veränderungen innerhalb eines einzelnen Mergelsteinpaares erfahren haben. Die insgesamt geringen Werte für die Heterogenität und die Gleichförmigkeit, wie sie hier erreicht werden, deuten auf instabile oder eutrophe Bedingungen hin (z. B. WATKINS, 1989). Wenige Taxa (hier *B. ellipticum*) dominieren die Vergesellschaftung und besetzen einen Großteil der ökologischen Nische. Derartige Verhältnisse sind typisch für erhöhte Produktivität der Oberflächenwässer.

Insgesamt setzen sich die kalkigen Nannofossilien aus Vertretern unterschiedlicher ökologischer Gruppen zusammen. Die häufigste Art *B. ellipticum* wird als Indikator für eutrophe Bedingungen gesehen (z. B. ROTH & KRUMBACH, 1986; WATKINS, 1989; ERBA et al., 1992), während die ökologischen Präferenzen von *W. barnesiae* eher umstritten sind. Diese reichen von oligotroph (z. B. ERBA et al., 1992; KESSELS et al., 2003; BORNEMANN et al., 2005), über euryök (MUTTERLOSE, 1991) zu Warmwasserbedingungen. Auch eine Kombination dieser autökologischen Faktoren ist denkbar. Die unverhältnismässig hohen Abundanzen von *B. ellipticum* (>20%) im gesamten Profil deuten daher auf durchgehend eutrophe Bedingungen hin. Dieser Befund korrespondiert gut mit den erstaunlich geringen Häufigkeiten von *W. barnesiae* (10-15%), unabhängig von der ökologischen Affinität dieser Art. Alle drei möglichen ökologischen Präferenzen (oligotroph, euryök, Warmwasser), die hohe Abundanzen für *W. barnesiae* liefern, erbringen geringe Häufigkeiten für *B. ellipticum*. Diese negative Korrelation der beiden Arten zeigt sich gut in der Gesamtentwicklung: Der untere Profilabschnitt (Schichten 94 – 96) zeigt sehr hohe Werte für *B. ellipticum* und geringe Werte für *W. barnesiae*. Der obere Profilabschnitt (Schichten 97 – 100) ist dagegen durch einen leichten Anstieg von *W. barnesiae* und einen Rückgang von *B. ellipticum* gekennzeichnet. Diese Daten deuten auf etwas oligotrophere Verhältnisse im höheren Abschnitt. Die Verteilung der beiden Arten ist nicht an die Mergelsteinzyklen gebunden, somit ist kein klares, von der Lithologie abhängiges Häufigkeitsmuster zu erkennen.

Die Nannofossilvergesellschaftungen dieses Profils deuten damit auf eine durchweg starke Eutrophierung der Oberflächenwässer hin. Der notwendige Nährstoffeintrag geht einher mit dem hohen klastischen Anteil im Emschermergel, während gleichzeitig die Karbonatgehalte mit 20-40% relativ gering sind. Der Eintrag der tonigen Komponente erfolgte möglicherweise aus dem ca. 100 km entfernten invertierten Niedersächsischen Becken von Norden oder Nordwest. Hier konnten Tonsteine der Unterkreide im großen Umfang abgetragen und in das südlich gelegene Münsterländer Becken transportiert werden. Allerdings fehlen bisher noch eindeutige Belege für die Annahme eines nördlich gelegenen Liefergebietes. Alternativ können die Siliziklastika auch aus dem NW vom Inversionsgebiet des zentralniederländischen Beckens (ehemals ostholländische Triasplatte) herangeführt worden sein. Ungeachtet der genauen Provenienz muss der starke Eintrag von terrigenem Material zu eutrophen Verhältnissen geführt haben.

