Geol. Paläont. Westf.	33 - 54	8 Abb. 2 Tab. 2 Taf.	Münster Dezember 2012
--------------------------	---------	----------------------------	--------------------------

Die tiefe Ober-Kreide des Haarstrangs (Frömern, Ense-Bremen) Biostratigraphie und Ablagerungsraum

Christian Linnert & Jörg Mutterlose*

Inhaltsverzeichnis

ırzfassung	34
stract	34
hlüsselworte	35
Einleitung und Problemstellung	35
Geologischer Rahmen	36
_age und Profilbeschreibung 3.1 Frömern 3.2 Ense-Bremen	37
Material und Methoden	39
Befunde 5.1 Biostratigraphie 5.2 Karbonatgehalt 5.3 Diversität 5.4 Palökologie	39 42 42
Diskussion des Ablagerungsraumes 6.1 Frömern 6.2 Ense-Bremen	45
Zusammenfassung	46
Taxonomischer Index	47
_iteratur	49

^{*} Anschrift der Verfasser: Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum, BRD. E-mail: joerg.mutterlose@rub.de

Kurzfassung

In zwei ehemaligen Steinbrüchen am Haarstrang südöstlich von Unna sind marine Sedimente des Cenomans und z. T. auch des Turons (Oberkreide) erschlossen. Das 3m mächtige Profil in Frömern umfasst die Essen Grünsand-Formation, die Brochterbeck-Formation (beide Cenoman) und die Büren-Formation (Turon). Der Aufschluss in Ense-Bremen dokumentiert eine 7m mächtige Kreideabfolge, die der Essen Grünsand-Formation und der Baddeckenstedt-Formation (beide Cenoman) angehört. Aus beiden Profilen wurden Proben mikropaläontologisch auf ihren Gehalt an kalkigen Nannofossilien untersucht.

Das Profil in Frömern ist durch moderat gut erhaltene und mäßig artenreiche Vergesellschaftungen gekennzeichnet, während die Erhaltung der kalkigen Nannofossilien im Aufschluss Ense-Bremen schlecht bis sehr schlecht ist. In den 16 Proben des Aufschlusses Frömern wurden insgesamt 88 Arten beobachtet, im Profil Ense-Bremen konnten in den 23 bearbeiteten Proben hingegen nur 68 Arten nachgewiesen werden.

Die cenomanzeitlichen Sedimente von Frömern lassen sich aufgrund der Indexart *Lithraphidites acutus* (Biozone UC3) in das Ober-Cenoman einordnen, während die jüngeren Sedimente mit Hilfe von *Quadrum gartneri* dem Unter-Turon (Biozone UC7) zugeordnet wurden. In Frömern sind die häufigsten Taxa bei den kalkigen Nannofossilien *Watznaueria* spp. (32,2%), *Biscutum* spp. (16,5%), *Zeugrhabdotus* spp. (11,7%), *Tranolithus orionatus* (8,7%) und *Prediscosphaera* spp. (8,6%). Die Nannofossilvergesellschaftungen von Frömern ähneln stark den pelagischen Assoziationen des ca. 100km weiter nordwestlich liegenden Profils Wunstorf (bei Hannover). Diese Befunde implizieren, dass in Frömern der Eintrag von Nährstoffen vom nahen Festland eher gering gewesen sein muss.

Durch das Auftreten der Leitform *Staurolithites glaber*, sowie das Fehlen von *Lithraphidites acutus* lässt sich der untersuchte Teil des Profils Ense-Bremen in das Unter- bis Mittel-Cenoman datieren (Biozone UC1-UC2). In Ense-Bremen ist die Nannofossilvergesellschaftung stark diagenetisch überprägt. Die deutlich niedrigere Diversität (durchschnittlich 31 Arten/Probe, in Frömern durchschnittlich 45 Arten/Probe) zeigt, dass große Teile der Nannofossilien durch Lösung verloren gegangen sind. In Ense-Bremen sind die häufigsten Taxa *Watznaueria* spp. (48,3%), *Biscutum* spp. (15,5%), *Tranolithus orionatus* (14,8%) und *Zeugrhabdotus* spp. (8,6%).

Abstract

Two sedimentary successions of Cenomanian and in one case early Turonian age are documented from former quarries of the Haarstrang southeast of Unna (Frömern and Ense-Bremen). The 3m thick Frömern section exposes the Essen Grünsand-Formation, the Brochterbeck-Formation (Cenomanian) and the Büren-Formation (Turonian). In Ense-Bremen a 7m thick sedimentary sequence crops out, which can be attributed to the Essen Grünsand-Formation and the Baddeckenstedt-Formation (Cenomanian). Samples from both outcrops have been investigated with respect to their contents in calcareous nannofossils.

The samples of the Frömern section are characterised by moderately preserved, diverse calcareous nannofossil assemblage, whereas the preservation is poor in the samples from Ense-Bremen. A total of 88 nannofossil species have been encountered in the 16 samples studied from Frömern, only 68 species are recorded from the 23 samples from Ense-Bremen.

The lowermost part of the succession exposed in Frömern has been dated as late Cenomanian (biozone UC3) due to the presence of *Lithraphidites acutes*, followed by sediments of early Turonian age, based on the occurrence of *Quadrum gartneri* (biozone UC7). The nannofossil assemblages in Frömern are dominated by *Watznaueria* spp. (32,2%), *Biscutum* spp. (16,5%), *Zeugrhabdotus* spp. (11,7%), *Tranolithus orionatus* (8,7%) and *Prediscosphaera* spp. (8,6%). The composition of the Frömern assemblages is similar to that of the pelagic associations observed in the Wunstorf section (near Hannover) approximately 100km further northeast, implying thereby only a weak nutrient input from the nearby landmass.

The presence of the marker species *Staurolithites glaber* and the absence of *Lithraphidites acutus* give all samples from Ense-Bremen an Early to Middle Cenomanian age (biozone UC1-UC2). In Ense-Bremen, however, the nannofossil assemblages are heavily altered by diagenesis. The species richness in the Ense-Bremen samples (mean 31 species/sample compared to 45 species/sample in Frömern) is low and suggests, that large parts of the assemblages are missing due to dissolution. The most common taxa in

Ense-Bremen are *Watznaueria* spp. (48,3%), *Biscutum* spp. (15,5%), *Tranolithus orionatus* (14,8%) and *Zeugrhabdotus* spp. (8,6%).

Schlüsselworte: Oberkreide – Cenoman – Turon – randlich marin – kalkige Nannofossilien – Paläoozeanographie – Haarstrang

1 Einleitung und Problemstellung

In der Oberkreide verlief die südliche Küstenlinie des Münsterländer Beckens etwa in West- Ostrichtung südlich einer Linie Duisburg – Mühlheim – Bochum – Anröchte. Eine Reihe von gut dokumentierten Tagesaufschlüssen (Mühlheim Kassenberg, Bochum Geologischer Garten, Frömern, Ense-Bremen) erschliessen hier die küstennahe Randfazies mit Grünsanden des Cenoman (Essen Grünsand) und Kalkmergeln des Turon (Büren-Formation). Diese Abfolgen lagern hier direkt auf verfalteten Sedimenten des Ober-Karbon. Die Aufschlüsse erlauben einen ausgezeichneten Einblick in den Ablauf der cenoman- und turonzeitlichen Transgression.

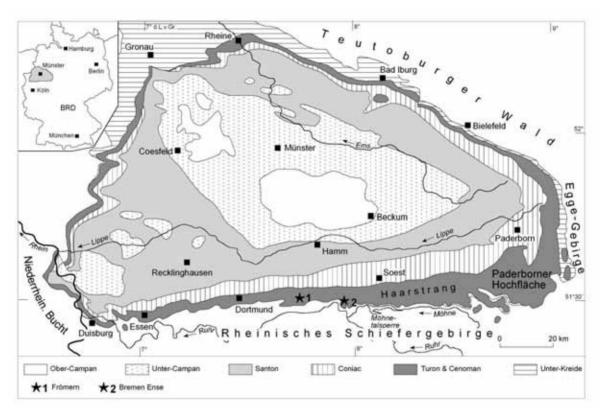


Abb. 1: Geologische Karte des Münsterlandes mit Lage der hier bearbeiteten Profile Frömern (1) und Ense-Bremen (2).

In den beiden Aufschlüssen Frömern und Ense-Bremen, südöstlich von Unna am Haarstrang gelegen, überlagert eine mehrere Meter mächtige Abfolge oberkreidezeitlicher Grünsande und Kalkmergel des Cenoman, in Frömern auch des Turons die Sandsteine des Ober-Karbons. Diese bereits in früheren Studien gut dokumentierten kreidezeitlichen Abfolgen (z.B. HISS, 1982a, b; HISS et al., 2008) wurden lithologisch aufgenommen, beprobt und mikropaläontologisch bearbeitet. Ziel der Studie ist es, ökologische Informationen über die Zusammensetzung der kalkigen Nannofossilien aus der Essen Grünsand-Formation, der Brochterbeck-Formation und der Büren-Formation dieses randlich marinen Ablagerungssystem zu erhalten. Die 39 ausgewerteten Proben zeigen relativ artenarme, aber z.T. hoch abundante Assoziationen.

2 Geologischer Rahmen

Die beiden hier bearbeiteten Ober-Kreideaufschlüsse Frömern und Ense-Bremen liegen regionalgeologisch im südlichen Teil des Münsterländer Kreidebeckens im Haarstrang (Abb. 1). Dieser ca. 200 – 250m hohe Bergrücken, der aus verwitterungsresistenten Kalken des Cenoman und Turon besteht, bildet den Südrand des Münsterländer Beckens.

Einer Festlandsphase in der Unter-Kreide folgend, wurde das Münsterland seit dem Mittel-Alb marin geprägt. Die bis in das Turon andauernde Transgressionsphase überflutete das gesamte Münsterland, das sich zu einem epikontinentalen Flachmeer entwickelte. Die sich anschließende Beckenentwicklung, die vom Mittel-Coniac bis zum Ober-Santon andauerte, war durch die Inversion des sich nördlich anschließenden Niedersächsischen Tektogens bedingt. In dieser Zeit tiefte sich das Becken, besonders im östlichen Münsterland im Bereich der Vorosning-Senke, stark ein und die mächtige Abfolge der Emscher Formation kamen zur Ablagerung. Im weiteren Verlauf (Ober-Santon – Campan) intensivierten sich die inversionsbedingten Bewegungen und es kam zu einer langsamen Verflachung des Ablagerungsraumes. Dabei wurde das Münsterländer Kreidebecken in kleinräumige Becken- und Schwellenregionen gegliedert, turbiditische Schüttungen und subaquatische Rutschungen waren die Folge. Zu Beginn des Maastricht wurde das Münsterländer Kreidebecken erneut zum Festland. Eine eingehendere Darstellung der Entwicklung des Münsterländer Kreidebeckens geben HISS (1995), HISS et al. (2008) sowie MUTTERLOSE & WILMSEN (2008).

Die marinen Sedimente des Cenoman und Turon, die den Haarstrang aufbauen, liegen in Frömern und Ense-Bremen diskordant Sedimenten des Ober-Karbons auf (Abb. 2). In diesen Aufschlüssen sind die Sedimente in einer randlich marinen Fazies als glaukonitische Grünsande (Essen Grünsand-Formation; Cenoman) und als Kalkmergel (Büren-Formation; Turon) ausgebildet. Von Norden her kommend transgredierte das Cenomanmeer auf einer karbonzeitlichen Landoberfläche mit einem kretazischen Paläorelief von ~9m Höhenunterschied in Frömern. Die Südgrenze der ehemaligen Verbreitung der Ober-Kreide Sedimente lag jedoch wohl etwas weiter südlich, die heutige südliche Verbreitungsgrenze kann als Erosionsgrenze angesehen werden (BÄRTLING, 1923).

