

Geol. Paläont. Westf.	71	77-101	5 Abb. 1 Tab., 4 Taf.	Münster Mai 2008
--------------------------	-----------	--------	-----------------------------	---------------------

Kalkige Nannofossilien des Untercampans (Oberkreide) von Buldern (Stadt Dülmen; NRW)

Christian Linnert, Jörg Mutterlose

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	77
Abstract	78
Schlüsselworte	78
1 Einleitung und Problemstellung	78
2 Geologischer Rahmen	79
3 Profil Buldern	80
3.1 Allgemeines	80
3.2 Bio- und Lithostratigraphie	80
4 Methodik	80
5 Befunde	82
5.1 Biostratigraphie	82
5.2 Karbonatgehalt	83
5.3 Diversität	83
5.4 Palökologie	87
6 Diskussion des Ablagerungsraumes	87
7 Ergebnisse	88
8 Taxonomischer Index	89
9 Literatur	91

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt untercampanzeitliche kalkige Nannofossilien aus marinen Sedimenten (Emscher-Formation; Oberkreide) eines Tagesaufschlusses im westlichen Münsterland (Mergelgrube Buldern, Dülmen). Neben biostratigraphischen Aspekten werden die vertikalen Verteilungsmuster der kalkigen Nannofossilien sowie die paläoozeanographischen Verhältnisse diskutiert. Für eine paläoozeanographisch-ökologische Analyse der Emscher-Formation werden die kalkigen Nannofossilien quantitativ und qualitativ ausgewertet.

Die lithologisch einheitlichen Sedimente des Profils Buldern sind durch gut erhaltene, hoch diverse und individuenreiche Vergesellschaftungen kalkiger Nannofossilien gekennzeichnet. Aus einer 7,2 m mächtigen Abfolge konnten in 29 Proben insgesamt 116 Arten nachgewiesen werden, von denen elf ältere umgelagerte Taxa sind. Die durchgehend gute Erhaltung der kalkigen Nannofossilien schließt eine diage-

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

netische Überprägung weitgehend aus. Die vertikalen Verteilungsmuster zeigen über das gesamte Profil nur geringe Schwankungen bei mehr oder weniger gleich bleibenden Nannofloren. Die Analyse der kalkigen Nannofossilien ergab hohe Anteile an *Biscutum* spp. (13-31%), *Tranolithus orionatus* (6-15%) und *Zeugrhabdotus/Placozygus* spp. (5-10%). Die Beobachtungen sprechen für vorwiegend eutrophe Oberflächenwasserbedingungen. Diese Deutung wird durch den relativ geringen Anteil der oligotrophen Gattung *Watznaueria* (6-14%) unterstützt.

Abstract

The distribution pattern of calcareous nannofossils is described from marine sediments of Early Campanian age (Emscher-Formation; Late Cretaceous) from an outcrop (Buldern pit, Dülmen) in the western Münsterland. In addition to the biostratigraphy the distribution patterns of calcareous nannofossils and the palaeoceanography are discussed. Calcareous nannofossils are being used for a palaeoceanographic – palaeoecological analyses of the Emscher-Formation.

The sedimentary sequence of the Buldern section, which is composed of lithologically uniform marls, is characterized by well preserved, highly diverse and abundant assemblages of calcareous nannofossils. From a 7.2 m thick sequence 29 samples have been studied, yielding a total of 116 species of calcareous nannofossils, including eleven reworked older taxa. The generally well preserved flora outrules a diagenetic overprint. The calcareous nannofossils show only minor variations throughout the studied interval. The analysis of the calcareous nannofossils resulted in relative eutrophic conditions with high abundances of *Biscutum* spp. (13-31%), *Tranolithus orionatus* (6-15%) and *Zeugrhabdotus/Placozygus* spp. (5-10%). Low abundances of the oligotrophic genus *Watznaueria* (6-14%) support this interpretation.

Schlüsselworte: Oberkreide – Campan – Emscher-Formation – kalkige Nannofossilien – Palökologie – Paläoozeanographie

1 Einleitung

Erstmalig beschrieb Schlüter (1874) die Sedimente der Emscher-Formation, in der Literatur bis 2006 auch als Emschermergel bezeichnet, nach dem Ausstrich mergeliger Gesteine entlang der Emscher (Hiss, 2006a). Die Mergelsteinlagen wurden anhand der Ammonitenfauna zeitlich jünger als die darunter liegenden Turon-Plänerkalke aber älter als die darüber liegende Quadraten-Kreide datiert (Schlüter, 1871, 1872, 1876). In der Folgezeit wurde die Emscher-Formation stratigraphisch-paläontologisch genauer gegliedert (u. a. Stolley, 1916 - Belemniten; Riedel, 1931 – Belemniten; Seitz, 1961 – Inoceramen; Ernst, 1964 – Belemniten). In diesen Arbeiten wurde auch der stratigraphische Umfang der Emscher-Formation sensu Schlüter (1874) erweitert. In der geologischen Karte von Arnold (1964), die detailliert die regionalgeographische Verbreitung der Tonmergelfazies im Münsterland zeigt, wurden die Ergebnisse früherer Studien zusammengefasst. Eine aktuelle Übersicht der Lithologie und Verbreitung oberkretazischer Sedimente im Raum Buldern gibt Dölling (2004).

Bereits in den Arbeiten von Stradner (1965) und Perch-Nielsen (1979) wurden kalkige Nannofossilien der Bohrung Donar 5 im Münsterland bearbeitet. Das Probenmaterial zeigte eine schlechte Erhaltung bei niedrigen Abundanz, dennoch konnten die kalkigen Nannofossilien dem Obercenoman bis Obercampan zugeordnet werden. Eine genauere stratigraphische Einteilung der Nannofloren des Obersanton bis Obercampan ermöglichte die Forschungsbohrung Metelen 1001 im nördlichen Münsterland (Svabenicka, 1991). Vor allem die tonig-mergeligen Proben zeigten dort eine deutlich bessere Erhaltung, als die der Bohrung Donar 5. Eine zusammenfassende Auswertung der Bohrung Metelen 1001 erwähnt erstmalig das Vorhandensein älterer umgelagerter Nannofossilien, Dinoflagellaten und Sporen/Pollen (Kaefer & Lommerzheim, 1991). In jüngerer Zeit wurden auch Proben aus Profilen der Baumberge-Schichten des nordwestlichen Münsterlandes auf kalkige Nannofossilien untersucht (Fesl et al., 2005). Die oft sandigen Kalkmergel enthalten dort aber nur wenige meist schlecht erhaltene Nannofossilien, die dennoch eine stratigraphische Einordnung in die Nannofossil-Zone UC15 ermöglichen. In dieser Arbeit wird eine Umlagerung älterer frühkretazischer Taxa (*Nannoconus*, *Conusphaera*) diskutiert, wobei *Nannoconus* auch in den Verbreitungslisten der Arbeiten von Perch-Nielsen (1979) und Svabenicka (1991) zu finden ist. Alle bisherigen Arbeiten wurden qualitativ oder semiquantitativ mit Standard-Schmierpräparaten durchgeführt und waren hauptsächlich biostratigraphischer Natur. Sorokoletov & Mutterlose (2007) bearbeiteten die kalkigen Nannofos-

silien der Mergelgrube Lessmöllmann im nördlichen Ruhrgebiet erstmalig auch quantitativ. Die Emscher-Formation enthält dort gut erhaltene und individuenreiche Nannofloren; anhand dieser lässt sich das Profil Lessmöllmann dem Bereich Oberconiac bis Untersanton (Nannofossil-Zonen UC10 – UC12) zuordnen. Die Auszählungen ergaben einen relativ hohen Anteil von *Biscutum ellipticum* (>20%), ein Indikator für eutrophe Bedingungen. Unterstützt wird diese Deutung durch den relativ geringen Anteil der oligotrophen Gattung *Watznaueria* (10-15%). Insgesamt liefert die Arbeit von Sorokoletov & Mutterlose (2007) einen detaillierten Einblick in eine artenreiche Nannoflora der unteren Emscher-Formation.

In der vorliegenden Arbeit werden die kalkigen Nannofossilien aus einem Tagesaufschluss der oberen Emscher-Formation (neue Ziegeleigrube in Rödder bei Buldern, Dülmen) hochauflösend bearbeitet. Diversitäts- und Häufigkeitsverteilungen dieser Organismengruppe in einer homogenen Folge sollen Hinweise auf den Einfluss autökologischer Faktoren auf die Nannoflora geben. Die quantitative Analyse dient dabei auch der Rekonstruktion paläoozeanographischer Verhältnisse während der Ablagerung der oberen Emscher-Formation. Ein Vergleich mit den Resultaten aus Lessmöllmann (Sorokoletov & Mutterlose, 2007) soll zeigen, wie stark sich die Bildungsmilieus im Verlauf der Ablagerung der Emscher-Formation veränderten.

Unser Dank gilt Dr. A. Bornemann (Leipzig), Dr. M. Hiss (Krefeld) und Dr. S. Niebuhr (Würzburg) für anregende Diskussionen und kritische Kommentare. Finanzielle Unterstützung erfolgte durch den Landschaftsverband Westfalen-Lippe. Der Wienerberger GmbH Buldern sei für den unproblematischen Zugang zur Ziegeleigrube gedankt.

2 Geologischer Rahmen

Regionalgeologisch liegt der hier bearbeitete Oberkreide-Aufschluss an der Grenze zwischen Kern- und Westmünsterland. Während der Unterkreide war das Münsterland festländisch, die Küstenlinie lag etwa entlang der Linie des Teutoburger Waldes. Ab dem höheren Alb und verstärkt im Cenoman stieß das Meer weit in das Münsterland vor und überflutete dieses vollständig. Im oberen Cenoman verlief die Küstenlinie südlich einer Linie Duisburg – Essen – Bochum – Dortmund – Haarstrang

Mit der ab dem Turon einsetzenden Inversion des Niedersächsischen Tektogens setzte eine durch Subsidenz gesteuerte Beckenentwicklung ein. Während dieser Phase verstärkter Absenkung des Münsterländer Kreidebeckens kam es zur Sedimentation der Emscher-Formation (Mittelconiac – Untercampan). Die Absenkung war im Zentrum der Vorosning-Senke (östliches Münsterland) mit bis zu 2500 m am stärksten ausgeprägt. Nördlich des Teutoburger Waldes erfolgte im gleichen Zeitraum eine Hebung des ehemaligen Niedersächsischen Beckens. Die dort lagernden prä-coniaczeitlichen Sedimente wurden abgetragen.

Bereits im höheren Santon endete die Sedimentation der Emscher-Formation im südlichen und westlichen Münsterland. Vom Westen her lösten sandige Mergel und Quarzsande (Recklinghausen-Formation, Haltern-Formation, Dülmen-Formation; Hiss, 2006b; 2006c; 2006d; Niebuhr et al., 2007) die tonige Emscher-Formation ab, die auf eine zunehmende Verflachung des westlichen Münsterlandes hinweisen. Während des Untercampans wurden nur noch im zentralen und östlichen Münsterland (Einflussgebiet der Vorosning-Senke) tonige Mergel sedimentiert (Hiss, 1995), die im höheren Untercampan schließlich durch turbiditische Sedimente der Ahlen-Formation (Dölling et al., 2006) abgelöst wurden. Diese Turbidite sind ein Hinweis auf verstärkte inversionsbedingte Bewegungen bei einer gleichzeitig langsamen Verflachung des Beckenraumes. Die ausgedehnte Senke gliederte sich zunehmend in kleine Becken- und Schwellenregionen und es kam vermehrt zu turbiditischen Schüttungen sowie subaquatische Rutschungen. Mit Beginn des Maastricht wurde das Münsterland wieder festländisch. Eine ausführlichere Darstellung der kreidezeitlichen Entwicklung im Münsterland gibt Hiss (1995).

Coniac- und santonzeitliche Sedimente der Emscher-Formation treten nahezu im gesamten Münsterland auf, aufgeschlossen sind sie in einem 10 – 15 km breiten Streifen südlich und südwestlich des Teutoburger Waldes, und zwischen Haarstrang und Lippe sowie in der Emscher-Region des nördlichen Ruhrgebiets (Arnold, 1964). Im östlichen Münsterland (Vorosning-Senke) erreicht die Emscher-Formation eine Mächtigkeit (Mittelconiac – Untercampan) von über 1500m, im nordöstlichen Ruhrgebiet immerhin noch 500 m (Hiss, 1995, 2006a).



Abb. 1: Geographischer Überblick und Lage des bearbeiteten Profils Buldern.