Die Genese der einzelnen Mergelsteinrhythmen, die eine Mächtigkeit von 0,8 – 1 m Mächtigkeit haben, lässt sich nicht eindeutig mit Hilfe des kalkigen Nannoplanktons klären. Die Signale dieser einzelnen Bankungspaare werden überlagert von etwas längerfristigen Zyklen, die auf Schwankungen des Nährstoffangebotes zurückzuführen sind. Der untere Profilabschnitt (94 – 96) dürfte unter stärker eutrophen Bedingungen abgelagert worden sein, als der obere Profilabschnitt (97 – 100).

Lessmöllmann									
Stufe	Nannofossil Zone	Proben Nr.	CaCO <sub>3</sub>	Absoluthäufigkeit, Individuen / g Sediment	Individuen	Gesichtsfelder	Diversität	Heterogenität (Shannon Index)	Gleichförmigkeit (Evenness)
Oberconiac / Untersanton	UC12	106/1/04	27.95%	1.023E+09	370	45	42	2.785	0.760
		105/1/04	20.54%	7.779E+08	379	60	44	2.910	0.800
		104/1/04	38.88%	8.271E+08	403	60	43	2.850	0.784
		103/1/04	21.91%	8.292E+08	400	60	47	2.830	0.778
		102/1/04	36.15%	7.292E+08	358	61	44	2.684	0.718
		101/1/04	22.49%	1.157E+09	362	39	44	2.879	0.770
		100/8/04	22.69%	5.807E+08	381	80	42	2.976	0.807
		100/7/04	24.44%	7.491E+08	365	60	46	2.884	0.758
		100/6/04	34.00%	7.949E+08	355	55	47	2.890	0.768
		100/5/04	34.20%	7.459E+08	367	60	48	2.923	0.777
		100/4/04	31.66%	1.093E+09	364	41	44	2.802	0.750
		100/3/04	30.30%	9.380E+08	358	47	48	2.862	0.743
	100/2/04	24.05%	7.635E+08	372	60	47	2.827	0.752	
	100/1/04	22.69%	1.227E+09	355	36	46	2.981	0.779	
	99/13/04	21.51%	6.470E+08	352	67	47	2.860	0.747	
	99/12/04	19.17%	1.185E+09	362	38	48	2.914	0.765	
	99/11/04	17.81%	1.072E+09	362	42	47	2.884	0.757	
	99/10/04	20.73%	8.283E+08	356	54	46	2.771	0.724	
	99/9/04	20.15%	1.096E+09	356	40	45	2.786	0.750	
	99/8/04	19.76%	1.038E+09	371	44	48	2.886	0.750	
	99/7/04	19.37%	1.497E+09	361	30	47	2.881	0.752	
	99/6/04	19.37%	8.804E+08	361	50	38	2.656	0.741	
	99/5/04	18.59%	8.232E+08	364	55	42	2.763	0.739	
	99/4/04	18.59%	5.752E+08	355	76	42	2.855	0.774	
	99/3/04	21.51%	8.292E+08	363	55	41	2.717	0.753	
	99/2/04	20.54%	5.984E+08	356	74	44	2.883	0.762	
	99/1/04	20.62%	1.042E+09	352	42	43	2.817	0.754	
	98/8/04	23.47%	7.829E+08	356	56	43	2.671	0.724	
	98/7/04	25.03%	6.938E+08	357	64	41	2.607	0.728	
	98/6/04	37.25%	5.504E+08	354	80	40	2.685	0.738	
	98/5/04	21.32%	6.858E+08	362	65	43	2.782	0.744	
	98/4/04	23.86%	9.660E+08	353	45	41	2.761	0.765	
	98/3/04	19.95%	9.879E+08	361	45	43	2.843	0.771	
	98/2/04	22.30%	1.395E+09	359	32	44	2.900	0.766	
	98/1/04	15.47%	1.321E+09	354	33	45	2.738	0.753	
	97/7/04	19.56%	7.610E+08	357	58	44	2.890	0.768	
	97/6/04	21.71%	1.216E+09	362	37	47	2.928	0.774	
	97/5/04	14.88%	8.105E+08	362	55	46	2.887	0.758	
	97/4/04	20.54%	1.302E+09	356	34	43	2.925	0.778	
	97/3/04	20.93%	1.362E+09	354	32	44	2.871	0.778	
	97/2/04	24.25%	7.746E+08	355	57	42	2.854	0.764	
	97/1/04	22.10%	1.268E+09	358	35	44	2.890	0.778	
	96/12/04	21.51%	1.066E+09	356	41	41	2.747	0.740	
	96/11/04	19.76%	6.447E+08	356	68	43	2.439	0.681	
	96/10/04	22.49%	1.293E+09	357	34	42	2.651	0.714	
	96/9/04	29.90%	5.644E+08	363	80	41	2.574	0.703	
	96/8/04	30.30%	1.052E+09	366	42	42	2.771	0.751	
	96/7/04	30.69%	1.235E+09	362	36	44	2.811	0.752	
	96/6/04	31.27%	8.322E+08	368	55	45	2.766	0.735	
	96/5/04	26.00%	6.036E+08	364	75	43	2.643	0.712	
	96/4/04	25.61%	1.138E+09	366	40	43	2.802	0.750	
	96/3/04	26.98%	1.187E+09	353	37	44	2.772	0.751	
96/2/04	23.66%	1.468E+09	366	31	44	2.745	0.734		
96/1/04	23.48%	8.209E+08	363	55	43	2.746	0.735		
95/9/04	24.83%	9.064E+08	368	50	43	2.687	0.719		
95/8/04	24.83%	1.320E+09	363	34	43	2.890	0.773		
95/7/04	23.27%	1.339E+09	366	34	44	2.887	0.772		
95/6/04	26.00%	1.395E+09	359	32	44	2.896	0.790		
95/5/04	23.66%	1.583E+09	360	28	43	2.736	0.747		
95/4/04	23.08%	9.950E+08	368	46	44	2.594	0.694		
95/3/04	21.71%	1.421E+09	362	32	44	2.729	0.735		
95/2/04	22.49%	1.416E+09	353	31	42	2.700	0.737		
95/1/04	23.27%	1.037E+09	377	45	44	2.622	0.706		
UC10 - UC11	94/9/04	27.17%	9.493E+08	382	50	39	2.493	0.707	
	94/8/04	27.17%	1.480E+09	357	30	42	2.651	0.724	
	94/7/04	26.98%	8.383E+08	354	52	41	2.536	0.692	
	94/6/04	31.86%	7.135E+08	365	63	41	2.566	0.705	
	94/5/04	31.08%	1.434E+09	356	31	42	2.684	0.727	
	94/4/04	35.95%	6.829E+08	364	65	41	2.559	0.699	
	94/3/04	45.90%	1.424E+09	355	31	42	2.649	0.723	
	94/2/04	49.81%	1.524E+09	359	29	42	2.718	0.737	
	94/1/04	47.08%	6.119E+08	369	75	38	2.723	0.772	
	93/2/04	27.37%	1.575E+09	358	28	44	2.948	0.784	
93/1/04	26.20%	1.310E+09	358	34	47	2.824	0.756		

