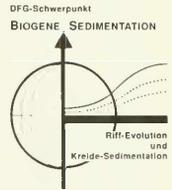


Kalkige Dinoflagellaten-Zysten in Hell-Dunkel-Rhythmen des Ober-Hauterive/Unter-Barrême NW-Deutschlands

Von
HELMUT KEUPP^{*)}

Mit 2 Abbildungen und 3 Tafeln



ZUSAMMENFASSUNG

Im Profilabschnitt Ober-Hauterive (*discofalcatus*-Zone) bis zum Hauptblättern des Unter-Barrême (*fissicostatum*-Zone), der durch eine ausgeprägte sedimentäre Hell-Dunkel-Rhythmik gekennzeichnet ist, wird die Flora kalkiger Dinoflagellaten-Zysten erfaßt und ihre Vertikalverteilung interpretiert. Die Position des Profils am S-Rand des Niedersächsischen Beckens bedingt eine Dominanz obliquipithonelloider Zysten. Die jeweiligen Meeresspiegelmehrstände innerhalb der mittleren *discofalcatus*-Zone und der *fissicostatum*-Zone werden durch eine signifikante Zunahme orthopithonelloider Zysten belegt. „Exotische“ Kalkzysten werden überwiegend als mediterrane (*Heptasphaera michaeli*, ?*Bicarinellum cristatum*,

Alasphaera tuberculata), teils auch als arktische Einwanderer (*Carinellum conulum*) erkannt. Die Morphotypen-Vergesellschaftung der Obliquipithonelloideae reagiert deutlich auf die Hell-Dunkel-Rhythmen. So erlangen in den dunklen Bänken grobkristalline Formen (insbesondere Vertreter der *Obliquipithonella loeblichii*-Gruppe) an Gewicht, während in hellen Bänken durch das Auftreten mediterraner Einwanderer eine diversere Flora existiert, die von feinkristallinen Vertretern (besonders der *Obliquipithonella multistrata*-Gruppe) dominiert wird. Für die Ursache der Hell-Dunkel-Rhythmik wird daher eine temperaturgesteuerte Milankovitch-Zyklicität bestätigt.

ABSTRACT

The studied section represents an obvious marly-clay (= pale-dark) rhythmically bedded sequence. It belongs to the stratigraphical interval from Upper Hauterivian (*discofalcatus* zone) to the black shale horizon „Hauptblättern“ of the Lower Barremian (*fissicostatum* zone). The flora of calcareous dinoflagellate cysts and its vertical distribution within the section have been investigated. Due to the position of the outcrop (brigg pit O. GOTT near Sarstedt) at the southern margin of the Lower Saxonian Basin, the flora is dominated by obliquipithonelloideans. The both sea level high stands during the *discofalcatus* and the *fissicostatum* zone, respectively, are marked by significantly increasing occurrence of orthopithonelloideans. The most „exotic“ calcareous cysts are recognized as Mediterranean immigrants (*Heptasphaera michaeli*, ?*Bicarinellum cristatum*, *Alasphaera tuberculata*),

while *Carinellum conulum* is interpreted as an arctic immigrant. The association of obliquipithonelloid morphotypes reacts significantly to the sedimentary pale-dark rhythms. The dark banks contain a low diverse flora with a high amount of morphotypes with walls constructed of coarse calcite crystals (particularly representants of the *Obliquipithonella loeblichii* group). In contrast, the pale banks contain a higher diverse flora due to the additional Tethyan immigrants. It is dominated by morphotypes with walls constructed by fine calcite crystals (mostly representants of the *Obliquipithonella multistrata* group). Based on the calcareous dinoflagellate flora, the opinion that the pale-dark rhythms are caused by temperature controlled Milankovitch cycles can be confirmed.

^{*)} Prof. Dr. HELMUT KEUPP, Institut für Paläontologie, Freie Universität Berlin, Malteserstr. 74-100, Haus D, 12249 Berlin

1. EINFÜHRUNG

Insbesondere die Sedimente des Ober-Hauterive und Unter-Barrême zeigen, sowohl in den tethyalen (COTILLON & RIO 1984, FISCHER 1986) als auch den borealen Ablagerungsräumen, eine mehr oder weniger ausgeprägte Hell-Dunkel-Rhythmik. Die weiträumige Verbreitung der Rhythmen deutet nach COTILLON (1980, 1984, 1987) auf globale, periodisch wechselnde Eustatik-Ereignisse hin, die eng mit Klima- und Temperatur-Schwankungen verknüpft sind. In den Profilen Nordwestdeutschlands wechseln dunkle Tonsteine mit helleren Mergeln im dm- bis m-Bereich ab (SCHNEIDER 1963, 1964; ALIMIRZAI 1972; MUTTERLOSE 1989, 1991). Ihre Dimension legt Milankovitch-Zyklen in einer Frequenz zwischen 33 000 und 67 000 Jahren nahe (MUTTERLOSE 1989). So kann KEMPER (1987) zeigen, daß die Hell-Dunkel-Rhythmik mit dem schwankenden Gehalt an CaCO_3 und C_{org} korreliert ist. Nach seiner Vorstellung werden die Rhythmen in erster Linie durch großräumige Temperatur-Schwankungen gesteuert, wobei die Mergel wärmere Phasen mit erhöhter organischer Karbonatproduktion repräsentieren, während die dunklen Tonsteine in kühleren Zeiten mit erhöhtem Anteil detritischer Zufuhr abgelagert wurden. Der höhere Gehalt an C_{org} in den dunklen Tonsteinen läßt sich wahrscheinlich durch vermehrten Eintrag terrigenen Materials erklären. MUTTERLOSE (1989, 1991) kann anhand der Verteilung des kalkigen Nannoplanktons sehr instruktiv darlegen, daß prinzipiell - mit Ausnahme der durch diagenetische Kalkanreicherung bedingten, sehr karbonatreichen Bänke - in den hellen Lagen eine individuenreiche und diverse Flora anzutreffen ist, während in den dunklen Lagen Individuen- und Artenzahl verarmt sind. Mediterrane Florenelemente (verschiedene Arten von *Nannoconus*, *Micrantholitus* und *Comusphaera*) sind deutlich an die hellen Lagen gebunden. Daraus leitet auch er für die Hell-Dunkel-Rhythmik eine bevorzugt klimatische Steuerung ab. Diese Vorstellung wird durch die signifikant wechselnde Verteilung der Tonminerale im Ober-Hauterive des hier bearbeiteten Profils unterstützt (A. RUFFELL, Belfast, pers. Mitt.): So enthalten die hellen Lagen überwiegend Illit/Smectit-mixed layers mit geringen Anteilen von Chlorit sowie kristallinem Smectit und

Illit, während die dunklen Lagen durch ein Vorherrschen von kristallinem Illit und Kaolinit mit geringeren Anteilen von Smectit und mixed layers gekennzeichnet sind. MUTTERLOSE (1991) weist jedoch darauf hin, daß vergleichbare Rhythmen möglicherweise auch durch Eustasie-Schwankungen im Sinne KLUPFFEL'S (1927) interpretiert werden könnten, insbesondere da Nannoconiden und Micrantholithen als neritische Elemente gedeutet werden (ROTH & BOWDLER 1981; COVINGTON & WISE 1987).

Die Assoziationen kalkiger Dinoflagellaten-Zysten haben in verschiedenen Profilen der borealen Unterkreide deutliche Reaktionen auf nordwestliche Milieu-Änderungen, insbesondere im Zusammenhang mit Veränderungen des Meeresspiegels und der paläoozeanographischen Bedingungen (Temperatur, Salinität, Pelagizität) gezeigt (VILLAIN 1981; KEUPP 1981, 1982, 1987, 1991 1992 a,b, 1993 (im Druck), KEUPP & MUTTERLOSE 1984). In der vorliegenden Studie wird versucht, anhand der Verteilungsmuster kalkiger Dinoflagellaten-Zysten die Hell-Dunkel-Rhythmen im Hauterive/Barrême-Grenzbereich eines für den nordwestdeutschen Raum repräsentativen Profils kausal zu interpretieren. Die Bearbeitung steht in engem Zusammenhang mit dem BCCP (Boreal Cretaceous Cycles Project), das als Teilaspekt in das DFG-Schwerpunktprogramm „Biogene Sedimentation“ integriert ist.

Der Studie liegt die raster-elektronenmikroskopische (REM) Untersuchung von insgesamt 2350 Zysten kalkiger Dinoflagellaten, die auf ca. 3330 Fotos dokumentiert sind, zugrunde. Die Zysten wurden aus dem Schlamm-Rückstand >20 µm einzeln unter dem Binokular ausgelesen und auf den REM-Probenteller mittels eines doppelseitig klebenden Klebebandes aufgebracht. Nach der Dokumentation mit Hilfe des REM wurden zahlreiche Zysten mit einer Nadel mechanisch aufgebrochen und zum Studium ihrer Wandstruktur erneut unter dem REM untersucht. Das Probenmaterial und die Fotodokumentation werden im Institut für Paläontologie, FU Berlin, aufbewahrt.

DANK

Besonderen Dank schulde ich Herrn Dr. J. MUTTERLOSE, Hannover, für die Bereitstellung der Proben und Profilaufnahmen sowie seiner stets informativen Diskussionen. Herrn F.-H. BRUGGER, Berlin, danke ich für die computergestützte

Erstellung der Abb. 2. Die Arbeiten wurden von der DEUTSCHEN FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT im Rahmen des Projektes „Kalkdinoflagellaten des Meso- und Känozoikums“ (Ke 322-8/1-3) finanziell unterstützt.