3 Profil Buldern

3.1 Allgemeines

Die noch im Abbau befindliche neue Ziegeleigrube in Rödder bei Buldern (R: 25 92 957, H: 57 47289) liegt ca. 2 km südwestlich von Buldern, direkt südlich der Bahnlinie Münster – Dülmen (Abb. 1, 2). Eine ausführlichere Beschreibung der Ziegeleigruben in Rödder liefern die Erläuterungen zur geologischen Karte (1:25000) der Region Senden (Dölling, 2004). Während Müller (1993), der die Makrofauna der Tongrube Buldern beschreibt, keine klare biostratigraphische Zuordnung vornimmt, datiert Dölling (2004) die erschlossene Abfolge in das untere Unterocampan (krca1).

3.2 Bio- und Lithostratigraphie

Das 11 m mächtige Profil wurde an der Ost-Seite der Grube im Jahr 2007 aufgenommen, 7,2 m wurden für eine mikropaläontologische Bearbeitung beprobt. Die kalkigen Nannofossilien belegen die UC13-14 Nannofossilzone (sensu Burnett, 1998), die dem unteren Unterocampan entspricht (eingehendere Diskussion vgl. Kapitel 5.1). Diese Datierungen werden durch Belemnitenfunde von *Goniatolithus quadrata quadrata* (Schicht 100) gestützt. Diese Art ist leitend für die *Sphenocerasus lingua / Goniatolithus quadrata* Zone des untersten Campan (vgl. Abb. 3).

Lithologisch handelt sich um mittelgraue Tonmergelsteine, die gesamte Schichtfolge ist silty mit einem geringen Feinsandanteil. Einzelne Lagen lassen sich über die unterschiedliche Härte der schluffigen Tonmergelsteine definieren, deren Mächtigkeiten schwanken zwischen 1,0 m (Lage 100) und 5,0 m (Lage 102) (vgl. Abb. 4).

4 Methodik

Insgesamt wurden 50 Proben aus einem 7,2 m mächtigen Bereich entnommen (Abb. 4). Ein 2,1 m mächtiger Kernbereich, der die Schichten 99 und 100 umfasst, wurde in 5 cm-Abständen beprobt. Von allen Proben wurden die Karbonatgehalte mit Hilfe einer Karbonatbombe ermittelt (Müller & Gastner, 1971).

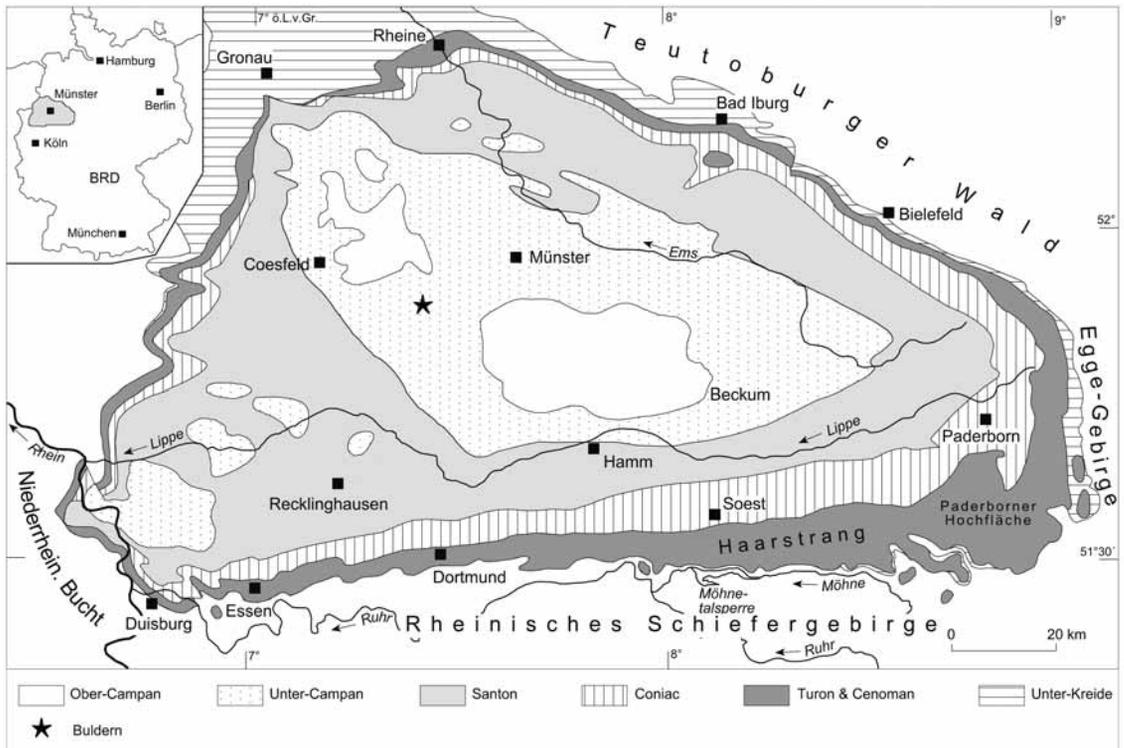


Abb. 2: Geologische Übersichtskarte des Münsterländer Kreidebeckens und Lage des bearbeiteten Aufschlusses Buldern (Stern).

Zur Bearbeitung der kalkigen Nannofossilien wurden zunächst für alle Proben Standardschmierpräparate (Bown & Young, 1998) angefertigt. Nach einer Durchsicht dieser Schmierpräparate erwies sich die Erhaltung als moderat bis gut. Im Kernbereich wurde jede zweite Probe (=10 cm-Abstände) untersucht, in den unter- und überlagernden Abschnitten wurde jede Probe quantitativ bearbeitet. Dazu wurden sog. Settlingpräparate nach der von Geisen et al. (1999) beschriebenen Technik angefertigt, die eine statistisch gleichmäßige Verteilung der Partikel aufweisen. Weiterhin ermöglicht dieses Verfahren auch eine quantitative Auswertung der absoluten Abundanz. Bei Berücksichtigung von Einwaage, Fläche der Gesichtsfelder, Verdünnung und Höhe der Wassersäule kann die Abundanz kalkiger Nannofossilien pro g Sediment berechnet werden.

Die nachfolgende lichtmikroskopische Bearbeitung wurde mit einem Olympus BX51 Polarisationsmikroskop bei einer Vergrößerung von 1250x durchgeführt. Je Präparat wurden mindestens 300 bestimmbare kalkige Nannofossilien gezählt. Ergänzend wurden je Präparat zwei Traversen auf seltene Arten durchgesehen, diese sind in Tab. 1 mit # gekennzeichnet.

Die Berechnung der Heterogenität (Shannon-Index) und der Gleichförmigkeit (Evenness) erfolgten mit der Software MVSP 3.1 (Multi-Variate Statistical Package). Zur Berechnung wurden nur die bei den jeweiligen Zählungen beobachteten Taxa einbezogen.

Die Settling- sowie auch die Schmierpräparate werden in der Sammlung des Instituts 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 sowie auch die biostratigraphische Auswertung erfolgte nach Burnett (1998). Weitere zur Bearbeitung herangezogene Arbeiten sind der Taxonomieliste im Anhang bzw. der Literaturliste zu entnehmen.

Stufe	MJ (Gradstein et al.) 1996	Standard Biozonen (nach Stratigraphische Kommission Deutschlands, 2000)	Nannofossil Zonen Nord Europa (nach Burnett, 1988)	weitere Leitfossilien	Litho-Fazies Münsterland		Reich- weite Buldern
					W	E	
Ober-Campan	71,3	<i>Micraster grimmensis</i> / <i>Cardiaster granulatus</i> Zone	16-17	<i>Nostoceras hyatti</i>	Baumberge- Formation		
		<i>Belemnitella langei</i> Zone	▼ <i>Eiffelithus eximius</i>	<i>Jeletzkytes compressus</i> & <i>Hoploscaphites greenlandicus</i> & <i>Trachyscaphites pulcherrimus</i> & <i>Cardiaster cordiformis</i>			
		<i>Nostoceras polylocum</i> Zone	▼ <i>Orastrum campanensis</i>	<i>Trachyscaphites spiniger</i>			
		<i>Galerites vulgaris</i> Zone					
		<i>Galeola papillosa basiplana</i> / <i>Trachyscaphites spiniger</i> Zone	UC15	▲ <i>Prediscosphaera stoveri</i>			
		<i>Echinocorys conica</i> / <i>Belemnitella mucronata senior</i> Zone					
Unter-Campan	83,5	<i>Goniot euthis gracilis</i> / <i>Belemnitella mucronata senior</i> Zone		<i>Scaphites gibbus</i>	Bolthrop- Formation	Holthwick- Formation	Anien- Formation
		<i>Echinocorys conica</i> / <i>Goniot euthis gracilis</i> Zone	▲ <i>Heteromarginatus bugensis</i>	G. quadr. <i>gracilis</i>			
		<i>Galeola papillosa</i> Zone		<i>Goniot euthis quadrata</i>			
		<i>Galeola senonensis</i> Zone	▼ <i>Rotelapillus biarcus</i>				
		<i>Offaster pillula</i> / <i>Galeola senonensis</i> Zone	▲ <i>Misceomarginatus pleniporus</i>				
		<i>Offaster pillula</i> Zone	▼ <i>Eprolithus floralis</i>				
		<i>Sphenocerasmus lingua</i> / <i>Goniot euthis quadrata</i> Zone	UC14	▲ <i>Broinsonia parca constricta</i> ▲ <i>Broinsonia parca parca</i> ▲ <i>Reinhardtites cf. R. levis</i> ▲ <i>consistent Orastrum campanensis</i> ▲ <i>Arkhangelskiella cymbiformis</i>			
		<i>Goniot euthis granulataquadrata</i> Zone	UC13				
	12						

Legende  Kalkstein + Turbidite  Kalkmergelstein  Mergelstein  mergeliger Sandstein

Abb. 3: Biostratigraphische Gliederung des Campan in NW Europa (nach Stratigraphische Kommission Deutschlands, 2000). Reichweite des Profils Buldern.

5 Befunde

5.1 Biostratigraphie

Für die biostratigraphische Gliederung wird die Nannofossilzonierung (UC = Upper Cretaceous) von Burnett (1998) verwendet, die das Erstauftreten (EA) und das Letztaufreten (LA) bestimmter Taxa nutzt. Im Profil Buldern sind folgende Taxa wichtig: *Arkhangelskiella cymbiformis* (EA Basis von UC13; Taf. 3, Figs. 15, 16) wurde in allen Proben angetroffen. Daneben wurde auch *Reinhardtites cf. levis* (EA in UC13; Taf. 1, Figs. 9, 10) beobachtet, sowie im höheren Profilabschnitt einzelne Exemplare von *Broinsonia parca parca* (EA Basis von UC14; Taf. 3, Figs. 19, 20). Die Sedimente können nicht jünger als die frühe UC14-Zone (UC14a) sein, da *Eprolithus floralis* (LA in UC14c; Taf. 4, Figs. 15, 16) vorhanden ist, andererseits *Broinsonia parca constricta* (EA Basis UC14b) fehlt. Vereinzelt Exemplare von *Orastrum campanensis* (kontinuierliches Auftreten ab Basis UC13b) deuten auf ein frühes UC13-Alter hin. Damit lässt sich das Profil Buldern in das untere UnterCampan einordnen.

