

Ber. Naturhist. Ges. Hannover	140	121–142	Hannover 1998
-------------------------------	-----	---------	---------------

Stratigraphie, Fazies und Diagenese des Campan der Lehrter Westmulde bei Höver/Hannover (Niedersachsen)

von

RENATE VOLKMANN

mit 6 Abbildungen, 2 Tabellen und 2 Tafeln

Zusammenfassung. Das Campan der Lehrter Westmulde bei Hannover ist im Steinbruch-Werk Höver in ungestörter Abfolge von der *lingua/quadrata*-Zone des unteren Unter-Campan bis zur mittleren *conica/mucronata*-Zone des unteren Ober-Campan erschlossen. Die Sedimente der nahegelegenen Kernbohrungen erschließen desweiteren die *granulataquadrata*-Zone des tiefsten Unter-Campan sowie die *stobaei/basiplana*-Zone des unteren Ober-Campan und die *minor/polyplocum*-Zone des oberen Ober-Campan. Bis zur mittleren *pilula*-Zone herrschen ungeschichtete Mergel vor, darauf folgen bankige bioturbate Kalk-Mergel-Rhythmite. Diese setzen sich im Ober-Campan bis zur mittleren *minor/polyplocum*-Zone fort und gehen in die Opoka-Fazies, spiculitische Kalkarenite des höchsten Ober-Campan, über. Die Sedimente sind überwiegend karbonatreiche Ablagerungen des flachen Schelfs in Wassertiefen von 30–60 m. Foraminiferen und Bioklasten dominieren vor Schwamm-Skleriten, authigenem Glaukonit und frühdiaogenetischen Zeolith-Mineralien, der terrigene Eintrag war gering. Mit der Spätdiagenese erfolgte Fe-Calcit-Zementation, Pyritisierung und Dolomitisierung. Drucklösung und progressive Scherung infolge des halotektonischen Salzausstieges bewirkten die Anlage von Flaserstrukturen bis hin zur Phacoid-Bildung sowie die Ausbildung von RIEDEL-Scherflächen und Schersinn-Indikatoren (δ -Strukturen, asymmetrische Stauchung).

Summary: Stratigraphy, facies and diagenesis of the Campanian of the Lehrte West syncline near Höver/Hannover (Lower Saxony). – In the Höver quarry, the Campanian sequence of the Lehrte West syncline consists of an undisturbed succession from the Lower Campanian *lingua/quadrata* Zone to the middle *conica/mucronata* Zone of the lowest Upper Campanian. The nearby borehole section documents the *granulataquadrata* Zone of the lowest Lower Campanian and the *stobaei/basiplana*- as well as the *minor-polyplocum* Zone of the Upper Campanian in addition. Non-stratified marls are developed to the middle *pilula* Zone then the bedded, intensely bioturbated marl/limestone alternations and the overlying Opoka facies, a spiculitic limestone of the highest Upper Campanian. The whole sequence was deposited on a shallow shelf in a water depth of 30–60 m. Foraminifers and bioclasts are dominant to early diagenetic spiculits, glauconite and zeolite minerals; little terrigenous material is present. Late diagenetic features are Fe-calcite cementation, pyritization and dolomitization. Pressure solution and progressive shearing due to halotectonic movements resulted in flaser structures, phacoides as well as penecontemporaneous deformation features such as δ -structures and Riedel shears.

Einleitung

Die Kalk-Mergel-Rhythmite des Campan bei Höver/Hannover (Lehrter Westmulde, Niedersachsen) weisen charakteristische Sedimentstrukturen und Kompaktionsgefüge auf, die auf der Grundlage stratigraphischer, sedimentologisch-fazieller und tonmineralogisch-geochemischer Befunde analysiert und interpretiert werden. Die Tagebaue der Gruben „Werk Höver“ (Abb. 1), „Werk Teutonia“ und „Werk Germania“ (beide SE' von Misburg/Hannover, Niedersachsen) stellen neben der Schreibkreide von Lägerdorf in Schleswig-Holstein die wichtigsten Campan-Profile Norddeutschlands dar, deren Sedimente fossilreicher, toniger und rhythmischer ausgebildet sind.

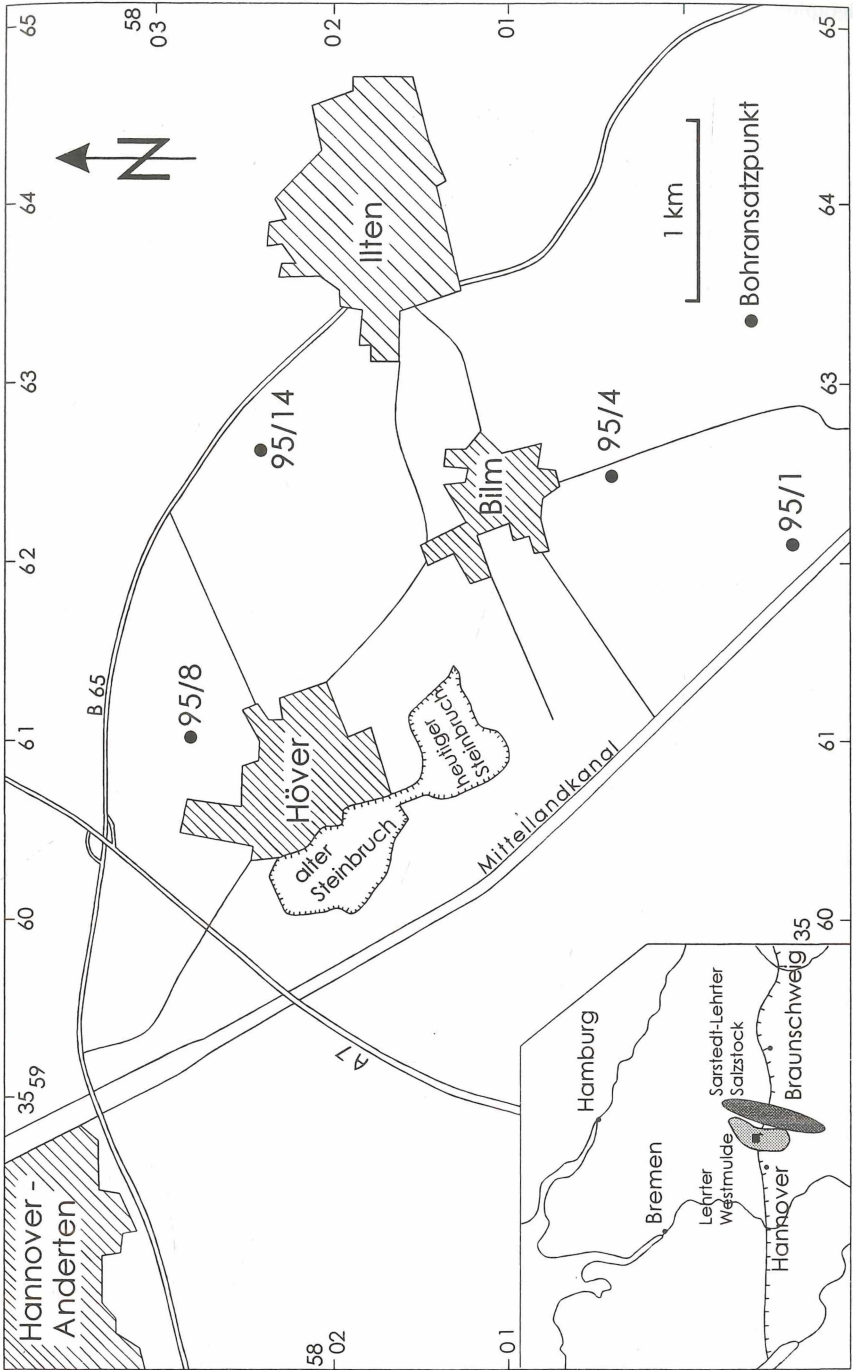
Bereits Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Oberkreide der Lehrter Westmulde von der Zementindustrie als Rohstoffvorkommen genutzt. Erste paläontologische Berühmtheit erlangten die Aufschlüsse insbesondere durch SCHRAMMEN (1910–1912), der allein 116 Arten zumeist prachtvoll erhaltener Kieselschwämme unterschied. Darüberhinaus werden Echinodermen, Ammonideen, Belemniten und Inoceramen beschrieben, die in zahlreiche Sammlungen gelangten. Die Zement-Produktion stieg aufgrund idealer chemischer Zusammensetzung in den 30er Jahren beträchtlich. Nach längerer Unterbrechung erlangte die Oberkreide der Lehrter Westmulde durch die seit den 50er Jahren von der Zementindustrie geschaffenen Groß-Tagebaue erneut überregionale Bedeutung. Die fossilreichen Kalk-Mergel-Rhythmite sind ein häufiges Exkursionsziel (ERNST 1963, 1968; ERNST & KOCH 1975; ERNST & LUTZE 1972; ERNST & SCHMID 1975, 1979) und besonders Gegenstand der multistratigraphischen Arbeitsmethodik mit feinstratigraphischen-faziellen Schwerpunkten (ABU-MAARUF 1973; AL-ABAWI 1968; KHOSROVSHAHIAN 1972). Strukturgeologisch stellt die Lehrter Westmulde eine sekundäre Randsenke im Sinne von TRUSHEIM (1957) dar; der Diapir Durchbruch des nahegelegenen Sarstedt-Lehrter Salzstockes erfolgte vor dem Mittel-Santon (BETTENSTAEDT & DIETZ 1957). In jüngerer Zeit erfolgt die Bearbeitung der Kalk-Mergel-Rhythmite unter den Schwerpunkten Rhythmizität, Milankovitch-Zyklen und Geochemie (NIEBUHR 1995, 1996; NIEBUHR & PROKOPH 1997; REHFELD et al., submitted to press).