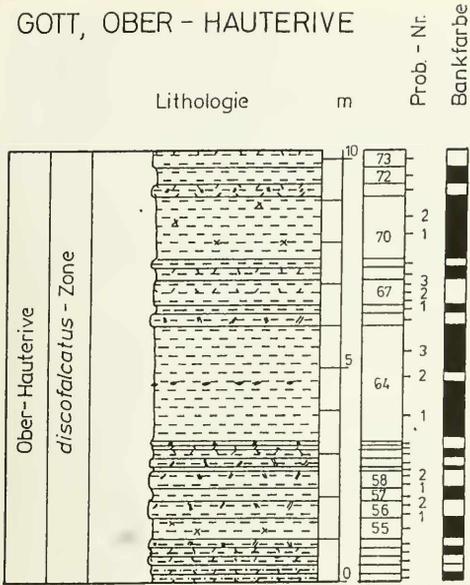
2. BESCHREIBUNG DER CALCIODINELLACEEN IM PROFIL GOTT

2.1 PROFIL GRUBE GOTT BEI SARSTEDT

Das Profil der Ziegelei-Tongrube OTTO GOTT bei Sarstedt (Topographische Karte 1:25 000, Nr. 3725: r 35 60 400, h 57 90

650) ist bei MUTTERLOSE (1984) ausführlich dargestellt. Es erschließt insgesamt das Intervall Ober-Hauterive bis Ober-Barrême und das Ober-Apt. Der Aufschluß liegt im Marginal-

GOTT, OBER - HAUTERIVE



Lithologie

- | | | | |
|--|-------------------------|--|----------------------|
| | Tonstein | | bituminöser Tonstein |
| | Tonstein mit Glaukonit | | Phosphorkonkretionen |
| | Tonstein mit Pyrit | | Kalksteinkonkretion |
| | Tonstein mit Chondriten | | Bankfarbe hell |
| | Tonstein mit Bioturb. | | Bankfarbe dunkel |

Abb. 1: Lithologisches Profil des Ober-Hauterive der Grube Otto Gott bei Sarstedt/Niedersachsen. Nach MUTTERLOSE (1989).

bereich des östlichen Niedersächsischen Beckens. Infolge seiner Position am Nordrand der Hildesheimer Halbinsel sind die Schichtmächtigkeiten reduziert. Für die vorliegende Bearbeitung liegen Proben des ca. 22 m mächtigen Abschnittes vom Ober-Hauterive (*Simbirskites discofalcatus*-Zone) bis zum Hauptblättertong der Unter-Barrême (*Aulacotubis*-Zone, die sich im Untersuchungsgebiet infolge der reduzierten Sedimentmächtigkeiten weitgehend mit der Zone des Ammoniten *Haplocioceras fissicostatum* deckt) zugrunde, die aus zwei Beprobungen durch J. MUTTERLOSE in den Jahren 1978/79 (Proben-Nr. in Abb. 2 in Klammern) und 1982 stammen. Infolge geringfügig unterschiedlicher Zusammenfassung lithologischer Einheiten zu „Bänken“ differiert teilweise die Nummerierung beider Probenserien. Das Hauptaugenmerk der Bearbeitung wurde auf die 10 Profilmeter des tieferen Abschnitts (*discofalcatus*-Zone) gerichtet (Abb. 1), in dem die Proben annähernd Bank-für-Bank untersucht wurden. Im höheren Abschnitt erfolgte lediglich eine stichprobenartige Kontrolle. Sie soll die Einpassung der Florenasoziation des Hauptblättertong (vgl. KEUPP & MICHAEL 1979) in die liegende Hell-Dunkel-Rhythmik gewährleisten.

2.2 DIE FLORA KALKIGER DINOFLAGELLATEN

Im untersuchten Profilabschnitt konnten folgende Taxa kalkiger Dinoflagellaten isoliert werden:

Familie Calciodinellaceae DEFLANDRE, 1947

2.2.1 Unterfamilie Orthophithonelloideae KEUPP, 1987

Præcalcionellum mutterlosi
(KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979)
Taf. 1, Fig. 1-3

Nachweis: Proben 53/1 bis 56/2, 58/1 bis 59/1, 61/1 bis 63/1, 64/2 bis 69/1, (67/1), (71/1) bis (100/x).

Die Zysten repräsentieren ein „prismatisches Arealstadium“ sensu KEUPP et al. (1991) und sind durch ihren X-förmigen Parasulcus charakterisiert. Die Form ist bisher nur aus dem gemäßigt borealen Bereich bekannt. Ihre Verbreitung in der Unterkreide konzentriert sich auf das Intervall Unter-Hauterive bis Mittleres Apt, in dem sie jedoch nicht durchgängig, sondern episodisch auftritt. Jeweils am Anfang und Ende der episodischen Vorkommen treten mehr oder weniger elongierte Zysten mit reduzierten parasuturalen Leisten auf (= *Præcalcionellum sulcatum* (KEUPP 1979 b), die KEUPP (1992 b) als morphologische „Stress“-Formen deutet. Dementsprechend finden sich auch im bearbeiteten Profil jeweils in den Abschnitten mit lediglich sporadischem Vorkommen von *Præcalcionellen* (Proben 54/1, 55/1 und (74/1) bis (79/1)) entsprechende „Stress“-Formen (Taf. 1, Fig. 2-3), während in den Abschnitten zwischen Probe 61/1 und 69/1 bzw. oberhalb (85/1), in denen *Præcalcionellum* gehäuft auftritt, ausschließlich „Normalformen“ (Taf. 1, Fig. 1) vorzukommen scheinen.

„*Echinodinella*“ *erinacea* KEUPP, 1980

Taf. 1, Fig. 4-6

Nachweis: Proben 59/1, (69/1), (82/1) bis (100/x).

Die meist kugelförmigen Zysten mit einer dicken Wand aus langstengelförmigen Kalzitprismen zeigen im borealen Ablagerungsraum drei markante Vorkommensmaxima: tieferes Ober-Hauterive, Mittel-Barrême bis Unter-Apt, Ober-Apt bis basales Alb. Der hier betrachtete Abschnitt liegt in einer weitgehend „*Echinodinella*“-freien Periode. Dem entspricht das nur sehr sporadische Auftreten typischer Vertreter (Taf. 1, Fig. 4). Im Unter-Barrême, insbesondere im Hauptblättertong, finden sich Morphotypen, deren regelmäßige Oberfläche (z. T. durch Neomorphie der einheitlich langen Kristalle gekennzeichnet) zu „*Echinodinella*“ *levata* KEUPP, 1981 tendieren.

Orthophithonella porata (KEUPP, 1982)

Taf. 1, Fig. 7

Die grobkristalline Art ist nur in zwei Exemplaren aus Probe 55/1 nachgewiesen.

2.2.2 Unterfamilie Obliquipithonelloideae KEUPP, 1987

I. Morphotypen mit feinkristallinen, überwiegend doppel-lagigen Kalkwänden:*Alasphaera tuberculata*

(PFLAUMANN & KRASHENINNIKOV, 1978)

Taf. 1, Fig. 11-12

Aus Probe 67/1, dem Profilabschnitt der maximalen Pelagizität im Ober-Hauterive (s. u.), liegen drei Exemplare von *Alasphaera* vor. Die distalen Höcker, die im Gegensatz zu *Bicarinellum* auch auf der Oberfläche der inneren Kalkwand angelegt sind, können mit einer peridinalen Paratabulation korreliert werden (KEUPP 1979 a). Die Form war bisher nur aus dem Ober-Valangin/Unter-Hauterive bekannt (KEUPP 1981). Dort gilt sie als typisch „mediterranes“ Florenelement, das zur Zeit des Meeresspiegelhochstandes die Phase der offenen Meeresverbindung zwischen dem gemäßigten Boreal mit der Tethys über die Karpaten-Straße (MICHAEL 1979) markiert, angesehen.

Heptasphaera michaeli KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979

Taf. 1, Fig. 13-14

Nachweise: Proben 56/1, 60/1, 63/1, 67/3, 69/1, (72/1), (74/1)

Die paratabulierten Zysten zeichnen sich durch eine einschichtige, mikrogranuläre Kalkwand aus, die nach MONNET (1992) dem Typus einer isolierten obliquipithonelloiden Innenwand entspricht. Vermutlich liegen Zysten vor, die ihre äußere Kalkwand vollständig reduziert haben. *Heptasphaera* ist aus dem stratigraphischen Intervall Unter-Hauterive bis Unter-Apt (KEUPP 1981, 1993 [im Druck]) bekannt, jedoch nicht durchgängig nachgewiesen. Ihr Auftreten ist an Zeiten

mehr oder weniger ausgeprägter tethyalen Beeinflussung gebunden und scheint daher aus dem Süden eingewandert zu sein. Entsprechend dem bei KEUPP (1981: Abb. 18) dargestellten vertikalen Verteilungsmuster dieser Art ist der hier betrachtete Profilabschnitt eher durch sporadische Vorkommen ausgezeichnet, während im höheren Abschnitt des Hauptblättersons bzw. seiner Äquivalente von Moorberg und Speeton ein kurzzeitiges Massenvorkommen beschrieben ist.

Obliquipithonella multistrata-Gruppe sensu KEUPP 1981

Die Sammelgruppe enthält überwiegend atabulate obliquipithonelloide Zysten, deren kalkige Außenwand aus langstengeligen Initialkristallen aufgebaut wird. Die Strukturen der kalkigen Innenwand - falls vorhanden - erscheinen innerhalb der obliquipithonelloiden Struktur-Vorgaben (vgl. KEUPP & MUTTERLOSE 1984, BANDEL & KEUPP 1985) variabel. Durch morphologische Übergangsreihen bestehen enge Beziehungen zu verschiedenen paratabulierten Morphogenera (vgl. KEUPP et al. 1991). Für die Milieu-Interpretation der insgesamt sehr variablen Zystengruppe hat sich die Unterscheidung nach grob- und feinkristallinen Morphotypen bewährt (s. u.). Folgende Morphotypen des Profils werden in der Abb. 2 unter feinkristallinen Formen subsummiert:

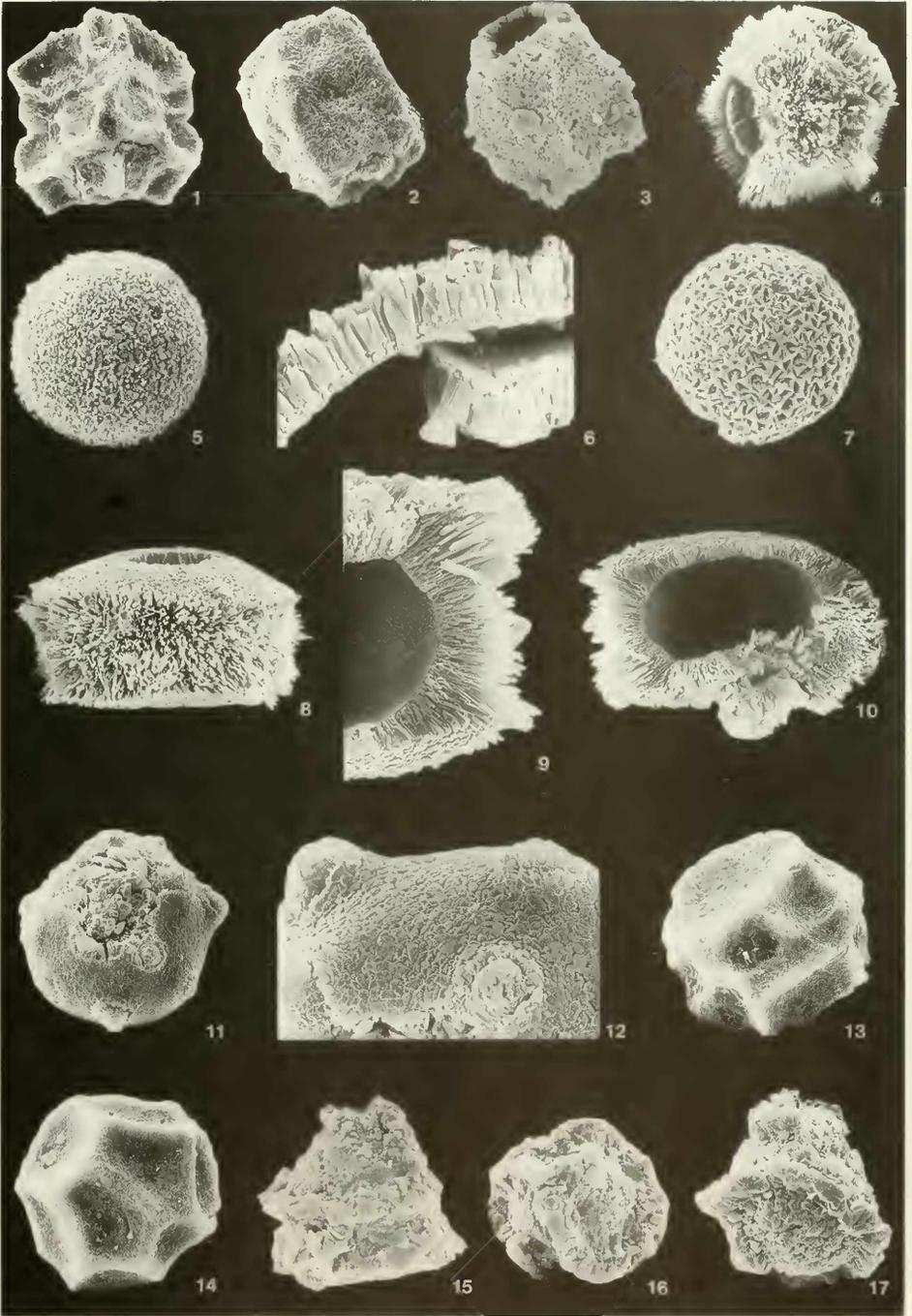
Obliquipithonella multistrata

(PFLAUMANN & KRASHENINNIKOV, 1978)

Taf. 3, Fig. 41-47

Die kugeligen bis schwach ovoiden Zysten sind stratigraphische Durchläufer. Sie haben eine doppelschichtige Kalkwand. Die äußere besteht aus kurzstengeligen Kristallen in typischer „Kreuzbalkenstruktur“. Die apikal auskristallende innere Wandung ist mikrokristallin. Die mechanisch isolierten Innen-

- Tafel 1** Orthopithonelloideae (Fig. 1-7) und obliquipithonelloide „Exoten“ aus dem Tethys-Raum (Fig. 8-17).
- Fig. 1 *Praeacalcigonellum mutterloei* (KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979). - Geschlossene, 46 µm breite Zyste in Apikal-Ventral-Ansicht. Probe GOTT 67/3.
- Fig. 2-3 Die langgestreckten Derivate der *P. mutterloei* sind als *Praeacalcigonellum sulcatum* (KEUPP, 1979) eingeführt. In Anlehnung an KEUPP (1992 b) können sie als „Stress“-Formen interpretiert werden. Fig. 2: Offene, 45 x 36 µm große Zyste in Apikal-Ventralansicht mit annähernd glatter Oberfläche; Probe GOTT 54/1. Fig. 3: Lateralansicht einer Zyste (44 x 37 µm) aus Probe GOTT (79-1) mit granularer Oberfläche.
- Fig. 4 Die typischen Vertreter von „*Echinodinella*“ *erinacea* KEUPP 1980 sind im untersuchten Profil selten. Ihr vermehrtes Auftreten ist im borealen Ablagerungsraum an transgressive Entwicklungen gebunden. Durchmesser 54 µm. Probe GOTT 59/1.
- Fig. 5-6 Durch die annähernd einheitliche, relativ geringe Länge der Wandkristalle (distal z. T. neomorph) entstehen Zysten, deren Morphologie zwischen „*Echinodinella*“ *levata* KEUPP, 1981 und *Orthopithonella* aff. *gustafsonu* (BOLL, 1974) vermittelt; Probe (100/x); Fig. 5: Durchmesser 30 µm; Fig. 6: 2,6 µm dicke Wand (x 6100).
- Fig. 7 *Orthopithonella porata* (KEUPP 1982). - Durchmesser 72 µm. Probe GOTT 55/1.
- Fig. 8-10 Oblate, 31 x 18 µm große Zyste von *Dimorphosphaera aequatoriana* KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979 aus Probe GOTT (100/x). - Fig. 8: Seitenansicht; Fig. 9-10: selbe Zyste aufgebrochen (9: x 3200).
- Fig. 11-12 *Alasphaera tuberculata* (PFLAUMANN & KRASHENINNIKOV, 1978) aus Probe GOTT 67/1. - Durchmesser 36 µm mit Detail der Oberfläche (x 3000).
- Fig. 13-14 *Heptasphaera michaeli* KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979. - Fig. 13: 45 µm große Zyste in Apikal-Lateral-Ansicht; Probe GOTT 69/1; Fig. 14: 50 µm große Zyste in Antapikal-Ansicht; Probe GOTT 60/1.
- Fig. 15-17 ?*Bicarinellum cristatum* KEUPP, 1982 ist im Profil auf helle Lagen beschränkt. - Fig. 15: 40 µm große Zyste aus Probe GOTT (74/1) in Lateralansicht; Fig. 16: 39 µm große Zyste derselben Probe in mutmaßlicher Apikalansicht; Fig. 17: Blick auf die mutmaßliche Antapikalseite einer 33 x 30 µm großen Zyste aus Probe GOTT 67/1.



wände sind bei BOLLI (1974) als „*Pithonella carteri*“ beschrieben (vgl. Diskussion bei KEUPP 1992 a).

Bei prinzipiell gleichem Wandaufbau finden sich im borealen Ablagerungsraum, offensichtlich beschränkt auf das Ober-Hauterive und Unter-Barrême (KEUPP 1981), pirumellide Zysten mit Längen:Breiten-Verhältnissen bis 1,6. Sie wurden bei KEUPP (1979 b) als eigene Art „*Pithonella*“ *excentrica* eingeführt, aber 1981 als möglicherweise durch Warmwasser-Einflüsse bedingte phänotypische Variante von *Obl. multistrata* aufgefaßt. In Anlehnung an das systematische Konzept von KOHRING (1993) soll sie hier als forma *excentrica* geführt werden. Apikal sind die Zysten meist etwas schmaler als antapikal. Die kugelige Innenkapsel liegt apikal, während die verbreiterte antapikale Hälfte durch die apikal auskeilende mikrokristalline Innenwand verfüllt ist. Die isolierten Innenwände dieser Zysten (Taf. 3, Fig. 46-47) sind deshalb massive, annähernd halbkugelige Körper mit einer konkaven Apikal-seite. Unter dem Binokular erscheinen die Zysten durch die extrem polarisierte Innenwand apikal hyalin und antapikal weiß.

Obliaquithonella tanyphloia
(KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979)

Taf. 3, Fig. 48-49

Die stets kugelligen Zysten haben eine doppellagige Kalkwand. Die mikroganulare innere Wandschicht ist analog der von *Obl. multistrata*, während die äußere Kalkwand extrem

dünn ist und selten über 1 µm dick wird. Die überwiegend mikrogranularen Außenwandkristallite verbleiben in Größe und gerundeter Gestalt häufig im Nukleierungsstadium.

Obliaquithonella patriciagreyleyae (BOLLI, 1974), Typ A
Taf. 3, Fig. 50-52

Dieser Morphotyp leitet sich aus dem Formkreis der *Obl. multistrata*, mit dem sie über kontinuierliche morphologische Übergänge eng verknüpft ist, durch die distale Verbreiterung der Außenwandkristalle ab. Die Oberfläche wird durch das mehr oder weniger lückenlose Fitting der einheitlich eben begrenzten Kristallköpfe glatt. Die innere Kalkwand zeigt durch abnehmende Dicke und eine geringere Nukleierungsrate häufig die Tendenz zur Reduktion.

II. Morphotypen mit grobkristallinen, überwiegend einlagigen Kalkwänden:

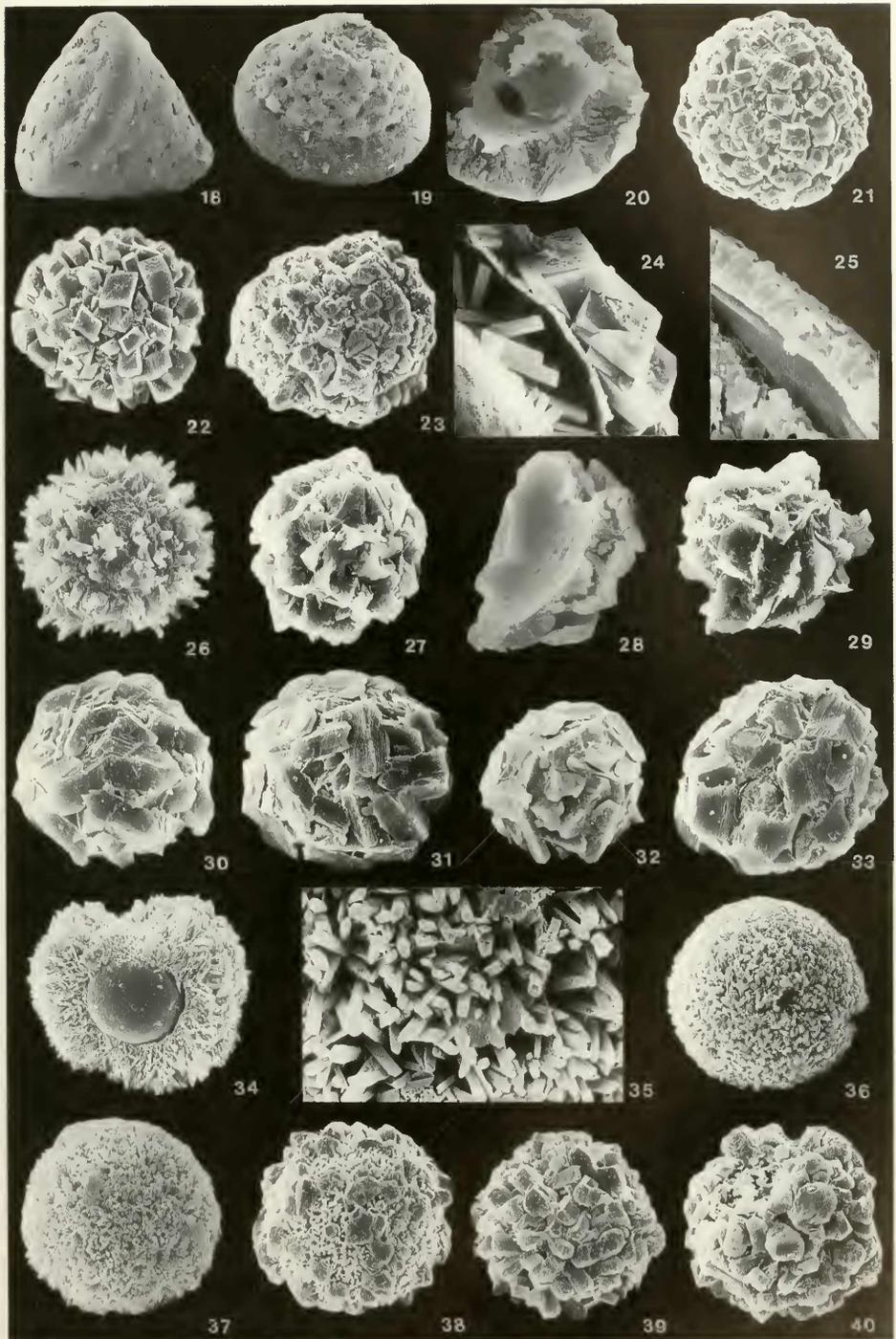
Bicarinellum calvum KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979
Taf. 3, Fig. 58-59

Nachweise: Proben 52/1, 54/1, 56/1, 60/1, 61/1, 65/1, 66/1, 67/2, 69/1, (67/1), (71/1), (74/1), (79/1), (85/1) bis (100/x).