Neben den campanzeitlichen Nannofossilien wurden mehrere Arten beobachtet, die älteren Zeitintervallen entstammen. *Axopodorhabdus albianus*, *Helena chiesta*, *Rhagodiscus asper* und *Stoverius achylosus* deuten auf ein Alb- oder Cenomanalter hin. Seltener wurden auch unterkretazische Formen wie *Nannoconus* sp., *Tubodiscus jurapelagicus* und *Tegulalithus septentrionalis* beobachtet. Mit Ausnahme der

Buldern

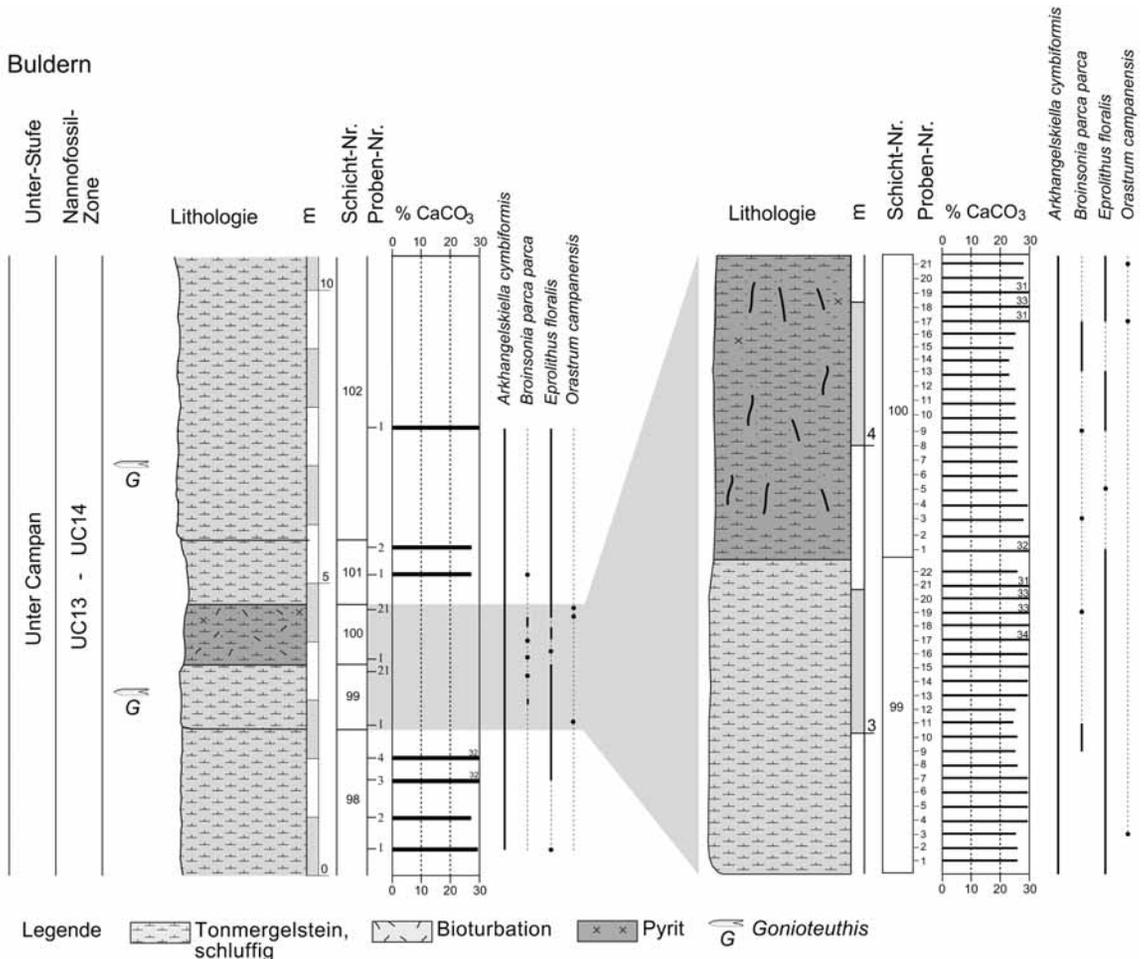


Abb. 4: Lithologie, Stratigraphie und Verteilung biostratigraphisch wichtiger Nannofossiltaxa im Profil Buldern. Rechts die Zonierung des Campans mit Hilfe von kaligen Nannofossilien (nach Burnett, 1998).

Probe 98/2 wurden umgelagerte Taxa in jeder Probe angetroffen (Abb. 5), es gibt also keine Beschränkung auf eng gefasste Umlagerungshorizonte.

5.2 Karbonatgehalt

Der Karbonatgehalt liegt zwischen 23,1% (Probe 100/13) und 34,3% (Probe 99/17), durchschnittlich bei 28,7%. Zyklische Karbonatschwankungen in der Größe von Milankovitch-Zyklen ließen sich in dem bearbeiteten Profilabschnitt nicht nachweisen.

5.3 Diversität

Es wurden 116 Arten kalkiger Nannofossilien nachgewiesen, von denen allerdings 11 umgelagerte ältere Arten sind. Von diesen traten 33 Arten in allen bearbeiteten Proben auf, 15 weitere in mindestens 25 der 29 Proben. Dagegen wurden 28 Arten in weniger als 5 Proben beobachtet, darunter auch 8 der umgelagerten Taxa. Die einfache Diversität der einzelnen Proben lag nach Abzug umgelagerter Taxa zwischen 61 und 73. Es zeigt sich zudem keine Abhängigkeit zwischen Karbonatgehalt und einfacher Diversität. Die Heterogenität (Shannon-Index) reicht von 2,8 (Probe 100/11) bis 3,2 (Probe 98/1) und zeigt somit noch geringere Schwankungen als die einfache Diversität. Ähnlich verhält sich auch die Gleichförmigkeit (Evenness), die von 0,72 in Probe 100/5 bis 0,81 in Probe 98/1 reicht. Die Absoluthäufigkeiten schwanken zwischen $2,9 \cdot 10^8$ (Probe 98/4/07) und $1,1 \cdot 10^9$ (Probe 99/5/07) Individuen/g Sediment, der Durchschnitt liegt

Systematik		Probe Buldern 07																
		98/1	98/2	98/3	98/4	99/1	99/3	99/5	99/7	99/9	99/11	99/13	99/15	99/17	99/19	99/21		
		% CaCO ₃	30.0	27.0	32.5	32.5	27.2	26.9	29.8	29.1	26.1	26.0	29.1	30.4	34.3	33.8	31.5	
		absolute Abundanz (10 ⁴ Ind./kg Sed.)	453.4	404.0	810.9	288.5	743.2	893.2	1065.3	842.3	735.4	894.3	509.5	620.0	358.9	808.1	553.9	
		Diversität (umgelagerte Spezies)	71 (70)	65 (65)	68 (67)	70 (69)	72 (70)	76 (72)	75 (73)	67 (65)	74 (72)	70 (69)	67 (65)	68 (65)	64 (63)	69 (66)	67 (65)	
		Heterogenität (Shannon-Index)	3.199	3.076	2.945	2.793	2.971	2.909	2.947	3.001	2.923	2.932	2.870	2.966	2.832	2.931	3.048	
		Gleichförmigkeit (Evenness)	0.806	0.799	0.778	0.730	0.756	0.755	0.757	0.771	0.751	0.753	0.745	0.770	0.736	0.766	0.779	
		Individuen gesamt	383	377	383	381	395	373	387	407	417	401	369	350	374	384	394	
		bestimmbar	338	341	353	333	368	352	363	379	383	365	344	338	353	362	364	
Ordnung	Familie	Chiaetozogaceae	<i>Ahnuellerella octoactata</i>	5	#	4	6	5	3	15	9	8	6	6	8	7	11	7
		<i>Ahnuellerella regularis</i>	1	#	#	#	#	1	1	2	1	#	#	1	#	#	1	#
		<i>Amphizygus brookii</i>	1	#	#	1	#	#	#	1	5	#	1	#	1	1	1	1
		<i>Bukryllus ambiguus</i>	#	#	#	#	#	2	#	#	#	#	1	#	#	#	#	#
		<i>Chiaetozygus anisotus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#	#
		<i>Chiaetozygus difarius</i>	3	5	5	#	5	2	2	6	2	1	2	3	2	2	2	8
		<i>Chiaetozygus literarius</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#	#
		<i>Chiaetozygus synquadriperforatus</i>	4	3	3	1	1	2	1	4	4	2	5	2	1	2	1	2
		<i>Loxolithus armilla</i>	#	4	3	1	1	5	1	#	1	1	1	1	1	1	2	1
		<i>Neococcolithus cohenii</i>	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	#	2	#	3	1	2
		<i>Piaozogys fibuliformis</i>	3	1	5	2	5	9	6	10	10	7	3	15	8	8	6	6
		<i>Reinhardtites anthophorus</i>	2	#	1	2	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3
		<i>Reinhardtites cf. levis</i>	4	1	2	6	2	5	2	2	3	5	2	6	4	4	6	4
		<i>Staurolithes ellipticus</i>	#	#	#	2	2	2	1	3	6	#	4	4	1	4	6	3
		<i>Staurolithes flavus</i>	1	3	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	2	2	3	3
		<i>Staurolithes imbricatus</i>	6	3	6	4	1	1	#	5	2	4	5	7	#	4	3	3
		<i>Staurolithes laevis</i>	2	#	#	#	3	2	3	2	4	4	3	2	1	4	3	3
		<i>Staurolithes mielchianensis</i>	1	#	#	#	#	2	1	#	#	#	#	1	#	1	#	1
		<i>Tecumantum cf. lucidum</i>	1	1	1	#	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#	#	#
		<i>Tecumantum strahleni</i>	24	38	31	32	37	41	42	41	33	37	31	21	29	37	31	31
		<i>Tranolithus ornatus</i>	21	30	22	9	13	18	14	9	6	12	7	13	23	20	17	17
		<i>Zeugophabdotus bicrescenticus</i>	1	1	2	#	1	#	#	#	1	#	1	1	1	1	1	1
		<i>Zeugophabdotus cf. diploparvus</i>	4	4	5	10	5	2	4	2	#	1	4	3	2	1	3	1
		<i>Zeugophabdotus embosus</i>	4	4	5	10	5	2	4	2	#	1	4	3	2	1	3	1
		<i>Zeugophabdotus erectus</i>	4	4	5	10	5	2	4	2	#	1	4	3	2	1	3	1
		<i>Zeugophabdotus neolei</i>	6	#	1	1	1	2	#	2	1	#	1	2	1	2	1	#
		<i>Zeugophabdotus cf. scutella</i>	5	11	10	10	4	3	5	2	4	#	4	9	9	9	5	5
		<i>Zeugophabdotus sigmoides</i>	3	8	8	7	4	4	5	6	4	5	1	3	#	3	2	2
		<i>Effelithus gorkae</i>	4	1	1	#	1	#	1	1	1	3	#	3	1	#	1	1
		<i>Effelithus lurselaei</i>	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	#	1	1	1	1	1
		<i>Effelithus sp.</i>	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	#	1	1	1	1	1
		<i>Helicolithus trabeculatus</i>	6	4	12	4	14	8	11	9	11	10	13	11	16	13	10	10
		<i>Pterococcolithus lineostrata</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
		<i>Rhaegodiscus achyrostaurion</i>	1	1	1	#	4	4	2	6	1	1	1	2	7	1	1	1
		<i>Rhaegodiscus angustus</i>	#	#	#	1	#	#	#	#	#	#	#	3	#	#	#	3
		<i>Rhaegodiscus asper</i>	#	#	#	1	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	1
		<i>Rhaegodiscus endiaticus</i>	#	#	#	1	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	1
		<i>Rhaegodiscus reniformis</i>	#	1	2	#	1	1	#	#	#	1	#	2	#	1	#	#
		<i>Rhaegodiscus undulatus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	2	2	#	#	#
Stephanolithales	Calciosoleniaceae	<i>Scapholithus fissus</i>	2	3	4	1	1	#	#	#	#	#	2	2	#	#	#	#
	Stephanolithaceae	<i>Corollithon complutum</i>	1	4	1	1	1	1	#	1	2	#	1	1	#	#	1	1
		<i>Corollithon exiguum</i>	1	4	1	1	1	1	1	1	#	1	1	#	#	#	2	2
		<i>Corollithon madagaskariensis</i>	#	#	#	#	1	1	1	1	2	3	1	1	#	2	2	2
		<i>Corollithon squamatum</i>	#	6	2	#	1	#	#	2	2	2	1	1	#	#	#	#
		<i>Rotellapillus bicrus</i>	#	6	2	#	1	#	#	2	2	2	1	1	#	#	#	#
		<i>Rotellapillus crenulatus</i>	#	#	1	1	1	5	4	1	3	3	5	2	1	1	2	2
		<i>Stoverius acrydinus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#	#
Podorhabdiales	Axopodorhabdaceae	<i>Axopodorhabdus albivittatus</i>	2	#	#	3	#	#	5	1	3	1	3	2	2	2	2	1
		<i>Crithosphaerella etrebergii</i>	2	1	#	1	2	1	#	1	3	1	3	2	2	2	1	1
		<i>Tetrapodorhabdus decorus</i>	18	8	10	9	14	16	18	28	32	31	16	30	8	19	25	25
	Biscutaceae	<i>Biscutum dissimile</i>	50	41	66	77	77	61	59	83	81	71	97	71	88	80	56	56
		<i>Biscutum ellipticum</i>	#	#	#	1	#	#	#	#	#	#	#	#	2	1	#	#
		<i>Biscutum magnum</i>	2	1	#	1	1	4	3	#	#	#	#	#	2	1	#	#
		<i>Biscutum melanoides</i>	2	1	#	1	1	4	3	#	#	#	#	#	2	1	#	#
		<i>Biscutum notabilem</i>	2	3	2	2	3	1	3	2	4	3	1	#	3	5	4	#
		<i>Diaporhabdus spinosus</i>	#	#	#	#	#	#	1	3	2	4	3	1	#	3	5	4
		<i>Serribiscutum primitivum</i>	#	#	#	#	#	1	3	#	#	#	#	2	1	#	#	#
		<i>Solfastites horricus</i>	18	17	22	17	26	26	25	9	16	24	9	16	25	21	22	22
		<i>Pteridiscosphaera cretacea</i>	6	3	2	3	5	5	6	6	5	9	8	5	11	7	7	7
		<i>Pteridiscosphaera spinosa</i>	12	28	22	35	20	31	37	30	35	34	26	22	21	18	29	29
		<i>Pteridiscosphaera sp.</i>	1	1	22	35	20	31	37	30	35	34	26	22	21	18	29	29
		<i>Cretarhabdus concius</i>	#	#	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
		<i>Cretarhabdus striatus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
		<i>Flabellites obtortus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
		<i>Grantarhabdus coronadventis</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
		<i>Helena chiasia</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
		<i>Pickelhaube furvula</i>	#	1	2	#	#	1	#	3	1	1	1	1	1	1	1	#
		<i>Reticapsa anguliforata</i>	11	8	9	5	5	2	6	11	6	9	7	1	2	7	3	3
		<i>Reticapsa crenulata</i>	3	3	3	1	4	#	2	4	1	3	#	2	1	4	7	7
		<i>Reticapsa ficula</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
		<i>Reticapsa surirella</i>	3	3	3	1	4	#	2	4	1	3	#	2	1	4	7	7
		<i>Mansuetella permabactia</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
		<i>Tubodiscus jurapellagicus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Watznaueriales	Watznaueriaceae	<i>Cyclapellaaphaera reinhardtii</i>	#	1	#	#	#	1	#	1	#	#	#	#	#	#	#	#
		<i>Cylintrolithus serratus</i>	51	41	41	43	47	39	37	32	44	27	30	37	36	36	50	50
		<i>Hapagus ellipticus</i>	2	#	1	1	2	1	2	1	2	#	#					