Die Kreidemergel-Grube „Werk Höver“ und die bearbeiteten Kernbohrungen (abgeteuft 1995 im Auftrag der Nordcement AG) befinden sich im Südteil der Lehrter Westmulde; diese erstreckt sich vom NW' bis über den N' Rand des Sarstedt-Lehrter Salzstockes hinaus und liegt im E' Bereich des Niedersächsischen Beckens. Die Sedimentation der Kalk-Mergel-Rhythmite verlief insgesamt ungestört. Im Ober-Campan deuten markante Mächtigkeitszunahmen im Bereich der Muldenkerne auf eine maximale Absenkung hin. Nach NIEBUHR (1995) betragen die Netto-Akkumulationsraten, d. h. abzüglich der Kompaktion, im Unter-Campan 50 mm/ka, um sich anschließend während der *pilula*-Transgression abrupt auf 20 mm/ka und im mittleren Unter-Campan auf 10 mm/ka zu verringern. Zum Hangenden nehmen die Sedimentationsraten diskontinuierlich bis in das höhere Ober-Campan auf 100–150 mm/ka zu.

Die Bohransatzpunkte der untersuchten Kernbohrungen (Abb. 1) sowie der Steinbruch liegen im Bereich des Meßtischblattes Lehrte (TK 25, 3625 Lehrte) (DIETZ 1973).

Abb. 1: Geographische Position der Kernbohrungen und des Steinbruches Höver/E' Niedersachsen

Bohrung	Koordinaten	Teufe [m]	Bohransatz [m] über NN
• 95/1	R ⁵⁷ 99500; H ³⁵ 61925	50	69,5
• 95/4	R ⁵⁸ 00425; H ³⁵ 62400	50	68,6
• 95/8	R ⁵⁸ 02575; H ³⁵ 61060	50	62,2
• 95/14	R ⁵⁸ 02375; H ³⁵ 62350	25	68,0



Stratigraphie

Biostratigraphisch wird das Campan in NW-Deutschland anhand irregulärer Echiniden, Belemniten und (untergeordnet) von Ammoniten (ERNST 1968, ERNST & KOCH 1975, KHOSROVSHAHIAN 1972, ABU-MAARUF 1973, NIEBUHR et al. 1997) in 14 Zonengliedert (Abb. 3). Die mikropaläontologische Gliederung anhand benthischer Foraminiferen (SCHÖNFELD 1990, basierend auf KOCH 1977), in 11 Zonen aufgliedert. CLARKE (1983) unterschied 5 Zonen mittels Ostrakoden, die noch in 2–3 Abschnitte gegliedert werden. Jeder Zonierung liegt das Ein- oder Aussetzen von Arten zugrunde, wobei die Zonen durch eine markante Leitform oder durch das gemeinsame Vorkommen von mehreren Leitarten definiert sind (CLARKE 1983). Wechsel der Lithofazie, von NIEBUHR (1995) für die höhere Oberkreide der Lehrter Westmulde beschrieben, ergänzen die biostratigraphische Gliederung.

Der am westlichen Ortsrand von Höver auflässige, nur noch bereichsweise begehbare Steinbruch der Nordcement AG (heute Alsen AG) erschließt ein fast vollständiges Profil des Unter-Campan. Die untere *granulataquadrata*-Zone ist nicht erschlossen. Im Bereich des gegenwärtig betriebenen Steinbruches dokumentiert die nachgewiesene Makrofauna eine für das Norddeutsche Becken typische oberkretazische Assoziation aus Belemniten, Echiniden sowie überwiegend lithistiden Porifera. Folgende Zonen des Unter-Campan sind in der süd-

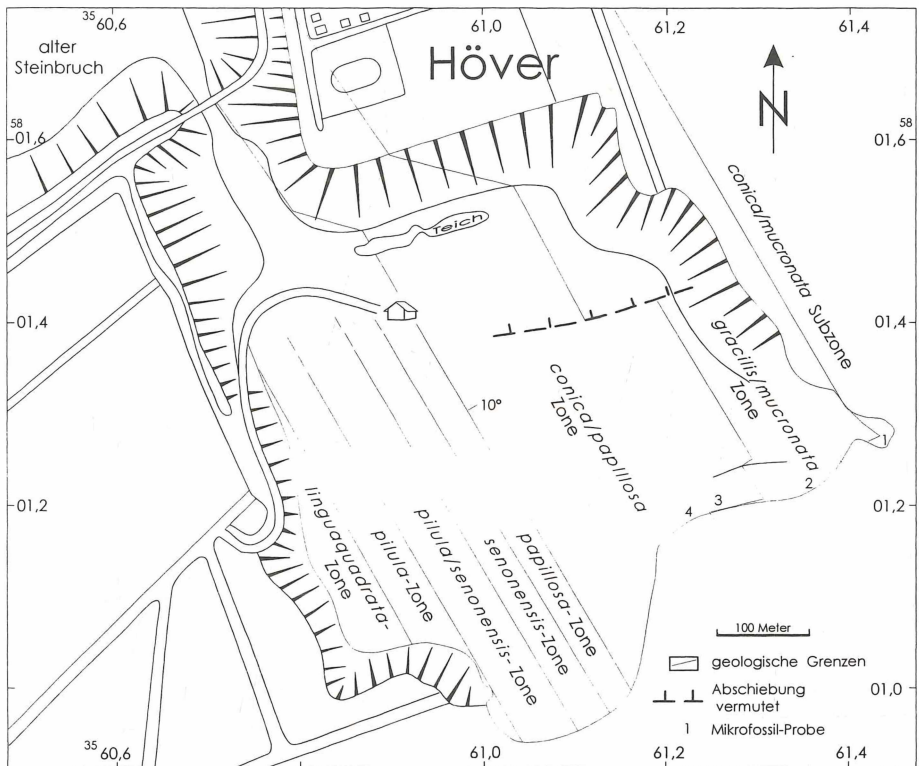


Abb. 2: Geologische Karte des Steinbruches Höver (Stand: Juni 1996). Als Grundlage diente die DGK 1:5000, Blatt Höver-Süd und der aktuelle Abbaugrundiß der Nordcement AG.

lichen Wand von West nach Ost aufgeschlossen (Abb. 2): *lingua-quadrata*-, *pilula*-, *pilula/senonensis*-, *senonensis*-, *papillosa*-, *conica-papillosa*- und *gracilis-mucronata*-Zone.

Die stratigraphische Auswertung der Kernbohrungen basiert auf mikropaläontologischen Befunden, die durch geophysikalische (Gamma-Ray-, Widerstandskurven)¹ und sedimentologische Befunde (Tongehalt, Rhythmik der Kalk-Mergel-Wechselfolgen) ergänzt wurden. Für eine Korrelation und Einbindung in bereits vorhandene Logs mit bekannter stratigraphischer Abfolge wurde die Bohrung „Lehrte 37“ aus NIEBUHR (1995) genutzt. Sie ist in Ahlten ca. 1875 m NNW der Bohrung 95/14 abgeteuft und eignet sich sehr gut für Korrelationszwecke, da ihr Bohrloch-Diagramm weder in der Mächtigkeit noch in der Fazies lokale Besonderheiten aufweist. Mit ihrer Vermessung wurde eine Schichtenfolge vom Alb bis zum oberen Ober-Campan erfaßt. Desweiteren sind für die stratigraphische Einbindung in vorhandene Richtprofile, wie z. B. Lägerdorf, Hemmor und Krons Moor in Schleswig-Holstein, benthische Foraminiferen der Gattungen *Bolivinoidea*, *Neoflabellina* und *Stensioeina* sowie Ostrakoden der Gattung *Cytherelloidea* wesentlich. Bisherige stratigraphische Auswertungen des Campan, gestützt auf mikropaläontologische Befunde, beschränken sich in N- und NW-Deutschland auf den Struktur-Bereich der Pompeckj'schen Scholle (KOCH 1977, CLARKE 1983, SCHÖNFELD 1990). Abweichungen dieser Reichweiten zum Bereich der Lehrter Westmulde ergeben sich aus dem Vergleich mit der Ostrakoden-Gliederung von CLARKE (1983): *Diopmopteron lünenensis* (TRIEBEL 1941), die nach CLARKE (1983) nur bis in das Ober-Santon vorkommt, konnte bei Höver noch im Unter-Campan nachgewiesen werden. *Pterygocythereis phylloptera* (BOSQUET 1854), nach CLARKE (1983) leitend ab der *stobaei-basiplana*-Zone des unteren Ober-Campan, setzt bei Höver bereits im unteren Unter-Campan ein; *Curfsina* cf. *alseni* (VEEN 1936), setzt in Höver bereits im unteren Ober-Campan ein, die nach CLARKE (1983) erst in der *vulgaris-basiplana*-Zone des Ober-Campan auftritt.

Lithostratigraphisch ist das Campan bis zur mittleren *pilula*-Zone als ungeschichteter Mergel mit einem CaCO_3 -Gehalt von 45–65 Gew.% entwickelt (VOLKMANN 1996). Darauf folgen bis zur mittleren *minor/polyplocum*-Zone des Ober-Campan Kalk-Mergel-Rhythmite, die wiederholt Sedifikationserscheinungen aufweisen (NIEBUHR 1995). Es wechseln Mergelkalke und Kalkmergel im dm- bis m-Bereich mit geringmächtigeren, mergeligen Zwischenlagen. Neben einer Ichnofauna vom *Chondrites*-, *Planolites* und *Zoophycos*-Typ ist in den hellgrauen bis grauen Sedimenten eine Flaserschichtung im mm- bis cm-Bereich ausgebildet (VOLKMANN 1996). Intensive Bioturbation homogenisiert das Erscheinungsbild der Rhythmite fast vollständig. Ihr CaCO_3 -Gehalt variiert zwischen 70–85 Gew.%, der mit Einsetzen der Opoka, ein dickbandiger, teils schräggeschichteter, Kalkarenit (NIEBUHR et al. 1997), ab der mittleren *minor/polyplocum*-Zone auf 50–60 Gew.% CaCO_3 abnimmt. Die Grenzen zwischen den aufeinander folgenden Schichteinheiten sind fließend. Im Zuge der obercampanen *polyplocum*-Regression während eines Meeresspiegel-Tiefstandes akkumulierte die Opoka-Fazies als laterales Äquivalent zur Schreibkreide-Fazies (NIEBUHR et al. 1997).