Die Formart ist im tieferen Profilschnitt nur sporadisch vertreten, nimmt aber im Unter-Barrême an Bedeutung zu und erreicht dort 10-14 % Anteil an der Gesamt-Assoziation kalkiger Dinoflagellaten-Zysten. Die prinzipiell doppelschichtige

Tafel 2 Obliaquithonelloide Zysten aus dem Hauterive/Barrême-Grenzprofil der Ziegeleigrube GOTT bei Sarstedt.

- Fig. 18-20 Das kurzzeitige Auftreten der spitzkegeligen Zysten von *Carinellum conulum* KEUPP, 1981 markiert die Barrême-Basis. - Fig. 18: Zyste (38 µm breit, 36 µm hoch) in Lateralansicht aus Probe GOTT (82/1); Fig. 19: 44 µm breite Zyste mit gekappter Spitze (? Archaeopyle) aus Probe GOTT (74/1); Fig. 20: Die aufgebrochene, 38 µm breite Zyste aus Probe GOTT (79/1) zeigt an der Basis der grobkristallinen Wand Reste eines organischen Phragmas (vgl. MONNET 1992).
- Fig. 21-33 Das Auftreten der grobkristallinen Vertreter der *Obliaquithonella loeblichii*-Gruppe ist signifikant mit den dunklen Bänken im Profil korreliert. Fig. 21-22: Typische Vertreter von *Obliaquithonella loeblichii* (BOLLI 1974) aus Probe GOTT 61/1 (Durchmesser 67 µm) bzw. GOTT 67/1 (Durchmesser 44 µm). - Fig. 23: 55 x 53 µm große Zyste aus Probe GOTT 60/1 mit korrodierten Oberflächen-Kristallen. Eine Unterscheidung derartiger Formen von der phänotypisch ähnlichen *Obl. thayeri* ist nur durch die Struktur der Kalkwand möglich. Fig. 24: Doppellagige, 12 µm dicke Kalk-Wand von *Obliaquithonella loeblichii*. Jede Lage mit initialem „Teppich“ einheitlich feiner idiomorpher Rhomboeder, der von blockigen, bis grobstengeligen Kristallen überwachsen wird (Probe GOTT (85/1); x 2860). Fig. 25: Mechanisch isolierte innerste (dritte) Kalkwände von *Obliaquithonella loeblichii* sind bei KEUPP (1981) als „*Thoracosphaera*“ cf. *tuberosa* bezeichnet. Aufgebrochene Zyste aus Probe GOTT (71/1); x 4000. Fig. 26: *Obliaquithonella spinosa* (KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979) aus Probe GOTT 64/2; Durchmesser 31 µm. Fig. 27-29: *Obliaquithonella strobila* (KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979). Fig. 27: 33 µm große Zyste aus Probe GOTT 59/1, deren Oberflächen-Leisten als dendritische Rhomboederarten noch erkennbar sind. Fig. 28: 4,3 µm dicke, einschichtige Kalkwand; Probe GOTT (79/1); x 2560. Fig. 29: 32 µm große Zyste aus Probe GOTT 59/1. Fig. 30-33: Die Zysten von *Obliaquithonella* cf. *sphepsifera* KEUPP, 1987 zeigen oft eine enge morphologische Beziehung zu grobkristallinen Vertretern der *Obl. loeblichii* auf; Fig. 30: 28 µm große Zyste aus Probe GOTT 62/1. Fig. 31: Ovoide, 34 x 31 µm große Zyste aus Probe GOTT 68/1. Fig. 32: Die 28 µm große Zyste aus Probe GOTT (79/1) läßt die Ableitung der plattigen Oberflächenkristalle aus dendritischen Rhomboedern gut erkennen. Fig. 33: 39 x 34 µm große Zyste aus Probe GOTT 55/1.
- Fig. 34-37 *Obliaquithonella qulityi* (BOLLI, 1974) ist bei überwiegend einschichtiger Kalkwand durch die langstengelige Kristalle gekennzeichnet. - Fig. 34: Aufgebrochene, 46 µm große Zyste aus Probe GOTT 58/1. Fig. 35: Oberfläche einer 29 µm großen, einfachwandigen Zyste aus Probe GOTT (100/x); x 6000. Fig. 36: 34 µm große Zyste aus Probe GOTT 66/1. Fig. 37: Feinkristalline Varianten mit gerundeten Wandkristalliten, deren Längenwachstum weniger ausgeprägt ist, repräsentieren oft immature Zysten verschiedener Morphotypen der *Obliaquithonella patriciagreyleyae/multistrata*-Gruppe. Durchmesser 34 µm; Probe GOTT 56/1.
- Fig. 38-39 *Obliaquithonella thayeri* (BOLLI 1974) ist durch idiomorphe Oberflächen-Kristalle, die die initiale Wandanlage durch langstengelige Kristalle überwachsen, gekennzeichnet. Fig. 38: 56 µm große Zyste aus Probe GOTT 55/1 mit unvollständigem Aufwuchs großer Kristalle. Fig. 39: 35 µm große Zyste derselben Probe (GOTT 55/1) mit vollständiger Bedeckung der Oberfläche durch grobe Aufwuchskristalle.
- Fig. 40 Die *Obliaquithonella loeblichii* mit unregelmäßiger Oberflächengestaltung ist von dem Formkreis der *Obl. thayeri* (vgl. Fig. 39) nur durch die Ausbildung blockiger Rhomboeder an der Wandbasis unterscheidbar.



Kalkwand entspricht hier überwiegend dem grobkristallinen Typ: der distale Abschnitt der äußeren Wandschicht wird von großplattigen Kristallen dominiert, die innere, apikal ausdünnende Kalkwand ist nur unvollständig mineralisiert. Der zunehmende Abbau der Leisten und Höcker, die eine bicarinate Paratabulation an der Außenwand-Oberfläche nachzeichnen, läßt über ein monocarinales Stadium (Taf. 3, Fig. 58) atabulate Morphotypen entstehen (Taf. 3, Fig. 54-55), die unter der Formart *Obliquipithonella patriciagreelyae* Typ B (grobkristallin) geführt werden (KEUPP et al. 1991). Eine entsprechende morphologische Beziehung von *Bicarinnellum calvum* zu *Carinellum monocarinatum* KEUPP, 1981, das ebenfalls durch Übergangsformen in das atabulate Stadium *Obl. patriciagreelyae* Typ B mündet, konnte aber durch die vergleichende Analyse der organischen Wandanteile (MONNET 1993) nicht bestätigt werden. Für die Morphospezies *Obl. patriciagreelyae* Typ B wird dadurch ein polygenetischer Status wahrscheinlich.

? *Bicarinnellum cristatum* (KEUPP, 1981)

Taf. 1, Fig. 15-17

Nachweise: Proben 56/2, 67/1, (74/1).

Die in Nordwestdeutschland bisher nur in isolierten Vorkommen aus dem Ober-Alb (Bohrung Kirchrode 1/91), Apt/Alb-Grenzbereich und Mittel-Apt bekannt gewordene Art, kann nun erstmals aus dem Ober-Hauterive/Unter-Barrême nachgewiesen werden. Die Koppelung ihres sporadischen Auftretens an transgressive Entwicklungen und ihr Nachweis im Barrême des mediterranen Subbetikums (KEUPP 1992 b) legt

nahe, daß ?*Bicarinnellum cristatum* ein eher tethyales Florennelement repräsentiert. Die prinzipiell einfachwandigen, trigonal-abgeplatteten Zysten werden bei KEUPP (1992 b) im Zusammenhang mit dem Forngenus *Pentadinnellum* KEUPP, 1991 diskutiert.

Carinellum conulum KEUPP, 1981

Taf. 2, Fig. 18-20

Nachweise: Proben: (74/1) bis (82/1)

Die charakteristischen, kegelförmigen Zysten mit abgerundet pentagonalem Grundriß werden hier erstmals aus dem Niedersächsischen Becken vorgestellt. Ihre einschichtige Kalkwand ist dick, aus groben, blockigen bis dickstengelligen Kristallen aufgebaut. In Übereinstimmung mit dem Vorkommen des Typus-Materials im Profil Speeton/England (KEUPP 1981) sind sie auf das basale Barrême beschränkt. Sie können dadurch offensichtlich als lokaler stratigraphischer Marker für die Barrême-Basis verwendet werden.