Systematik		Probe Buldern 07														
		100/1	100/3	100/5	100/7	100/9	100/11	100/13	100/15	100/17	100/19	100/21	101/1	101/2	102/1	
%		32.1	28.3	28.9	27.0	26.9	25.7	23.1	24.8	31.5	31.4	28.3	27.4	27.4	30.3	
absolute Abundanz (10 ⁴ Ind./g Sed.)		680.6	445.6	357.3	483.6	708.0	656.1	408.4	630.8	650.6	650.6	722.7	743.6	709.5	727.2	
Diversität		71 (68)	72 (71)	65 (64)	63 (61)	66 (63)	73 (68)	68 (64)	72 (69)	71 (70)	70 (67)	75 (72)	75 (72)	71 (70)	71 (67)	
Heterogenität (Shannon-Index)		2.924	2.959	2.810	2.912	2.765	2.937	2.912	2.812	2.828	2.952	2.910	2.967	2.831	2.831	
Gleichförmigkeit (Evenness)		0.760	0.768	0.722	0.738	0.761	0.740	0.763	0.744	0.759	0.766	0.747	0.766	0.770	0.740	
Individuen gesamt		354	366	371	371	394	372	300	400	360	356	392	376	373	377	
bestimmbar		363	340	345	345	361	348	364	377	339	337	373	355	352	357	
Eiffelithales	Chiaetozogaceae	<i>Ahmuellerella octocorata</i>	10	7	2	7	9	5	5	10	5	10	6	7	2	8
		<i>Ahmuellerella requiritis</i>	#	1	1	#	#	#	1	1	1	1	2	#	#	#
		<i>Amphizygus brookii</i>	#	1	1	#	#	#	1	2	#	#	2	#	#	#
		<i>Bukrythius ambiguus</i>	2	#	2	2	#	1	3	1	2	#	#	1	#	
		<i>Chiaetozygus anobius</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Chiaetozygus bifarius</i>	8	1	3	2	2	#	8	#	1	2	1	4	2	
		<i>Chiaetozygus litavicus</i>	#	#	#	#	2	1	#	2	#	#	1	1	#	
		<i>Chiaetozygus synquadriperforatus</i>	4	5	6	3	2	1	3	5	3	3	8	11	5	
		<i>Loxolithus armilla</i>	3	1	2	2	5	4	2	1	1	2	1	1	#	
		<i>Neocypodolites cohenii</i>	2	2	#	4	#	1	#	3	#	1	1	#	1	
		<i>Placozygus fibuliformis</i>	8	6	10	10	7	6	4	10	5	12	10	15	12	
		<i>Reinhardtites anthophorus</i>	1	2	1	2	1	2	1	1	#	1	1	3	2	
		<i>Reinhardtites cf. levis</i>	4	2	#	5	7	2	2	#	1	1	2	#	6	
		<i>Staurolithes ellipticus</i>	1	2	2	4	3	1	3	5	6	3	4	5	5	
		<i>Staurolithes flavus</i>	2	2	#	1	#	#	1	1	1	#	#	#	#	
		<i>Staurolithes imbricatus</i>	1	1	2	3	4	2	1	3	2	6	5	6	9	
		<i>Staurolithes laeffei</i>	2	#	4	2	2	1	2	2	1	2	#	#	#	
		<i>Staurolithes melnicensis</i>	#	#	#	2	2	#	2	#	#	#	#	#	#	
		<i>Teoumentum cf. fucidum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		<i>Teoumentum stradneri</i>	46	29	48	43	39	37	47	36	55	41	32	43	35	
		<i>Tranolithus ornatus</i>	12	16	15	23	15	19	12	18	12	11	16	10	16	
		<i>Tranolithus minimus</i>	#	#	#	1	#	#	1	1	2	1	1	4	#	
		<i>Zeughabdodus biconcavus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		<i>Zeughabdodus cf. diplogrammus</i>	12	16	15	23	15	19	12	18	12	11	16	10	16	
		<i>Zeughabdodus embergeri</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Zeughabdodus erectus</i>	4	4	2	#	1	3	1	3	1	3	2	3	1	
		<i>Zeughabdodus neole</i>	#	#	1	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Zeughabdodus cf. esulata</i>	3	1	#	1	#	#	#	1	#	3	1	#	1	
		<i>Zeughabdodus sigmoides</i>	3	1	#	1	#	#	#	1	#	3	1	#	1	
		<i>Eiffelithus eximus</i>	2	5	2	3	3	2	3	#	2	2	3	5	1	
		<i>Eiffelithus gorkiae</i>	7	6	4	7	13	9	5	4	4	5	5	1	7	
		<i>Eiffelithus kumseffelsi</i>	#	#	#	#	1	#	1	2	3	2	1	#		
		<i>Eiffelithus sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		<i>Helcolithus trabeculatus</i>	12	15	13	9	13	14	12	13	11	15	13	9	2	
		<i>Rhenovites fenestrata</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Rhagodiscus achyranon</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Rhagodiscus angustus</i>	2	1	2	#	1	#	2	2	2	3	1	2	4	
		<i>Rhagodiscus asper</i>	1	#	1	#	2	#	1	#	#	1	#	3	2	
		<i>Rhagodiscus indistinctus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Rhagodiscus reniformis</i>	#	1	#	#	2	#	1	#	#	#	#	#	1	
		<i>Rhagodiscus splendens</i>	#	1	#	#	2	#	2	#	#	#	#	#	1	
		<i>Scoliotholus fossalis</i>	2	#	#	#	#	#	#	#	#	#	2	1	#	
		<i>Corollithon conglobatum</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Corollithon exequum</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Corollithon madagaskariensis</i>	2	3	2	#	4	1	1	2	2	3	2	1	1	
		<i>Corollithon signum</i>	2	2	6	#	1	1	1	1	2	4	3	7	2	
		<i>Rotelapillus biarcus</i>	#	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#	#	#	
		<i>Rotelapillus crenulatus</i>	#	2	1	1	1	#	2	#	2	2	1	1	4	
		<i>Stoverius achylus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Angodolobdus albanus</i>	#	#	#	#	#	1	#	#	1	#	1	#	1	
		<i>Cribrosphaerella ehrenbergii</i>	2	2	#	1	1	#	1	2	1	2	2	1	1	
		<i>Tetrapodolobdus decorus</i>	#	#	#	1	1	#	1	#	#	#	1	1	#	
		<i>Biscutum dissimilis</i>	18	23	20	10	15	19	15	20	16	18	17	18	17	
		<i>Biscutum ellipticum</i>	61	52	86	70	60	66	64	89	60	74	80	65	77	
		<i>Biscutum magnum</i>	#	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#	#	1	
		<i>Biscutum melaniae</i>	4	#	1	#	1	#	1	#	#	1	#	#	1	
		<i>Biscutum nodosulum</i>	3	#	6	1	1	3	1	2	1	#	2	1	2	
		<i>Discohabdus ignotus</i>	1	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Senbiscutum primum</i>	1	#	1	#	1	#	#	#	#	#	2	#	#	
		<i>Solissites horticus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Phreosphaera vietus</i>	#	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		<i>Prediscosphaera cretacea</i>	22	32	12	22	26	22	13	18	17	16	25	23	22	
		<i>Prediscosphaera spinosa</i>	1	4	3	5	6	1	4	12	7	3	7	6	5	
		<i>Prediscosphaera sp.</i>	38	26	27	34	35	45	36	40	37	35	31	27	29	
		<i>Cretarhabdus concisus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	1	1	1	#	
		<i>Cretarhabdus striatus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Phaliotholus oblongus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Griantarhabdus coronadentis</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Helena chiasta</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Pickelhaube furva</i>	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		<i>Retecapsa angustiflora</i>	1	5	3	6	7	4	9	4	1	7	3	10	3	
		<i>Retecapsa crenulata</i>	4	1	2	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Retecapsa ficula</i>	4	2	#	3	#	3	3	3	1	1	3	#	2	
		<i>Retecapsa aurimella</i>	#	#	1	1	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Mansuetella germaotoides</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Tubodiscus jurapalaeicus</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Cyclolapathra reinhardtii</i>	1	#	1	1	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Cylindralithus serratus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		<i>Haeus ellipticus</i>	18	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Watznaueria barneseae</i>	39	41	30	35	41	32	45	21	29	25	35	27	39	
		<i>Watznaueria biporta</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Watznaueria fossacincta</i>	#	3	#	1	1	2	3	1	1	#	1	3	1	
		<i>Watznaueria ovata</i>	#	#	1	#	#	3	2	1	2	#	#	#	#	
		<i>Watznaueria quadrifida</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Arkhangelkella confusa</i>	#	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
		<i>Arkhangelkella cymbiformis</i>	#	1	1	1	1	1	1	3	1	#	1	1	2	
		<i>Bronsonia enormis</i>	#	1	1	1	1	1	1	2	#	#	#	#	#	
		<i>Bronsonia cf. furva</i>	#	1	2	2	#	1	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Bronsonia parva expansa</i>	#	2	3	2	2	1	3	#	2	#	1	#	1	
		<i>Bronsonia cf. parva parva</i>	#	1	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
		<i>Bronsonia signata</i>	#	#	1	2										

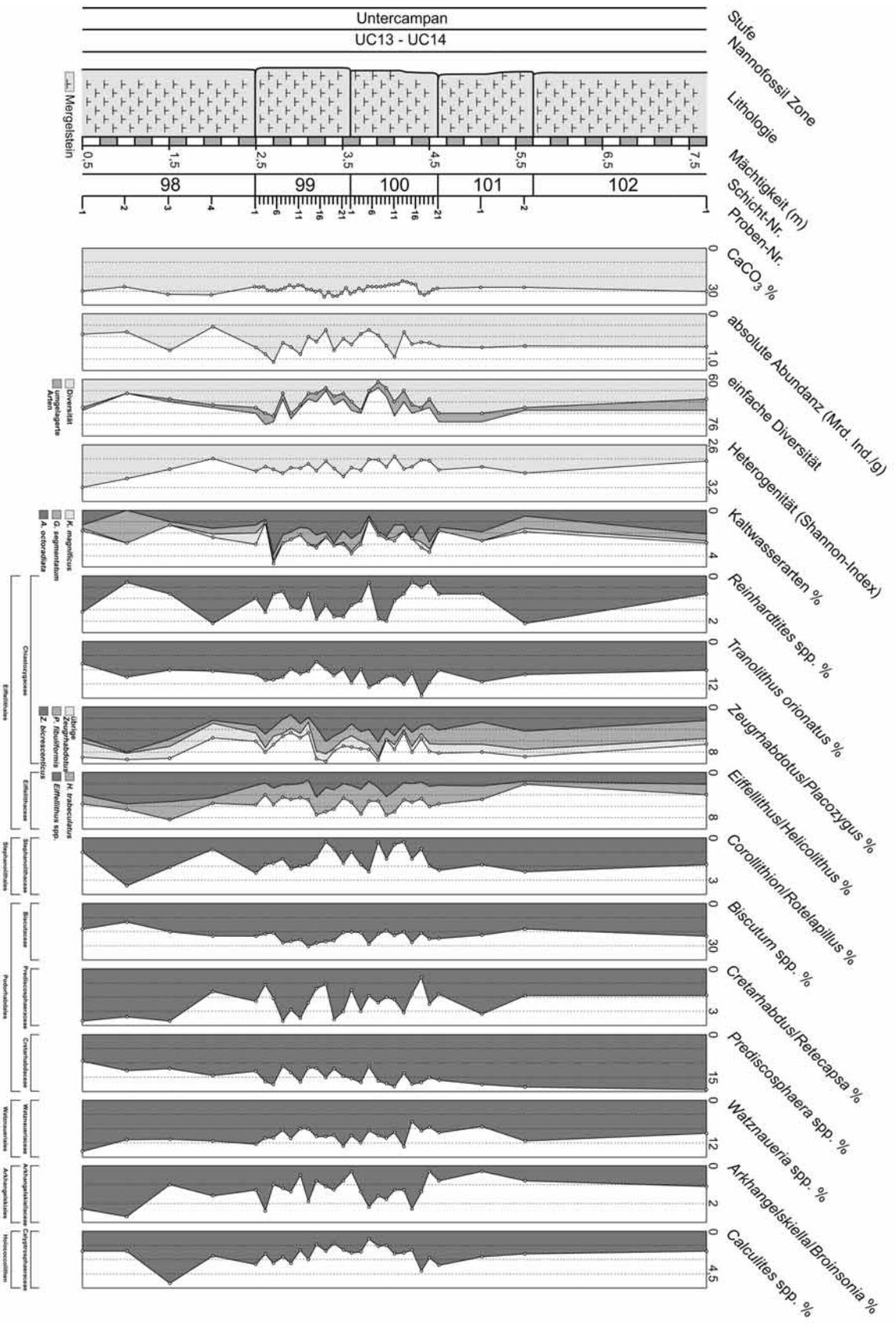


Abb. 5: Lithologie, Biostratigraphie und Verteilungsdiagramm ausgewählter Nannofossilien für das Profil Buldern.

bei $6,4 \cdot 10^8$ Individuen/g Sediment. Ein Zusammenhang zwischen Karbonatwerten und den Absoluthäufigkeiten besteht ebenfalls nicht.