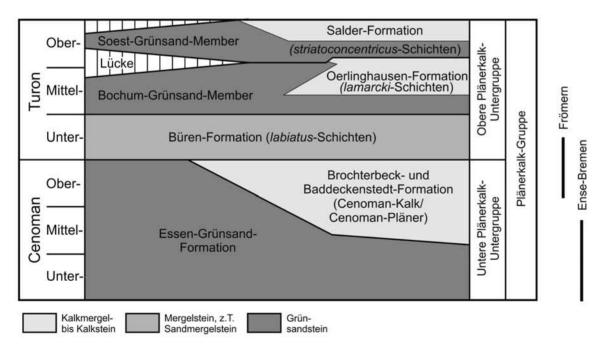


Abb. 2: Stratigraphische Tabelle mit den lithologischen Einheiten der tiefen Ober-Kreide und Reichweite der bearbeiteten Profile (HISS et al., 2008).

3 Lage und Profilbeschreibung

3.1 Frömern

Die drei aufgelassenen, aber noch gut zugänglichen Steinbrüche liegen an der Straße Frömern - Ostbüren (N 51° 30′31.9″, E 7° 45′17.1″; vgl. Abb. 1). Detaillierte Beschreibungen jüngeren Datums dieser regionalgeologisch wichtigen Aufschlüsse geben HISS (1982a, 1982b) und HISS et al. (2008).

In den Steinbrüchen ist im tiefen Teil ein dickbankiger Sandstein erschlossen, der insbesondere im Nordwesten des Aufschlussareals deutliche Schrägschichtungen erkennen lässt. Lithostratigraphisch lässt sich der Sandstein dem Oberkarbon (Namur B) zuordnen. Der Karbon-Sandstein bildete bei der Transgression im Cenoman eine Untiefe oder Klippe, die während des gesamten Cenoman Bestand hatte und erst im Unter-Turon mit Sedimenten der Büren-Formation überdeckt wurde. Vom Fuß der Karbonklippe im nordwestlichen Steinbruch bis zum Klippentop im südöstlichen Bruch ist über ca. 200m ein kontinuierlicher Anstieg der Karbonoberfläche zu beobachten, bei einem gleichzeitigen Ausdünnen der Kreidesedimente.

Im nordwestlichen Steinbruch ist am Fuß der Sandstein-Klippe ein Kreide-Profil mit etwa 2,3m mächtigem Cenoman und einigen Dezimetern Unter-Turon aufgeschlossen (vgl. Abb. 3). Dieses Profil, das lateral rasch schwankende Mächtigkeiten zeigt, wurde für diese Studie aufgenommen, beprobt und auf kalkige Nannofossilien bearbeitet. Gegenüber vollständigeren Profilen im südöstlichen Teil des Münsterländer Kreide-Beckens, wo das Cenoman 50m und mehr erreicht, ist hier nur eine stark kondensierte und lückenhafte Schichtenfolge entwickelt (für Details vgl. HISS, 1982a, 1982b; HISS et al., 2008). Die ca. 1,3m mächtige Essen Grünsand-Formation (Schicht 100, 7 Proben), die mit einem Transgressionskonglomerat beginnt, setzt sich mit glaukonitischen Sand- und Sandmergelsteinen fort und wird von einem glaukonitischen, teils sandigen Kalkmergelstein abgeschlossen. Es folgt in ebenfalls stark kondensierter Abfolge die ca. 1m mächtige Brochterbeck-Formation (Schicht 101, 6 Proben), eine Wechselfolge von Mergelkalksteinen mit dünnen Mergelstein-Zwischenlagen. Den Abschluss des Profils bilden >0,8m mächtige hellgraue bis grünlichgraue Mergelsteine der Büren-Formation des Unter-Turon (Schicht 102, 3 Proben).



Abb. 3: Aufschluss Frömern (nordwestlicher Bruch) mit den untersuchten lithofaziellen Einheiten. 99= Karbon, 100= Essen Grünsand-Formation, 101= Brochterbeck-Formation, 102= Büren-Formation.



Abb. 4: Aufschluss Ense-Bremen (Ostwand) mit den untersuchten lithofaziellen Einheiten. 99= Karbon, 100, 101= Essen Grünsand-Formation, 102= Baddeckenstedt-Formation. Die Zahlen in den einzelnen Schichten entsprechen den Probennummern. Die Proben 100*/1, 100*/2 und 100*/3 stammen aus der Südwand, die hier nicht dargestellt ist.

3.2 Ense-Bremen

Der 2010 frisch aufgewältigte Steinbruch befindet sich am westlichen Ortseingang von Ense-Bremen östlich der Kläranlage (N 51° 30′14.7″, E 7° 56′55.1″; vgl. Abb. 1). Über einer steilgestellten, dickbankigen Sandsteinsteinfolge, die dem Oberkarbon (Namur; Arnsberg-Formation) zuzuordnen ist, folgt diskordant eine ca. 7m mächtige Grünsandstein- und Kalkmergelfolge der tiefen Oberkreide (Cenoman).

Der 2,4 - 2,8m mächtige untere Abschnitt der horizontal lagernden Oberkeideabfolge (Abb. 4) kann lithostratigraphisch der Essen Grünsand-Formation zugeordnet werden. Diese lässt sich aufgrund ihrer wechselnden Glaukonitführung in einen unteren 1 - 1,4m mächtigen Grünsandmergel (Schicht 100, 14 Proben) und einen höheren 1,4m mächtigen glaukonitischen Kalkmergel (101, 7 Proben) gegliedern. Der glaukonitreiche Grünsandmergel, der dem Karbon undulös aufliegt, ist in unterschiedlichen Verwitterungszuständen erschlossen. In dem frischen Anschnitt auf der Südseite des Aufschlusses wurden die Proben 100*/1, 100*/2 und 100*/3 in 5cm Abständen direkt über dem Karbonsandstein entnommen. Proben 100/1 – 100/11 stammen hingegen aus dem stärker verwitterten Grünsand der Ostseite des Profils. Der glaukonitische Kalkmergel, der durch eine nach oben abnehmende Glaukonitführung gekennzeichnet ist, wird seinerseits überlagert von einer mindestens 4m mächtigen, glaukonitfreien Kalkmergelwechselfolge (102, 2 Proben). Diese Einheit, die der Baddeckenstedt-Formation entspricht, besteht aus z. T. intensiv bioturbierten Kalkmergeln und Mergelkalken, in denen Flinte vorkommen.

4 Material und Methoden

Im Profil Frömern wurden im nordwestlichen Aufschluss aus der 3,1m mächtigen Grünsandstein- und überlagernden Kalkmergelfolge 16 Proben entnommen. Alle Proben wurden auf ihren Gehalt an kalkigen Nannofossilien untersucht. Aus dem Profil Ense-Bremen wurden insgesamt 23 Proben aus der Essen Grünsandstein- und der Baddeckenstedt-Formation, die über dem Karbonsandstein liegt, auf Nannofossilien hin untersucht.

Die Herstellung einfacher Schmierpräparate folgte der Standardtechnik nach BOWN & YOUNG (1998). Mit Hilfe dieser Schmierpräparate wurde die Erhaltung und die Häufigkeit kalkiger Nannofossilien geschätzt. Nur Proben mit mäßig bis guter Erhaltung wurden für die weitere Bearbeitung ausgesucht (16 Proben aus Frömern; 13 Proben aus Ense-Bremen). Von diesen 29 Proben wurden sogenannte Settling-Präparate nach der Methode von GEISEN et al. (1999) hergestellt. Das Settling-Verfahren erlaubt eine genaue Bestimmung der absoluten Abundanz kalkiger Nannofossilien. Außerdem sind die Partikel in Settling-Präparaten gleichmäßig verteilt, so dass die Auszählung der Nannofossilien erleichtert wird. Die Untersuchung der Proben erfolgte unter gekreuzten Polarisatoren bei 1.250-facher Vergrößerung an einem OLYMPUS BH-2 Polarisationsmikroskop. Die stratigraphische Einordnung sowie die taxonomische Zuordnung erfolgte nach PERCH-NIELSEN (1985) und BURNETT (1998). Weitere zur Bearbeitung herangezogene Arbeiten sind dem taxonomischen Index (Kap. 8) zu entnehmen. Eine Charakterisierung des Erhaltungszustands der Nannofossilien wurde nach visuellen Kriterien (Anlösung, Überwachsung) vorgenommen (ROTH & THIERSTEIN, 1972; ROTH, 1983). Die Diversitäts Indizes (Heterogenität, Gleichförmigkeit) wurden mit Hilfe der Statistiksoftware MVSP 3.1 berechnet. Die Schmier- und Settling-Präparate werden in der Sammlung des Instituts für Geologie, Mineralogie und Geophysik der Ruhr-Universität Bochum aufbewahrt. Der Karbonatgehalt der einzelnen Proben wurde mit Hilfe der Karbonatbombe nach der Methode von MÜLLER & GASTNER (1971) bestimmt.

5 Befunde

5.1 Biostratigraphie

Zur biostratigraphischen Einteilung der Profile Frömern und Ense-Bremen wird die UC-Zonierung (<u>Upper Cretaceous</u>) von BURNETT (1998) verwendet, diese basiert auf dem Erstauftreten (EA) und Letztauftreten (LA) der verschiedenen Leitarten.

Frömern: In den cenomanzeitlichen Proben (100/1 bis 100/7, 101/1 bis 101/6; Essen Grünsand-Formation, Brochterbeck-Formation) des Profils Frömern (Abb. 5) wurden die folgenden Leitarten nachgewiesen: *Axopodorhabdus albianus* (LA Top von UC5a; Taf. 1, Fig. 19), *Corollithion kennedyi* (LA Top von UC3d; Taf. 1, Fig. 18) und *Lithraphidites acutus* (EA Basis von UC3; Taf. 2, Fig. 14). Bis zur Probe 100/3 wurde auch *Staurolithites gausorhetium* (LA Top von UC3b; Taf. 1, Fig. 4) angetroffen. Insgesamt lassen sich die Proben 100/1 bis 101/6 anhand der kalkigen Nannofossilien in das Ober-Cenoman einordnen. In den Proben 102/1 bis 102/3 (Büren-Formation) wurden die folgenden Leitarten beobachtet: *Eprolithus octopetalus* (EA in UC6a; Taf. 2, Fig. 18), *Eprolithus eptapetalus* (EA Basis von UC6b; Taf. 2, Fig. 16) und *Quadrum gartneri* (EA Basis von UC7; Taf. 2, Fig. 19). Damit können diese Proben in das Unter-Turon eingestuft werden. Die Befunde belegen, dass der engere Cenoman/Turon-Grenzbereich (Biozonen UC3e – UC6) innerhalb eines Hiatus liegt.

Ense-Bremen: Im Profil Ense-Bremen haben alle 13 Proben, die näher untersucht wurden, ein Cenomanalter. Es konnten folgende Leitarten beobachtet werden: *Corollithion kennedyi* (EA Basis von UC1) und *Gartnerago segmentatum* (ab Probe Bremen 100/3; EA Basis von UC2; Taf. 2, Fig. 13), *Gartnerago theta* (LA Top von UC3a), *Staurolithites gausorhetium* (LA Top von UC3b), *Staurolithites glaber* (LA in UC1d). Die Leitform für das Ober-Cenoman, *Lithraphidites acutus*, fehlte in allen Proben. Somit sind die hier bearbeiteten Proben aus den Schichten 100, 101 und 102 älter, sie können damit in das Unter- bis Mittel-Cenoman eingeordnet werden.

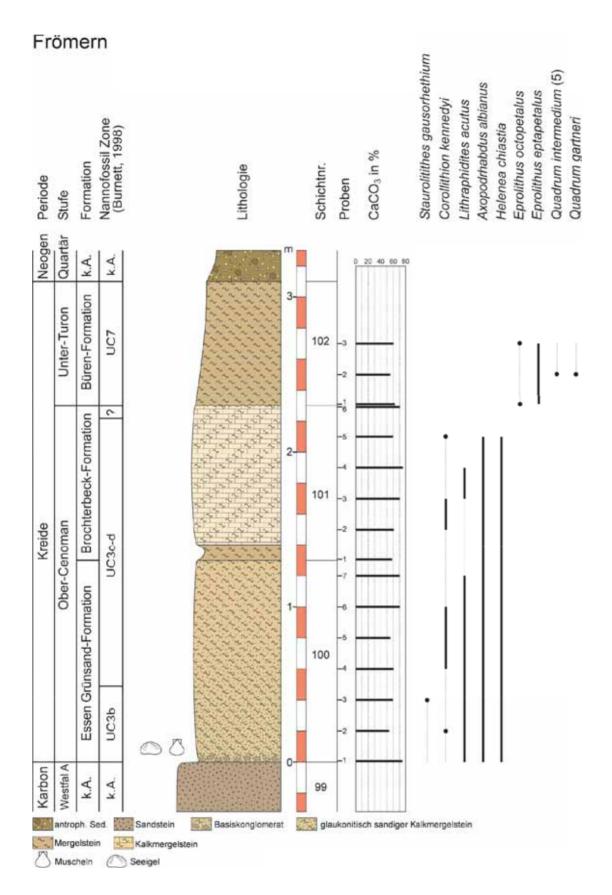


Abb. 5: Lithologie, Biostratigraphie und Karbonatwerte des Profils Frömern.