Dimorphosphaera aequatoriana

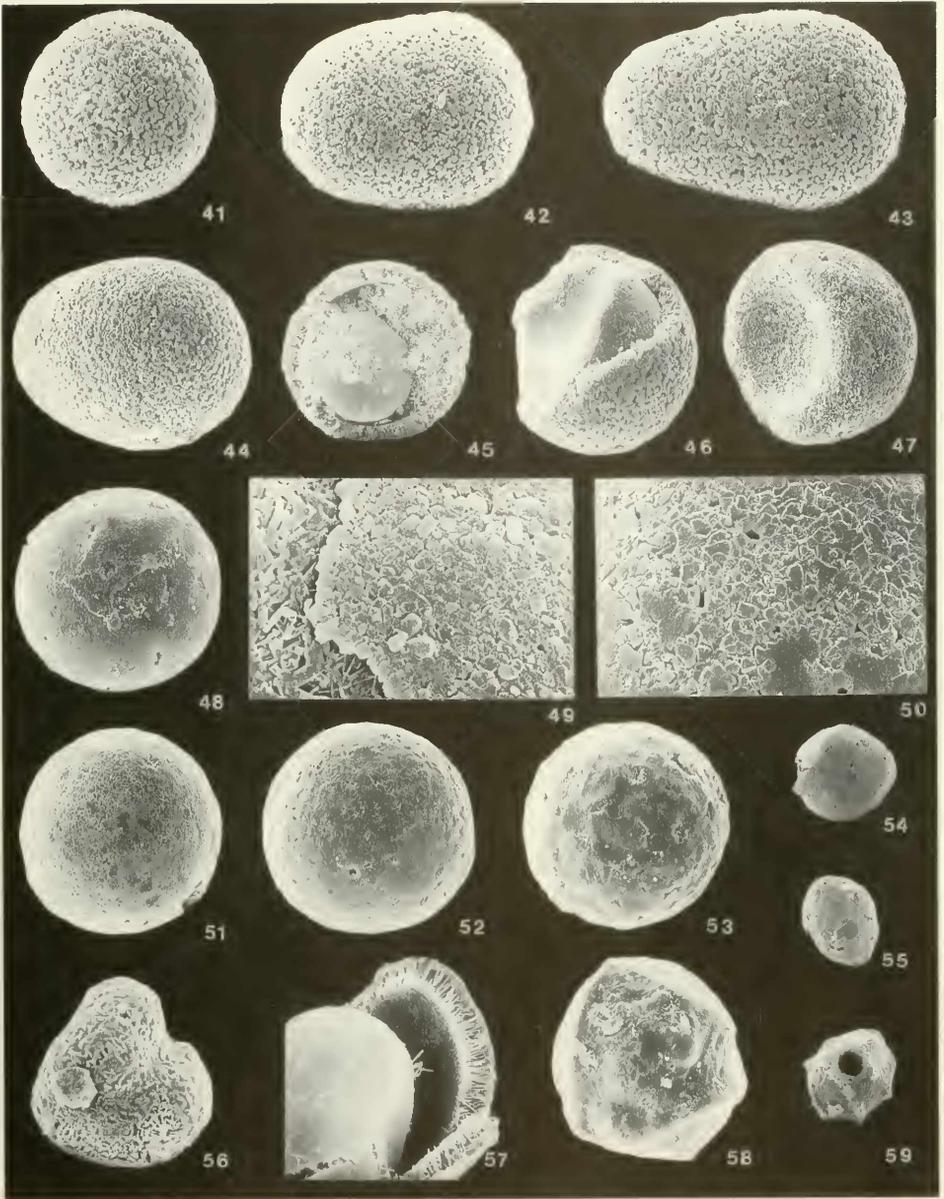
KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979

Taf. 1, Fig. 8-10

30-40 µm große, oblate Zysten mit einschichtiger Kalkwand aus äquatorial langstengelligen Kristalliten. Aus dem Profil (Haupt-Blätterton) liegt nur das abgebildete Individuum vor. Das bisher stets nur sporadische Vorkommen dieser Art (Unter-Barrême bis Mittel-Apt (KEUPP & MICHAEL 1979; KEUPP 1981, 1982 b) und die Vergesellschaftung mit anderen tethyalen

Tafel 3 Obliquipithonelloide Zysten aus dem Hauterive/Barrême-Grenzprofil der Ziegeleigrube GOTT bei Sarstedt.

- Fig. 41-47 *Obliquipithonella multistrata* (PFLAUMANN & KRASHENINNIKOV, 1978) inklusive ihren pirumelliden Phänotypen [= forma *excentrica* (KEUPP 1979)]. - Fig. 41: 51 µm große, kugelige Zyste aus Probe GOTT 54/1. - Die Reihe der Fig. 44-42-43 gibt ausgehend von der Kugel (Fig. 41) eine kontinuierliche Steigerung der Form-Varianten über oval bis pirumellid wider (Apex jeweils im Bild links): Fig. 44: 76 x 61 µm große Zyste (L:B = 1,25) aus Probe GOTT 63/1. Fig. 42: 67 x 51 µm große Zyste (L:B = 1,31) aus Probe GOTT 59/1. Fig. 43: 79 x 52 µm große Zyste (L:B = 1,52) aus Probe GOTT 59/1. Fig. 45: Aufgebrochene, ovoide Zyste aus Probe GOTT (74/1). Die 35 µm große, kugelige innere, vom organischen „Endophragma“ umschlossene Kapsel liegt excentrisch, wodurch die feinkristalline innere Kalkwand apikal auskeilt. Fig. 46: Die aufgebrochene Zyste aus Probe GOTT 60/1 (x 700), deren apikale Hälfte (inkl. organischer Innenkapsel) verloren ging. Fig. 47: Isolierte kalkige Innenwände der forma *excentrica* liegen durch die Beschränkung ihrer Anlage auf die antipikale Zystenhälfte in Form massiver Körper mit apikaler Eindellung (Abdruck der organisch-wandigen Innenkapsel) vor. Probe GOTT 69/1, Durchmesser 55 µm.
- Fig. 48-49 *Obliquipithonella tanyphloia* (KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979) ist ein stets kugeliges Derivat der *Obl. multistrata*, das sich durch die extrem dünne äußere Kalkwand auszeichnet. Fig. 48: 49 µm große Zyste, mit weitgehend abgeschalter Außenwand; Probe GOTT 58/1. Fig. 49: Oberfläche einer analogen, 55 µm großen Zyste aus Probe GOTT 67/3; x 5000.
- Fig. 50-51 *Obliquipithonella patriciagreelyae* (BOLLI, 1974) Typ A (feinkristalline, doppelwandige Variante) aus Probe GOTT 67/1 (Durchmesser 70 µm) mit Detail der Oberfläche (50): x 2200.
- Fig. 52 *Obliquipithonella patriciagreelyae* (BOLLI, 1974) Typ A tendiert durch Vergrößerung der Oberflächenkristalle zum grobkristallinen Morphotyp B: 53 µm; Probe GOTT 65/1.
- Fig. 53-55, 57 Die grobkristallinen Vertreter von *Obliquipithonella patriciagreelyae* (BOLLI, 1974) Typ B haben meist nur rudimentär bis nicht verkalkte Innenwände. Fig. 53: kugelige Zyste (Durchmesser 55 µm) aus Probe GOTT 58/1. Fig. 54: ovoide, einfachwandige Zyste, die durch die Ausbildung schwacher Kanten auf der Oberfläche zum Formkreis des *Bicarinnellum calvum* tendiert: 54 x 48 µm, Probe GOTT (85/1). Fig. 55: langovale Zyste (65 x 50 µm) aus Probe GOTT (85/1). Fig. 57: Die einschichtige, ca. 6 µm dicke Kalkwand ist basal durch langstengelige Kristalle gekennzeichnet, die distal von großplattigen Kristallen überwachsen werden. Probe GOTT (85/1); x 1000.
- Fig. 56 *Nephrodinella reniformis* KEUPP, 1981 (Durchmesser 28 µm) aus Probe GOTT (79/1).
- Fig. 58-59 *Bicarinnellum calvum* KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979. - Fig. 58: Durch weitgehenden Abbau der präcingularen Ringleiste aneinander monocarinate Zyste in Ventrolateral-Ansicht (52 x 46 µm) aus Probe GOTT (100/x). Fig. 59: Dorsalansicht einer typisch, bicarinate Zyste (Länge 58 µm) aus Probe GOTT (85/1). Das ca. 2,5 µm große Loch im Paracingulum wird auf Mikrobohrer zurückgeführt.



Elementen, läßt eine Einwanderung aus dem mediterranen Raum jeweils während der Phasen des Meeresspiegelhochstandes vermuten.

Nepbrodinella veniformis KEUPP, 1981

Taf. 3, Fig. 56

Nachweise: Proben (79/1), (85/1), (100/x).

Die stets einschichtigen Kalkwände der nierenförmigen Zysten sind aus tafelligen Kristalliten aufgebaut. Die Oberfläche wird oft durch ein noch erhaltenes organisches Phragma maskiert, das der gesamten Zyste den Charakter einer isolierten obliquipithonelloiden Innenwand verleiht. Der Nachweis einer dazugehörigen äußeren Kalkwand konnte bisher jedoch noch nicht erbracht werden. Die Form ist im vorliegenden Profil auf sporadische Vorkommen im Unter-Barrême beschränkt, ist aber aus dem Niedersächsischen Becken und von Speeton auch aus dem Ober-Hauterive bekannt.

Obliquipithonella multistrata-Gruppe sensu KEUPP 1981

Innerhalb der formenreichen *Obliquipithonella multistrata*-Gruppe repräsentiert *Obliquipithonella quiltyi* (BOLLI, 1974), die im vorliegenden Profil häufig auftritt, hinsichtlich der generellen Eingruppierung in fein- und grobkristalline Morphotypen eine intermediäre Stellung. Individuen mit einfacher Kalkwand aus langstengeligen Außenwandkristallen gehören eher zu den grobkristallinen Vertretern (vgl. KEUPP 1993: im Druck), während die hier vielfach auftretenden Individuen mit mäßig dicken Außenwänden und dünnen, ± mikrogranularen Innenwänden eher der Gruppe feinkristalliner Morphotypen zuzurechnen ist. Die Abb. 2 trägt der ambivalenten Stellung des Morphotyps *Obl. quiltyi* durch ihre separate Darstellung Rechnung.

Obliquipithonella quiltyi (BOLLI, 1974)

Taf. 2, Fig. 34-37

Die meist kugeligen Zysten leiten sich aus dem Formenkreis der *Obl. multistrata*, mit der sie über eine kontinuierliche Reihe von Übergangsformen eng verbunden ist, durch eine Verlängerung der Außenwandkristalle bei gleichzeitiger Reduktion der Innenwand-Mineralisation ab. Die ausschließlich morphologische Typisierung führt bei der geringen Zahl der in sich sehr variablen Charaktere zu einer künstlichen Zusammenfassung ähnlich aussehender Zysten, die aber aus unterschiedlichen Formgruppen ableitbar sind (vgl. KEUPP et al. 1991). So repräsentieren Zysten, deren Außenwand feinstengelig mit nur mäßig verlängerten Kristall-Leisten ausgebildet ist, zum Teil immature Stadien verschiedener Morphotypen mit distalem Aufwuchs grober Kalzitkristalle. Daher finden sich auch kontinuierliche morphologische Übergänge zur *Obl. thayeri*-Reihe sowie zur grobkristallinen *Obl. patriciagreelyae*-Reihe.

Folgende Morphotypen des Profils werden in der Abb. 2 unter den grobkristallinen Formen der *Obliquipithonella multistrata*-Gruppe subsummiert:

Obliquipithonella thayeri (BOLLI, 1974)

Taf. 2, Fig. 38-39

Nachweise: Durchgehend in fast allen Proben: 52/1 bis (71/1), (79/1) bis (85/1).

Überwiegend einfach-wandige Zysten, deren initiale Kalkwand-Basis in langstengeliger Kreuzbalken-Struktur distal von idiomorphen, groben Kalzit-Kristallen überwachsen wird. Gelegentlich auftretende, innere Kalkwände sind nur rudimentär durch grobe Kalzit-Kristalle mineralisiert.

Obliquipithonella patriciagreelyae (BOLLI, 1974), Typ B

Taf. 3, Fig. 53-55, 57

Nachweis: vereinzelt in den Proben 52/1 bis 54/1, 58/1, 68/1, 69/1, (69/1) bis (100/x).