Bohrung 95/1: Die Sedimente der Bohrung 95/1 erschließen die ungeschichtete Mergelfolge der *granulataquadrata*-Zone bis zur unteren *pilula/senonensis*-Zone. Begründet wird dies durch niedrige Karbonatgehalte von 45 Gew.% CaCO_3 in den basalen Bereichen (vgl. ERNST 1963a) sowie durch die Überlappung (vgl. Tab.1) von *Gavelinella clementiana* (ORBIBNY 1840) (Reichweite: krca1a(o) bis krca4c) und *Bolivinoidea strigillatus* (CHAPMAN 1892) (Reichweite: krca1a(o) bis krca2c). Die Verminderung des elektrischen Widerstandes zur Basis der Kernbohrung korreliert mit abnehmenden Werten der Bohrung Lehrte 37 (VOLKMANN 1996). Dieser Trend ist eindeutig und nur im unteren Unter-Campan in dieser Weise ausgebildet. Eine Verfälschung der geoelektrischen Daten der

¹ Die geophysikalischen Untersuchungen wurden im Auftrag der Nordciment AG von der Fa. Tegtmeier Geophysik durchgeführt und in VOLKMANN (1996) ausgewertet.

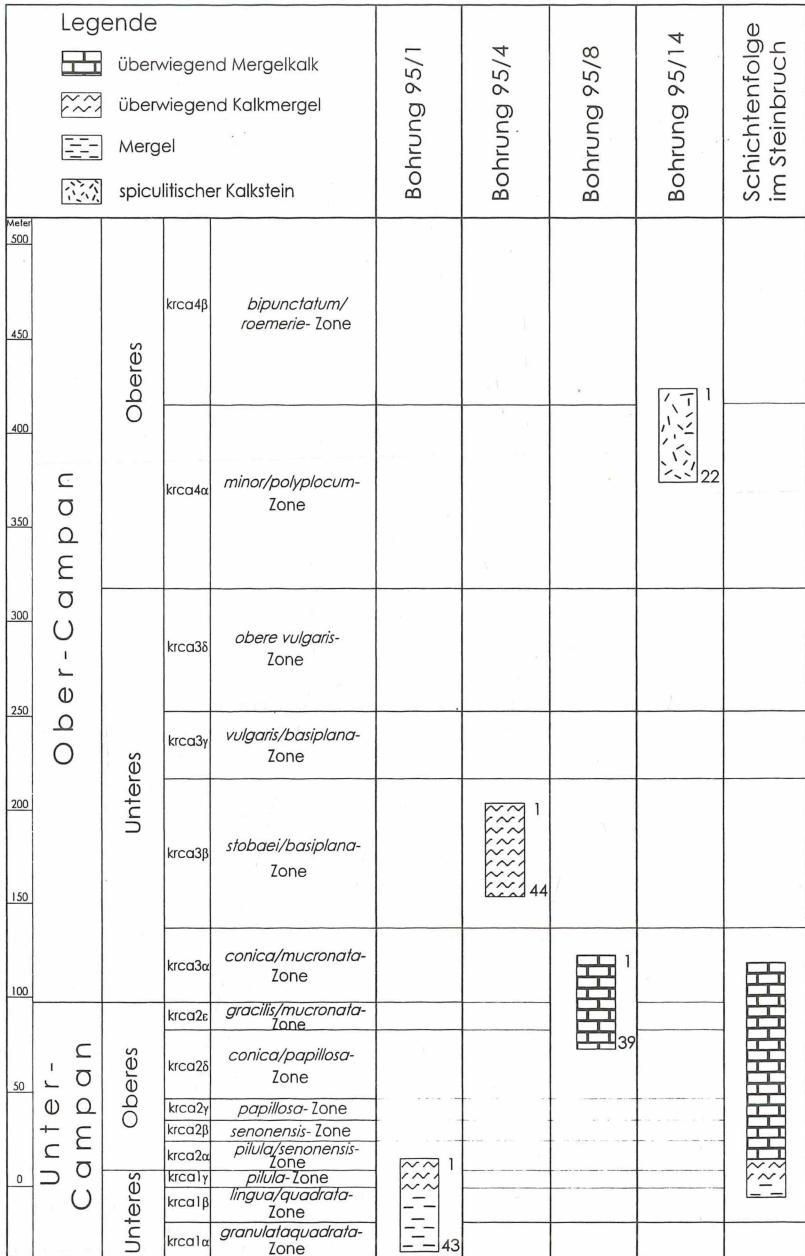


Abb. 3: Stratigraphische Einbindung der Kernbohrungen und des Aufschlusses im Steinbruch Werk Höver; Profil nach ERNST et al. (1979), NIEBUHR (1995), NIEBUHR et al. (1997) und SCHÖNFELD (1990); die Ziffern seitlich der Bohrkernabschnitte bezeichnen den ersten gewonnen Festgestein-Kerngewinn in Metern unterhalb der Geländeoberfläche.

Bohrung 95/1 etwa durch erhöhte Salzgehalte des nahegelegenen Salzstocks ist jedoch nicht auszuschließen.

Bohrung 95/4: Mit dieser Bohrung wurden 44 m der Kalk-Mergel-Rhythmite des Campan erfaßt. Kalkmergel und Mergelkalke im Meterbereich wechseln mit cm-mächtigen Mergelschlieren. Widerstandsmessungen ergeben in der Korrelation mit der Bohrung „Lehrte 37“ einen Abschnitt der mittleren *stobaei/basiplana*-Zone. Das mikropaläontologische Inventar ist in diesem Abschnitt unzureichend, da vorhandene Foraminiferen zu große stratigraphische Reichweiten einnehmen.

Bohrung 95/8: In diesem als Kalk-Mergel-Rhythmit ausgebildeten Sedimentabschnitt konnte in der Probe 33–95/8² mikroskopisch ein Calcisphären-Wacke-Packestone nachgewiesen werden, der nach NIEBUHR (1995) bisher nur in einer 30 cm mächtigen Bank, die sich im oberen Teil der *conica/papillosa*-Zone befindet nachgewiesen wurde. Dieser Befund deckt sich mit dem Auftreten von *Stensioeina granulata perfecta* KOCH 1977 und *Stensioeina granulata incondita* KOCH 1977, deren Reichweite auf das mittlere Santon bis krca3 α bzw. krca2 ϵ beschränkt ist (KOCH 1977).

Bohrung 95/14: Die in Opoka-Fazies ausgebildeten Sedimente sind in dieser Bohrung auf einer Länge von 22 m erfaßt und belegen das obere Ober-Campan ab der mittleren *minor/polyplocum*-Zone (NIEBUHR et al. 1997). Eine genauere Einstufung ergibt sich aus der Korrelation mit einer von NIEBUHR (1995) bearbeiteten Grube bei Ahlten (NNE Höver), in der Material aus den stratigraphisch tiefen Teilen der Ahltener Opoka erschlossen ist. Als einzige Foraminiferen-Leitart tritt *Bolivinoidea incassata incassata* REUSS, 1851 mit einer Reichweite von krca3 γ -Ober-Maastricht auf.

Tab. 1: Stratigraphisch relevante Leitarten (benthische Foraminiferen, Ostrakoden) im Campan der Lehrter Westmulde

Probe	Mikrofossilien	Reichweite (nach CLARKE 1983, KOCH 1977 und SCHÖNFELD (1990))
24–95/1	<i>Pterygocythere hilli</i> KEUJ 1957	krsa(m)-krca2 β (m)
	<i>Pterygocythereis phylloptera</i> (BOSQUET 1854)	krca β -krma
	<i>Trachyleberidea acutiloba</i> (MARSSON 1880)	krca
	<i>Spinoleberis krejci</i> tenuireticulata CLARKE 1983	krsa(m)-krca3 δ
	<i>Diogmopteron spinosa</i> (REUSS 1846)	krco-krca3 β
	<i>Diogmopteron diversum</i> CLARKE 1983	krco-krca3 β
	<i>Cythereis longaeva procera</i> CLARKE 1983	krca1 γ -krca2 γ
	<i>Spinoleberis krejci</i> tenuireticulata CLARKE 1983	krsa(m)-krca3 δ
	<i>Stensioeina granulata incondita</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca2 ϵ
	<i>Gavelinella clementiana</i> (ORBIGNY 1840)	krca1 α (o)-krca4 γ
	<i>Neoflabellina rugosa caesata</i> (WEDEKIND 1940)	krca
	<i>Neoflabellina rugosa leptodisca</i> (WEDEKIND 1940)	krca
	<i>Bolivinoidea strigillatus</i> (CHAPMAN 1892)	krsa(o)-krca2 γ
	<i>Cythereis ornatisissima altinodosa</i> POKORNY 1963	krsa-krca3 δ
40–95/1	<i>Diogmopteron</i> cf. <i>luenenensis</i> (TRIEBEL 1941)	krco-krca4 β
	<i>Oertliella binkhorsti</i> (VEEN 1936)	krco-krca3 α
	<i>Phacorhabdotus semiplicatus</i> (REUSS 1846)	krca(u)
	<i>Stensioeina granulata perfecta</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca3 α

² Die erste Ziffer gibt die Tiefe der Probe vom obersten Kerngewinn in Metern an, die letzten Ziffern bezeichnen die Bohrung, vgl. Abb. 1.