Ense-Bremen Gartnerago segmentatum Staurolitithes glaber Nannofossil Zone (Burnett, 1998) Gartnerago theta CaCO₃ in % Formation Lithologie Schichtnr. Periode Proben Stufe Badd.-Fm. 102 Mittel-Cenoman? keine Daten 101 Essen Grünsand-Formation Kreide Unter- bis Mittel-Cenoman UC2? 100 100* stark glaukonitisch sandiger Mergelstein Grünsandstein leicht glaukonitisch sandiger Mergelstein Mergelstein

Abb. 6: Lithologie, Biostratigraphie und Karbonatwerte des Profils Ense-Bremen.

5.2 Karbonatgehalt

Frömern: Der Karbonatgehalt reicht in der Essen Grünsand-Formation des Profils Frömern von 53,5% (Probe 100/2) bis 75,0% (Probe 100/1). In der Brochterbeck-Formation liegt der Karbonatgehalt dann zwischen 58,1% (Probe 101/1) und 75,5% (Probe 101/4), in der turonzeitlichen Büren-Formation variiert der Karbonatgehalt zwischen 60,5% (Probe 102/3) und 65,0% (Probe 102/2).

Ense-Bremen: In den 23 Proben aus Ense-Bremen liegt der Karbonatgehalt deutlich unter den Werten von Frömern. In der Essen Grünsand-Formation (Schichten 100, 101) reicht der Karbonatgehalt von 0% (Proben 100*/1) bis 72,2% (Probe 101/2). In der Baddeckenstedt-Formation (Schicht 102) schwankt der Karbonatgehalt von 20,5% (Probe 102/2) bis 40,5% (Probe 102/1). Die vollständigen Ergebnisse der Messungen sind in Tab. 1 sowie in Abb. 5, 6 zusammengefasst.

5.3 Diversität

Frömern: Im Profil Frömern wurden insgesamt 88 Arten kalkiger Nannofossilien nachgewiesen, 19 Arten wurden in allen und 4 weitere Arten wurden in 15 der 16 Proben beobachtet. Demgegenüber waren 26 Arten nur in drei oder weniger Proben nachweisbar. Die Anzahl der Arten variiert zwischen 37 (Probe 101/1) und 52 Arten (Probe 102/3), die durchschnittliche Diversität beträgt 45 Arten je Probe. Die Heterogenität (Shannon-Index) berücksichtigt die statistische Häufigkeit einzelner Arten. Eine Vergesellschaftung mit vielen gleich häufigen Spezies ist heterogener, als wenn diese nur von einer oder zwei Arten dominiert wird. Im Profil Frömern schwankt die Heterogenität zwischen 2,2 (Probe 100/3) und 2,7 (Probe 102/3). Ähnlich der Heterogenität berücksichtigt auch die Gleichförmigkeit (Eveness) die Verteilung der Arten in der Vergesellschaftung; ein Wert von 0 entspricht einer monospezifischen Vergesellschaftung, während ein Wert von 1 auf eine hoch diverse Vergesellschaftung hinweist, in der jede Art gleich häufig vorkommt. Im Profil Frömern reicht die Gleichförmigkeit von 0,64 (Probe 100/3) bis 0,75 (Probe 102/3). Die Absoluthäufigkeit schwankt zwischen 125,4 *10⁶ (Probe 100/7) und 1004,6 * 10⁶ (Probe 101/3) Individuen/g Sediment (Tab. 1, Abb. 7), durchschnittlich sind es 524,7 * 10⁶ Individuen/g Sediment.

Ense-Bremen: In den 13 näher untersuchten Proben des Profils Ense-Bremen wurden insgesamt 68 Arten kalkiger Nannofossilien nachgewiesen, jedoch nur 7 in allen und 4 weitere in 12 der 13 Proben. In Ense-Bremen waren 27 Arten in drei oder weniger Proben nachweisbar. Die Artenzahl variiert zwischen 16 (Probe 100/6) und 48 Arten (Probe 100*/1) durchschnittlich sind es 31 Arten pro Probe. Die Heterogenität reicht von 1,2 (Probe 100/8) bis 2,5 (Probe 100*/1). Die Gleichförmigkeit liegt zwischen 0,39 (Probe 100/8) und 0,69 (Probe 100*/1). Die Absoluthäufigkeit ist mit Werten zwischen 11,6 *10⁶ (Probe 100/9) und 65,9 *10⁶ (Probe 100*/3) Individuen/g Sediment (Tab. 1, Abb. 8) deutlich niedriger als in Frömern, im Durchschnitt sind es dort 35,9 *10⁶ Individuen/g Sediment.

5.4 Palökologie

Frömern: Innerhalb der kalkigen Nannofossilien des Profils Frömern stellen nur drei Taxa (*Watznaueria* spp., *Biscutum* spp., *Zeugrhabdotus* spp.) jeweils mehr als 10% der Gesamtabundanz. Zwei weitere Taxa (*Tranolithus orionatus, Prediscosphaera* spp.) erreichen Häufigkeiten von über 5%. Die innerhalb der Nannolithen häufigste Gruppe der Polycyclolithaceae (*Eprolithus* spp., *Quadrum* spp.) liefert nur 1,3% der Gesamtabundanz.

Es treten vier Arten der Gattung *Watznaueria* auf. *Watznaueria* barnesiae ist die mit Abstand häufigste Art innerhalb dieser Gattung. Die nächsthäufigste Art ist *Watznaueria fossacincta*, während die übrigen Arten (*Watznaueria biporta, Watznaueria ovata*) sehr selten sind. *Watznaueria* ist die häufigste Gattung im Profil Frömern. Ihr Anteil an der Gesamtvergesellschaftung (Mittelwert 32,2%) reicht von 26,0 (Probe 101/4) bis 39,0% (Probe 100/3).

Die Gattung *Biscutum* wird durch die sehr häufige Art *Biscutum constans* und die seltenere Art *Biscutum ellipticum* vertreten. Die durchschnittliche relative Häufigkeit von *Biscutum* beträgt 16,5%. Die Abundanz schwankt zwischen 7,4 (Probe 101/6) und 22,3% (Probe 100/4).

Es wurden acht Arten der Gattung Zeugrhabdotus beobachtet, wobei die Arten Zeugrhabdotus noeliae und Zeugrhabdotus elegans innerhalb der Gattung dominieren. Die übrigen Arten (Zeugrhabdotus bicrescenticus, Zeugrhabdotus diplogrammus, Zeugrhabdotus embergeri, Zeugrhabdotus erectus, Zeugrhabdotus erectus, Zeugrhabdotus erectus, Zeugrhabdotus scutula, Zeugrhabdotus trivectis) sind eher selten bis sehr selten. Die durchschnittliche relative Abundanz von Zeugrhabdotus entspricht 11,7%, ihr Anteil an der Gesamtvergesellschaftung schwankt zwischen 9,3 (Probe 100/7) und 16,9% (Probe 102/3).

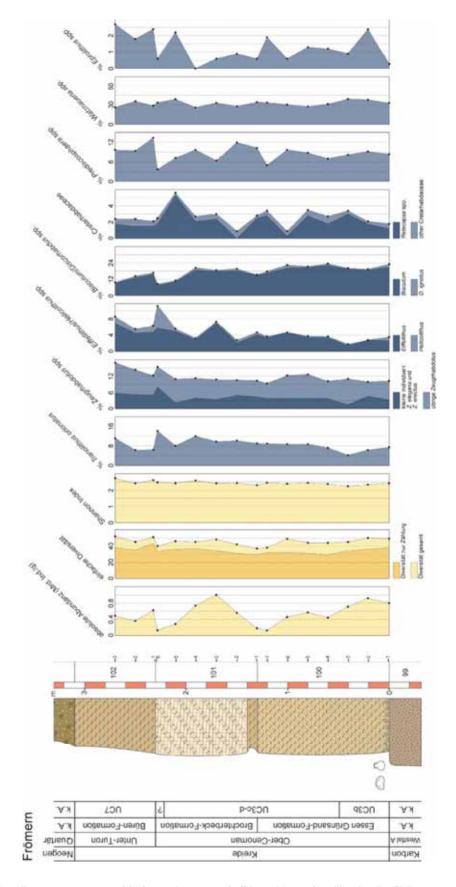


Abb. 7: Verteilungsmuster verschiedener Arten von kalkigen Nannofossilien im Profil Frömern.

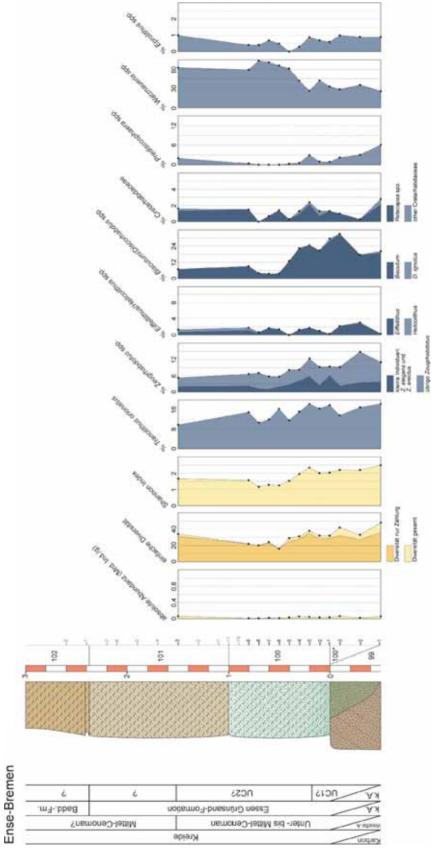


Abb. 8: Verteilungsmuster verschiedener Arten von kalkigen Nannofossilien im Profil Ense-Bremen.

Tranolithus orionatus ist mit einer durchschnittlichen relativen Häufigkeit von 8,7% die vierthäufigste Gruppe im Aufschluss Frömern. Die relative Abundanz reicht von 4,3 (Probe 100/3) bis 14,2% (Probe 101/6).

Die Gattung *Prediscosphaera* wird überwieged durch die Art *Prediscosphaera cretacea* vertreten, *Prediscosphaera spinosa* ist nur selten anzutreffen. Die dritte Art (*Prediscosphaera* cf. *serrata*) wurde nur in einer einzigen Probe beobachtet. *Prediscosphaera* ist mit durchschnittlich 8,6% die fünfthäufigste Gattung. Ihr Anteil schwankt von 3,7 (Probe 101/6) bis 13,4% (Probe 102/1). Der vertikalen Schwankungen der relativen Abundanzen diverser Nannofossiltaxa im Profil Frömern sind in Abb. 7 dargestellt.

Ense-Bremen: Die kalkigen Nannofossilien des Profils Ense-Bremen werden durch die Taxa *Watznaue-ria* spp., *Biscutum* spp. und *T. orionatus* dominiert, die alle jeweils häufiger als 10% sind. Die Gattung *Zeugrhabdotus* kommt häufiger als 5% vor. Die Nannolithen der Gattung *Eprolithus* treten mit 0,6% nur selten auf.

Im Profil Ense-Bremen wurden insgesamt fünf Arten der Gattung *Watznaueria* angetroffen, wobei *W. barnesiae* die häufigste Art ist. Es folgt *W. fossacincta*, die übrigen Arten (*W. biporta*, *W. cf. britannica*, *W. ovata*) treten nur selten auf. Mit einer durchschnittlichen Abundanz von 48,3% ist *Watznaueria* die mit Abstand häufigste Gattung. Die relative Abundanz schwankt von 25,8 (Probe 100*/1) bis 73,8% (Probe 100/8).