5.4 Palökologie

Von den 116 Arten haben nur fünf Taxa (*Biscutum* spp., *Watznaueria* spp., *Prediscosphaera* spp., *Tranolithus orionatus*, *Zeugrhabdotus/Placozygus* spp.) eine relative Häufigkeit über 5%. Drei weitere Gruppen (Kaltwassertaxa, *Eiffellithus* spp., *Helicolithus trabaeculatus*) erreichen Abundanzen zwischen 2 und 5%. Mehrere Gruppen (*Cretarhabdus/Retecapsa*, *Calculithus*, *Corolithion/Rotelapillus*) liegen nur wenig unter, manchmal aber auch höher als 2%. Außer den fünf häufigsten Taxa werden auch die ökologisch wichtigen Kaltwassertaxa sowie die lösungsanfälligen Holococcolithen im folgenden näher erläutert.

Die zwei Arten *Biscutum ellipticum* und *Biscutum dissimilis* sind in allen Proben häufig, wobei *B. ellipticum* die dominierende Art ist. Die übrigen Arten der Gattung (*Biscutum melaniae*, *Biscutum notaculum* und *Biscutum magnum*) sind in Buldern nur selten. Mit relativen Abundanzen von 13,3 (Probe 98/2) bis 30,6% (Probe 99/15) ist *Biscutum* (Mittelwert 23,2%) die häufigste Gattung im Profil. Abgesehen von der Probe 98/2 liegen die relativen Häufigkeiten von *Biscutum* in den Schichten 98, 100, 101 und 102 in einem Bereich um 20%. In der Schicht 99 ist deren Anteil mit 25 – 30% etwas größer. Die Gattung *Prediscosphaera* (*Prediscosphaera cretacea*, *Prediscosphaera spinosa*) bildet mit einer durchschnittlichen Häufigkeit von 14,9% die zweithäufigste Gruppe in Buldern. Insgesamt reichen die relativen Abundanzen von *Prediscosphaera* von 9,4 (Probe 98/1) bis 19,4% (Probe 102/1), wobei eine leichte Zunahme vom unteren zum oberen Bereich des Profils besteht. Innerhalb der Gattung *Watznaueria* dominiert *Watznaueria barnesiae*, die übrigen Arten (*Watznaueria fossacincta*, *Watznaueria ovata*, *Watznaueria biporta*, *Watznaueria quadriradiata*) sind selten. Die relative Häufigkeit der Gattung (durchschnittlich 10,1%) schwankt zwischen 6,0 (Probe 100/15) und 14,4% (Probe 98/1). Zwischen den Proben 98/1 und 101/1 deutet sich, abgesehen einzelner Ausreißern, ein leichter Abnahmetrend an. Unter den Verwandten von *Zeugrhabdotus* (Chiastozygaceae) hat *Tranolithus orionatus* mit durchschnittlich 9,7% die größte relative Abundanz; diese Art variiert von 5,8 (Probe 99/15) bis 15,3% (Probe 100/17). Insgesamt erreicht *T. orionatus* in Schicht 100 etwas höhere Abundanzen, ansonsten sind keine Trends zu erkennen. Arten der *Zeugrhabdotus/Placozygus*-Gruppe werden vor allem durch *Zeugrhabdotus bicrescenticus* und *Placozygus fibuliformis* vertreten. Daneben sind noch sehr kleine Formen (*Zeugrhabdotus erectus*) anzutreffen, während die übrigen Arten relativ selten sind. Insgesamt erreicht die Gruppe relative Häufigkeiten zwischen 4,6 (Proben 99/9, 99/13, 100/13) und 9,6% (Probe 100/17), durchschnittlich sind es 7,2%, Schwankungen der Abundanzen lassen keinen Trend erkennen. Die ökologisch bedeutsamen Kaltwassertaxa (*Ahmuelarella octoradiata*, *Gartnera-go segmentatum* und *Kamptnerius magnificus*) (Thierstein, 1976, 1981; Wind, 1979; Pospichal & Wise, 1990; Lees, 2002) sind mit Gesamthäufigkeiten von 0,8 (Probe 100/5) bis 4,7% (Probe 99/5) anzutreffen, im Durchschnitt sind es 2,6%. Abgesehen von wenigen Proben dominiert die zu den Chiastozygaceae zugehörige *A. octoradiata*, während *K. magnificus* am seltensten ist. Die relativ lösungsanfällige Holococcolithengattung *Calculites* wird von den Arten *Calculites obscurus* und der deutlich selteneren *Calculites ovalis* vertreten. Die relative Häufigkeit reicht von 0,8 (Probe 100/5) bis 5,5% (Probe 98/3), durchschnittlich sind es 2,5%. Die vollständigen Ergebnisse der Zählung sind in Tab. 1 dargestellt, die Abundanzfluktuationen verschiedener Gruppen sind in Abb. 5 zusammengefasst.

6 Diskussion des Ablagerungsraumes

Insgesamt ist das Profil durch eine gut erhaltene und hoch diverse Nannoflora charakterisiert. Diversität und auch absolute Abundanzen variieren nur gering bis mäßig. Es können stabile und gleichbleibende Ablagerungsbedingungen für das gesamte Profil angenommen werden. Signifikante Schwankungen der relativen Abundanz einzelner Taxa sind somit auf veränderte ökologische Rahmenbedingungen (Temperatur, Nährstoffe) zurückzuführen. Im Gegensatz zu den rhythmischen Sedimentationszyklen des Profils Lessmöllmann (Sorokoletov & Mutterlose, 2007) zeigten weder die Geländebeobachtungen noch die Karbonatwerte eine erkennbare Rhythmizität, die sich mit Milankovitch-Zyklen korrelieren lässt. Aus dem höheren, hier nicht bearbeiteten Profilabschnitt erwähnt Dölling (2004) allerdings einige bis zu 20 cm mächtige hellere karbonatreichere Horizonte, die mit dunkleren 80 – 100 cm starken Tonsteinlagen wechsella-gern.

Die Gattung *Biscutum* stellt mit einer durchschnittlichen Häufigkeit von 23,2% in fast allen Proben die häufigste Nannofossilgruppe. Ein derartig hoher Anteil dieser lösungsanfälligen Gattung belegt ebenfalls

einen nur sehr geringen diagenetischen Einfluss. *Biscutum* gilt jedoch auch als ein wichtiger Indikator für nährstoffreiche (eutrophe) Rahmenbedingungen (z. B. Roth & Krumbach, 1986; Watkins, 1989; Erba et al., 1992). Somit sind die Sedimente des Profils Buldern eher in einem nährstoffreichen Gewässer entstanden. Im Vergleich zu den coniaczeitlichen Sedimenten von Lessmöllmann (Sorokoletov & Mutterlose, 2007), die einen Anteil von 20 – 40% zeigen, müssen im campanzeitlichen Buldern ähnliche Bedingungen für *Biscutum* geherrscht haben. Die zweithäufigste Gattung *Prediscosphaera* erreicht eine durchschnittliche Häufigkeit von 14,9%. Deren ökologische Deutung ist relativ unklar, da sie von nährstoffliebend (Erba et al., 1995) bis oligotroph (Eshet & Almogi-Labin, 1996) reicht. Der Anteil der Gattung *Prediscosphaera* in Lessmöllmann liegt zwischen 7 und 18% (Sorokoletov & Mutterlose, 2007) und somit im gleichen Bereich wie in Buldern. *Watznaueria* ist im Profil Buldern die dritthäufigste Gattung, deren durchschnittliche Abundanz liegt bei 10,1%. Für *Watznaueria* gibt es verschiedene ökologische Interpretationen, die von mesotroph (Eshet & Almogi-Labin, 1996) über rein oligotroph (z. B. Erba et al., 1992; Kessels et al., 2003; Bornemann et al., 2005) bis hin zu euryök (Mutterlose, 1991) reichen. Eine stärkere Verbreitung in niederen Latituden lässt auf eine Präferenz für Warmwasser schließen (Doeven, 1983; Watkins et al. 1996; Watkins & Self-Trail, 2005). Die relativ geringen Vorkommen im Profil Buldern bestätigen eine Vorliebe für oligotrophe Verhältnisse. In den älteren Ablagerungen von Lessmöllmann zeigt sich mit etwa 8 – 17% (Sorokoletov & Mutterlose, 2007) ein nur leicht erhöhtes Vorkommen von *Watznaueria*. Auffällig ist ein hoher Anteil von Taxa, die den Chlastozogaceen angehören. In Buldern sind dies hauptsächlich *T. orionatus* (9,7%) und auch die *Zeughrabdotus/Placozygus*-Gruppe (7,2%). Einzelne Formen dieser Gruppe wie *Z. erectus* werden als Indikator für eutrophe Gewässer gesehen (Roth & Bowdler, 1981; Roth & Krumbach, 1986). Aufgrund der gleichzeitig häufigen Gattung *Biscutum* ist zumindest für *T. orionatus*, *Z. bicrescenticus* und *P. fibuliformis* eine eutrophe Affinität anzunehmen. Andererseits wird *T. orionatus* auch als Kaltwasserform angesehen (e. g. Bornemann et al., 2005), doch schließt dies eine gleichzeitige Nährstoffaffinität nicht aus. In Lessmöllmann wird diese Gruppe nur von *Zeughrabdotus/Placozygus* vertreten (Sorokoletov & Mutterlose, 2007).

Die Nannofossilvergesellschaftung von Buldern deutet auf eutrophe Bedingung hin. Dies wird zum einen durch die hohe Abundanz eutropher Taxa (*Biscutum* spp., *Zeughrabdotus/Placozygus* spp., *T. orionatus*), andererseits auch durch die geringe Abundanz von *Watznaueria* spp. bestätigt. Der Vergleich mit den coniaczeitlichen Sedimenten aus Lessmöllmann zeigt, dass sich die Rahmenbedingungen der Emscher-Formation im Oberconiac/Untersanton und Unteramazon nur geringfügig unterscheiden. Signifikante Unterschiede der Nannofloren aus Lessmöllmann (Oberconiac/Untersanton) und Buldern (Unteramazon) fehlen, somit sind dramatische Veränderungen der Nährstoffgehalte unwahrscheinlich. Andererseits ist das häufige Auftreten von *T. orionatus* in Buldern gegenüber dem Fehlen in Lessmöllmann ein Beleg für eine Abkühlung. Generell wird für den Zeitraum Turon – Maastricht eine graduelle Abkühlung angenommen (z. B. Huber et al., 2002). Da paläontologische Befunde der Bohrung Metelen 1001 wiederholte Migrationsereignisse tethyalen sowie borealer Faunenelemente belegen, erfolgte diese Abkühlung nicht kontinuierlich. Der Wechsel zwischen Warm- und Kaltwassertaxa weist auf schwankende Temperaturen während des Campans hin (Kaefer & Lommerzhelm, 1991). Ein weiterer Unterschied zwischen Buldern und Lessmöllmann besteht in den nur schlecht überlieferten rhythmischen Sedimentationszyklen, die in Lessmöllmann deutlicher ausgebildet sind. Aber auch dort war deren Einfluss auf die Nannoflora relativ gering (Sorokoletov & Mutterlose, 2007). Die Nährstoffe sind vermutlich mit den siliziklastischen Bestandteilen der Emscher-Formation in das Becken eingetragen worden. Deren Anteil war gegenüber den niedrigen Karbonatgehalt (ca. 30%) relativ groß, so dass auch ein erhöhter Nährstoffanteil plausibel erscheint. Der Eintrag dieser tonigen Komponenten erfolgte wahrscheinlich aus dem im Norden angrenzenden Bereich des ehemaligen Niedersächsischen Beckens, wobei auch ein Eintrag vom Westen her aus dem holländischen Raum denkbar ist. Während der Absenkung des Münsterlandes konnten im Bereich des Osnabrücker Berglandes große Mengen unterkreidezeitlicher Tone abgetragen werden (Hiss, 1995); die umgelagerten älteren Nannofossiltaxa bestätigen, dass dieses tonige Material aus der tieferen Oberkreide (Cenoman/Turon) sowie der Unterkreide stammt.