Tab. 1: (Fortsetzung)

Probe	Mikrofossilien	Reichweite (nach CLARKE 1983, KOCH 1977 und SCHÖNFELD (1990))
1-95/4	<i>Stensioeina granulata incondita</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca2e
	<i>Globulina lacrima</i> REUSS 1845, fistulöse Gestalt	krca(u)
	<i>Neoflabellina rugosa caesata</i> (WEDEKIND 1940)	krca
	<i>Neoflabellina rugosa leptodisca</i> (WEDEKIND 1940)	krca
	<i>Curfsina alseni</i> CLARKE 1983	krca3γ-krca4γ
22-95/4	<i>Bythoceratina pedata</i> (MARSSON 1880)	krca4α-krma
	<i>Bolivinoides laevigatus</i> MARIE 1941	krca3α(m)-krma(u)
	<i>Bolivinoides decoratus decoratus</i> (JONES 1886)	krca3α(m)-krma(u)
44-95/4	<i>Eucytherura ventrocostata</i> CLARKE 1983	krca1β-krca1γ
	<i>Bolivinoides laevigatus</i> MARIE 1941	krca3α(m)-krma(u)
7,2-10m-95/8	<i>Curfsina alseni</i> CLARKE 1983	krca3γ-krca4γ
	<i>Curfsina anorchidea</i> (VEEN 1936)	krca4γ-krma
	<i>Stensioeina granulata incondita</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca2e
	<i>Bolivinoides laevigatus</i> MARIE 1941	krca3α(m)-krma(u)
	<i>Curfsina</i> cf. <i>alseni</i> (VEEN 1936)	krca3γ-krca4γ
20-95/8	<i>Bythoceratina umbonata multireticulata</i> CLARKE 1983	krco-krca2β
	<i>Bythoceratina umbonatoidea</i> (KAYE 1964),	krco-krcaα
	<i>Bythoceratina obvoluta</i> (HERRIG 1967)	krco-krca4α
	<i>Bythoceratina pedatoides pedatoides</i> (BONNEMA 1941)	krca3α-krma
	<i>Stensioeina granulata incondita</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca2e
	<i>Stensioeina granulata perfecta</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca3α
	<i>Stensioeina exsculpta gracilis</i> BROTZEN 1945	krsa(m)-krca3β
	<i>Bolivinoides decoratus decoratus</i> (JONES 1886)	krca2α(m)-krma(u)
	<i>Curfsina alseni</i> CLARKE 1983	krca3γ-krca4γ
	<i>Bythoceratina pedata</i> (MARSSON 1880)	krca4α-krma
39-95/8	<i>Trachyleberidea acutiloba</i> (MARSSON 1880)	krca
	<i>Stensioeina granulata perfecta</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca3α
	<i>Bolivinoides decoratus decoratus</i> (JONES 1886)	krca2α(m)-krma(u)
	<i>Bolivinoides decoratus decoratus</i> (JONES 1886)	krca2α(m)-krma(u)
	<i>Bolivinoides decoratus decoratus</i> (JONES 1886)	krca2α(m)-krma(u)
1-95/14	<i>Bolivinoides laevigatus</i> MARIE 1941	krca3α(m)-krma(u)
	<i>Bolovina incrassata incrassata</i> REUSS 1851	krca3γ-krma(o)
	<i>Bolovina incrassata incrassata</i> REUSS 1851	krca3γ-krma(o)
	<i>Bolivinoides decoratus decoratus</i> (JONES 1886)	krca2α(m)-krma(u)
	<i>Stensioeina granulata perfecta</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca3α
St. Mikro2	<i>Stensioeina granulata incondita</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca2e
	<i>Bolivinoides granulatus</i> HOFKER 1957	krca2β-krca3α(m)
	<i>Bolivinoides laevigatus</i> MARIE 1941	krca3α(m)-krma(u)
St. M3	<i>Trachyleberidea acutiloba</i> (MARSSON 1880)	krca
	<i>Stensioeina granulata perfecta</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca3α
	<i>Stensioeina granulata incondita</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca2e
	<i>Bolivinoides granulatus</i> HOFKER 1957	krca2β-krca3α(m)
St. M4	<i>Trachyleberidea acutiloba</i> (MARSSON 1880)	krca
	<i>Stensioeina granulata perfecta</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca3α
	<i>Bolivinoides granulatus</i> HOFKER 1957	krca2β-krca3α(m)
St. M5	<i>Stensioeina granulata perfecta</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca3α
	<i>Stensioeina granulata incondita</i> KOCH 1977	krsa(m)-krca2e

Mikrofazies

Mikrofaziell werden in Anlehnung an NIEBUHR (1995) folgende Lithotypen unterschieden:

Plankton-dominierte Mud-Wackestones: In einer homogenen, tonig-mikritischen, selten mikrosparitischen Grundmasse kommen 10–15% Komponenten mit 0,01–0,05 mm Durchmesser vor. Planktonische Foraminiferen dominieren gegenüber Glaukonit-Pellets, Bioklasten und Calcisphären. Bioturbation bewirkte ein nahezu vollkommene Homogenisierung des Sediments. Dieser Lithotyp ist im mittleren und oberen Bereich der Bohrung 95/4 (höhere *stobaei/basiplana*-Zone) und im oberen Bereich der Bohrung 95/8 (*conica/mucronata*-Zone) ausgebildet.

Biogene- Mud-/Wackestones: Mit der Sedimentation biogener Mud-Wackestones steigt der Anteil der Komponenten bis auf 40%, wobei Schalenrümmer überwiegen. Die mikritische, häufig tonige Matrix ist bereichsweise mikrosparitisch rekristallisiert. Benthonische Kalkschaler bis zu 1 mm Größe dominieren. Das Ablagerungsmilieu ist höher energetisch und ähnlich jenem der Plankton-dominierten Mud-Wackestones. Die Sedimente der Bohrung 95/1 (unteres Unter-Campan) sowie der tiefste Abschnitt der Bohrung 95/4 (untere *stobaei/basiplana*-Zone) weisen diesen Mikrofaziestyp auf.

Calcisphären Wacke-Packestones: Im basalen Bereich der Bohrung 95/8 ist über wenige Meter ein Calcisphären Mud-Wackestone ausgebildet. Diese Bank befindet sich nach NIEBUHR (1995) im oberen Teil der *conica/papillosa*-Zone. Der Anteil der Komponenten variiert lagenweise von 5–15% und besteht bis zu 80% aus pithonelliden Calcisphären, deren Hohlräume überwiegend Fe-calcitisch zementiert sind. In der mikritisch bis mikrosparitischen Matrix kommen weiterhin Sklerite, Foraminiferen, jedoch wenig Schill vor. Glaukonit und detritischer Quarz sind selten. Der Sedimentationsraum war zumeist energetisch ruhig und frei von terrigener Zufuhr.

Spiculitische Wacke-Packestones: Die mikrofazielle Ausbildung der spiculitischen Wacke-Packestones wurde in der Bohrung 95/14 durchteuft. Der Karbonatanteil variiert zwischen 50–60 Gew.%, hinzu kommen ca. 20% freie Kieselsäure organischen Ursprungs. An Mikrobiogenen dominieren lithistide und hexactinellide Schwamm-Sklerite, welche den hohen SiO₂-Gehalt bedingen. Die Matrix ist mikritisch, teils mikrosparitisch. Stellenweise ist Matrix-Glaukonit ausgebildet. Foraminiferen, Glaukonit, Quarz und Calcisphären treten stark zurück. Die Hohlräume der Mikrobiogene sind überwiegend mit dolomitischem, kieseligem und Fe-calcitischem Blockzement verfüllt. Neomorphe Dolomit-Rhomboeder und Zeolithe sind häufig. Das Vorkommen der spiculitischen Wackestones dokumentiert erste regressive Tendenzen der *polyplacum*-Regression (NIEBUHR 1995) mit weiterem Anstieg der benthonischen Bioproduktion. Der terrigene Einfluß sowie die Strömungsenergie waren gering.

Bathymetrie

Die Abschätzung der Wassertiefe basiert u.a. auf einem von STEHLI (1966) erstellten Dreiecksdiagramm, in welchem die bathymetrisch signifikanten Verhältnisse Plankton/Benthos und Sand-/Kalkschaler dargestellt werden (Abb. 4). Die Dominanz multiserialer Sandschaler (u. a. Verneulinacea, Textulariacea, Coscinophragmatacea) gegenüber einkammerigen Sandschalern (u. a. Astrorhizacea, Ammodiscacea) deutet BROUWER (zitiert in LOMMERZHEIM 1991, S. 202) auf gemäßigte bis warme Temperaturen des Sublitorals. Kalkschalige benthonische Foraminiferen dominieren, ihr Anteil beträgt 45–80%. Planktonische Foraminiferen erreichen eine Häufigkeit von maximal 26%, agglutinierte Foraminiferen von 38%. Höhere Anteile planktonischer Foraminiferen, wie sie von ABU-MAARUF (1973) und ERNST & KOCH (1975) beschrieben sind, können nicht belegt werden. Die Gültigkeit dieses Befundes ist bei großen Tiefenbereichen mit Planktonanteilen >70% geringer (LOMMERZHEIM 1991), liefert jedoch in Flachwasserbereichen realistische bathymetrische Schätzwerte.