Abb. 8: Karbonatgehalt, Absoluthäufigkeit, Heterogenität (Shannon Index) und Gleichförmigkeit (Evenness) der häufigsten Arten im Profil Lessmöllmann.

## 7 Ergebnisse

Das Profil Lessmöllmann wird durch gut erhaltene und individuenreiche Vergesellschaftungen kalkiger Nannofossilien gekennzeichnet. Die insgesamt geringen Werte für die Heterogenität und die Gleichförmigkeit deuten auf instabile / eutrophe Bedingungen hin. *B. ellipticum* dominiert die Vergesellschaftung und besetzt mit individuenreichen Populationen einen Großteil der zur Verfügung stehenden ökologischen Nische. Diese Dominanz deutet auf einen durchweg starken Nährstoffeintrag hin. Die hohen Anteile von *B. ellipticum* gehen einher mit relativ gering diversen Vergesellschaftungen. Derartige Verhältnisse sind typisch für relativ hohe Oberflächenwasserfertilität und hohe Nannoplanktonproduktivität. Diese Befunde und Deutung entsprechen gleichzeitig geringen Abundanzen von *W. barnesiae*. Der notwendige Nährstoffeintrag korrespondiert in diesem Falle mit dem hohen klastischen Anteil im Emschermergel und geringen Karbonatgehalten von 20-40%. Die tonigen Komponenten könnten aus dem ca. 100 km entfernten invertierten Niedersächsischen Becken von Norden oder von Nordwest aus dem holländischen Raum eingetragen worden sein.

## 8 Taxonomischer Index

Taxonomischer Index der im Text aufgeführten Gattungen und Arten.

Kalkige Nannofossilien (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen):

- Ahmuellerella octoradiata* (GÓRKA, 1957) REINHARDT, 1967  
*Biscutum coronum* WIND & WISE in WISE & WIND, 1977  
*Biscutum ellipticum* (GÓRKA, 1957) GRÜN in GRÜN & ALLEMANN, 1975  
*Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD, 1935) DEFLANDRE, 1947  
*Broinsonia parca* (STRADNER, 1963) ssp. *expansa* WISE & WATKINS in WISE, 1983  
*Calculites obscurus* (DEFLANDRE, 1959) PRINS & SISSINGH in SISSINGH, 1977  
*Calculites ovalis* (STRADNER, 1963) PRINS & SISSINGH in SISSINGH, 1977  
*Calculites percensis* JEREMIAH, 1996  
*Chiastozygus bifarius* BUKRY, 1969  
*Chiastozygus litterarius* (GÓRKA, 1957) MANIVIT, 1971  
*Conusphaera* TREJO, 1969  
*Corollithion exiguum* STRADNER, 1961  
*Corollithion signum* STRADNER, 1963  
*Cribrosphaerella ehrenbergii* (ARKHANGELSKY, 1912) DEFLANDRE in PIVETEAU, 1952  
*Cyclagelosphaera argoensis* BOWN, 1992  
*Cyclagelosphaera reinhardtii* (PERCH-NIELSEN, 1968) ROMEIN, 1977  
*Eiffellithus eximius* (STOVER, 1966) PERCH-NIELSEN, 1968  
*Eiffellithus gorkae* REINHARDT, 1965  
*Eprolithus floralis* (STRADNER, 1962) STOVER, 1966  
*Eprolithus moratus* (STOVER, 1966) BURNETT, 1998  
*Gartnerago segmentatum* (STOVER, 1966) THIERSTEIN, 1974  
*Helicolithus trabeculatus* (GÓRKA, 1957) VERBEEK, 1977  
*Lithraphidites carnioliensis* DEFLANDRE, 1963  
*Lithastrinus grillii* STRADNER, 1962  
*Lithastrinus septenarius* FORCHHEIMER, 1972  
*Loxolithus armilla* (BLACK in BLACK & BARNES, 1959) NOËL, 1965  
*Lucianorhabdus maleformis* REINHARDT, 1966  
*Manivitella pemmatoidea* (DEFLANDRE in MANIVIT, 1965) THIERSTEIN, 1971  
*Micrantholithus quasihoschulzii* BURNETT, 1998  
*Microrhabdulus belgicus* HAYE & TOWE, 1963  
*Micula swastica* STRADNER & STEINMETZ, 1984  
*Micula staurophora* (GARDET, 1955) STRADNER, 1963  
*Munarinus marszalekii* RISATTI, 1963  
*Nannoconus* KAMPTNER, 1931  
*Placozygus fibuliformis* (REINHARDT, 1964) HOFFMAN, 1970  
*Prediscosphaera cretacea* (ARKHANGELSKY, 1912) GARTNER, 1968  
*Prediscosphaera grandis* PERCH-NIELSEN, 1979