Die häufigste Art der Gattung *Biscutum* ist *B. constans*, etwas seltener ist *B. ellipticum* anzu treffen. Ausserdem wurden noch zwei weitere sehr seltene Arten (*B. melaniae*, *B.* cf. *notaculum*) in Ense-Bremen beobachtet. Mit einer durchschnittlichen Häufigkeit von 15,5% ist *Biscutum* die zweithäufigste Gattung in Ense-Bremen. Die relative Abundanz dieser Gattung reicht von 3,3 (Probe 100/7) bis 32,7% (Probe 100*/3).

T. orionatus repräsentiert mit durchschnittlich 14,8% die dritthäufigste Gruppe. Die relative Abundanz dieser Art reicht von 9,8 (Probe 101/3) bis 18,4% (Proben 100*/1, 100/3).

Die Gattung Zeugrhabdotus spp. wird durch die beiden Arten Z. noeliae und Z. elegans dominiert. Die übrigen Arten (Z. bicrescenticus, Z. diplogrammus, Z. embergeri, Z. erectus, Z. scutula, Z. trivectis) sind nur selten anzutreffen. Die relative Abundanz von Zeugrhabdotus beträgt durchschnittlich 8,6%, sie reicht von 5,2 (Probe 101/3) bis 14,8% (Probe 100*/2).

6 Diskussion des Ablagerungsraumes

6.1 Frömern

Die kalkigen Nannofossilgesellschaftungen der cenomanzeitlichen Sedimente von Frömern zeigen große Ähnlichkeit mit gleichalten Vergesellschaftungen der Bohrung Wunstorf (LINNERT et al., 2010). Die häufigsten Taxa im Cenoman von Frömern sind *Watznaueria* spp. (32,7%), *Biscutum* spp. (17,4%), *Zeugrhabdotus* spp. (11,1%), *T. orionatus* (8,9%) und *Prediscosphaera* spp. (8,1%). Dieselben Taxa dominieren das Cenoman in Wunstorf: *Watznaueria* spp. (26,9%), *Biscutum* spp. (14,2%), *Zeugrhabdotus* spp. (9,8%), *T. orionatus* (7,4%) und *Prediscosphaera* spp. (15,6%).

Für die Taxa *Biscutum* spp., *Zeugrhabdotus* spp. (vor allem kleine Arten) und *Tranolithus orionatus* wird vermutet, dass sie eine Affinität zu hohen Nährstoffgehältern hatten (ROTH & KRUMBACH, 1986; WATKINS, 1989; ERBA, 1992; ERBA et al., 1992; MUTTERLOSE et al., 2005; LINNERT & MUTTERLOSE, 2008; TIRABOSCHI et al., 2009; LINNERT et al., 2011). Die Häufigkeit dieser nährstoffliebenden Taxa im Cenoman des Profils Frömern ist mit 37,4% geringfügig höher als im Cenoman der Bohrung Wunstorf (31,4%). Andererseits hatte *Watznaueria* spp. wahrscheinlich eine Affinität zu offen ozeanischen Lebensräumen, möglicherweise in Verbindung mit niedrigen Nährstoffgehältern (ERBA et al., 1992; WILLIAMS & BRALOWER, 1995; WATKINS et al., 1996; KESSELS et al., 2003; BORNEMANN et al., 2005). *Watznaueria* spp. ist geringfügig häufiger im Cenoman von Frömern zu finden, als in Wunstorf. Die geringen Unterschiede in der Zusammensetzung der cenomanzeitlichen Nannofossilvergesellschaftungen beider Lokalitäten deuten darauf hin, dass dort ähnliche Paläoumweltbedingungen während des Cenomans geherrscht haben. Dabei ist aber anzumerken, dass gemäß der paläogeographischen Rekonstruktionen (z. B. VOIGT et al., 2004, 2008) Wunstorf mehr als 100km von der Küste entfernt lag, während Frömern eine relativ küstennahe Position einnahm.

Vergleicht man die turonzeitlichen Nannofossilgesellschaftungen von Frömern (küstennah) mit denen aus Wunstorf (küstenfern) und Bochum (küstennah; LINNERT & MUTTERLOSE, 2012) so liegt für Frömern der Anteil der nährstoffliebenden Taxa (*Biscutum* spp., *T. orionatus*, *Zeugrhabdotus* spp.) mit 35,1% zwischen den Werten von Wunstorf (30,7%) und Bochum (39,4%). Bei dem Anteil der pelagischen Gattung *Watznaueria* spp. entsprechen die turonzeitlichen Nannofossilvergesellschaftung von Frömern (30,2%) eher denen von Wunstorf (27,9%) als den extrem küstennahen Vergesellschaftungen von Bochum (15,7%).

Die hier bearbeiteten cenoman- und die turonzeitlichen Nannofossilvergesellschaftungen implizieren also eher pelagische als küstennahe Bedingungen für Frömern (*Watznaueria* spp. > 30%, Nährstofftaxa ähnlich wie Wunstorf). Vermutlich lag Frömern nicht ganz so dicht an der Küste wie das Profil Glockengarten (Bochum), dessen Nannofossilvergesellschaftung klare Unterschiede zu der des offen ozeanischen Wunstorf aufweist. Alternativ könnte der hohe Nährstoffeintrag in Bochum (Profil Glockengarten) auf ein nahes Flussdelta hinweisen.

Hohe Abundanzen von *Watznaueria* sind jedoch auch ein Indikator für schlechte Erhaltung und Lösung (THIERSTEIN, 1980, ROTH & KRUMBACH, 1986). Ein Vergleich der durchschnittlichen Heterogenitäten der Profile Frömern (2,45), Wunstorf (2,50 Cenoman; 2,56 Turon) und Bochum (2,94) zeigt, dass die Nannofossilvergesellschaftungen in Frömern und Wunstorf ähnlich divers, die Vergesellschaftungen in Bochum jedoch höher divers sind. Damit könnte der hohe Anteil von *Watznaueria* spp. in Frömern und in Wunstorf mit der schlechteren Erhaltung der kalkigen Nannofossilien an beiden Lokalitäten zusammenhängen.

6.2 Ense-Bremen

In Ense-Bremen ist der Anteil der lösungsresistenten Gattung *Watznaueria* (THIERSTEIN, 1980) mit durchschnittlich 48,3% noch deutlich größer als in Frömern. Gemäß ROTH & KRUMBACH (1986) deutet ein Anteil dieser Gattung von mehr als 40% auf eine starke diagenetische Überprägung der Nannofossilvergesellschaftung hin. Diese diagenetische Überprägung lässt sich an der deutlich niedrigeren Diversität in den Proben von Ense-Bremen (31 Arten/Probe) im Vergleich zu den Proben von Frömern (45 Arten/Probe) erkennen. Des weiteren ist die absolute Abundanz an Nannofossilien in Ense-Bremen mit durchschnittlich 35,9 *10⁶ Individuen/g Sediment wesentlich niedriger als in Frömern (524,7 * 10⁶ Individuen/g Sediment). Würde man in Frömern also von einer vollständig erhaltenen Nannofossilvergesellschaftung ausgehen, so würden im Vergleich zu dieser in Ense-Bremen über 90% der Nannofossilien gelöst sein.

Es zeigt sich jedoch in einzelnen Proben des Profils Ense-Bremen, dass die relative Abundanz der nährstoffliebenden Gattung *Biscutum* (bis zu 32%) die des Profils Frömern (maximal 22%) übersteigt. Dabei ist anzumerken, dass *Biscutum* eine lösungsanfällige Gattung ist (THIERSTEIN, 1980), deren Anteil bei starker Diagenese eher sinken würde. Eine höhere relative Abundanz an *Biscutum* spp. impliziert, dass der Nährstoffeintrag in Ense-Bremen stärker gewesen sein muss, als in Frömern. Möglicherweise lag also Ense-Bremen näher an der cenomanzeitlichen Küste. Allerdings ist anzumerken, dass die hohen Anteile an *Biscutum* spp. nur in einzelnen Proben des Unter- bis Mittel-Cenomaniums nachgewiesen wurden. In den Schichten nahe des Cenoman/Turon-Übergangs und auch im Unter-Turon war die Erhaltung der Fossilien so schlecht, dass keine Daten erhoben werden konnten.

7 Zusammenfassung

Im Profil Frömern ist eine mäßig gut erhaltene und diverse Vergesellschaftung kalkiger Nannofossilien zu beobachten. Stratigraphisch stammen die älteren Schichten des Profils (Essen Grünsand-Formation, Brochterbeck-Formation) aus dem Ober-Cenoman, der jüngere Teil (Büren-Formation) aus dem Unter-Turon. Der engere Cenoman/Turon-Grenzbereich fällt in eine Schichtlücke. Die Zusammensetzung der Nannofossilvergesellschaftung (Anteile an *Watznaueria* spp., *Biscutum* spp., *Zeugrhabdotus* spp., *T. orionatus*, *Prediscosphaera* spp.) des küstennahen Profils Frömern hat große Ähnlichkeit mit der Vergesellschaftung des offen ozeanischen Profils Wunstorf. Diese Gemeinsamkeit machen für Frömern stärker pelagische Bedingungen wahrscheinlich, als ursprünglich vermutet.

Im Profil Ense-Bremen ist die Erhaltung der Nannofossilvergesellschaftung schlecht. Gerade einige Proben nahe des Cenoman/Turon-Überganges sind vollständig steril. Die Diversität und die Absoluthäufigkeit an kalkigen Nannofossilien ist in Ense-Bremen wesentlich niedriger als im Profil Frömern. Proben aus dem älteren Teil des Profils Ense-Bremen (Essen Grünsand-Formation) lassen sich biostratigraphisch in das Unter- bis Mittel-Cenoman einordnen. Eine Datierung des jüngeren Teils (Baddeckenstedt-Formation) war aufgrund der sehr schlechten Fossilerhaltung nicht möglich. Eine hohe relative Abundanz der nährstoffliebenden Gattung Biscutum impliziert, dass während des Unter- Mittel-Cenoman im Gebiet des heutigen Ense-Bremen ein höherer Eintrag von Nährstoffen vorgeherrscht habe muss, als im Ober-Cenoman von Frömern.

8 Taxonomischer Index

Taxonomischer Index der im Text aufgeführten Arten und Gattungen (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen)