Einfachwandige kugelige bis ovoidale Zysten. Die Kalkwand weist an ihrer Basis langstengelige Kristalle in „Kreuzbalkenstruktur“ auf, die distal von großplattigen Kristallen überwachsen werden. Die glatte Oberfläche ist durch die dichte, unregelmäßige Verzahnung der Kristallplatten bedingt.

Obliquipithonella loeblichii-Gruppe sensu KEUPP 1981

Die Sammelgruppe enthält atabulate obliquipithonelloide Zysten, deren kalkige Außenwand aus blockigen Initialkristallen aufgebaut wird.

Obliquipithonella loeblichii

Taf. 2, Fig. 21-25, 40

Nachweis: Mit Ausnahme von Probe 56/1 und 69/1 durchgängig vertreten.

Grobkristalline Zysten mit doppelter bis dreifacher (MONNET 1993: Abb. 11) Kalkwand, deren einzelne Lagen durch organische Phragmen separiert sind. Die Außenwand ist stets aus unregelmäßig angeordneten, annähernd gleichseitigen Rhomboedern aufgebaut, deren Größe deutlichen individuellen Schwankungen unterliegt (vgl. KEUPP 1981). Die inneren kalkigen Wandschichten können analog der äußeren strukturiert sein, oder mit grobstengeligen bis leistenförmigen Kristallen versehen sein (Taf. 2, Fig. 24). Isolierte Innenwände des zweiten Typs, die analog auch bei grobkristallinen Vertretern der *Obl. multistrata*-Gruppe vorkommen, sind bei BOLLI (1974) als eigene Art „*Pithonella mcnightii*“ (= *Obliquipithonella mcnightii* (BOLLI) LENTIN & WILLIAMS, 1985) eingeführt worden (vgl. Diskussion bei KEUPP 1992 b). Die dritte (innerste), oft nur unvollständig mineralisierte Kalkwand ist stets sehr dünn (1-2 µm). Auch sie kommt gelegentlich isoliert vor und ist bei KEUPP (1981: Taf. 12/7-12) aus dem Unter- und Mittel-Barrême fälschlicherweise als orthopithonelloide Form „*Thoracosphaera cf. tuberosa*“ beschrieben.

Die blockigen, zum Teil nur mit schlechten Flächen ausgebildeten Wandkristalle der um 30 µm kleinen, sehr „dünnwandigen“ Zysten täuschen teilweise nur eine radiale Orientierung vor (Taf. 2, Fig. 25). Im vorliegenden Profil sind diese Morphotypen vor allem in dem Abschnitt zwischen den Proben (67/1) und (71/1) vertreten, in dem *Obl. loeblichii* auch besonders häufig ist.

Obliquipithonella strobila (KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979)
Taf. 2, Fig. 27-29

Nachweise: 53/1, 58/2, 59/1, 63/1, 68/1, (67/1) bis (71/1), (79/1) bis (100/x).

Einfachwandige Zysten, deren Oberfläche durch schräg bis senkrecht zur Oberfläche orientierte Leisten bzw. Platten modifiziert ist. Sie leiten sich durch dendritisches Kantengewachstum aus blockigen Kalzit-Rhomboedern ab.

Obliquipithonella spinosa (KEUPP, in KEUPP & MICHAEL 1979)
Taf. 2, Fig. 26

Nachweise: 62/1, 64/2, 67/2, (67/1) bis (71/1), (82/1) bis (100/x).

Ähnlich *Obl. strobila* und meist mit ihr vergesellschaftet, jedoch infolge dendritischen Vorauswachsens der Rhomboeder-Ecken bzw. einzelner langstengeliger Rhomboeder spinos.

Obliquipithonella cf. *sphenifera* Keupp, 1987
Taf. 2, Fig. 30-33

Nachweise: 55/1, 62/1, 67/2, 68/1, (74/1)

Einfachwandige kugelige Zysten, deren grobe, annähernd gleichseitige Kalzitrhomboeder durch dendritisches Wachstum zu tangential angeordneten, sich gegenseitig überlappenden Platten umgestaltet sind. Der prinzipiell plattige Habitus der Skelettkristalle belegt die enge Beziehung zu *Obl. strobila*, während die Tendenz zu ihrer geregelten, tangentialen Anordnung der ovoiden *Obl. sphenifera* aus dem Ober-Alb nahekommt. Gleiche Morphotypen sind bei KEUPP (1992 b: Taf. 11/4-5) bereits aus dem mittleren Apt vorgestellt.

2.3 VERTIKALVERTEILUNG DER KALKIGEN DINOFLAGELLATEN-ZYSTEN

Der Profilabschnitt im Hauterive-Barrême-Grenzbereich läßt folgende Verteilungsmuster kalkiger Dinoflagellaten-Zysten erkennen (Abb. 2):

* Die Relation zwischen Ortho- und Obliquipithonelloideen ist durch eine permanente Dominanz der Obliquipithonelloideen gekennzeichnet. Jedoch fallen - kaum beeinflusst durch die Hell-Dunkel-Rhythmik - zwei Abschnitte durch eine deutliche Zunahme orthopithonelloider Morphotypen (30 bis 44 % Anteil an der Gesamtassoziation) auf:

- Im Ober-Hauterive zwischen den Proben 64/2 und 69/1 sowie

- Im Hauptblätterton des Unter-Barrême.

* Die quantitative Zusammensetzung charakteristischer Morphotypen-Gruppen innerhalb der Obliquipithonelloideen läßt für den betrachteten Profilabschnitt insgesamt einen wenig signifikanten Trend zu grobkristallinen Morphotypen erkennen, der durch die vorübergehende Zunahme feinkristalliner Formen im Ober-Hauterive (zwischen den Proben 62/1 und 67/1) unterbrochen wird.

* Folgende Verteilungsmuster sind signifikant mit den kleindimensionierten sedimentären Hell-Dunkel-Rhythmen korreliert:

1. Die Vertreter der grobkristallinen *Obliquipithonella loeblichii*-Gruppe treten in den dunklen Lagen, im Profil vom Liegenden zum Hangenden insgesamt zunehmend, mit Anteilen an der Obliquipithonelloideen-Flora zwischen 10 und >40 % deutlich hervor, während ihr Anteil in den hellen Lagen zwischen 0 und 15 % beträgt.
2. Die Summe grobkristalliner Morphotypen beider obliquipithonelloider Formgruppen (*Obl. loeblichii*- + *Obl. multistrata*-Gruppe) nimmt in den dunklen Lagen zu, in den hellen ab. Die bedeutenderen Vorkommen der intermediären Formart *Obliquipithonella qulityi* sind offensichtlich an die hellen Lagen gebunden und somit überwiegend dem feinkristallinen Typus zuzuordnen.
3. Das Auftreten der „exotischen“ Arten *Alasphaera tuberculata*, *Heptasphaera michaeli* und ?*Bicarinnellum cristatum* ist ausschließlich an helle Sedimentlagen gebunden und trägt zur prinzipiell höheren Formen-Diversität der hellen Lagen bei. Weniger signifikant scheint auch das Vorkommen von *Bicarinnellum calvum* mit den hellen Bänken korreliert zu sein.

* Dagegen ist keine konsequente Abhängigkeit von den Hell-Dunkel-Rhythmen bei den pirumelliden Zysten von *Obliquipithonella multistrata* f. *excentrica* erkennbar, die übereinstimmend im Niedersächsischen Becken und im Nordsee-Becken auf den Hauterive/Barrême-Grenzbereich beschränkt sind (KEUPP 1981, MONNET 1993).

* Das von der Hell-Dunkel-Rhythmik offensichtlich wenig beeinflusste Einsetzen von *Carinellum conulum* an der Barrême-Basis und die Beschränkung auf einen sehr kurzen Profilabschnitt ist in Übereinstimmung mit dem Typusvorkommen der Art in Speeton (Nordsee-Becken). Das Auftreten der Art im gemäßigt borealen Raum kann daher möglicherweise als guter biostratigraphischer Marker gewertet werden.

3. INTERPRETATION DER VERTIKALVERTEILUNG

Die milieuhängige Interpretation von Floren kalkiger Dinoflagellaten-Zysten basiert im wesentlichen auf zwei übereinstimmend in unterschiedlichsten Profilen und stratigraphischen Positionen beobachteten Phänomenen (vgl. KEUPP 1991, 1992a,b, 1993; im Druck; AKSELMAN & KEUPP 1991; KOHRING 1993):

1. Die Vertreter der verschiedenen Subfamilien zeigen jeweils bevorzugte Lebensbereiche: Orthopithonelloideae, die

überwiegend einschichtige Kalkwände haben und z. T. ihr Zystenstadium als Tiefplankton überdauern; Außenschelf und offenes Pelagial; Obliquipithonelloideae, die als bevorzugt benthische Zysten überwiegend dicke, meist doppel-schichtige Kalkwände ausbilden; Neritikum und innerer Schelf. Die erst in stratigraphisch jüngerer Position relevanten Pithonelloideae markieren vor allem den offenen Schelfbereich (VILLAIN 1981).

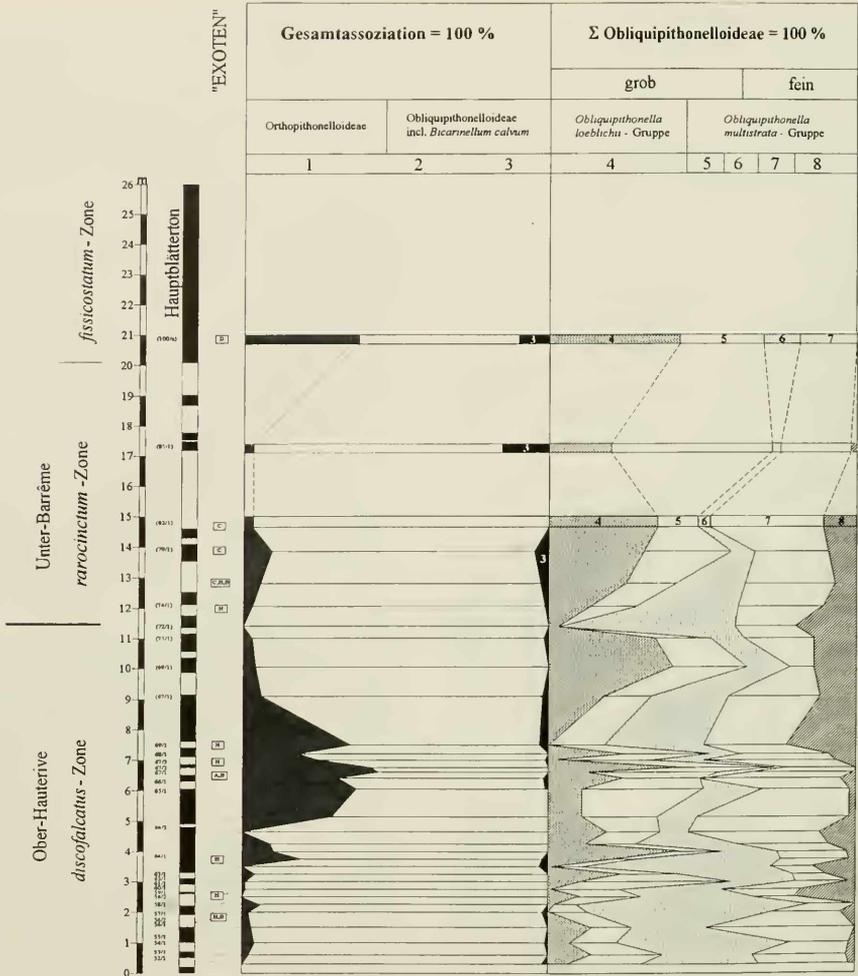


Abb. 2: Vertikalverteilung kalkiger Dinoflagellaten-Zysten im Ober-Hauterive und Unter-Barrême der Grube Otto Gott bei Sarstedt/Niedersachsen: Als „exotische“ Zysten lassen sich ansprechen: Mediterrane Immigranten: A = *Alasphaera tuberculata*; B = ?*Bicarinellum cristatum*; D = *Dimorphosphaera aequatoriana*; H = *Heptasphaera michaeli*. Arktische Immigranten: C = *Carinellum conulum*.