*Prediscosphaera microrhabdulina* PERCH-NIELSEN, 1973  
*Prediscosphaera spinosa* (BRAMLETTE & MARTINI, 1964) GARTNER, 1968  
*Retecapsa angustiforata* BLACK, 1971  
*Retecapsa crenulata* (BRAMLETTE & MARTINI, 1964) GRÜN in GRÜN & ALLEMANN, 1975  
*Retecapsa ficula* (STOVER, 1966) BURNETT, 1998  
*Scapholithus fossilis* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954  
*Staurolithites ellipticus* (GARTNER, 1968) LAMBERT, 1987  
*Staurolithites flavus* BURNETT, 1998  
*Staurolithites imbricatus* (GARTNER, 1968) BURNETT, 1998  
*Tetrapodorhabdus decorus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) WIND & WISE in WISE & WIND, 1977  
*Watznaueria barnesiae* (BLACK, 1959) PERCH-NIELSEN, 1968  
*Watznaueria biporta* BUKRY, 1969  
*Watznaueria manivitae* BUKRY, 1973  
*Watznaueria ovata* BUKRY, 1969  
*Zeughrabdotus bicrescenticus* (STOVER, 1966) BURNETT in GALE et al., 1996  
*Zeughrabdotus diplogrammus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) BURNETT in GALE et al., 1996  
*Zeughrabdotus embergeri* (NOËL, 1958) PERCH-NIELSEN, 1984  
*Zeughrabdotus biperforatus* (GARTNER, 1968) BURNETT, 1998  
*Zeughrabdotus noeliae* ROOD ET AL., 1971