Ahmuellerella Reinhardt 1964

Ahmuellerella octoradiata (Górka 1957) Reinhardt 1967

Amphizygus Bukry 1969

Amphizygus brooksii Bukry 1969

Assipetra Roth 1973

Axopodorhabdus Wind & Wise in Wise & Wind 1977

Axopodorhabdus albianus Wind & Wise in Wise & Wind 1977

Biscutum Black in Black & Barnes 1959

Biscutum constans (Górka 1957) Black in Black & Barnes 1959

Biscutum ellipticum (Górka 1957) Grün in Grün & Allemann 1975

Biscutum melaniae (Górka 1957) Burnett 1997

Biscutum notaculum Wind & Wise in Wise & Wind 1977

Braarudosphaera Deflandre 1947

Braarudosphaera bigelowii (Gran & Braarud 1935) Deflandre 1947

Broinsonia Bukry 1969

Broinsonia enormis (Shumenko 1968) Manivit 1971

Broinsonia signata (Noël 1969) Noël 1970

Bukrylithus Black 1971

Bukrylithus ambiguus Black 1971

Calculites Prins & Sissingh in Sissingh 1977

Chiastozygus Gartner 1968

Chiastozygus bifarius Bukry 1969

Chiastozygus litterarius (Górka 1957) Manivit 1971

Chiastozygus trabalis (Górka 1957) Burnett 1998b

Corollithion Stradner 1961

Corollithion kennedyi Crux 1981

Corollithion exiguum Stradner 1961

Corollithium signum Stradner 1963

Cretarhabdus Bramlette & Martini 1964

Cretarhabdus striatus (Stradner 1963) Black 1973

Cribrosphaerella Deflandre in Piveteau 1952

Cribrosphaerella ehrenbergii Deflandre in Piveteau 1952

Cyclagelasphaera Noël 1965

Cyclagelosphaera reinhardtii (Perch-Nielsen 1968) Romein 1977

Discorhabdus Noël 1965

Discorhabdus ignotus (Górka 1957) Perch-Nielsen 1968

Eiffellithus Reinhardt 1965

Eiffellithus gorkae Reinhardt 1965

Eiffellithus turriseiffelii (Deflandre in Deflandre & Fert 1954) Reinhardt 1965

Eprolithus Stover 1966

Eprolithus eptapetalus Varol 1992

Eprolithus floralis (Stradner 1962) Stover 1966

Eprolithus octopetalus Varol 1992

Flabellites Thierstein 1973

Flabellites oblongus (Bukry 1969) Crux in Crux et al. 1982

Gartnerago Bukry 1969

Gartnerago nanum Thierstein 1974

Gartnerago praeobliquum Jakubowski 1986

Gartnerago segmentatum (Stover 1966) Thierstein 1974

Gartnerago theta (Black in Black & Barnes 1959) Jakubowski 1986

Grantarhabdus Black 1971a

Grantarhabdus coronadventis (Reinhardt 1966) Grün in Grün & Allemann 1975

Haguis Roth 1978

Haquis circumradiatus (Stover 1966) Roth 1978

Helenea Worsley 1971

Helenea chiastia Worsley 1971

Helicolithus compactus (Bukry 1969) Varol & Girgis 1994

Helicolithus trabeculatus (Górka 1957) Verbeek 1977

Lithraphidites Deflandre 1963

Lithraphidites acutus Verbeek & Manivit in Manivit et al. 1977

Lithraphidites alatus Thierstein in Roth & Thierstein 1972

Lithraphidites carniolensis Deflandre 1963

Loxolithus Noël 1965

Loxolithus armilla (Black in Black & Barnes 1959) Noël 1965

Manivitella Thierstein 1971

Manivitella pemmatoidea (Deflandre in Manivit 1965) Thierstein 1971

Microrhabdulus Deflandre 1959

Microrhabdulus decoratus Deflandre 1959

Miravestina Grün in Grün & Allemann 1975

Miravetesina berganii Lees 2007

Nannoconus Kamptner 1931

Neocrepidolithus Romein 1979

Octocyclus Black 1972

Octocyclus reinhardtii (Bukry 1969) Wind & Wise in Wise & Wind 1977

Placozvaus Hoffman 1970

Placozygus fibuliformis (Reinhardt 1964) Hoffman 1970

Prediscosphaera Vekshina 1959

Prediscosphaera cretacea (Arkhangelsky 1912) Gartner 1968

Prediscosphaera serrata Noël 1970

Prediscosphaera spinosa (Bramlette & Martini 1964) Gartner 1968

Quadrum Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al. 1977

Quadrum gartneri Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al. 1977

Quadrum intermedium Varol 1992

Radiolithus Stover 1966

Radiolithus planus Stover 1966

Retecapsa Black 1971

Retecapsa angustiforata Black 1971

Retecapsa crenulata (Bramlette & Martini 1964) Grün in Grün & Allemann 1975

Retecapsa ficula (Stover 1966) Burnett 1998b

Retecapsa surirella (Deflandre & Fert 1954) Grün in Grün & Allemann 1975

Rhagodiscus Reinhardt 1967

Rhagodiscus achlyostaurion (Hill 1976) Doeven 1983

Rhagodiscus angustus (Stradner 1963) Reinhardt 1971

Rhagodiscus asper (Stradner 1963) Reinhardt 1967

Rhagodiscus reniformis Perch-Nielsen 1973

Rhagodiscus splendens (Deflandre 1953) Verbeek 1977

Rotelapillus Noël 1973

Rotelapillus biarcus (Bukry 1969)

Rotelapillus crenulatus (Stover 1966) Perch-Nielsen 1984

Scapholithus Deflandre in Deflandre & Fert 1954

Scapholithus fossilis Deflandre in Deflandre & Fert 1954

Seribiscutum Filewicz et al. in Wise & Wind 1977

Seribiscutum gaultensis Mutterlose 1992a

Seribiscutum primitivum (Thierstein 1974) Filewicz et al. in Wise & Wind 1977

Sollasites Black 1967

Sollasites horticus (Stradner et al. in Stradner & Adamiker 1966) Cepek & Hay 1969

Staurolithites Caratini 1963

Staurolithites ellipticus (Gartner 1968) Lambert 1987

Staurolithites flavus Burnett 1998b

Staurolithites glaber (Jeremiah 1996) Burnett 1998b

Staurolithites imbricatus (Gartner 1968) Burnett 1998b

Staurolithites mutterlosei Crux 1989

Stoverius Perch-Nielsen 1986

Stoverius achylosus (Stover 1966) Perch-Nielsen 1986

Tegumentum Thierstein in Roth & Thierstein 1972

Tegumentum stradneri Thierstein in Roth & Thierstein 1972

Tetrapodorhabdus Black 1971a

Tetrapodorhabdus decorus (Deflandre in Deflandre & Fert 1954) Wind & Wise in Wise und Wind 1977

Tranolithus Stover 1966

Tranolithus minimus (Bukry 1969) Perch-Nielsen 1984

Tranolithus orionatus (Reinhardt 1966a) Reinhardt 1966b

Watznaueria Reinhardt 1964

Watznaueria barnesae (Black 1959) Perch-Nielsen 1968

Watznaueria biporta Bukry 1969

Watznaueria britannica (Stradner 1963) Reinhardt 1964

Watznaueria fossacincta (Black 1971) Bown in Bown & Cooper 1989

Watznaueria ovata Bukry 1969

Zeugrhabdotus Reinhardt 1965

Zeugrhabdotus bicrescenticus (Stover 1966) Burnett in Gale et al. 1996

Zeugrhabdotus diplogrammus (Deflandre in Deflandre & Fert 1954) Burnett in Gale et al. 1996

Zeugrhabdotus embergeri (Noël 1958) Perch-Nielsen 1984

Zeugrhabdotus elegans (Gartner 1968) Burnett in Gale et al. 1996

Zeugrhabdotus erectus (Deflandre in Deflandre & Fert 1954) Reinhardt 1965

Zeugrhabdotus noeliae Rood et al. 1971

Zeugrhabdotus scutula (Bergen 1994) Rutledge & Bown 1996

Zeugrhabdotus trivectis Bergen 1994

9 Literatur

BÄRTLING, R. (1923): Erl. Geol. Karte Preußen u. benachbarter Bundesstaaten 1:25.000, Bl. 4509 Bochum. – 72 S.: Berlin.

BORNEMANN, A., PROSS, J., REICHELT, K., HERRLE, J.O., HEMLEBEN, Ch. & MUTTERLOSE, J. (2005): Reconstruction of short-term palaeoceanographic changes during the formation of the Late Albian "Niveau Breistroffer" black shales (Oceanic Anoxic Event 1d, SE France). Journal of the Geological Society, London 162, 623-639.

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; London.

ERBA, E. (1992): Middle Cretaceous calcareous nannofossils from the Western Pacific (ODP Leg 129): evidence for paleoequatorial crossings. In: LARSON, R.L., LANCELOT, Y. (Hrsg.), Proceedings of the Ocean Drilling Project, Scientific Results, vol. 129, pp. 189-201.

ERBA, E., CASTRADORI, D., GUASTI, G. & RIPEPE, M. (1992): Calcareous nannofossils and Milankovitch cycles: the example of the Albian Gault Clay Formation (southern England). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **93**, 47-69.

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.

HISS, M. (1982a): Lithostratigraphie der Kreide-Basisschichten (Cenoman bis Unterturon) am Haarstrang zwischen Unna und Möhnesee (südöstliches Münsterland). – Münstersche Forsch. Geol. Paläont. **57**, 59-135.

HISS, M. (1982b): Cenoman-Transgression und kleinräumige Faziesänderungen der Transgressionssedimente am Beispiel des Geologischen Gartens in Bochum und der Steinbrüche bei Frömern (Westfalen).

– Münstersche Forsch. Geol. Paläont. 57, 137-162.

HISS, M. (1995): Kreide. – In: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Geologie im Münsterland. – 195 S.; Krefeld.

HISS, M., MUTTERLOSE, J. & KAPLAN, U. (2008): Die Kreide des östlichen Ruhrgebietes zwischen Unna und Haltern. – Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N.F. **90**, 187-222.

KESSELS, K., MUTTERLOSE & J., RUFFEL, A. (2003): Calcareous nannofossils from the late Jurassic sediments of the Volga Basin (Russian Platform): evidence for productivity-controlled black shale deposition. International Journal of Earth Sciences **92**, 743-757.

LINNERT, C. & MUTTERLOSE, J. (2008): Kalkige Nannofossilien des Untercampans (Oberkreide) von Buldern (Stadt Dülmen; NRW). – Geologie Paläontologie Westfalen 71, 77-101.

LINNERT, C., MUTTERLOSE, J. & ERBACHER, J. (2010): Calcareous nannofossils of the Cenomanian/ Turonian boundary interval from the Boreal Realm (Wunstorf, northwest Germany). – Marine Micropaleontology **74**, 38-58.

- LINNERT, C., MUTTERLOSE, J. & HERRLE, J.O. (2011): Late Cretaceous (Cenomanian– Maastrichtian) calcareous nannofossils from Goban Spur (DSDP Sites 549, 551): Implications for the palaeoceanography of the proto North Atlantic. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 299, 507-528.
- LINNERT, C. & MUTTERLOSE, J. (2012): Randlich marine Sedimente der tiefen Ober-Kreide von Bochum Biostratigraphie und Ablagerungsraum. Geologie Paläontologie Westfalen XX.
- 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., BORNEMANN, A. & HERRLE, J.O. (2005): Mesozoic calcareous nannofossils state of the art. Paläontologische Zeitschrift **79**, 113-133.
- MUTTERLOSE, J., & WILMSEN, M. (2008): The evolution of a Cretaceous epicontinental sea: from lacustrine via pelagic to turbiditic environments (Germany). Exkursionsführer Deutsche Geol. Ges. 237, 113-149.
- PERCH-NIELSEN, K. (1985): Mesozoic calcareous nannofossils. In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & ROTH, P.H., KRUMBACH, K.R., 1986. Middle Cretaceous calcareous nannofossil biogeography and preservation in the Atlantic and Indian Oceans: Implications for palaeoceanography. Marine Micropaleontology 10, 235-266.
- ROTH, P.H. (1983): Jurassic and Lower Cretaceous calcareous nannofossils in the western North Atlantic (Site 543): biostratigraphy, preservation and some observation on biogeography and paleoceonagraphy. In: SHERIDAN, R.E., GRADSTEIN, F.M., et al. (Hrsg.), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, vol. 76, S. 587-621.
- ROTH, P.H. & THIERSTEIN, H. (1972): Calcareous nannoplankton: leg 14 of the Deep Sea Drilling Project. In: HAYES, D.E., PIMM, A.C., et al. (Hrsg.), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, vol. 14, S. 421-485.
- ROTH, P.H. & KRUMBACH, K.R. (1986). Middle Cretaceous calcareous nannofossil biogeography and preservation in the Atlantic and Indian Oceans: Implications for palaeoceanography. Marine Micropaleontology 10, 235-266.
- THIERSTEIN, H.R. (1980): Selective dissolution of Late Cretaceous and earliest Tertiary calcareous nannofossils; experimental evidence. Cretaceous Research 1, 165-176.
- TIRABOSCHI, D., ERBA, E. & JENKYNS, H. C. (2009): Origin of rhythmic Albian black shales (Piobbico core, central Italy): Calcareous nannofossil quantitative and statistical analyses and paleoceanographic reconstructions, *Paleoceanography* **24**, PA2222, doi:10.1029/ 2008PA001670.
- VOIGT, S., GALE A.S. & FLÖGEL, S. (2004): Midlatitude shelf seas in the Cenomanian-Turonian greenhouse world: Temperature evolution and North Atlantic circulation. Paleoceanography **19**, PA4020, doi:10.1029/2004PA001015.
- VOIGT, S., ERBACHER, J., MUTTERLOSE, J., WEISS, W., WESTERHOLD, T., WIESE, F., WILMSEN, M. & WONIK, T. (2008): The Cenomanian Turonian of the Wunstorf section (North Germany): global stratigraphic reference section and new orbital time scale for Oceanic Anoxic Event 2. Newsletters on Stratigraphy 43, 65-89.
- WATKINS, D.K. (1989): Nannoplankton productivity fluctuations and rhythmically-bedded pelagic carbonates of the Greenhorn Limestone (Upper Cretaceous). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **74**, 75-86.
- WATKINS, D.K., WISE, S.W., POSPICHAL, J.J. & CRUX, J. (1996): Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoceanography of the Southern Ocean. In: MOGUILEVSKI, A., WHATLEY, R. (Hrsg.) Microfossils and Oceanic Environments. University of Wales, Aberystwyth Press, S. 355-381.
- WILLIAMS, J.R. & BRALOWER, T.J. (1995): Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes, and the paleoceanography of the Valanginian-Barremian (early Cretaceous) North-Sea Basin. Paleoceanography 10, 815-839.