Die Spalten 1-8 der quantitativen Auswertung bedeuten:

- 1: %-Anteil aller Orthoiphonelloideae;
- 2: %-Anteil aller Obliquiphonelloideae (ohne *Bicarinellum calvum*);
- 3: %-Anteil von *Bicarinellum calvum*;
- 4: %-Anteil der *Obliquiphonella loeblichii*-Gruppe (*O. loeblichii* + *O. strobila* + *O. spinosa*);
- 5: Grobkristalline Vertreter der *Obliquiphonella multistrata*-Gruppe: *O. patriciagreleyae* Typ B + *O. thayeri* + *Bicarinellum*;
- 6: %-Anteil von *Obliquiphonella quiltzii*;
- 7: %-Anteil feinkristalliner Vertreter der *Obl. multistrata*-Gruppe: *O. multistrata* (ohne forma *excentrica*) + *O. patriciagreleyae* Typ A + *Alasphaera* + *Heptasphaera*;
- 8: %-Anteil von *Obliquiphonella multistrata* f. *excentrica*.

2. Innerhalb vieler Obliquiphonelloideen scheinen phänotypische Reaktionen aufzutreten, die in kausalem Zusammenhang mit (primären) Schwankungen des Karbonatgehaltes im Wasser (und Sediment) stehen. Diese können teils mit Salinitätsschwankungen (KEUPP & MUTTERLOSE 1984), überwiegend wohl aber - gesteuert über die Löslichkeit des CO₂ - mit Temperaturveränderungen des Oberflächenwassers in Verbindung gebracht werden. So

sprechen grobkristalline Morphotypen, die oft nur einschichtige Kalkwände aufweisen, für eine nur mäßig gesteuerte Mineralisation des Typs II nach MANN (1989) unter kühleren Bedingungen, während die Dominanz feinkristalliner Morphotypen mit überwiegend doppel-schichtigen Kalkwänden eine Mineralisation unter wärmeren Einflüssen nahelegt (vgl. MONNET 1993).

Ausgehend von diesen Prämissen läßt sich die Vertikalverteilung kalkiger Dinoflagellaten-Zysten für den hier betrachteten Profilabschnitt folgendermaßen interpretieren:

Die deutliche Dominanz obliquipithonelloider Kalkzysten im gesamten Profil entspricht seiner zentralen Position am Rande der Hildesheimer Halbinsel. Trotz der marginalen Lage paust sich der maximale Transgressionschub durch die deutliche Zunahme der orthopithonelloiden Zysten im mittleren Abschnitt der *discofalcatus*-Zone durch. Er ist mit dem 3. Nannoconiden-Event (MUTTERLOSE 1989, 1991) korreliert, das mit dem Meeresspiegel-Hochstand des ausgehenden Hauterive (HAQ et al. 1987) übereinstimmt. Der Einfluß mediterraner Faunen- und Florenelemente, wie er übereinstimmend in diesem Profilabschnitt nachgewiesen ist (MICHAEL 1979, MUTTERLOSE 1989, 1991), läßt sich auch anhand der „exotischen“ Kalkdinoflagellaten bestätigen. Insbesondere sei das vereinzelt Vorkommen von *Alasphaera* genannt. Die ursprünglich aus dem Ober-Valangin von Marokko beschriebene Form (PFLAUMANN & KRASHENINNIKOV 1978) ist im borealen Raum bisher nur aus dem Unter-Hauterive bekannt gewesen, wo sie sehr instruktiv das Transgressions-Maximum dokumentiert (KEUPP 1981). Im gesamten Intervall des tieferen Ober-Hauterive fehlt *Alasphaera*. In ähnlicher Weise kann *Bicarinellum cristatum* als typischer Transgressionsanzeiger angesehen werden (s. o.). Der erneute Anstieg der Orthopithonelloiden im Blätterden des oberen Unter-Barrême (= *fissicostatum*-Zone) nach dem fast völligen Aussetzen derartiger Formen im unteren Unter-Barrême (= *varocinctum*-Zone) belegt den erneuten Meeresspiegelhochstand. Insbesondere durch *Heptasphaera michaeli*, die im höheren Blätterden ihr Individuum-Maximum innerhalb des borealen Ablagerungsraumes erreicht (KEUPP 1981), kann auch für diesen Abschnitt eine tethyale Beeinflussung wahrscheinlich gemacht werden. Der Meeresspiegel-Hochstand ermöglichte offensichtlich trotz der Schließung der Karpathen-Straße (MICHAEL 1979, MUTTERLOSE 1991) und dem dadurch bedingten zunehmenden arktischen Einfluß (s. u.) diesen Austausch noch vor der Öffnung des Proto-Armelkanals im Apt.

Das Auftreten der tethyalen Kalk-Dinoflagellaten nur in den hellen Sedimenten bestätigt erneut die Vorstellung, daß die Hell-Dunkel-Rhythmen temperatur- (und wahrscheinlich klimaa-) induziert sind. Dem entspricht auch, daß die borealen und kosmopolitisch auftretenden Kalk-Dinoflagellaten phänotypisch reagieren. So dominieren in den mutmaßlich kühleren Phasen grobkristalline Morphotypen, insbesondere durch das verstärkte Auftreten von Vertretern der *Ob. loeblichii*-Gruppe, während in den wärmeren Zeiten, in denen sich auch die tethyalen Elemente ausbreiten können, die feinkristallinen Morphotypen der *Obl. multistrata*-Gruppe überhand gewinnen.

Die Vertikal-Verteilung von *Bicarinellum calvum* im borealen Raum, die bei KEUPP (1981: Abb. 12) dargestellt ist, erhält durch die vorliegende Koppelung an die hellen Bänke eine nachträgliche Erläuterung: Ihr erstes Auftreten im Ober-Hauterive fällt mit dem Transgressionsmaximum innerhalb der *discofalcatus*-Zone zusammen. Das Persistieren über die Phasen des unmittelbaren Tethys-Einflusses hinaus im unteren und mittleren Barrême belegt aber, daß es sich nicht um einen typischen Gast aus der Tethys handelt. Vielmehr zeigt

Bicarinellum calvum durch den temporären Wandel der äußeren Gestalt von elongat zu kugelig und die unterschiedliche Mineralisation der inneren Kalkwand deutliche phänotypische Reaktionen auf die mutmaßlichen Veränderungen der Wassertemperatur. Ein Phänomen, das bei echten „Exoten“ nicht beobachtet werden kann, die sich durch ihre morphologische Konstanz auszeichnen. „Exoten“ treten somit nur auf, wenn die für sie gewohnten Milieubedingungen existieren. Für *Bicarinellum calvum* läßt sich daraus ableiten, daß die zugehörigen thekaten Stadien prinzipiell ortsständig (= boreal) sind. Sie reagieren aber auf die Warmwasser-Bedingungen durch episodische Ausbildung paratabulierter Zysten, die nach der morphologischen Taxonomie gattungsrelevante Merkmale zeigen, während zu kühleren Zeiten lediglich eine morphologische Minimal-Zyste ausgebildet wird (vgl. KEUPP 1984, KEUPP et al. 1991; Diskussion über vergleichbare Modifikationen bei *Præcalceignellum*/"*Echinodiella*" in KEUPP 1992 b). In der Tat kann vor allem im Profil Speeton gezeigt werden, daß das mutmaßlich atabulate Stadium, das als grobkristalline *Obliquipithonella patriciagrevelleyae* Typ B bezeichnet wird, vom Unter-Hauterive bis ins Barrême durchgehend vertreten ist (KEUPP 1981: Abb. 24 E).

In ähnlicher Weise kann das Vorkommen der pirumelliden *Obliquipithonella multistrata* f. *excentrica* gedeutet werden. Ihre Beschränkung im borealen Raum auf den stratigraphischen Abschnitt des Hauterive/Barrême-Grenzbereichs legt einen unmittelbaren Zusammenhang ihres Vorkommens mit dem Meeresspiegelhochstand und dem mediterranen Warmwasser-Einfluß nahe. Diese Vorstellung wird durch das Auftreten analoger Morphotypen der *Obliquipithonella patriciagrevelleyae*-Reihe im unteren Alb (= *Obliquipithonella sliteri* [BOLLI 1980]), in dem ebenfalls mediterrane Einflüsse nachweisbar sind (KEUPP 1982), gestützt. Das durchgehende Vorkommen vom Ober-Hauterive in das Unter-Barrême einer Zeit der unterbrochenen Verbindung zur Tethys, legt analog zur Diskussion bei *Bicarinellum calvum* nahe, daß *Obl. multistrata* f. *excentrica* eine prinzipiell im Ablagerungsraum heimische Form ist, die auf den Warmwasser-Einfluß phänotypisch reagiert. So läßt sich auch eine prinzipielle, jedoch nicht immer sehr signifikante Korrelation ihres Vorkommens mit den hellen Sediment-Lagen erkennen (Abb. 2: Spalte 8). Die gelegentlichen „Ausreißer“ (z. B. Proben 57/1, 64/1) sind zur Zeit noch nicht erklärbar.

Das kurzzeitige und unvermittelte Auftreten des recht formkonstanten *Carinellum conulum* legt eine episodische Einwanderung nahe. Aufgrund der zu dieser Zeit unterbrochenen Verbindungswege nach Süden muß sie jedoch - im Gegensatz zu den übrigen „Exoten“ - aus dem Norden bezogen werden. Die sehr grobkristalline Wandstruktur von *Carinellum conulum* unterstützt die Vorstellung einer arktischen Form. Als weiterer Hinweis für eine Abkühlung im Unter-Barrême kann die sich im Gesamtprofil trotz der Überlagerung durch die kleindimensionierte Milankovitch-Rhythmik abzeichnende Zunahme kälteliebender, grobkristalliner Morphotypen, insbesondere von Vertretern der *Obliquipithonella loeblichii*-Gruppe, verstanden werden. Durch die Schließung der Karpathen-Straße zur Zeit der Hauterive/Barrême-Grenze geriet das Oberflächenwasser offensichtlich unter zunehmend arktischen Einfluß.