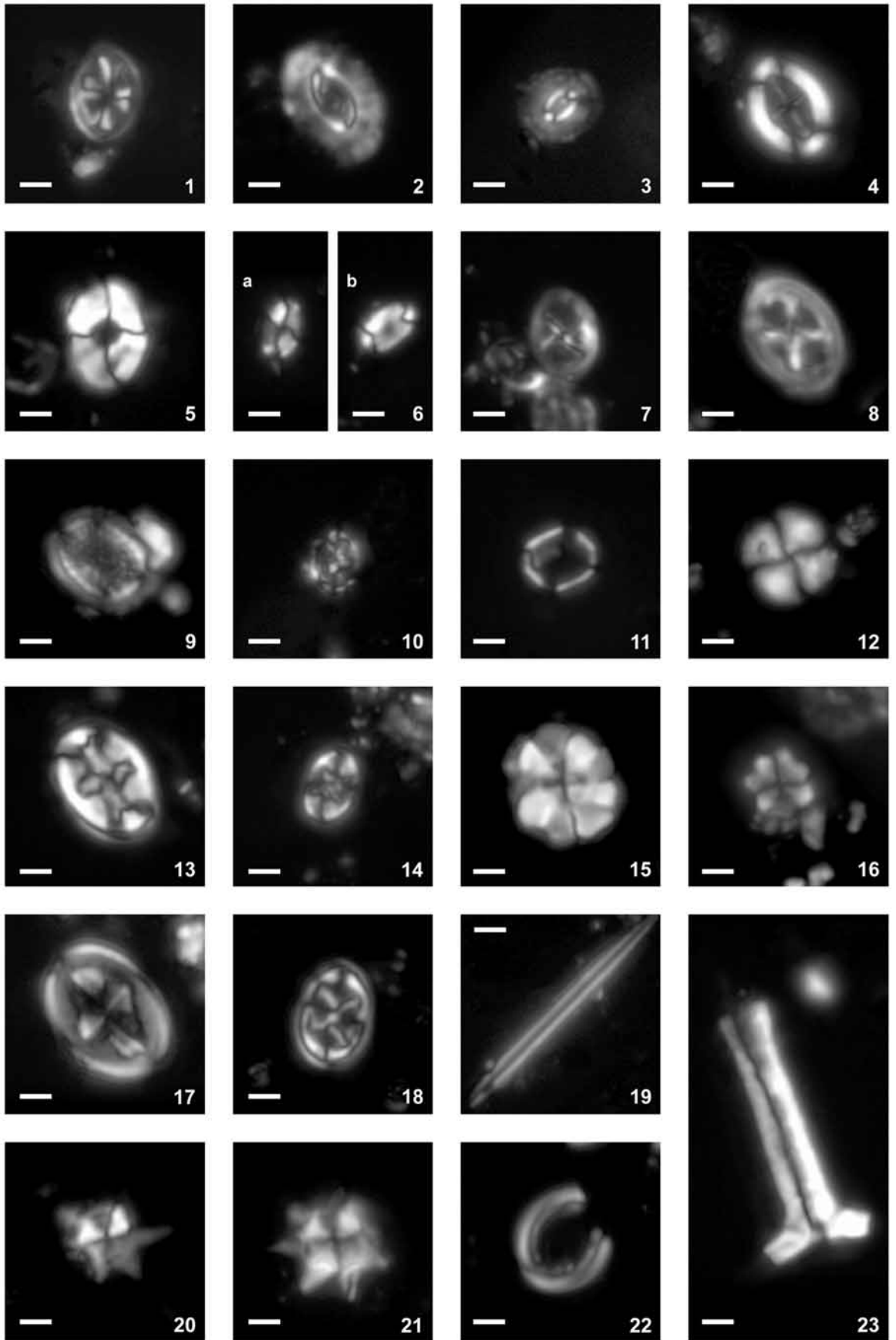
## 9 Literatur

- ARNOLD, H. (1964): Fazies und Mächtigkeit der Kreidestufen im Münsterländer Oberkreidegebiet. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 599-610; Krefeld.
- BORNEMANN, A., PROSS, J., REICHEL, K., HERRLE, J.O., HEMLEBEN, C. & MUTTERLOSE, J. (2005): Reconstruction of short-term palaeoceanographic changes during the formation of the "Niveau Breistroffer" (OAE 1d, SE France). – Journal of the Geological Society of London, **162**: 623-639, 11 Figs.
- BOWN, P.R. & YOUNG, J.R. (1998): Techniques. – In: Bown, P.R. (Hrsg.): Calcareous nannofossil biostratigraphy: 16-28. – 314 S.; London.
- BURNETT, J.A. (1998): Upper Cretaceous. – In: Bown, P.R. (Hrsg.): Calcareous nannofossil biostratigraphy: 132-199. – 314 S.; London.
- ERNST, G. (1964): Ontogenie, Phylogenie und Stratigraphie der Belemniten-gattung *Goniotentis* BAYLE aus dem nordwestdeutschen Santon/Campan. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 113-174, 24 Abb., 4 Tab., 4 Taf.; Krefeld.
- FESL, S., BORNEMANN, A. & MUTTERLOSE, J. (2005): Die Baumberge-Schichten (Ober-Campan) im nordwestlichen Münsterland - Biostratigraphie und Ablagerungsraum. – Geol. Paläont. Westf., **65**: 95-116, 7 Abb., 7 Taf.; Münster.