Frömern

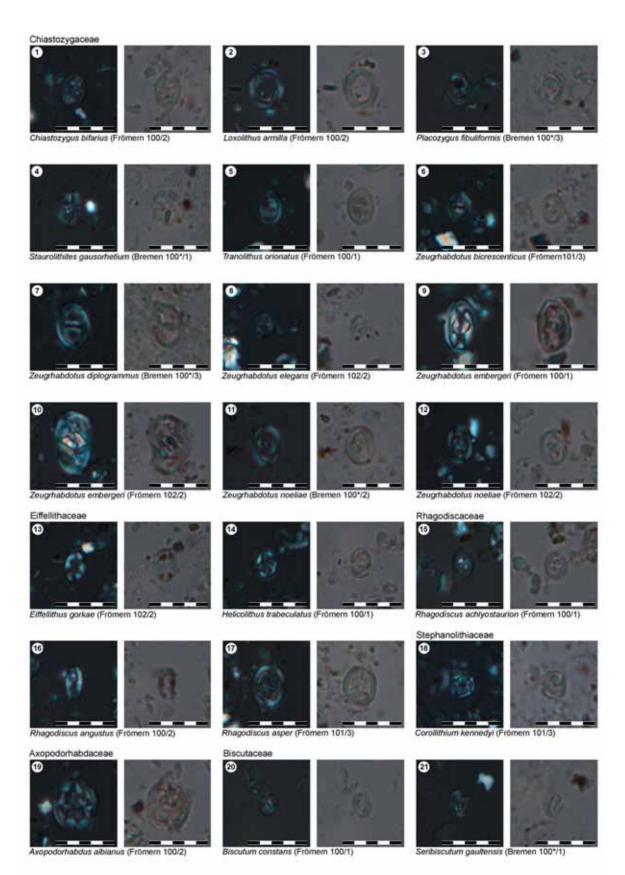
Probe	102/2 65.0 UC7 329 325 360.2 45 2.42 0.688 1 1 # 1 1 # 2 1 1 # 1 2 1 1 1 1 2 1 1 1 1	102/3 60.5 102/7 331 328 485.3 0.75 1 1 # 2 2 3 1 1 # 5 5 3 1 1 27 # # 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Familie Namo-Zone	UC7 329 325 360.2 45 2.42 0.68 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1	UC7 3311 328 485.3 52 2.73 52 17 18 18 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19
Individuose gesamt Martine 1988	329 325 360.2 45 2.42 0.68 1 1 1 1 2 1 1 2 1 1 21 4 # 16 26 1 8 7	331 328 485.3 6.75 1 1 1 # 2 2 3 1 1 # 37 5 5 3 2 19 2 7 9 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 1
Second Destiminary 329 325 327 324 316 317 318 323 324 329 317 322 333 325 327 326 333 325 327 326 333 325 327 326 333 325 327 326 323 324 329 327 322 333 325 327 326 325 324 329 327 322 323 325 325 325 325 325 325 324 326 325 3	325 3602 45 2.42 0.68 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 2 1 1 1 2 1 1 1 2 1 1 1 2 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	328 485.3 52 2.73 0.75 1 1 ## 2 2 3 1 1 ## 377 5 5 3 2 2 19 277 ## 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16
bb. Abundant (106 ind /g)	360.2 45 2.42 0.68 1 1 1 1 2 1 1 1 2 1 1 2 1 4 8 7	485.3 52 2.73 0.75 1 1 # 2 2 2 3 1 1 # # 37 5 3 3 2 19 27
Describit Asim	45 2.42 0.68 1 1 # 1 1 1 # 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	52 2.73 0.75 1 1 1 # 2 2 3 3 1 1
	2.42 0.68 1 1 1 1 1 2 1 1 1 2 1 4 # 16 26 1 8 7	2.73 0.75 1 1 # 2 2 3 1 1 # 37 5 3 2 19 27 # #
Client Client Control of the Control of the Control of the Client Clie	0.68 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 2 1 1 21 4 1 16 26 1 8 7	0.75 1 1 # 2 2 3 1 1 # 37 5 3 2 19 27 # 16
Effelithales	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 # 2 2 3 1 # 37 5 3 2 19 27 # 16
Chistorygaceae Amphlayous brookis (lenlel) Amphlayous bro	1 # 1 1 # 2 1 1 21 4 4 # 116 26 1 8 8 7 3 8 8	1 # 2 2 3 1 1 # 37 5 3 2 19 27 # 16
Chistorygaseae Amphitygas brooksig (hell)	# 1 1 # 2 2 1 1 1 2 1 4 4 # 1 1 6 2 6 5 7 3 8 8	# 2 2 3 1 # 37 5 3 2 19 27 # 16
Bakrilithus embiguars Chistooygus Interarius Bakrilithus embiguars Chistooygus Interarius Bakrilithus embiguars Bakrilithus embiguar	1	# 2 2 3 1 # 37 5 3 2 19 27 # 16
Chistopyais Interniss	1 ## 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	# 2 2 3 1 # 37 5 3 2 19 27 # 16
Chicstorygus trobalis	# 2 1 1 1 21 4 # # 16 26 1 8 7 7 3 8 8	2 2 3 1 1 37 5 3 2 19 27 #
Recomplication of the second content of th	# 2 1 1 1 21 4 # # 16 26 1 8 7 7 3 8 8	2 3 1 # 37 5 3 2 19 27 # 16
Necception Neception Necception Necception Neception	# 2 1 1 1 21 4 # # 16 26 1 8 7 7 3 8 8	2 3 1 # 37 5 3 2 19 27 # 16
Proceedings	1 1 1 1 21 4 # 16 26 1 8 7	3 1 # 37 5 3 2 19 27 # 16
Staurolithtes flows Staurolithtes galaxy heterium Staurolithtes di Imbricatus # 1	1 1 21 4 # 16 26 1 8 7 3 8 8	# 37 5 3 2 19 27 # 16
Staurolithites guisorhetium Staurolithites guisorhetium Staurolithites d. Imbricatus H	1 1 21 4 # 16 26 1 8 7 3 8 8	37 5 3 2 19 27 #
Staurolithites glober	1 21 4 # 16 26 1 8 7	37 5 3 2 19 27 #
Stourolithithes of Indivictors Stourolithithes muteriosei R Stourolithithes muteriosei R R R R Stourolithithes muteriosei R R R R Stourolithithes muteriosei R R R R R R R R Stourolithithes muteriosei R R R R R R R R R R R R R	1 21 4 # 16 26 1 8 7	37 5 3 2 19 27 #
Regumentum stradneri	1 21 4 # 16 26 1 8 7	37 5 3 2 19 27 #
Translithus minimus	21 4 # 16 26 1 8 7	5 3 2 19 27 # 16
Problem	21 4 # 16 26 1 8 7	5 3 2 19 27 # 16
Regordiscaceae Regordiscus splendens	4 # 16 26 1 8 7	5 3 2 19 27 # 16
Registration	16 26 1 8 7	2 19 27 # 16
Zeugrhabdotus elegans 8	16 26 1 8 7	19 27 # 16
Zeugrhabdotus erectus	26 1 8 7	27 # 16
Zeugrhabdotus noelice	1 8 7	#
Registration 2	8 7 3 8	16
Eiffellithaceae	8 7 3 8	16
Effelithus turniseffelii	7 3 8	
Figlithus sp.	3 8	7
Helicolithus compactus	8	
Helicolithus trabeculates	8	
Rhogodiscus angustus # 4 1 2 # # 1 1 3 1 5 Rhogodiscus seplormis 1 # # # # # # # # # # # #		5
Rhogodiscus onjoustus # 4 1 2 # # 1 1 3 1 5 Rhogodiscus senjerinis 1 # # # # # # # # # #	2	6
Rhagodiscus reniformis 1 Rhagodiscus splendens 1 #		3
Rhagodiscus splendens 1 # # 1 # #	#	
Calciosoleniaceae	1	#
Corollithion exigum 1	•	-
Stephanolithiales Corolithion kennedy # # # 1 # # #		
Corollithion signum		1
Stephanolithiaceae Rotelapillus crenulatus 1 1 # 2 2 1 3 3 1 1	#	#
Stoverius # # 1 1 #		#
Podorhabdales Axopodorhabdus albianus 1 3 1 3 2 3 1 2 3 2 6 # Axopodorhabdaceae Cribrosphoerella ehrenbergii # # # 1 1 1 1 2	2	2
Acopociniaculaceae Cini Ospineteriani Cini Cini Cini Cini Cini Cini Cini	-	2
Tetrapodorhabdus decorus # #		
Biscutaceae Biscutum constans 66 59 63 70 64 64 50 48 58 55 61 33 23 51	43	27
Biscutum ellipticum 3 2 1 3 1 1 3 1 # 1		3
Biscutum melanine Biscutum d. notaculum		
Discontinuo	4	2
Seribiscutum gaultensis 1		
Seribiscutum primitivum		
Sollasites horticus # # # 1		
Cretarhabdaceae Cretarhabdus striatus #		
Flabellites oblingatus	3	1 #
Helene chistis 2 1 1 3 2 2 1 1 3 1 1 1	-	-
Miravestina berganii # 1 1 1 1		1
Retecops angustriorata 1 2 6 3 6 # 4 4 # 2 2 5 4 2 8 8 8 8 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	3	2
Retecapsa crenulata 1 1 4 3 3 1 4 2 4 2 6 2 3 Retecapsa ficula 2 # # # 1 2 # 2 3 5 #	2	1
neccopus junu		#
Prediscosphaeraceae Prediscosphaeraceae Prediscosphaeraceae 28 28 25 22 26 29 16 29 37 20 29 23 11 42	29	27
Prediscosphaera spinosa # 2 2 1 2 2 # 4 2 1 3 # 1 3	2	5
Prediscosphaera cf. serrata #		
Tubodiscaceae Manivitella permatoidea 2 2 1 1 1 1 1 # 1 #	1	#
Watznaueriales Hoojus circumrodictus # Cvianelesshoera reinbradiii #		
Cyclogelaspherer reinhardtii # Wattnaueria barnesie 106 122 124 101 86 93 105 109 89 107 83 121 107 96	116	86
Watingten outreside		
Watznaueria cf. britannica		
	1	1
	5	
Arkhangelskiales Broinsonia enormis 1 # 1 1 4 8 Arkhangelskiellaceae Broinsonia signata 10 7 10 16 9 7 18 7 13 6 10 8 2 2	5 #	13 1
Kampthericeae Gottnerago nanum	-	-
Gartnergo praebliquim 1 # 1 3		
Gartnerago segmentatum # 1 # 1 3 1	1	#
Gartnerago theta		
Holococcolithen Calculites sp. 1 1 1 1	#	1
Nannolithen Broarudosphoero bigelowii 1 #		#
Microrhabdulaceae Lithraphilites alatus 1		
Lithrophidites courtus 1 # 1 # # 1 # 1 # Lithrophidites courtolerisis # # 2 3 1 # 2 # # # 3 2 1	1	1
Microrhabdulus decoratus 1 # 1 # # 2 # 1	-	#
Nannoconaceae Nannoconus sp.		1
Polycyclolithaceae Eprolithus eptopetalus 1	2	5
Eprolitius (Porolis 1 8 3 4 4 2 6 2 3 2 # 7 2 7	4	4
Eprolithus octopedalus Quadrum gartneri	#	"
Quadrum intermedium (5)	#	
Radiolithus planus # 1 2 2 2 1 1 1		
Assipetra sp. #		

Tab. 1: Zählliste der kalkigen Nannofossilien aus dem Profil Frömern.