SCHRIFTENVERZEICHNIS

- A KSELMAN, R. & KEUPP, H. (1990): Recent obliquipithonelloid calcareous cysts of *Scrippsiella patagonica* nov. sp. (Peridiniaceae, Dinophyceae) from plankton of the Golfo San Jorge/Patagonia, Argentina. - Marine Micropaleontology, 16 (3/4): 169-179; Amsterdam.
- ALIMIRZAEI, D. (1972): Horizontale Veränderung der Foraminiferen-Fauna in einer Mergeltonbank des Mittel-Barrême von Sarstedt bei Hannover. - Unveröffentlicht. Diplomarbeit, Universität Kiel.
- BANDEL, K. & KEUPP, H. (1985): Analoge Mineralisationen bei Mollusken und kalkigen Dinoflagellaten-Zysten. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1985 (2): 65-86; Stuttgart.
- BOLLI, H. M. (1974): Jurassic and Cretaceous Calcsphaerulidae from DSDP Leg 27, Eastern Indian Ocean. - Init. Repts. DSDP, 27: 843-907; Washington.
- BOLLI, H. M. (1980): Calcsphaerulidae and Calcionellidae from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of DSDP 50, Hole 416 A, Moroccan Basin. - Init. Repts. DSDP, 50: 525-542; Washington.
- COTILLON, P. (1980): Fluctuations des paramètres du milieu marine dans le domaine vocontien (France Sud-Est) au Crétacé inférieur: mise en évidence par l'étude des formations marno-calcaires alternantes. - Bull. Soc. géol. France, 22 (5): 735-744; Paris.
- COTILLON, P. (1984): Tentative world-wide correlation of Early Cretaceous strata by limestone-marl cyclicities in pelagic deposits. - Bull. geol. Soc. Denmark, 33: 91-102; Copenhagen.
- COTILLON, P. (1987): Bed-scale cyclicity of pelagic Cretaceous successions as a result of world-wide control. - Marine Geology, 78: 109-123; Amsterdam.
- COTILLON, P. & RIO, M. (1984): Cyclic sedimentation in the Cretaceous of Deep Sea Drilling Project Sites 535 and 540 b (Gulf of Mexico), 534 (Central Atlantic), and in the Vocontian Basin (France). - Init. Repts. DSDP, 77: 339-372; Washington.
- COVINGTON, M. & WISE, S. W. (1987): Calcareous nanofossil biostratigraphy of a Lower Cretaceous deep-sea fan complex: Deep Sea Drilling Project Leg 93 Site 603, lower continental rise off Cap Hatteras. - Init. Repts. DSDP, 92: 617-660; Washington.
- DEFLANDRE, G. (1947): *Calcionidellum* nov. gen., premier représentant d'une famille nouvelle de Dinoflagellés fossiles à thèque calcaire. - C. R. Acad. Sci., 224: 1781-1782; Paris.
- FISCHER, A. G. (1986): Climatic rhythms recorded in strata. - Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 14: 351-376; Palo Alto.
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J. & VAIL, P. R. (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. - Science, 235: 1156-1167; New York.
- KEMPER, E. (ed.) (1987): Das Klima der Kreide-Zeit. - Geol. Jb., A 96: 399 S.; Hannover.
- KEUPP, H. (1979 a): *Alasphaera caudata* n. g., n. sp., eine neue Calcionidelloide aus der Unterkreide (Hauterivium) Nordwestdeutschlands. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1979 (5): 284-290; Stuttgart.
- KEUPP, H. (1979 b): Lower Cretaceous Calcsphaerulidae and their relationship to calcareous dinoflagellate cysts. - Bull. Cent. Rech. Expl.-Prod. Elf-Aquitaine, 3 (2): 651-663; Pau.
- KEUPP, H. (1980): *Calcionellum* DEFLANDRE 1948 und *Echinodinnella* n. gen. (kalkige Dinoflagellaten-Zysten) aus der nordwestdeutschen Unterkreide. - Facies, 2: 123-148; Erlangen.
- KEUPP, H. (1981): Die kalkigen Dinoflagellaten-Zysten der borealen Unter-Kreide (Unter-Hauterivium - Unter-Albium). - Facies, 5: 1-190; Erlangen.
- KEUPP, H. (1982): Die kalkigen Dinoflagellaten-Zysten des späten Apt und frühen Alb in Nordwestdeutschland. - Geol. Jb., A 65: 307 bis 363; Hannover.
- KEUPP, H. (1984): Revision der kalkigen Dinoflagellaten-Zysten G. DEFLANDRE'S, 1948. - Paläont. Z., 58 (1/2): 9-31; Stuttgart.
- KEUPP, H. (1987): Die kalkigen Dinoflagellatenzysten des Mittelalb bis Unterenoman von Escalles/Boulonnais (N-Frankreich). - Facies, 16: 37-88; Erlangen.
- KEUPP, H. (1988): Kalkige Dinoflagellaten-Zysten aus dem Unter-Hauterive des zentralen Niedersächsischen Beckens. - Berliner geowiss. Abh., A 94: 211-213; Berlin.
- KEUPP, H. (1991): Fossil calcareous dinoflagellate cysts. - In: RIDING, R. (ed.): Calcareous Algae and Stromatolites: 267-286; Heidelberg-Berlin-New York (Springer).
- KEUPP, H. (1992 a): Calcareous dinoflagellate cysts from the Lower Cretaceous of Hole 761 C, Wombat Plateau, Eastern Indian Ocean. - Proceed. ODP, Sci. Res., 122: 497-509; College Station.
- KEUPP, H. (1992 b): Die Flora kalkiger Dinoflagellaten-Zysten im mittleren Apt (Gargas) der Kernbohrung Himstedt 3 bei Hoheneggelsen/Niedersachsen. - Berliner geowiss. Abh., Reihe E (Paläobiologie), 3: 121-169; Berlin.
- KEUPP, H. (1993 in Druck): Distribution of calcareous dinoflagellate cysts at the Barremian/Aptian boundary of core sections from Hoheneggelsen (Niedersachsen, Germany). - Cretaceous Res., London.
- KEUPP, H. & MICHAEL, E. (1979): Calcionidelloidea aus der Blätterton-Fazies des nordwestdeutschen Unter-Barremium. - Ber. Naturhist. Ges. Hannover, 122: 7-69; Hannover.
- KEUPP, H., MONNET, B. & KOHRING, R. (1991): Morphotaxa bei kalkigen Dinoflagellaten-Zysten und ihre problematische Systematisierung. - Berliner Geowiss. Abh., A 134: 161-185; Berlin.
- KEUPP, H. & MUTTERLOSE, J. (1984): Organismenverteilung in den D-Beds von Speeton (Unterkreide, England) unter besonderer Berücksichtigung der kalkigen Dinoflagellaten-Zysten. - Facies, 10: 153-178; Erlangen.
- KLUPEL, W. (1927): Beziehungen zwischen Tektonik, Sedimentation und Paläogeographie in der Weser-Erzformation des Ober-Oxford. - Z. dt. geol. Ges., 78: 17-192; Berlin.
- KOHRING, R. (1993): Kalkdinoflagellaten aus dem Mittel- und Obereozän von Jütland (Dänemark) und dem Pariser Becken (Frankreich) im Vergleich mit anderen Tertiär-Vorkommen. - Berliner geowiss. Abh., E, 6: 164 S.; Berlin.
- LENTIN, J. & WILLIAMS, G. L. (1985): Fossil dinoflagellates: index to genera and species, 1985 edition. - Can. Tech. Rep. of Hydrogr. and Ocean Sci., 60: 1-449; Canada.
- MANN, S. (1989): Crystallochemical strategies in biomineralization. - In: MANN, S., WEBB, J. & WILLIAMS, R. J. P. (eds.): Biomineralization, chemical and biochemical perspectives: 35-60; Weinheim (VCH Verlag).
- MICHAEL, E. (1979): Mediterrane Fauneneinflüsse in den borealen Unterkreide-Becken Europas, besonders Nordwestdeutschlands. - Aspekte der Kreide Europas, IUGS Ser. A, 6: 305-321; Stuttgart.
- MONNET, B. (1993): Wechselseitige Beziehungen organischer und kalzitischer Komponenten beim Wandungsauflauf orthopithonelloider und obliquipithonelloider Calcionidellaceae DEFLANDRE 1947. - Berliner geowiss. Abh., E, 7: 75 S.; Berlin.
- MUTTERLOSE, J. (1984): Die Unterkreide-Auflösche (Valangin-Alb) im Raum Hannover-Braunschweig. - Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover, 24: 5-61; Hannover.
- MUTTERLOSE, J. (1989): Faunal and floral distribution in late Hauterivian rhythmic bedded sequences and their implications. - In: WIEDMANN, J. (Ed.): Cretaceous of the Western Tethys. Proceed. 3rd Intern. Cretac. Symp., Tübingen 1987, 691-713; Stuttgart (Schweizerbart).
- MUTTERLOSE, J. (1991): Das Verteilungs- und Migrationsmuster des kalkigen Nannoplanktons in der Unterkreide (Valangin-Apt) NW-Deutschlands. - Palaeontographica, B 221: 27-152; Stuttgart.
- PELAUMANN, U. & KRASHENINNIKOV, V. A. (1978): Cretaceous calcsphaerulids from DSDP Leg 41, Eastern North Atlantic. - Init. Repts. DSDP, 41: 817-839; Washington.

ROTH, P. H. & BOWDLER, J. (1981): Middle Cretaceous calcareous nannoplankton biogeography and oceanography of the Atlantic Ocean. - SEPM Spec. Publ. 32: 517-546; Tulsa.

SCHNEIDER, F. K. (1963): Rhythmische Bankung in den Unterkreide Tongesteinen im Raum Hannover-Braunschweig. - Diss. Univ. Braunschweig; 84 S.; Braunschweig.

SCHNEIDER, F. K. (1964): Erscheinungsbild und Entstehung der rhythmischen Bankung der altkretazischen Tongesteine Nordwestfalens und der Braunschweiger Bucht. - Fortschr. Geol. Rheinkl. u. Westf., 7: 353-382; Krefeld.

VILLAIN, J. M. (1981): Les Calcisphaerulidae: Intérêt stratigraphique et paléocécologique. - Cretaceous Res., 2: 435-438; London.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zitteliana - Abhandlungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Histor. Geologie](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Keupp Helmut

Artikel/Article: [Kalkige Dinoflagellaten-Zysten in Hell-DunkelRhythmen des Ober-Hauterive/Unter-Barrême NW-Deutschlands 25-39](#)