7 Ergebnisse

Das Profil Buldern zeigt eine gut erhaltene, individuenreiche und hoch diverse unteramazonzeitliche Nannoflora. Die geringen Schwankungen in Diversität und absoluter Häufigkeit deuten auf gleichbleibende stabile Ablagerungsbedingungen hin. Die Vergesellschaftung wird von der nährstoffliebenden Gattung *Biscutum* dominiert, der Anteil von *Watznaueria* ist gering, diese Zusammensetzung der Nannoflora lässt auf eutrophe Bedingungen schließen. Der Vergleich zu den älteren Sedimenten von Lessmöllmann zeigt,

dass sich der Nährstoffgehalt während der Ablagerungsperiode der Emscher-Formation (Oberconiac – Untercampan) nur geringfügig verändert hat. Andererseits ist der hohe Anteil der kälteliebenden Art *T. orionatus* in Buldern ein Hinweis auf einen Abkühlungstrend zwischen Oberconiac und Untercampan. Der hohe Nährstoffgehalt korrespondiert gut mit dem hohen siliziklastischen Anteil des Emscher-Formation, während der Karbonatanteil mit etwa 30% relativ gering ist. Umgelagerte ältere Nannofossiltaxa unterstützen die Annahme, dass zumindest ein Teil dieser tonigen Bestandteile aus dem nördlich angrenzenden ehemaligen niedersächsischen Becken stammt.

8 Taxonomischer Index

Taxonomischer Index der im Text, Abbildungen und Tabellen aufgeführten Taxa

Kalkige Nannofossilien

Ahmuellerella octoradiata (GÓRKA, 1957) REINHARDT, 1966
Ahmuellerella regularis (GÓRKA, 1957) REINHARDT & GORKA, 1967
Amphizygus brooksii BUKRY, 1969
Arkhangelskiella confusa BURNETT, 1998
Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA, 1959
Axopodorhabdus albianus (BLACK, 1967) WIND & WISE, 1977
Biscutum dissimilis WIND & WISE, 1977
Biscutum ellipticum (GÓRKA, 1957) GRÜN, 1977
Biscutum magnum WIND & WISE, 1977
Biscutum melaniae (GÓRKA, 1957) BURNETT, 1997
Biscutum notaculum WIND & WISE, 1977
Braarudosphaera bigelowii (GRAN & BRAARUD, 1935) DEFLANDRE, 1947
Broinsonia enormis (SHUMENKO, 1968) MANIVIT, 1971
Broinsonia matalosa (STOVER, 1966) BURNETT, 1996
Broinsonia parca (STRADNER, 1963) BUKRY, 1969 ssp. *expansa* WISE & WATKINS, 1983
Broinsonia parca (STRADNER, 1963) BUKRY, 1969 ssp. *PARCA*
Broinsonia signata (NOËL, 1969) NOËL, 1970
Bukrylithus ambiguus BLACK, 1971
Calculites obscurus (DEFLANDRE, 1959) PRINS & SISSINGH, 1977
Calculites ovalis (STRADNER, 1963) PRINS & SISSINGH, 1977
Ceratolithoides KAMPTNER, 1950
Chiastozygus antiquus (PERCH-NIELSEN, 1973) BURNETT, 1998
Chiastozygus bifarius BUKRY, 1969
Chiastozygus litterarius (GÓRKA, 1957) MANIVIT, 1971
Chiastozygus synquadriperforatus BUKRY, 1969
Corollithion completum PERCH-NIELSEN, 1973
Corollithion exiguum STRADNER, 1961
Corollithion madagaskarensis PERCH-NIELSEN, 1973
Corollithion signum STRADNER, 1963
Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI, 1964
Cretarhabdus striatus (STRADNER, 1963) Black, 1973
Cribrosphaerella ehrenbergii (ARKHANGELSKY, 1912) DEFLANDRE, 1952
Cyclagelasphaera reinhardtii (PERCH-NIELSEN, 1968) ROMEIN, 1977
Cylindralithus serratus BRAMLETTE & MARTINI, 1964
Discorhabdus ignotus (GÓRKA, 1957) PERCH-NIELSEN, 1968
Eiffellithus eximius (STOVER, 1966) PERCH-NIELSEN, 1968
Eiffellithus gorkae REINHARDT, 1965
Eiffellithus turriseiffelii (DEFLANDRE, 1954) REINHARDT, 1965
Eprolithus floralis (STRADNER, 1962) STOVER, 1966
Eprolithus varolii JAKUBOWSKI, 1986
Flabellites oblongus (BUKRY, 1969) CRUX, 1982
Gartnerago segmentatum (STOVER, 1966) THIERSTEIN, 1974
Grantarhabdus coronadventis (REINHARDT, 1966) GRÜN, 1975

Haquius ellipticus (GRÜN, 1975) BOWN, 1992
Hayesites albiensis MANIVIT, 1971
Helena chiasia WORSLEY, 1971
Helicolithus trabculatus (GÓRKA, 1957) VERBEEK, 1977
Kamptnerius magnificus DEFLANDRE, 1959
Lapidaecassis blacki PERCH-NIELSEN, 1977
Lapidaecassis glans BLACK, 1971
Lithastrinus grilli STRADNER, 1962
Lithastrinus septinarius FORCHHEIMER, 1972
Lithraphidites carniolensis DEFLANDRE, 1963
Loxolithus armilla (BLACK, 1959) NOËL, 1965
Lucianorhabdus cayeuxii DEFLANDRE, 1959
Lucianorhabdus maleformis REINHARDT, 1966
Manivitella pemmatoida (DEFLANDRE, 1965) THIERSTEIN, 1971
Micula concava (STRADNER, 1960)
Micula decussata VEKSHINA, 1959
Microhabdulus decoratus DEFLANDRE, 1959
Nannoconus KAMPTNER, 1931
Neocrepidolithus cohenii (PERCH-NIELSEN, 1968) PERCH-NIELSEN, 1984
Orastrum campanensis (CEPEK, 1970) WIND & WISE, 1977
Placozygus fibuliformis (REINHARDT, 1964) HOFFMANN, 1970
Percivalia fenestrata (WORSLEY, 1971) WISE, 1983
Petrarhabdus vietus BURNETT, 1998
Pickelhaube furtiva (ROTH, 1983) APPELGATE et al., 1987
Prediscosphaera cretacea (ARKHANGELSKY, 1912) GARTNER, 1968
Prediscosphaera spinosa (Bramlette & Martini, 1964) GARTNER, 1968
Quadrum gartneri Prins & PERCH-NIELSEN, 1977
Reinhardtites anthophorus (DEFLANDRE, 1959) PERCH-NIELSEN, 1968
Reinhardtites cf. *levis* PRINS & SISSINGH, 1977
Retecapsa angustiforata Black, 1971
Retecapsa crenulata (BRAMLETTE & MARTINI, 1964) GRÜN, 1975
Retecapsa ficula (STOVER, 1966) BURNETT, 1998
Retecapsa surirella (DEFLANDRE & FERT, 1954) GRÜN, 1975
Rhagodiscus achlystaurion (HILL, 1976) DOEVEN, 1983
Rhagodiscus angustus (STRADNER, 1963) REINHARDT, 1971
Rhagodiscus asper (STRADNER, 1963) REINHARDT, 1967
Rhagodiscus indistinctus BURNETT, 1998
Rhagodiscus reniformis PERCH-NIELSEN, 1973
Rhagodiscus splendens (DEFLANDRE, 1953) VERBEEK, 1977
Rotelapillus biarcus (BUKRY, 1969)
Rotelapillus crenulatus (STOVER, 1966) LEES & BOWN, 2005
Scapholithus fossilis DEFLANDRE, 1954
Seribscutum primitivum (THIERSTEIN, 1974) FILEWICZ et al., 1977
Sollasites horticus (STRADNER, 1966) CEPEK & HAY, 1969
Staurolithites ellipticus (GARTNER, 1968) LAMBERT, 1987
Staurolithites flavus BURNETT, 1998
Staurolithites imbricacatus (GARTNER, 1968) BURNETT, 1998
Staurolithites laffitei CARATINI, 1963
Staurolithites mielnicensis (GÓRKA, 1957) PERCH-NIELSEN, 1968
Stoverius achylosus (STOVER, 1966) PERCH-NIELSEN, 1986
Tegulalithes septentrionalis (STRADNER, 1963) CRUX, 1986
Tegumentum lucidum LEES & BOWN, 2005
Tegumentum stradneri THIERSTEIN, 1972
Tetrapodorhabdus decorus (DEFLANDRE, 1954) WIND & WISE, 1977
Tortolithus pagei (BUKRY, 1969) CRUX, 1982
Tranolithus orionatus (REINHARDT, 1966a) REINHARDT, 1966b
Tranolithus minimus (Bukry, 1969) PERCH-NIELSEN, 1984

Tubodiscus jurapelagicus (WORSLEY, 1971) ROTH, 1973
Uniplanarius HATTNER & WISE, 1980
Watznaueria barnesiae (BLACK, 1959) PERCH-NIELSEN, 1968
Watznaueria biporta BUKRY, 1969
Watznaueria fossacincta (BLACK, 1971) BOWN, 1989
Watznaueria ovata BUKRY, 1969
Watznaueria quadriradiata BUKRY, 1969
Zeughrabdodus bicrescenticus (STOVER, 1966) BURNETT, 1996
Zeughrabdodus diplogrammus (DEFLANDRE, 1954) BURNETT, 1996
Zeughrabdodus embergeri (NOËL, 1958) PERCH-NIELSEN, 1984
Zeughrabdodus erectus (DEFLANDRE, 1954) Reinhardt, 1965
Zeughrabdodus neolie ROOD et al., 1971
Zeughrabdodus scutula (BERGEN, 1994) RUTLEDGE & BOWN, 1996
Zeughrabdodus sigmoides (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) BOWN & YOUNG, 1997

Belemniten

Goniot euthis quadrata quadrata (Blainville, 1827)

9 Literatur

- ARNOLD, H. (1964): Fazies und Mächtigkeit der Kreidestufen im Münsterländer Oberkreidegebiet. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 599-610.
- 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.
- 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.
- DÖLLING, B. (2004): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000 4110 Senden. – 176 S.; Krefeld.
- DÖLLING, B., HISS, M. & KAPLAN, U. (2006): Ahlen-Formation. In LithoLex [Online-Datenbank]. Hannover: BGR. Last updated 22.06.2006. [cited 01.10.2007]. Record No, 2008008. Available from: http://www.bgr.de/app/litholex/gesamt_ausgabe.cfm?id=2008008
- DOEVEN, P.H. (1983): Cretaceous nannofossil stratigraphy and paleoecology of the Canadian Atlantic Margin. – Bulletin of the Geological Survey of Canada, **356**: 1-70.
- 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.
- ERBA, E., WATKINS, D. & MUTTERLOSE, J. (1995): Campanian dwarf calcareous nannofossils from Wodejebato Guyot in Haggerty. – Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, **144**: 141-155.
- ERNST, G. (1964): Ontogenie, Phylogenie und Stratigraphie der Belemniten gattung *Goniot euthis* Bayle aus dem nordwestdeutschen Santon/Campan. – Fortschr. Geol. Rheinld. U. Westf., **7**: 113-174.
- ESHET, Y. & ALMOGI-LABIN, A. (1996): Calcareous nannofossils as paleoproductivity indicators in Upper Cretaceous organic-rich sequences in Israel. - Marine Micropaleontology, **29**: 37-61.
- FESL, S., Bornemann, A. & Mutterlose, J. (2005): Die Baumberge-Schichten (Ober-Campan) im nordwestlichen Münsterland – Biostratigraphie und Ablagerungsraum. Geol. Paläont. Westf., **65**: 95-116.
- 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. (1995): Kreide. – In: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Geologie im Münsterland: 41-65, 195 S.; Krefeld.
- HISS, M. (2006a): Emscher-Formation. In LithoLex [Online-Datenbank]. Hannover: BGR. Last updated 22.06.2006. [cited 07.09.2007]. Record No, 2008007. Available from: http://www.bgr.de/app/litholex/gesamt_ausgabe.cfm?id=2008007
- HISS, M. (2006b): Recklinghausen-Formation. In LithoLex [Online-Datenbank]. Hannover: BGR. Last updated