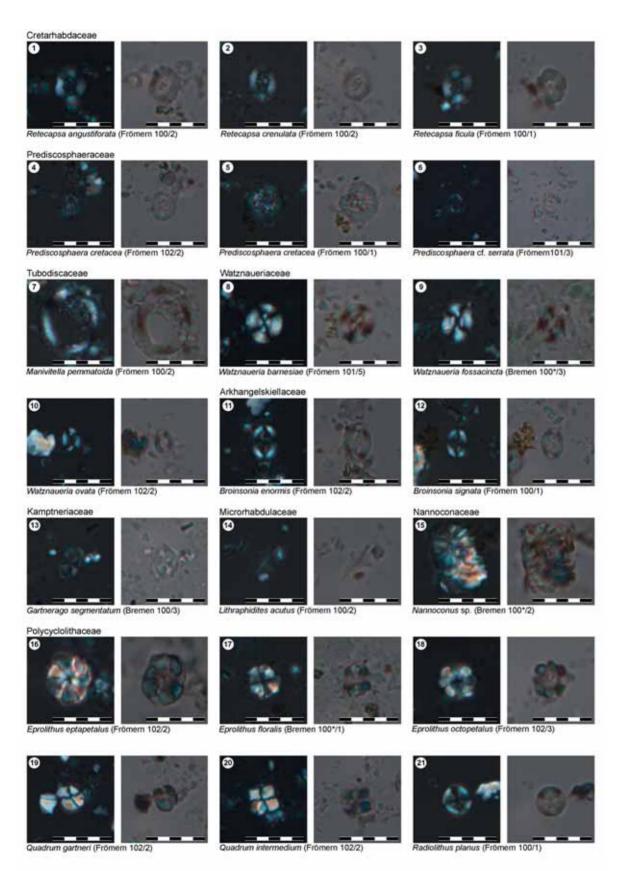
Ense-Bremen

Ordnung	nen _{Probe}	100*/1	100*/2	100*/3	100/1	100/2	100/3	100/4	100/5	100/6	100/7	100/8	100/9	101/3
o.unung	Probe CaCO3	0	100*/2 0	100*/3	25.5	29.5	30.8	32.4	32.4	33.5	37.8	29.7	100/9 40	22.2
Familie	Nanno-Zone	UC1?	UC1?	UC1?	UC1?	UC1?	UC2?	UC2?	UC2?	UC2?	UC2?	UC2?	UC2?	UC2?
	Individuen gesamt	326	324	315	319	303	332	316	307	213	299	271	273	306
	davon bestimmbar	321	321	312	315	303	330	310	305 30.2	208	298	270 11.8	271 11.6	304 64.5
	abs. Abundanz (106 Ind./g) Diversität	59.0 48	21.2	65.9 42	35.7 32	32.7 32	44.5 38	55.2 31	30.2 29	14.6 16	20.4	11.8 20	11.6 22	64.5 34
	Heterogenität (Shannon-Index)	2.49	2.19	2.20	2.04	2.01	2.34	1.95	1.53	1.25	1.29	1.16	1.58	1.67
	Gleichförmigkeit (Eveness)	0.69	0.66	0.64	0.61	0.60	0.66	0.59	0.48	0.45	0.41	0.39	0.51	0.49
Eiffellithales	Ahmuellerella octoradiata													
Chiastozygaceae	Amphizygus brooksii (dunkel) Amphizygus brooksii (hell)	#	2											
Спазсогувасеве	Bukrilithus ambiguus	3	2		1				1					
	Chiastozygus bifarius Chiastozygus litterarius	3 1	1	2	2	1	3	3	1		2			2
	Chiastozygus trabalis	1		"										
	Loxolithus armilla	6	4	7	3	4	5	8	1		3	1	1	1
	Neocrepidolithus sp. Placozygus fibuliformis	2	2	1		1	4	1			1		2	
	Staurolithites ellipticus Staurolitithes flavus	2												
	Staurolithites gausorhetium	#		1			1							1
	Staurolithites glaber		#											
	Staurolitithes cf. Imbricatus Staurolithites mutterlosei	3		1	1		1							
	Tegumentum stradneri			#										
	Tranolithus minimus Tranolithus orionatus	60	55	43	57	50	61	1 48	36	35	1 36	1 29	1 41	30
	Zeugrhabdotus bicrescenticus	3	2		1	2	3		#	1	1	2	5	
	Zeugrhabdotus diplogrammus Zeugrhabdotus embergeri	1	4	8	4	5 1	3 1	1 #	6 1	1	2	3 1	7	3
	Zeugrhabdotus elegans	11	7	7	18	7	19	12	8	1	3	1	6	5
	Zeugrhabdotus erectus Zeugrhabdotus noeliae	1 20	4 28	1 13	5	12	14	11	9	5	6	9		5
	Zeugrhabdotus scutula	~	3		1	1	1	1	1	1	2	1		2
	Zeugrhabdotus trivectis				1			1		3		2		1
Eiffellithaceae	Eiffellithus gorkae Eiffellithus turriseiffelii	1	1 8	1 6	1	3	1 5	4	#	3	5	1	3	1
	Eiffellithus sp.		-	-	-		-					-		-
	Helicolithus compactus Helicolithus trabeculatus	#	1	#	#		#					1	2	2
Rhagodiscaceae	Rhagodiscus achlyostaurion	10	7	9	2	5	4	2	1		3	-	3	1
	Rhagodiscus angustus	2		1			#	#						1
	Rhagodiscus asper Rhagodiscus reniformis	#	1						1					
	Rhagodiscus splendens	1												
Calciosoleniaceae	Scapholithus fossilis	#												
Stephanolithiales	Corollithion exiguum Corollithion kennedyi	1								1				1
	Corollithion signum									•				1
Stephanolithiaceae	Rotelapillus crenulatus	1	3	1	1	2	2							
Podorhabdales	Stoverius achylosus Axopodorhabdus albianus		#	1	#	1		2	1					#
Axopodorhabdaceae	Cribrosphaerella ehrenbergii		#		1	1	2	#	1					1
	Octocyclus reinhardtii Tetrapodorhabdus decorus	1		1	2	#								
Biscutaceae	Biscutum constans	54	56	92	82	60	78	68	35	8	10	10	23	21
	Biscutum ellipticum	4	#	8	5	2	2	2	2				1	
	Biscutum melaniae Biscutum cf. notaculum			2	1									
	Discorhabdus ignotus	5	1	1	6	1	1	1	3		1	1	1	
	Seribiscutum gaultensis Seribiscutum primitivum	3 #		#										
	Sollasites horticus	"					1							
Cretarhabdaceae	Cretarhabdus striatus													
	Flabellites oblongatus Grantarhabdus coronadventis	1												
	Helenea chiastia	1		#	#	2	1	1						
	Helenea chiastia													1
	Retecapsa angustiforata	2		#	2	1	3	1		1	1		2	
	Retecapsa angustiforata Retecapsa crenulata	2 2	1	#	2	1	3 1		#	1 2			2	1 2
	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula		1		2		3 1 2		#		1		2	1
Prediscosphaeraceae	Retecapsa crenulata	2	1	1			3 1	1						1 2
Prediscosphaeraceae	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa surirella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera spinosa	3		1	2	1	3 1 2	1 2	1				2	1 2 1
	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa surirella Prediscosphoera cretacea Prediscosphoera spinosa Prediscosphoera cf. serrata	2 3 19	10	1 2 6 1	2	3	3 1 2 1	1 2 2	1		1		2	1 2 1
Tubodiscaceae	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa surirella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera spinosa Prediscosphaera cf. serrata Manivitella pemmatoidea	3 19 1		2	2	1	3 1 2	1 2	1				2	1 2 1
Tubodiscaceae Watznaueriales	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa surirella Prediscasphaera cretacea Prediscasphaera spinosa Prediscasphaera d. serrata Manintirella pemmatoidea Haqius circumradiatus Cyclagelasphaera reinhardtii	2 3 19 1 #	10	1 2 6 1	2 3	3	3 1 2 1 10	2 2	1 1	2	#		2 1	1 2 1 6
Tubodiscaceae Watznaueriales	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa surirella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera spinosa Prediscosphaera cf. serrata Manintella penmatoidea Haqius circumradiatus	2 3 19 1	10	1 2 6 1	2	3	3 1 2 1	1 2 2	1		1	198	2	1 2 1
Tubodiscaceae Watznaueriales	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa suriella Prediscasphaera cretacea Prediscasphaera spinosa Prediscasphaera d. serrata Manivitella pemmatoidea Haqius circumradiatus Votkagelasphaera reinhardtii Wattmaueria biporta Wattmaueria biporta Wattmaueria d. biritannica	2 3 19 1 # #	10	1 2 6 1 1 1	2 3 1	1 1 1 1 2 1 #	3 1 2 1 10	2 2 2	1 1 1 185	139	# 210 1		2 1 1 160 1	1 2 1 6 #
Tubodiscaceae Watznaueriales	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa ficula Retecapsa surirella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera siprosa Prediscosphaera di. serrata Manivitella permanatoidea Haajius circumradiatus Cyclapelasphaera reinhardtii Watznaueria banresiae Watznaueria di bartatii Watznaueria di postata Watznaueria di sossanicta Watznaueria di sossanicta Watznaueria di sossanicta	2 3 19 1 # #	10 108 4	1 2 6 1 1	2 3	1 3 121 # 7	3 1 2 1 10	1 2 2 2	1 1	139	# 210	198	2 1 1	1 2 1 6 #
Tubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa suriella Prediscasphaera cretacea Prediscasphaera spinosa Prediscasphaera d. serrata Manivitella pemmatoidea Haqius circumradiatus Votkagelasphaera reinhardtii Wattnaueria biporta Wattnaueria biporta Wattnaueria d. biritannica	2 3 19 1 # #	10	1 2 6 1 1 1	2 3 1	1 1 1 1 2 1 #	3 1 2 1 10	2 2 2	1 1 1 185	139	# 210 1		2 1 1 160 1	1 2 1 6 #
Tubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae	Retecaps a crenulata Retecaps ficula Retecaps ficula Retecaps ficula Retecaps surivella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera spinosa Prediscosphaera di. serrata Manivitella permanatoidea Haajius circumradiatus Cyclapelasphaera reinhardtii Watznaueria barnesiae Watznaueria ob barnesiae Watznaueria ob iporta Watznaueria ob sosanicta Watznaueria ob sosanicta Watznaueria ovata Servissonia enormis Brainsonia signata	2 3 19 1 # # 83 # 1	10 108 4	1 2 6 1 1 1 86 1 2 # 1	2 3 1	1 3 1 121 # 7 #	3 1 2 1 10 #	1 2 2 2 2 124 2 6	1 1 1 185	139	1 # 210 1 2		2 1 1 160 1	1 2 1 6 # 188 5 # 1 13
Tubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa surirella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera spinosa Prediscosphaera spinosa Prediscosphaera fi. serrata Manintiella pemmatoidea Hagius circumradiatus Cyclagelasphaera reinharattii Wattanueria biparta Wattanueria biparta Wattanueria otsacainta Wattanueria ovata Brainsonia enormis Brainsonia enormis Brainsonia signata Gartheraga nanum	2 3 19 1 # 83 # 1	10 1 108 4 3	1 2 6 1 1 1 86 1 2 ##	2 3 1 101 4	1 3 1 121 # 7 #	3 1 2 1 10 # 85	1 2 2 2 2 124 2 6 1	1 1 1 185 4	139 2	1 # 210 1 2	2	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # # 188 5 # 1
Tubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae	Retecapsa crenulata Retecapsa picula Retecapsa pirula Prediscosphoera cretacea Prediscosphoera spinosa Prediscosphoera spinosa Prediscosphoera ci. serrata Manivitella pemmatoidea Haajius cirumandiatus Cyclogelasphaera reinhardtii Wattanauria biparta Wattanauria biparta Wattanauria of sosaninta Wattanauria of sosaninta Wattanauria of sosaninta Brainsonia enormis Brainsonia enormis Brainsonia signata Gartneraga preeobliquum Gartneraga segmentatum	2 3 19 1 # 83 # 1	10 1 108 4 3	1 2 6 1 1 1 86 1 2 # 1	2 3 1 101 4	1 3 1 121 # 7 #	3 1 2 1 10 # 85	1 2 2 2 2 124 2 6 1	1 1 1 185 4	139 2	1 # 210 1 2	2	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # 188 5 # 1 13 1
Fubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales wixhangelskiellaceae Kamptneriaceae	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa pricula Retecapsa surirella Prediscasphaera cretacea Prediscasphaera spinosa Prediscasphaera di serrata Manintiella pemmatoidea Hagius circumradiatus Cyclagelasphaera reinhardtii Wattnaueria biporta Wattnaueria biporta Wattnaueria othiporta Wattnaueria othiporta Wattnaueria othiporta Brainsonia enormis Brainsonia enormis Brainsonia signata Gartheraga nanum Gartheraga precobliquum Gartheraga segmentatum Gartheraga teta	2 3 19 1 # 83 # 1	10 1 108 4 3	1 2 6 1 1 1 86 1 2 ## 1 ##	2 3 1 101 4	1 3 1 121 # 7 # 5	3 1 2 1 10 # 85 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1 1	1 1 1 185 4	139 2	1 # 210 1 2	3	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # 188 5 # 1 13 1
rubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae Camptneriaceae	Retecaps a crenulata Retecaps ficula Retecaps ficula Retecaps ficula Retecaps surivella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera siprosa Prediscosphaera di. serrata Manivitella permanatoidea Haqius circumradiatus Cyclagelasphaera reinharattii Watznaueria barnesiae Watznaueria biporta Watznaueria of biritannica Watznaueria of soscainata Watznaueria orata Brainsonia anormis Brainsonia anormis Brainsonia anormis Brainsonia praeobilquum Gartherago praeobilquum Gartherago segmentatum	2 3 19 1 # 83 # 1	10 1 108 4 3	1 2 6 1 1 1 86 1 2 # 1	2 3 1 101 4	1 3 1 121 # 7 #	3 1 2 1 10 # 85 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1	1 1 1 185 4	139 2	1 # 210 1 2	2	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # 188 5 # 1 13 1
Tubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae Kamptneriaceae	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa pricula Retecapsa surirella Prediscasphaera cretacea Prediscasphaera spinosa Prediscasphaera di serrata Manintiella pemmatoidea Hagius circumradiatus Cyclagelasphaera reinhardtii Wattnaueria biporta Wattnaueria biporta Wattnaueria othiporta Wattnaueria othiporta Wattnaueria othiporta Brainsonia enormis Brainsonia enormis Brainsonia signata Gartheraga nanum Gartheraga precobliquum Gartheraga segmentatum Gartheraga teta	2 3 19 1 # 83 # 1	10 1 108 4 3	1 2 6 1 1 1 86 1 2 ## 1 ##	2 3 1 101 4	1 3 1 121 # 7 # 5	3 1 2 1 10 # 85 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1 1	1 1 1 185 4	139 2	1 # 210 1 2	3	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # 188 5 # 1 13 1
Tubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae Kamptneriaceae	Retecaps a crenulata Retecaps ficula Retecaps ficula Retecaps surirella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera siprosa Prediscosphaera siprosa Prediscosphaera di serrata Manivitella permantoidea Haajus circumradiatus Cyclogelosphaera reinbardiii Watznaueria biprota Watznaueria biprota Watznaueria biprota Watznaueria ossocinicta Watznaueria ossocinicta Watznaueria ossocinicta Broinsonia signata Gartnerago precebiliquum Gartnerago segmentatum Gartnerago theta Calculites sp. Braarudosphaera bigelowii Liktraphidites alatus Liktraphidites alatus Liktraphidites alatus Liktraphidites alatus Liktraphidites alatus	2 3 19 1 # 83 # 1	10 1 108 4 3	1 2 6 1 1 1 86 1 2 ## 1 ##	2 3 1 101 4	1 3 1 121 # 7 # 5	3 1 2 1 10 # 85 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1 1	1 1 1 185 4 2	139 2	1 # 210 1 2	3	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # 188 5 # 1 13 1
Tubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae Amptneriaceae	Retecapsa crenulata Retecapsa ficula Retecapsa ficula Retecapsa ficula Retecapsa surivella Prediscosphoera cretacea Prediscosphoera spinosa Prediscosphoera di. serrata Manivitella pemmatoidea Haqius circumradiatus Cyclagelasphaera reinharattii Watznaueria biporta Watznaueria biporta Watznaueria pisporta Watznaueria fossocincta Watznaueria fossocincta Brainsonia signata Brainsonia signata Gartneraga nanum Gartneraga segmentuum Gartneraga petettu Calculties sp. Braarudasphaera bigelowii Lithraphilites alatus Lithraphilites autus Lithraphilites outus Lithraphilites outus Lithraphilites outus Lithraphilites outus	2 3 19 1 # 83 # 1	10 1 108 4 3	1 2 6 1 1 1 86 1 2 ## 1 ##	2 3 1 101 4	1 3 1 121 # 7 # 5	3 1 2 1 10 # 85 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1 1	1 1 1 185 4	139 2	1 # 210 1 2	3	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # 188 5 # 1 13 1
Fubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskielaceae Arkhangelskielaceae Arkhangelskielaceae Amptneriaceae Holococcolithen Mannolithen Microrhabdulaceae	Retecapsa crenulata Retecapsa picula Retecapsa picula Retecapsa surirella Prediscosphoera cretacea Prediscosphoera spinosa Prediscosphoera ci. serrata Manivitella pemmatoidea Haajus circumadiatus Cyclogelasphaera reinhardtii Watznaueria biporta Watznaueria biporta Watznaueria of soscinicta Gartnerage oranda Gartnerage preeobliquum Gartnerage segmentatum Gartnerage steta Gartnerage theta Calculites sp. Braarudosphaera bigelowii Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites carutius Lithraphilites carutius Lithraphilites carutius Lithraphilites carutius Lithraphilites carutius Lithraphilites carutius	2 3 19 1 # 83 # 1	10 1 108 4 3	1 2 6 1 1 1 86 1 2 ## 1 ##	2 3 1 101 4	1 3 1 121 # 7 # 5	3 1 2 1 10 # 85 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1 1	1 1 1 185 4 2	139 2	1 # 210 1 2	3	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # 188 5 # 1 13 1
Fubodiscaceae Watrnaueriales Watrnaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae Kamptneriaceae Holococcolithen Nannolithen Microrhabdulaceae	Retecaps a crenulata Retecaps fulua Retecaps fulua Retecaps fulua Retecaps surivella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera of surivella Prediscosphaera of surivella Prediscosphaera of surivella Manivitella permantoidea Hadjus circumradiatus Cyclagelasphaera reinharattii Watznauerio barnesiae Watznauerio biporta Watznauerio of biporta Watznauerio or biritannica Watznauerio orostacinata Watznauerio avata Brainsonia anormis Brainsonia anormis Brainsonia anormis Brainsonia praeobliquum Gartnerago reaeobliquum Gartnerago reaeobliquum Gartnerago segmentatum Gartnerago segmentatum Gartnerago segmentatum Gartnerago theta Calculites sp. Braarudosphaera bigelowii Lithraphidites caultus Lithraphidites caultus Lithraphidites caultus Lithraphidites caultus Lithraphidites caultus Lithraphidites caultus Lithraphidites carniolensis Microrhabdulus decoratus Nannoconus sp. Eprolithus eptopetalus	2 3 199 1 # 83 # # 1 2 4	10 1 108 4 3 1	1 2 6 1 1 1 86 1 1 2 H 1 H H	2 3 1 101 4 4 1	1 3 1 121 # 7 # # 5	3 1 2 1 10 85 2 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1 1 1	1 1 1 185 4 2	139 2	1 # 210 1 2 1 1 1	2 3	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 ## 188 5 ## 1 13 1 1 1 1
Tubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiales Arkhangelskialeae Kamptneriaceae Holococcolithen Nannolithen Microrhabdulaceae	Retecaps a crenulata Retecaps fulua Retecaps fulua Retecaps fulua Retecaps fulua Retecaps surivella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera sipinosa Prediscosphaera of. serrata Manivitella permanatoidea Haqius circumradiatus Cyclagelasphaera reinharatii Watznaueria biporta Watznaueria biporta Watznaueria of. britannica Watznaueria of. britannica Watznaueria orasta Brainsonia signata Gartnerago nanum Gartnerago nanum Gartnerago reaebilquum Gartnerago reaebilquum Gartnerago segmentatum Gartnerago segmentatum Gartnerago segmentatum Gartnerago tetata Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites putpetalus Eprolithus eptopetalus Eprolithus foralis Eprolithus Eproletalus Eprolithus petopetalus	2 3 19 1 # 83 # 1	10 1 108 4 3 1	1 2 6 1 1 1 86 1 2 ## 1 ##	2 3 1 101 4	1 3 1 121 # 7 # 5	3 1 2 1 10 # 85 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1 1	1 1 1 185 4 2	139 2	1 # 210 1 2	3	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # 188 5 # 1 13 1
Tubodiscaceae Watznaueriales Watznaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae Kamptneriaceae	Retecaps a crenulata Retecaps fucia Retecaps fucia Retecaps fucia Retecaps surirella Prediscosphaera crieccea Prediscosphaera siprosa Prediscosphaera di. serrata Manivitella permanatoidea Haajus circumradiatus Cyclopelosphaera reinbardiii Watznaueria biporta Watznaueria biporta Watznaueria biporta Watznaueria ososcinicta Watznaueria ososcinicta Watznaueria ososcinicta Watznaueria ososcinicta Broinsonia signata Gartnerago nenoum Gartnerago nenoum Gartnerago nenoum Gartnerago theta Calculites sp. Braarudosphaera bigelowii Lithraphilites acuttus Lithraphilites facuttus	2 3 199 1 # 83 # # 1 2 4	10 1 108 4 3 1	1 2 6 1 1 1 86 1 1 2 H 1 H H	2 3 1 101 4 4 1	1 3 1 121 # 7 # # 5	3 1 2 1 10 85 2 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1 1 1	1 1 1 185 4 2	139 2	1 # 210 1 2 1 1 1	2 3	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # # 188 5 # 1 13 1 1 1
Fubodiscaceae Watrnaueriales Watrnaueriaceae Arkhangelskiales Arkhangelskiellaceae Kamptneriaceae Holococcolithen Nannolithen Microrhabdulaceae	Retecaps a crenulata Retecaps fulua Retecaps fulua Retecaps fulua Retecaps fulua Retecaps surivella Prediscosphaera cretacea Prediscosphaera sipinosa Prediscosphaera of. serrata Manivitella permanatoidea Haqius circumradiatus Cyclagelasphaera reinharatii Watznaueria biporta Watznaueria biporta Watznaueria of. britannica Watznaueria of. britannica Watznaueria orasta Brainsonia signata Gartnerago nanum Gartnerago nanum Gartnerago reaebilquum Gartnerago reaebilquum Gartnerago segmentatum Gartnerago segmentatum Gartnerago segmentatum Gartnerago tetata Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites acuttus Lithraphilites putpetalus Eprolithus eptopetalus Eprolithus foralis Eprolithus Eproletalus Eprolithus petopetalus	2 3 199 1 # 83 # # 1 2 4	10 1 108 4 3 1	1 2 6 1 1 1 86 1 1 2 H 1 H H	2 3 1 101 4 4 1	1 3 1 121 # 7 # # 5	3 1 2 1 10 85 2 2 4	1 2 2 2 2 124 2 6 1 1 1	1 1 1 185 4 2	139 2	1 # 210 1 2 1 1 1	2 3	2 1 1 160 1 2	1 2 1 6 # # 188 5 # 1 13 1 1 1

Tab. 2: Zählliste der kalkigen Nannofossilien aus dem Profil Ense-Bremen.



Tafel 1: Typische Arten kalkiger Nannofossilien aus den Profilen Frömern und Ense-Bremen.



Tafel 2: Typische Arten kalkiger Nannofossilien aus den Profilen Frömern und Ense-Bremen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Geologie und Paläontologie in Westfalen

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: 84

Autor(en)/Author(s): Linnert Christian, Mutterlose Jörg

Artikel/Article: Die tiefe Ober-Kreide des Haarstrangs (Frömern, Ense-Bremen)

Biostratigraphie und Ablagerungsraum 33-54