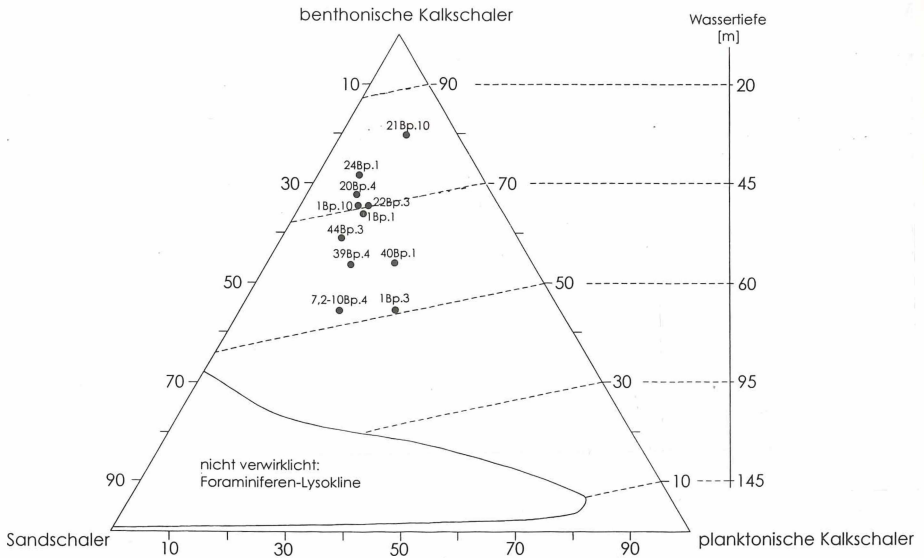


Abb. 4: Darstellung der Foraminiferen im STEHLI-Diagramm und bathymetrische Einteilung der Faunen. Das Diagramm gibt relativ genaue bathymetrische Abschätzungen für den flachen Schelf, wird allerdings für größere Wassertiefen ungenau.

Die Verteilung der ausgewerteten Proben belegt im STEHLI-Diagramm eine Wassertiefe von 30–60 m. *Globulina lacrima* REUSS, 1854, und rezente Vertreter kommen in Tiefen von 0–50 m vor (JORDAN & GASSE 1986). Ostrakodenarten mit wohlentwickelten Augenknoten verweisen auf eine Wassertiefe von weniger als 100 m, den Bereich der Unter- und Euphotischen Bereiche (LIEBAU 1984, in SCHWARZKOPF 1991). Folgende Augenknoten-tragende Arten wurden nachgewiesen:

- Oertiella binkhorsti* (VEEN, 1936)
- Phacorhaphdotus semiplicatus* (REUSS, 1846)
- Trachyleberidea acutiloba* (MARSSON, 1880)
- Spinoleberis krejci tenuireticulata* CLARKE, 1983

Die bathymetrische Abschätzung anhand der faunistischen Merkmale ergibt einen Ablagerungsraum des mittleren Sublitorals. Regressive Tendenzen werden in der mittleren *stobaei/basiplana*-Zone (20–95/8), in der *gracilis/mucronata*-Zone (20–95/8) und in der höheren Ober-Campan (*polyplacum*-Regression) (21–95/14) deutlich. In der höheren *stobaei/basiplana*-Zone (1–95/4) und im höchsten Unter-Campan (*mucronata*-Transgression) (7,2–10 m³–95/8) nimmt die Wassertiefe zu.

Tonmineralogie

Die röntgenographische Untersuchung der Proben ergab folgende nicht-karbonatische Mineralphasen: Illit, Smektit (Montmorillonit), irreguläre Illit/Smektit-Wechselagerung, Kaolinit, Heulandit/Klinoptilolith, Pyrit und Quarz.

³ Diese Angabe bezieht sich auf die wirklichen Meter unterhalb der Geländeoberfläche.

Illit und Montmorillonit sind meist zu gleichen Anteilen, vorwiegend in den Bohrungen 95/1 und 95/8 des Unter-Campan, vorhanden. Kaolinit bleibt auf das Unter-Campan beschränkt. Im Ober-Campan ist Kaolinit selten bis nicht existent (VOLKMANN 1996). Kaolinit als relativ großes Tonmineral dominiert, sofern es in der fluviatilen Schwebefracht enthalten ist, im küstennahen Bereich. Zum offenen Meer folgen Illit und Montmorillonit. Der Anteil des Kaolinites gilt u. a. als Entfernungsparameter zum Festland, das im Harz und im Bereich der Hildesheimer Halbinsel zu vermuten ist. Fehlt Kaolinit, so sind Entfernungen von 25–50 km zwischen Flußmündung und Ablagerungsort wahrscheinlich.

Als Vertreter der Zeolith-Gruppe kommen Heulandit und Klinoptilolith vor. Klinoptilolith ist das SiO_2 -reichere, Na- und K-führende Mineral der Heulandit-Gruppe, während Heulandit i. e. S. ein Kieselsäure-ärmeres Glied darstellt. Die Identifikation erfolgte röntgenographisch, ab 450°C verliert Heulandit im Gegensatz zu Klinoptilolith seine Stabilität (GOTTARDI & GALLI 1985). SiO_2 -Lieferanten wie u. a. Schwamm-Spiculite, deren Lösung in Kombination mit erhöhter Alkalinität im Porenwasser zur Bildung von Zeolithen führt, standen unregelmäßig zur Verfügung. Je nach Angebot und Zusammensetzung der Porenwässer, aus denen Zeolithe im Campan kristallisierten, liegen die Zeolithe als Heulandit oder Klinoptilolith vor (EHRMANN 1986). Klinoptilolith konnte in den Bohrungen 95/1 und 95/8 (Unter-Campan), Heulandit in den Bohrungen 95/1 und 95/8 (Ober-Campan)

Tab. 2: Zusammensetzung und relative Häufigkeit der Tonmineralien/Zeolithe im Campan der Lehrter Westmulde (Höver); ++ = deutlich vorhanden (max. 20%); + = vorhanden; o = in Spuren.; n. v. = nicht nachweisbar; K = Klinoptilolith; H = Heulandit

Probe	Illit	Smektit	I/S	Kaolinit	Zeolithe
5–95/1	++	++	+	o	++
20–95/1	++	++	+	+	++
30–95/1	++	++	+	++	+ (K)
42–95/1	++	++	++	++	+
0–95/8	++	++	+	o	o
17–95/8	+	+	+	+	o (K)
26–95/8	+	+	+	+	+
39–95/8	+	+	+	+	+
6–95/4	o	o	o	o	++
20–95/4	o	o	o	n. v.	++
27–95/4	o	o	o	n. v.	+
40–95/4	+	+	+	n. v.	++ (H)
6–95/14	+	+	+	n. v.	++ (H)
17–95/14	+	+	+	n. v.	++

nachgewiesen werden. Die Gesteine der Bohrungen 95/1 und 95/8 haben im Vergleich zu Bohrung 95/4 und 95/14 ähnliche SiO_2 -, jedoch höhere Na-Konzentrationen⁴ (VOLKMANN 1996), was eine Kristallisation von Klinoptilolith für erstere und von Heulandit für letztere Bohrungen begründet.

Diagenese und Gefügeanalyse

Die Mergel bis Mergelkalke des Campan der Lehrter Westmulde wurden von maximal 200–300 m mächtigen Sedimenten überlagert (Maastricht-Quartär) (DIETZ 1973). Im Untersuchungsgebiet deutet lediglich ein geringmächtiger Geschiebemergel auf eine ursprüngliche Sedimentbedeckung.

Nach der Ablagerung der Sedimente erfolgt eine horizontgebundene intensive Bioturbation durch semi-sessile Sedimentfresser sowie vagiles Benthos, lokal eine gravitative Umlagerung im cm- bis dm-Bereich. Weitere diagenetische Merkmale sind die Füllung von Biogenen mit Internsediment sowie die Bildung von authigenem Glaukonit.

Mit dem Beginn der Kompaktion und der Lithifizierung endet die Glaukonitisierung und eine erste Pyritbildung beginnt (Abb. 5). Ferner tritt die Calcit-Zementierung biogener Hohlräume sowie neomorphe Prozesse wie Sammelkristallisation und Bildung authigener Zeolithen ein. Nach frühdiagenetischer Silifizierung einzelner Schwamm-Sklerite erfolgt mit der Spätdiagenese eine Bildung von Fe-Calcit und kleinsten Pyrit-Rhomboedern, die Sparit in Biogenen verdrängen, sowie die Kristallisation idiomorpher, eisenhaltiger Dolomit-Rhomboeder eines höher alkalischen Environementes (VOLKMANN 1996). Stylolithen sind nicht ausgebildet und wurden dementsprechend aus Sedimenten des Campan in der Lehrter Westmulde nicht beschrieben. Die für die Entstehung von Stylolithen erforderliche Mindest-Überlagerung beträgt nach DUNNINGTON (1967) min-

Genese-Merkmal	Frühdiaagenese	Spätdiaagenese	Verwitterung
Ablagerung/Aufarbeitung	—————		
Glaukonitisierung	—————		
1. Pyritisierung/Matrix	—————		
Sammelkristallisation	—————		
Calcit Zementation	—————		
Zeolith-Bildung	—————		
Silifizierung	—————		
Fe-Calcit Zementation		—————	
2. Pyritisierung		—————	
Dolomitisierung		—————	
Limonitisierung			—————

Abb. 5: Schematische Übersicht des Diagenese-Ablaufes im Campan von Höver.

⁴ Eine chemische Analyse der Gesteinsproben wurde im Rahmen der Diplomarbeit VOLKMANN (1996) im Hauptlabor der Nordcement AG durchgeführt.

destens 600 m bzw. nach GARRISON & KENNEDY (1977) 300 m. Die Absenkung der Sedimente in der Lehrter Westmulde betrug lediglich 200–300 m. Während die Styolithen aufgrund der nicht hinreichenden Versenkung fehlen, ist eine Flaserschichtung ausgebildet.