- GASSE, W. (1987): Mikropaläontologie, Sedimentologie und Geochemie der Emscher-Fazies (Oberkreide) des südlichen Münsterlandes. – 295 S., 12 Abb., 36 Tab., 12 Taf.; Diss. Münster.
- GEISEN, M., BOLLMANN, J., HERRLE, J., MUTTERLOSE, J. & YOUNG, J. (1999): Calibration of the random settling technique for calculation of absolute abundances of calcareous nannoplankton. Micropaleontology, **45**: 437-442.
- GRADSTEIN, F.M. & OGG, J.G. (1996): A Phanerozoic Time Scale. – Episodes, **19**: 1-3; Ottawa.
- HISS, M. (1995): Kreide. – In: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Geologie im Münsterland: 41-65, Abb. 9-20. – 195 S.; Krefeld.
- HISS, M. (2006): Emscher-Formation. In LithoLex [Online-Datenbank]. Hannover: BGR. Last updated 22.06.2006. [cited 31.10.2006]. Record No. 2008007. Available from: [http://www.bgr.bund.de/DE/The-men/GG\\_Palaeontol/LithoLex](http://www.bgr.bund.de/DE/The-men/GG_Palaeontol/LithoLex)
- HISS, M., JANSEN, F. & SKUPIN, K. (1996): Die Schichtenfolge im Bereich der ehemaligen Ziegelei Leßmöllmann/Castrop-Rauxel. – Dortmunder Beitr. Landeskd., naturwiss. Mitt., **30**: 39-56, 11 Abb.; Dortmund.
- HISS, M. (1998): Coniacian – Santonian of Castrop-Rauxel. – In: Mutterlose et al. (Hrsg.): Key localities of the Northwest European Cretaceous, 169-170. – 231 S.; Bochum.
- KENNEDY, W.J. & KAPLAN, U. (2000): Ammoniten des hohen Oberconiac und Santon in Westfalen. – Geol.