- 22.06.2006. [cited 07.09.2007]. Record No, 2008007. Available from: http://www.bgr.de/app/litholex/gesamt_ausgabe.cfm?id=2008020
- HISS, M. (2006c): Haltern-Formation. In LithoLex [Online-Datenbank]. Hannover: BGR. Last updated 22.06.2006. [cited 07.09.2007]. Record No, 2008019. Available from: http://www.bgr.de/app/litholex/gesamt_ausgabe.cfm?id=2008019
- HISS, M. (2006d): Dülmen-Formation. In LithoLex [Online-Datenbank]. Hannover: BGR. Last updated 22.06.2006. [cited 07.09.2007]. Record No, 2008031. Available from: http://www.bgr.de/app/litholex/gesamt_ausgabe.cfm?id=2008031
- HUBER, B.T., NORRIS, R.D. & MACLEOD, K.G. (2002): Deep-sea paleotemperature record of extreme warmth during the Cretaceous. *Geology*, **30**: 123-126.
- KEAVER, M. & LOMMERZHEIM, A. (1991): Die Bohrung Metelen 1001 Stratigraphie, Palökologie und Fazies zyklischer Sedimente des Campans im norwestlichen Münsterland (NW-Deutschland). – *Facies*, **24**: 267-284.
- 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.
- LEES, J. A. (2002): Calcareous nannofossils biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean. – *Cretaceous Research*, **23**: 537-634.
- MÜLLER, A. (1993): Geologisch-Paläontologische Aufschlußaufnahme und Dokumentation der Ziegeleigruben Buldern. – *Geologie und Paläontologie in Westfalen*, **22**: 87-103.
- 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 der Unterkreide (Valangin-Apt) NW-Deutschlands. – *Palaeontographica*, **B 221**: 27-152.
- NIEBUHR, B., HISS, M., KAPLAN, U., TRÖGER, K.-A., VOIGT, S., VOIGT, Th., WIESE, F. & WILMSEN, M. (2007): Beitrag zur Stratigraphie von Deutschland: Lithostratigraphie der norddeutschen Oberkreide, Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, **55**: 136 S.
- PERCH-NIELSEN, K. (1979): Calcareous Nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. – *Aspekte der Kreide Europas. IUGS Series*, **A 6**: 223-272.
- POSPICHAL, J.J. & WISE Jr., S.W. (1990): Calcareous nannofossils across the K-T boundary, ODP-Hole 690C, Maud Rise, Weddel Sea. – In: Barker, P.F., Kennet J.P., et al. (Hrsg.), *Proceedings of the Oceans Drilling Program, Scientific Results*, **113**: 515-532.
- RIEDEL, L. (1931): Zur Stratigraphie und Faciesbildung im Oberemscher und Untersenon am Südrande des Beckens von Münster. – *Jb. Preuß. Geol. LA*, **51**: 605-713.
- ROTH, P.H. & BOWDLER, J.L. (1981): Middle Cretaceous calcareous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the Atlantic Ocean. – *SEPM Special Publications*, **32**: 517-546.
- ROTH, P.H. & Krumbach, K.R. (1986): Middle Cretaceous Nannofossil Biogeography and Preservation in the Atlantic and Indian Oceans: Implications for Palaeoceanography. – *Marine Micropalaeontology*, **10**: 235-266.
- 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).
- 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.
- SEITZ, O. (1961): Die Inoceramen des Santon von Nordwestdeutschland I. Teil (Die Untergattungen *Platyceramus*, *Cladoceramus* und *Cordiceramus*). – *Beih. Geol. Jb.*, **46**: 180 S.
- SOROKOLETOV, M. & MUTTERLOSE, J. (2007): Kalkige Nannofossilien des Coniac-/Santon-Grenzbereichs (Oberkreide) der Mergelgrube Lessmöllmann (Castrop-Rauxel; NRW). – *Geol. Paläont. Westf.*, **68**: xy-yz.
- STOLLEY, E. (1916): Neue Beiträge zur Kenntnis der nordeutschen Kreide. – I – IV. – *Jber. Niedersächs. Geol. Ver. Hannover*, **9**: 62-108.
- STRADNER, H. (1965): Neue mikropaläontologische Untersuchungen zur Gliederung der westfälischen Oberkreide. Nannofossiluntersuchungen an Bohrkernen der Tiefbohrung Donar 5 (südliches Münsterland, Mbl. Drenssteinfurt 4212). – *Erdöl & Kohle, Erdg., Petroch.*, **18**, **9**: 737-738.
- SVABENICKA, L. (1991): Coccolithen-Stratigraphie der höheren Oberkreide der Bohrung Metelen 1001 (Münsterland, NW-Deutschland). – *Facies*, **24**: 107-112.
- THIERSTEIN, H.R. (1976): Mesozoic calcareous nannoplankton Biostratigraphy of Marine Sediments. – *Marine Micropalaeontology*, **1**: 325-362.
- THIERSTEIN, H. R. (1981): Late Cretaceous nannoplankton and the change at the Cretaceous-Tertiary boundary. – In: Warme, J. E., Douglas, R.G. & Winterer, E.L. (Hrsg.), *the Deep Sea Drilling Project: a decade of progress*. – *SEPM Special Publication*, **32**: 355-394.
- 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. & SELF-TRAIL, J.M. (2005): Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian. *Paleoceanography*, **20** : PA3006 doi: 10.1029/2004 PA001121.
- WATKINS, D.K., WISE Jr., S.W., POSPICHAL, J.J. & CRUX, J. (1996): Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoceanography of the Southern Ocean. – In: Mokuilevsky, A. & Whatley, R. (Hrsg.), *Microfossils and oceanic environments*. University of Wales, Aberystwyth Press, pp. 355-381.
- WIND, F.H. (1979): Maastrichtian-Campanian nannofloral provinces of the southern Atlantic and Indian Oceans. – In: Talwani, M., Hay, W. & Ryan, W.B.F. (Hrsg.), *Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Continental Margins and Paleoenvironment*. American Geophysical Union, Washington, pp. 123-137.

Tafel 1:

Chiastozygaceae:

Fig. 1; 2 *Ahmuellerella octoradiata* (Probe 100/11),

Fig. 3; 4 *Bucrylithus ambiguus* (Probe 100/9),

Fig. 5; 6 *Chiastozygus synquadriperforatus* (Probe 100/11),

Fig. 7; 8 *Placozygus fibuliformis* (Probe 100/13),

Fig. 9; 10 *Reinhardtites* cf. *levis* (Probe 99/1),

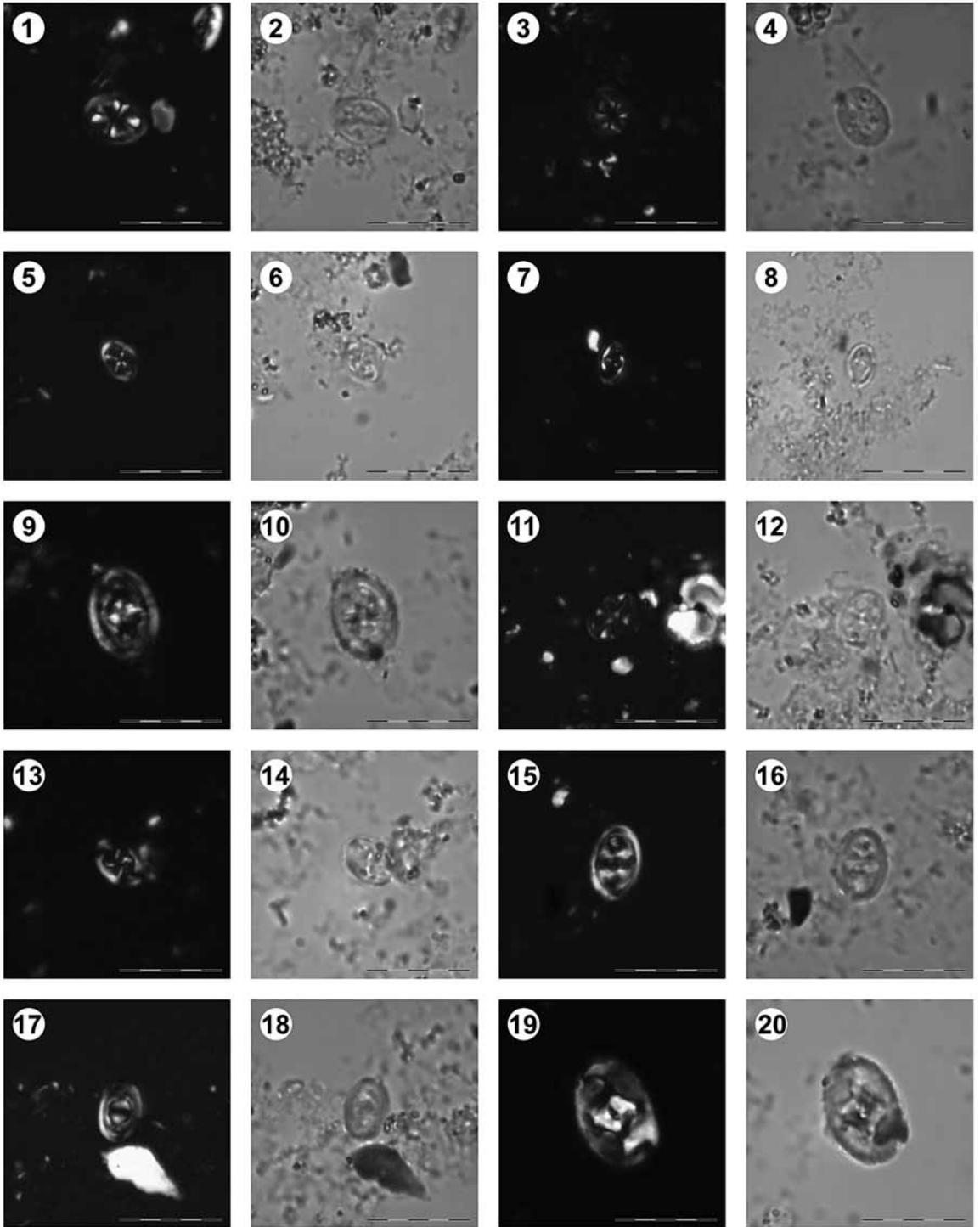
Fig. 11; 12 *Staurolithites mielnicensis* (Probe 101/2),

Fig. 13; 14 *Tegumentum stradneri* (Probe 100/21),

Fig. 15; 16 *Tranolithus orionatus* (Probe 100/11),

Fig. 17; 18 *Zeugrhabdotus bicrescenticus* (Probe 100/11),

Fig. 19; 20 *Zeugrhabdotus embergeri* (Probe 100/13), Maßstab 10mm.