Im Unter-Campan sowie im unteren Ober-Campan der bearbeiteten Sedimente sind in Anlehnung an KHOSROVSCHAHIAN (1972) drei Sedimentstruktur-Typen zu unterscheiden (Abb. 6), die anhand ausgewählter Bohrkernabschnitte dokumentiert werden.

Normalstruktur:

Als Normalstruktur gilt eine Gefügeanordnung, die keine Anzeichen einer Resedimentation bzw. Sedifluktion erkennen läßt (Abb. 6). Die Sedimentfolgen sind ausschließlich kompaktiert und kaum durch scherende Beanspruchung deformiert. Selten sind Omissionsflächen, die submarine Erosionsphasen dokumentieren. Bei höheren Kalkgehalten dominieren Bereiche mit dünnen, subhorizontalen Tonschlieren oder deutlichen Ichnofossil-Bauten (Taf. 2, Fig. 1). Intensive Bioturbation bewirkte eine ausgeprägte Homogenisierung des Sediments. Die Sedimente der Bohrung 95/1 weisen diese Merkmale auf.

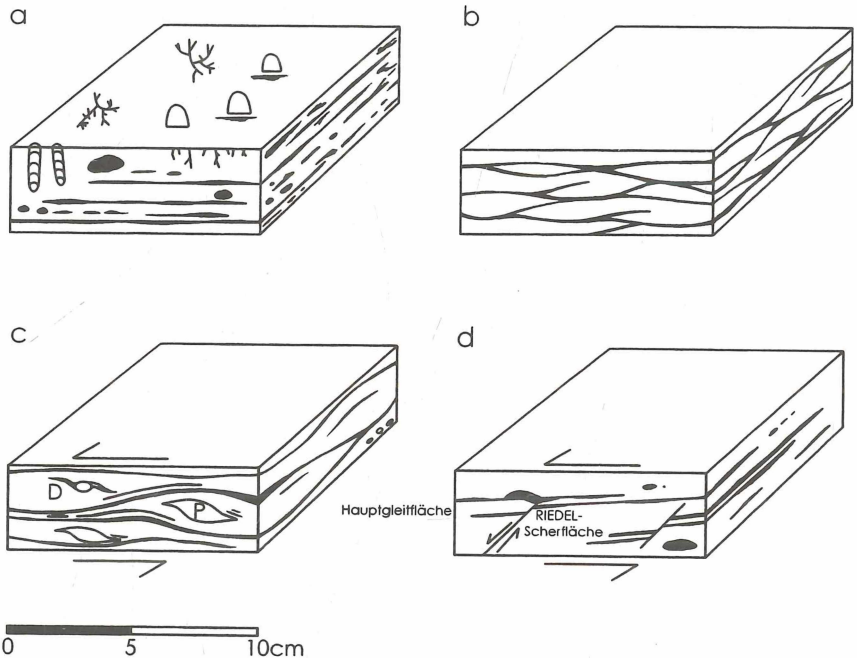


Abb. 6: Schematische Darstellung der Gefügetypen des Campan der Lehrter Westmulde unter Berücksichtigung zunehmender Kompaktion und schichtparalleler Scherung. **a:** Normalstruktur: undeformiertes Sediment mit bioturbatem Gefüge, **b:** Flaserstruktur: schwach deformierte Abfolge mit anastomosierenden Tonschlieren, **c:** Phacoide (P): frühdiagenetisch ausgeprägte und rotierte Kalkkörper in toniger Matrix mit resedimentierten Kalkbröckchen und d-Strukturen (D), oder **d:** synsedimentäre Abschiebungen und Brüche.

Tafel 1

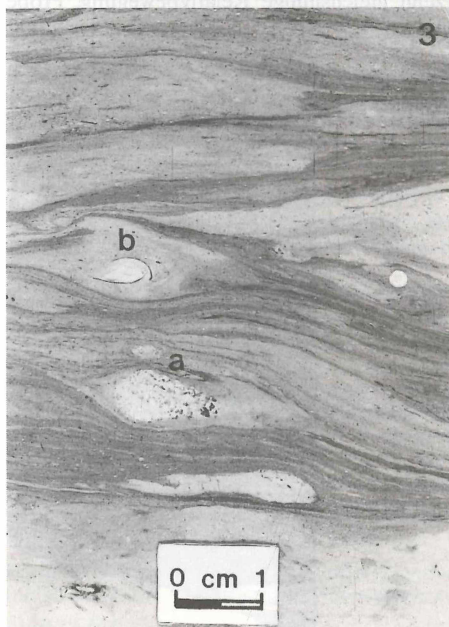
Fig. 1: Flaserstruktur im Bereich der *conica/papillosa*-Zone. Flaserige, anastomisierende Laminae von tonigerem Material sind sichtbar vom kalkigen Hintergrundsediment bis in den cm-Bereich isoliert (Figur um 90 gedreht). Probe Steinbruch Werk Höver.

Fig. 2: Linsenförmige Zerteilung kompetenter Stoffbestände unter Boudinage-artiger Auslängung im cm-Bereich. Einzelne Kalkkörper werden separiert und von tonigem Material umflossen. Probe Steinbruch Werk Höver.

Fig. 3: δ -Struktur (a) und asymmetrische Stauchung (b) als Schersinn-Indikatoren infolge Kompaktion und Drucklösung. Ein zentraler Kern wird von tonigem Material umflossen, der Schweif der δ -Struktur ist dünn und keilförmig mit leichter Einbuchtung im oberen Bereich. Probe 10–95/8.

Fig. 4: Spindelförmige Auslängung eines kompetenten ellipsoiden Kalkkörpers unter Ausbildung leicht gegensinnig gebogener Ränder; Phacoid im Sinne VOIGTS (1962). Probe Steinbruch Werk Höver.

Tafel 1



Tafel 2

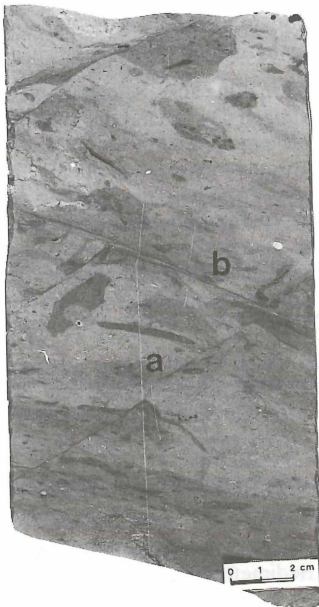
Fig. 1: Nicht deformiertes, stark bioturbat beanspruchtes Normalsediment mit zahlreichen Spurenfossilien, überwiegend *Chondrites* sp. Probe 43–95/8.

Fig. 2: Progressive Scherbewegung mit unvollständiger Phacoidisierung an subhorizontalen Schichtflächen (Figur um 90 gedreht). Probe 33–95/8.

Fig. 3: RIEDEL-Scherfläche (a) (synthetische Zweigstörung) schließt mit der Hauptgleitfläche (b) einen Winkel von ca. 50° ein und zeigt gleichsinnige Relativbewegung. Probe 9–95/8.

Fig. 4: Kompetente Kalklage unter extensiver Auslängung staffelartig versetzt und schwach rotiert; von toniger Matrix umflossen, kleinste Kalkkörper separiert. Probe 33–95/8.

Tafel 2



Flaserstruktur:

Dieser Strukturtyp ist hauptsächlich im Bereich der *conica/papillosa*-Zone ausgebildet. Subhorizontale, flach-wellige Laminae und flaserige Schlieren aus tonreicherem Material sind charakteristisch (Taf. 1, Fig. 1), ergänzt durch eine reliktsche Feinschichtung, die infolge massenhaft vorkommender Spurenfossilien bioturbat zumeist aufgelöst ist. Die anastomisierenden Tonfasern sind das Ergebnis einer Drucklösung infolge Kompaktion des hochplastischen Sediments während der Diagenese im Sinne von GARRISON & KENNEDY (1977). Der Abstand einzelner Laminae variiert zwischen 0,5 cm bis ca. 5 cm.

Phacoide:

Bei fortschreitender kompaktiver Verformung und scherender Beanspruchung im Bewegungsgang werden einzelne Kalkkörper separiert (Taf. 1, Fig. 2) und spindelförmig ausgelängt (Taf. 1, Fig. 4) sowie kompetent-wirksame Lagen linsenförmig zerteilt und unvollständig phacoidisiert (Taf. 2, Fig. 2). Mehrere Niveaus, besonders in der *conica/papillosa*-Zone, sind durch Phacoid-Bildung im Sinne von VOIGT (1962) charakterisiert. Häufig fehlt ihnen jedoch die ideale Phacoid-Form mit elliptischen, oft ein wenig gegensinnig gebogenen Rändern (VOIGT 1962, S. 188). In dem schwach verfestigtem Material entwickelten sich durch lokal wirksame gravitative Sedimentumlagerungen zahlreiche vergente, intra-formationale Stauchfalten im dm-Bereich. Infolge scherender Beanspruchung überwiegen deformierte und zerbrochene Fossilien.

Die Bankmächtigkeiten und die primäre Schichtung blieben zumeist reliktsch erhalten. Das Fehlen von Fremdmaterial weist auf eine Umlagerung der Sedimente im mm- bis cm-, maximal dm-Bereich hin. Transportweiten von mehreren Metern sind nicht nachzuweisen, jedoch auch nicht auszuschließen. KHOSROVSHAHIAN (1972) beschreibt aus der Lehrter Westmulde Sedifluktionen, die an die Strukturflanken gebunden sind, wobei ein beckenwärtiger Transport in ESE-Richtung erfolgte. Kleinste, durch den Salzaufstieg bedingte Reliefunterschiede begünstigten ein Abgleiten des noch plastischen Materials. Echiniden und Belemniten liegen z. T. schräg oder in Seitenlage im Sediment. ABU-MAARUF (1973) geht für die Kippung von unruhigem Bodenwasser aus. Eine Schlammstrom-Einbettung infolge Resedimentation bzw. Sedifluktion des noch unverfestigten Sediments ist gleichermaßen wahrscheinlich.