- Paläont. Westf, 57: 131 S., 21 Abb., 40 Taf.; Münster.
- KESSELS, K., MUTTERLOSE, J., RUFFELL, A. (2003): Calcareous nannofossils from late Jurassic sediments of the Volga Basin (Russian Platform): evidence for productivity-controlled black shale deposition. – *Journal of Earth Sciences*, **92**: 743-757, 8 Figs.
- MAY, A. (1988): Zur Fossilführung des Emscher-Mergels (Oberkreide) bei Castrop-Rauxel. – *Dortmunder Beitr. Landeskd., naturwiss. Mitt.*, **22**: 103-105; Dortmund.
- MÜLLER, G. & GASTNER, M. (1971): The „Karbonat-Bombe“, a simple device for the determination of the carbonate content in sediments, soils, and other materials. – *N. Jb. Mineral. Monatshefte*, **1971**: 466-469.
- 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.
- PERCH-NIELSEN, K. (1985): Mesozoic calcareous nannofossils. – In: Bolli, H.M., Saunders, J.B. & Perch-Nielsen, K. (Hrsg.): *Plankton Stratigraphy*: 329-426. – 1032 S.; Cambridge.
- RABITZ, A. & HEWIG, R. (1987): Erläuterungen zu Blatt 4410 Dortmund, 2. völlig neu bearb. Aufl.: 159 S., 16 Abb., 16 Tab., 5 Taf.; Krefeld.
- RIEDEL, L. (1931): Zur Stratigraphie und Faciesbildung im Oberemscher und Untersenon am Südrande des Beckens von Münster. – *Jb. Preuß. Geol. LA*, **51**: 605-713; Berlin.
- SCHLÜTER, C.A. (1867): Beitrag zur Kenntnis der jüngsten Ammoneen Norddeutschlands. – 36S., 6 Taf.; Bonn.
- SCHLÜTER, C.A. (1871-76): Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. – *Palaeontographica*, **21**: 1-24, Taf. 1-8 (1871); **21**: 25-120, Taf. 9-35 (1872); **24**: 1-144 (121-264) + x, Taf. 36-55 (1876); Kassel.
- SCHLÜTER, C.A. (1874): Der Emscher Mergel. Vorläufige Notiz über ein zwischen Cuvieri-Pläner und Quadraten-Kreide lagerndes mächtiges Gebirgs-glied. – *Z. dt. geol. Ges.*, **26**: 775-782; Berlin..
- SEITZ, O. (1961): Die Inoceramen des Santon von Nordwestdeutschland I. Teil (Die Untergattungen *Platyceramus*, *Cladoceramus* und *Cordiceramus*). – *Beih. Geol. Jb.*, **46**: 180 S., 39 Abb., 15 Taf.; Hannover.
- SEITZ, O. (1970): Über einige Inoceramen aus der Oberen Kreide 1. Die Gruppe des *Inoceramus subquadatus* SCHLÜTER und der Grenz-bereich Coniac/Santon 2. Die Muntiger Inoceramenfauna und ihre Verbreitung im Ober-Campan und Maastricht. – *Beih. Geol. Jb.*, **86**: 171 S., 12 Abb., 28 Taf.; Hannover.
- SISSINGH, W. (1977): Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. – *Geol. Mijnbouw.*, **56** (1): 37-65.
- STOLLEY, E. (1916): Neue Beiträge zur Kenntnis der norddeutschen Kreide. – I – IV. Jber. niedersächs. geol. Ver. Hannover, **9**: 62-108; Hannover.
- STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION DEUTSCHLANDS (Hrsg.) (2000): Die Kreide der Bundesrepublik Deutschland. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **226**: 1-207, 68 Abb., 24 Tab.; Frankfurt.
- WATKINS, D.K. (1989): Nannoplankton productivity fluctuations and rhythmically-bedded pelagic carbonates of the Greenhorn Limestone (Upper Cretaceous). – *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **74**: 75-86, 7 Figs., 2 Tab.; Amsterdam.