Tafel 2:

Chiastozygaceae:

Fig. 1; 2 *Zeugrhabdotus sigmoides* (Probe 100/15),

Eiffellithaceae:

Fig. 3; 4 *Eiffellithus eximius* (Probe 100/11),

Fig. 5; 6 *Helicolithus trabeculatus* (Probe 100/19),

Rhagodiscaceae:

Fig. 7; 8 *Rhagodiscus splendens* (Probe 100/13),

Calciosoleniaceae:

Fig. 9; 10 *Scapholithus fossilis* (Probe 100/19),

Stephanolithaceae:

Fig. 11; 12 *Corollithion exiguum* (Probe 100/17),

Fig. 13; 14 *Rotelapillus biarcus* (Probe 100/17),

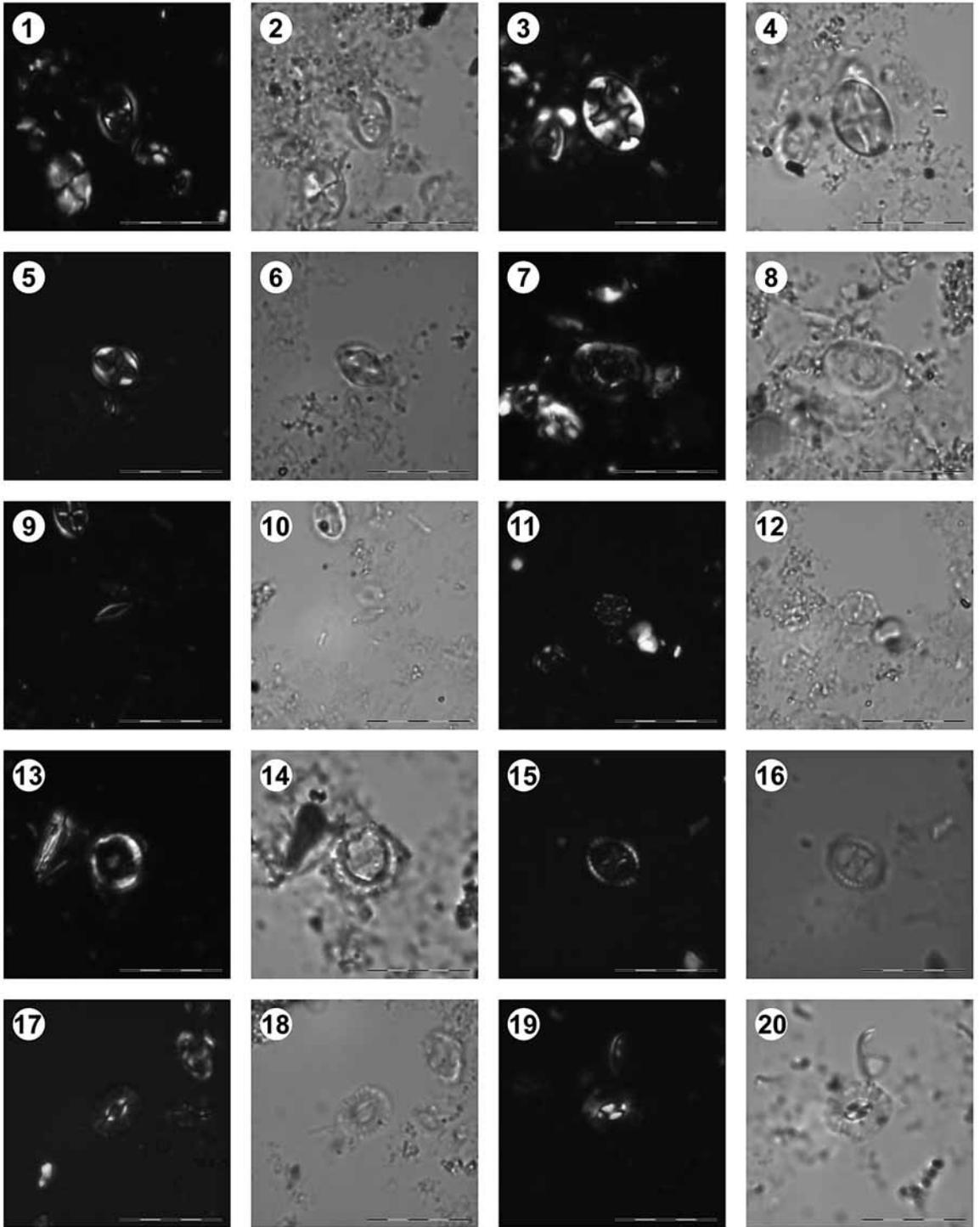
Axopodorhabdaceae:

Fig. 15; 16 *Tetrapodorhabdus decorus* (Probe 99/15),

Biscutaceae:

Fig. 17; 18 *Biscutum ellipticum* (Probe 100/11),

Fig. 19; 20 *Biscutum melaniae* (Probe 100/21), Maßstab 10 mm.



Tafel 3:

Prediscosphaeraceae:

Fig. 1; 2 *Prediscosphaera cretacea* (Probe 100/11),

Fig. 3; 4 *Prediscosphaera spinosa* (Probe 100/11),

Cretarhabdaceae:

Fig. 5; 6 *Retecapsa surirella* (Probe 99/1),

Tubodiscaceae:

Fig. 7; 8 *Manivitella pemmatoida* (Probe 101/1),

Watznaueriaceae:

Fig. 9; 10 *Cyclagelasphaera reinhardtii* (Probe 101/1),

Fig. 11; 12 *Watznaueria barnesiae* (Probe 100/11),

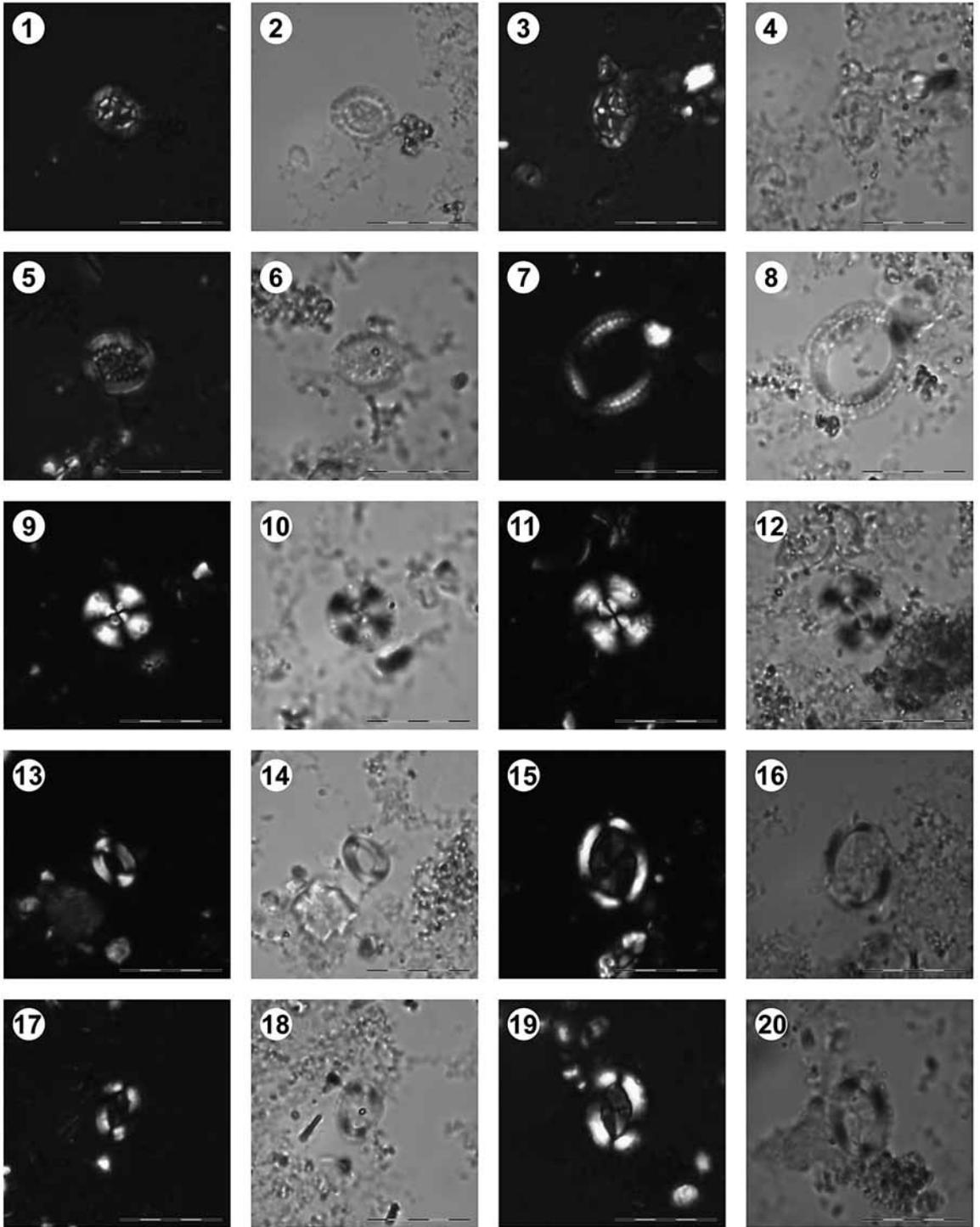
Fig. 13; 14 *Watznaueria ovata* (Probe 102/1),

Arkhangelskiellaceae:

Fig. 15; 16 *Arkhangelskiella cymbiformis* (Probe 99/7),

Fig. 17; 18 *Broinsonia* cf. *furtiva* (Probe 100/17),

Fig. 19; 20 *Broinsonia* cf. *parca parca* (Probe 99/11), Maßstab 10 mm.



Tafel 4:

Arkhangelskiellaceae:

Fig. 1; 2 *Broinsonia signata* (Probe 99/1),

Kamptneriaceae:

Fig. 3; 4 *Gartnerago segmentatum* (Probe 100/19),

Fig. 5; 6 *Kamptnerius magnificus* (Probe 100/19),

Calyptosphaeraceae:

Fig. 7; 8 *Calculites obscurus* (Probe 100/11),

Fig. 9; 10 *Lucianorhabdus cayeuxii* (Probe 100/19),

Microrhabdulaceae:

Fig. 11; 12 *Lithraphidites carniolensis* (Probe 100/15),

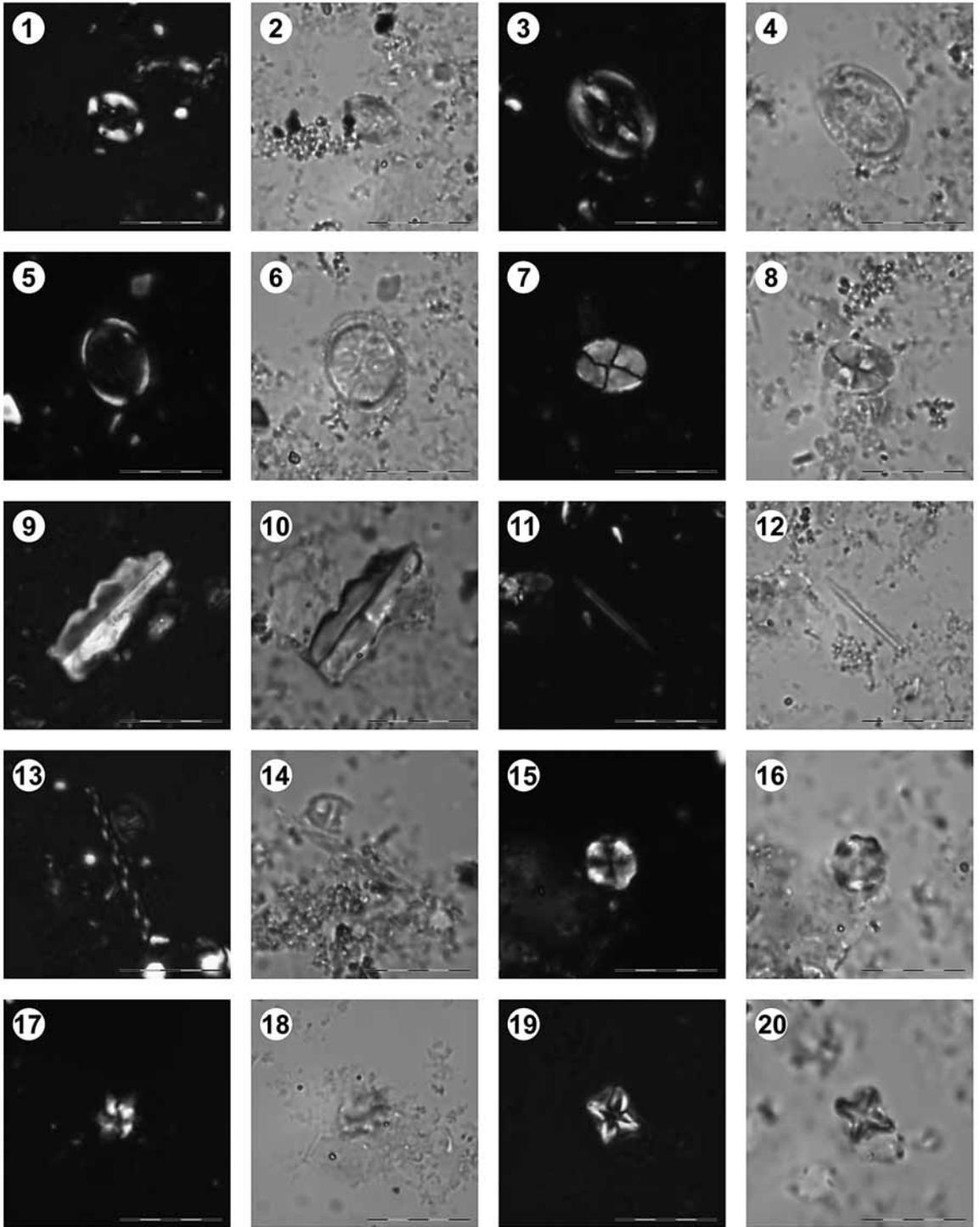
Fig. 13; 14 *Microrhabdulus decoratus* (Probe 100/11),

Polycyclolithaceae:

Fig. 15; 16 *Eprolithus floralis* (Probe 100/21),

Fig. 17; 18 *Lithastrinus grilli* (Probe 100/17),

Fig. 19; 20 *Micula decussata* (Probe 99/1), Maßstab 10 µm.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [71](#)

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

Artikel/Article: [Kalkige Nannofossilien des Untercampans \(Oberkreide\) von Buldern \(Stadt Dülmen; NRW\) 77-101](#)