Die Kernabschnitte der Bohrung 95/8 sind durch vielfältige Schergefüge ausgezeichnet. Diese stellen u. a. RIEDEL-Scherflächen bzw. synthetische Zweigstörungen dar, die mit der subhorizontal angeordneten Hauptgleitfläche einen Winkel von 40–50° einschließen (Taf. 2, Fig. 3). Progressive Scherung bewirkte die Anlage von rhomboidal geformten Scherzellen (Taf. 2, Fig. 4) und ermöglichte bei vollkommenem Durchriß schließlich das Abheben linsenförmig gestreckter Phacoide. Das offenbar unter geringer Auflast beanspruchte Material zeigt rigides Bruchverhalten bereits verfestigter, kompetenter Stoffbestände, die von der plastisch-duktilen Matrix umflossen werden. Eine Freigleitung und vollständige Umgestaltung des unverfestigten Sedimentes liegt nicht vor. In Kombination mit subhorizontal gerichteter Zerschörung kommt es zur Ausbildung von Schersinn-Indikatoren im cm-Bereich (Taf. 1, Fig. 3; 10–95/8):

Delta (δ)-Strukturen: Ein zentraler Kern wird von tonigem, durch Drucklösung separiertem Material umflossen. Der Schweif der δ -Struktur ist dünn, keilförmig und kreuzt die zentrale Bezugslinie. Deutlich ist die für δ -Strukturen typische Einbuchtung ausgebildet (EISBACHER 1991).

Asymmetrische Stauchung: diese entsteht im Druckschatten des kompetenten Scherkörpers (EISBACHER 1991).

Die bisher überwiegend bei Metamorphiten angewandte Nomenklatur für kinematische Indikatoren (EISBACHER 1991) ist ohne weiteres auf die Sedimente des Campan in der Lehrter Westmulde übertragbar.

Ergebnisse

Der Steinbruch „Werk Höver“ erschließt an seiner Südwand eine nahezu ungestörte Abfolge des Unter-Campan bis unteren Ober-Campan der Lehrter Westmulde. Die *granulata-quadrata*-Zone ist nicht erschlossen, konnte jedoch mit der Bohrung 95/1 erfaßt werden. Sedimente des Ober-Campan sind in der Bohrung 95/4 (*stobaei/basiplana*-Zone) und der Bohrung 95/14 (höhere *minor/polyplocum*-Zone) erschlossen. Eine stratigraphische Einstufung erfolgte mit traditionellen Leitarten benthischer Foraminiferen, wie *Bolivinoides strigillatus* (CHAPMAN, 1892), *Stensioeina granulata incondita* KOCH, 1977, und *Bolivinoides granulatus* HOFKER, 1957, für das Unter-Campan sowie *Bolivinoides laevigatus* MARIE, 1941, und *Bolivina incrassata incrassata* REUSS, 1851, für das Ober-Campan. Lithologische Leithorizonte wurden ergänzend hinzugezogen: In der höheren *conica/papillosa*-Zone tritt ein ca. 30 cm mächtiger Calcispären-Wacke-Packestone, in der *minor/polyplocum*-Zone ein spiculitischer Kalkstein (Opoka) auf. Die bis zur mittleren *pilula*-Zone als ungeschichtete Mergel entwickelten Sedimente zeigen sich mikrofaziell als biogene Mud-Wackestones, bis zur mittleren *minor/polyplocum*-Zone folgen bankige, durch Bioturbation homogenisierte Kalk-Mergel-Rhythmithe (überwiegend Plankton-dominierte Mud-Wackestones). Die Verhältnisse benthischer/planktonischer und kalkiger/agglutinierter Foraminiferen belegt eine Wassertiefe zwischen 30 und 60 m. Der terrigene Eintrag indessen war gering und nahm vom Unter-Campan bis zum oberen Ober-Campan kontinuierlich ab. In der Opoka-Fazies des Ober-Campan fehlt Kaolinit im Gegensatz zu Illit und Montmorillonit gänzlich, größere Entfernungen zwischen Flußmündung und Ablagerungsort sind wahrscheinlich. Im Unter-Campan hingegen dominieren Illit und Montmorillonit neben Kaolinit. In Abhängigkeit von der Alkalinität kristallisieren frühdiagenetisch Zeolith-mineralien. Höhere Na-Konzentrationen bestimmen die Bildung von Klinoptilolith für die Sedimente des Unter-Campan, im Ober-Campan herrscht Heulandit vor. Eisenhaltige rhomboedrische Dolomit-Kristalle kristallisieren unter erhöhter Alkalinität der Porenwässer als spät-diagenetisch-idiomorphe Bildung. Flaserstrukturen im cm-Bereich sind das Ergebnis von Kompaktion infolge der Diagenese, während es bei fortschreitender Diagenese und beginnender scherender Beanspruchung zur Bildung von Phacoiden kommt. Subhorizontal gerichtete Zerschierung des bereits verfestigten Sedimentes bedingt die Bildung kinematischer Indikatoren wie Riedel-Scherflächen, δ -Strukturen und asymmetrische Stauchung.

Danksagung

Die Arbeit wurde im Rahmen eines Raumordnungsverfahrens zur geplanten Erweiterung des Steinbruches „Höver“ von der Nordciment AG finanziell und labortechnisch unterstützt. Für die freundliche Unterstützung sei besonders Dipl.-Geol. B.-H. Reupke gedankt. Desweiteren danke ich Prof. Dr. H. Wachendorf für die Durchsicht des Manuskriptes sowie (in alphabetischer Reihenfolge) Dr. B. Niebuhr, Dr. E. Seibertz, Dr. J. Vespermann, Dipl.-Geol. R. Wendling und Prof. Dr. D. Zachmann.

Literatur

- ABU-MAARUF, M. (1973): Stratigraphische Methoden zur Feingliederung und Korrelation der Mergelkalk-Fazies des Untercampan in SE-Niedersachsen. – Diss. Techn. Univ. Braunschweig, 96 S.; Braunschweig.
- AL-ABAWI, T. (1967): Methodische Untersuchungen zur Feinstratigraphie an Oberkreide-Foraminiferen im Raum Hannover-Lehrte. – Diss. Techn. Univ. Braunschweig, 91 S.; Braunschweig.

- ANOU, M. (1966): Die Foraminiferen-Fauna des Santon in der Ziegelei Weinberg bei Braunschweig. – Dipl.-Arbeit Techn. Univ. Braunschweig, 76 S.; Braunschweig.
- BACHMANN, G. H., MUTTERLOSE, J. & HILBRECHT, H. (1987): Führer zu den Exkursionen anlässlich der 139. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft. – Führer Exk., **139**. Hauptversammlung dt. geol. Ges., 1–164; Hannover.
- BALDSCHUHN, R., FRISCH, U. & KOCKEL, F. (1985): Inversionsstrukturen in NW-Deutschland und ihre Genese. – Z. dt. geol. Ges., **136**: 129–139, 4 Abb.; Hannover.
- BALDSCHUHN, R. & KOCKEL, F. (1987): Geologische Karte von Hannover und Umgebung, 1:100000. Quartär und Tertiär abgedeckt. – NfB/BGR; Hannover.
- BETTENSTAEDT, F. & DIETZ, C. (1957): Tektonische und erdölgeologische Untersuchungen im Raum Lehrte östlich Hannover. – Geol. Jb., **74**: 463–522, 8 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- BRALOWER, T. & THIERSTEIN, H. R. (1984): Low productivity and slow deep water circulation in mid-Cretaceous oceans – Geology, **12**: 614–618, 4 Abb., 2 Tab.; Boulder.
- CLARKE, B. (1983): Die Cytheracea (Ostracoda) im Schreibkreide-Richtprofil von Lägerdorf-Kronsmoor-Hemmor (Coniac bis Maastricht). – Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg, **54**: 65–168, 3 Tab., 15 Taf.; Hamburg.
- DIETZ, C. (1973): Erläuterungen zu Blatt Lehrte Nr. 3625. – Geol. Karte Niedersachsen 1:25000, 83 S., 7 Abb., 7 Tab., 2 Taf., 1 Kt.; Hannover.
- DUNNINGTON, H. V. (1967): Aspects of diagenesis and shape change in stylolitic limestone reservoirs. – World Petrol. Congr., Proc., 7th, **15**: 281–346; Mexico.
- EHRMANN, W. U. (1986): Zum Sedimenteintrag in das zentrale nordwesteuropäische Schreibkreidemeer. – Geol. Jb., **A 97**: 3–139, 25 Abb., 10 Tab., 16 Taf.; Hannover.
- EISBACHER, G. H. (1991): Einführung in die Tektonik. – 310 S.; Stuttgart (Enke).
- ERNST, G. (1963a): Zur Feinstratigraphie und Biostratonomie des Ober-Santon und Campan von Misburg und Höver bei Hannover. – Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **32**: 128–147, 4 Abb.; Hamburg.
- (1963b): Stratigraphische und gesteinsgeochemische Untersuchungen im Santon und Campan von Lägerdorf (SW-Holstein). – Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **32**: 71–127, 8 Abb.; Hamburg.
- (1964): Zur Stratigraphie und Petrographie des Santon und Campan von Lägerdorf (Südwestholstein). – Z. dt. geol. Ges., **114**: 575–582, 4 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- (1968): Die Oberkreide-Aufschlüsse im Raume Braunschweig–Hannover und ihre stratigraphische Gliederung mit Echinodermen und Belemniten. 1. Teil: Die jüngere Oberkreide (Santon-Maastricht). – Beih. Ber. naturhist. Ges., **5** (Keller-Festschrift): 235–284, 7 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- & KOCH, W. (1975): Stratigraphie und Fauna der Oberkreide von Misburg, Höver und Wunstorf (Niedersachsen). – 45. Jahresversammlung Paläont. Ges., Exk. E: 44 S.; Hannover.
- & LUTZE, G.-F. (1972): Stratigraphie und Sedimentologie der Kreide zwischen Hannover und Sarstedt. – 124. Hauptversammlung dt. Geol. Ges., Exk. C: 29 S.; Braunschweig.
- & SCHMID, F. (1975): Stand der geologischen Forschungsarbeiten in den Oberkreide-Mulden zwischen Misburg und Lehrte. – Ber. naturhist. Ges., **119**: 113–126, 3 Abb.; Hannover.
- & SCHMID, F. (1979) unter Mitarbeit von KLISCHIES, G.: Multistratigraphische Untersuchungen in der Oberkreide des Raumes Braunschweig–Hannover. – Kreide Symposium; Stuttgart.