# Tafel 1

- Fig. 1: *Ahmuellerella octoradiata*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 2: *Biscutum coronum*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/5/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 3: *Biscutum ellipticum*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 4: *Broinsonia parka expansa*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 5: *Calculites ovalis*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 6a-b: *Calculites percenis*. XPL (6b rotated), Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 7: *Chiastozygus bifarius*. XPL, Lessmöllmann, Probe 93/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 8: *Chiastozygus litterarius*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 9: *Cribrosphaerella ehrenbergii*. XPL, Lessmöllmann, Probe 93/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 10: *Corollithion exiguum*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 11: *Corollithion signum*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 12: *Cyclagelosphaera reinhardtii*. XPL, Lessmöllmann, Probe 93/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 13: *Eiffellithus eximius*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 14: *Eiffellithus gorkae*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 15: *Eprolithus floralis*. XPL, Lessmöllmann, Probe 93/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 16: *Eprolithus moratus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/2/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 17: *Gartnerago segmentatum*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 18: *Helicolithus trabeculatus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 19: *Lithraphidites carniolensis*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/2/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 20: *Lithastrinus grillii*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 21: *Lithastrinus septenarius*. XPL, Lessmöllmann, Probe 93/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 22: *Loxolithus armilla*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 23: *Lucianorhabdus maleformis*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.



## Tafel 2

- Fig. 1: *Manivitella pemmatoidea*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 2: *Microrhabdulus belgicus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 3: *Micula staurophora*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/2/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 4a-b: *Munarius marszalekii*. XPL (4b rotated), Lessmöllmann, Probe 93/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 5: *Placozygus fubiliformis*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 6: *Prediscosphaera cretacea*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 7: *Prediscosphaera grandis*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/2/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 8: *Prediscosphaera ponticula*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/2/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 9: *Prediscosphaera spinosa*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 10: *Retecapsa angustifarata*. XPL, Lessmöllmann, Probe 93/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 11: *Retecapsa crenulata*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/2/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 12: *Retecapsa ficula*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 13: *Staurolithites ellipticus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 14: *Staurolithites flavus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 93/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 15: *Staurolithites* cf. *S. imbricatus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 16: *Tetrapodorhabdus decorus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 93/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 17: *Watznaueria barnesiae*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 18: *Watznaueria biporta*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/2/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 19: *Watznaueria barnesiae*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/2/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 20: *Watznaueria ovata*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 21: *Zeugrhabdotus bicrescenticus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 22: *Zeugrhabdotus biperforatus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 103/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 23: *Zeugrhabdotus diplogrammus*. XPL, Lessmöllmann, Probe 98/1/04. Maßstab – 2 µm.
- Fig. 24: *Zeugrhabdotus noeliae*. XPL, Lessmöllmann, Probe 100/5/04. Maßstab – 2 µm.