- & SCHMID, F. & KELLER, S. (1979) unter Mitarbeit von KLISCHIES, G. & SEIBERTZ, E.: Geländetagung „Kreide Niedersachsen“ der Subkommission für Kreide-Stratigraphie, 1.–5. Mai 1979, Exkursionsführer; Berlin–Braunschweig–Hannover.
- GARRISON, R. E. & KENNEDY, W. J. (1977): Origin of solution seams and flaser structure in upper cretaceous chalks of southern England. – *Sediment. Geol.*, **19**: 107–137; Amsterdam.
- GIBSON, T. G. (1989): Planktonic benthonic foraminiferal ratios: modern patterns and Tertiary applicability. – *Mar. Micropal.*, **15**: 29–52; Amsterdam.
- GOTTARDI, G. & GALLI, E. (1985): Natural zeolites. – 409 S., 218 Abb.; Berlin (Springer).
- GRADSTEIN, F. M., AGTERBERG, F. P., OGG, J. G., BACKSTROM, S. & HARDENBOL, J. (1996): Recent developments in the Cretaceous time scale. – In: Jost Wiedmann Symposium „Cretaceous stratigraphy, paleobiology and paleobiogeography“, 1.–10. März 1996; Tübingen.
- HILBRECHT, H. (1988): Hangfazies in pelagischen Kalken und synsedimentäre Tektonik in Beispielen aus dem Mittel-Turon (Oberkreide) von NW-Deutschland. – *Z. dt. geol. Ges.*, **139**: 83–109, 15 Abb., 4 Tab.; Hannover.
- HILTERMANN, H. & KOCH, W. (1962): Oberkreide des nördlichen Mitteleuropa. – In: Leitfossilien der Mikropaläontologie. Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen: 299–338, 25 Abb., 19 Tab., Taf. 42–51; Berlin (Gebr. Bornträger).
- HINDEL, R. (1991): Geochemische Untersuchungen im Santon und Campan des Münsterlandes (NW-Deutschland). – *Facies*, **24**: 255–266, 6 Abb., 2 Tab.; Erlangen.
- HISS, M. (1991): Bohrung Metelen 1001 – eine Forschungsbohrung zur Erkundung des Campans im nordwestlichen Münsterland (NW-Deutschland). – *Facies*, **24**: 87–98, 3 Abb., 1 Tab.; Erlangen.
- & LOMMERZHEIM, A. (1991): Stratigraphische Interpretation der Makrofauna im Santon/Campan-Profil der Bohrung Metelen 1001 im nordwestlichen Münsterland (NW-Deutschland). – *Facies*, **24**: 125–128, 1 Abb., 1 Tab.; Erlangen.
- JORDAN, H. & GASSE, W. (1986): Bio- und lithostratigraphisch-fazielle Untersuchungen des glaukonitisch-sandigen Santon und Campan im südwestlichen Münsterland. – *Geol. Paläont. Westf.*, **6**: 7–50, 3 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Münster.
- KAEVER, M. & LOMMERZHEIM, A. (1991): Die Bohrung Metelen 1001: Stratigraphie, Palökologie und Fazies zyklischer Sedimente des Campans im nordwestlichen Münsterland (NW-Deutschland). – *Facies*, **24**: 267–284, 9 Abb.; Erlangen.
- KETTELHACK, C. (1991): Mikrofazies sandiger Kalkmergelsteine im Obercampan der Bohrung Metelen 1001 (Münsterland, NW-Deutschland). – *Facies*, **24**: 147–158, 1 Abb., Taf. 19–20; Erlangen.
- KHOSROVSHAHAN, R. (1972): Feinstratigraphische und faziesanalytische Untersuchungen im Campan von Misburg bei Hannover. – *Diss. Techn. Univ. Braunschweig*, 84 S., 17 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Braunschweig.
- KOCH, W. (1977): Stratigraphie der Oberkreide in Nordwestdeutschland (Pompeckjsche Scholle). Teil II: Biostratigraphie in der Oberkreide und Taxonomie von Foraminiferen – *Geol. Jb.*, **A 38**: 11–123, Abb. 2 u. 3, Tab. 1, Taf. 1–17; Hannover.
- LOMMERZHEIM, A. (1991a): Biofazielle Analyse des Makrobenthos der Bohrung Metelen 1001 (Santon/Campan; Münsterland, NW-Deutschland). – *Facies*, **24**: 135–146, 5 Abb.; Erlangen.
- LOMMERZHEIM, A. (1991b): Mikropaläontologische Indikatoren für Paläoklima und Paläobathymetrie in der borealen Oberkreide: Bohrung Metelen 1001 (Münsterland, NW-Deutschland; Obersanton bis Obercampan). – *Facies*, **24**: 183–254, 23 Abb., Taf. 23–30; Erlangen.

- MOORE, M. & REYNOLDS, R. C. (1989): X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. – 332 S.; New York (Oxford Univ Press).
- NIEBUHR, B. (1995): Fazies-Differenzierungen und ihre Steuerungsfaktoren in der höheren Oberkreide von S-Niedersachsen/Sachsen-Anhalt (N-Deutschland). – Berliner geowiss. Abh., **A 174**: 131 S., 43 Abb., 6 Tab., 12 Taf.; Berlin.
- NIEBUHR, B. (1996): Mathematical-statistical investigation of Milankovitch cycles in the Upper Cretaceous pelagic carbonates of the Lower Saxony and Pompeckj blocks (North Germany), using well log data. – In: REITER, J., NEUWEILER, F. & GUNKEL, F. (eds), Global and regional controls on biogenic sedimentation. II. Cretaceous sedimentation. Research reports. – Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie, **Sb3**: 127–132; Göttingen.
- NIEBUHR, B. & PROKOPH, A. (1997): Periodic-cyclic and chaotic successions of the Upper Cretaceous (Cenomanian to Campanian) pelagic sediments in the North German Basin. – Cretaceous Research, **18** (5); London.
- NIEBUHR, B., VOLKMANN, R. & SCHÖNFELD, J. (1997): Das campane *polyplacum*-Event der Lehrter Westmulde (Oberkreide, N-Deutschland): Bio-/Litho-/Sequenzstratigraphie, Fazies-Entwicklung und Korrelation. – Freiburger Forschungshefte, **C 468**: 211–243, 10 Abb., 7 Taf.; Freiberg.
- REHFELD, U., NIEBUHR, B. & ERNST, G. (submitted to press): Kapitel 3.3.12 Maasricht. – In: THIERMANN, A. & HISS, M. (eds), Die Kreide der Bundesrepublik Deutschland.
- RESCHER, K. (1991): Biostratigraphische Gliederung der höheren Oberkreide mit benthonischen Foraminiferen im nordwestlichen Münsterland (Bohrung Metelen 1001). – Facies, **24**: 99–106, 2 Abb., Taf. 17; Erlangen.
- SCHÖNFELD, J. (1990): Zur Stratigraphie und Ökologie benthischer Foraminiferen im Schreibkreide-Richtprofil von Lägerdorf/Holstein. – Geol. Jb., **A 117**: 3–151, 23 Abb., 10 Tab., 6 Taf.; Hannover.
- SCHRAMMEN, A. (1910–1912): Die Kieselspongien der oberen Kreide von Nordwestdeutschland. I & II. Teil. – Palaeontographica, Suppl. **4**: 385 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- SCHWARZKOPF, J. (1991): Paläökologie der Ostrakoden-Faunen des Santon und Campan der Bohrung Metelen 1001 (NW-Deutschland). – Facies, **24**: 159–182, 5 Abb., Taf. 21–22; Erlangen.
- STEHLI, F. G. (1966): Some applications of foraminiferal ecology. – Proc. 2nd West African Mikropal. Coll., Ibadan, **1965**: 223–240, 14 Abb.; Leiden.
- VOIGT, E. (1962): Frühdiagenetische Deformation der turonen Plänerkalke bei Halle/Westf. als Folge einer Großgleitung unter besonderer Berücksichtigung des Phacoid-Problems. – Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **31**: 146–275, 34 Abb., 33 Taf.; Hamburg.
- VOLKMANN, R. (1996): Sedimentologisch-fazielle Untersuchungen an Kernbohrungen im Campan von Höver/Nordcement AG. – Dipl.-Arbeit Tecn. Univ. Braunschweig, 86 S., 23 Abb., 7 Tab., 8 Taf.; Braunschweig.

Manuskript eingegangen: 20. 11. 1997

Anschrift der Autorin: Dipl.-Geol. Renate Volkmann
 Alfred Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung
 Columbusstraße
 27568 Bremerhaven

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [140](#)

Autor(en)/Author(s): Volkmann Renate

Artikel/Article: [Stratigraphie, Fazies und Diagenese des Campan der Lehrter Westmulde bei Höver/Hannover \(Niedersachsen\) 121-142](#)