

Die Blätterton-Fazies  
der nordwestdeutschen Unterkreide – Teil 1

*Calciodinelloidea*  
aus der Blätterton-Fazies des  
nordwestdeutschen Unter-Barremium

von

HELMUT KEUPP

mit einer Einführung von

ERHARD MICHAEL †

Mit 2 Abbildungen und 11 Tafeln

**Z u s a m m e n f a s s u n g :** Ein vorübergehender regressiver Abschluß des Niedersächsischen Kreidebeckens von der Tethys führt im Unter-Barremium vor allem im östlichen und nördlichen Beckenbereich zu stagnierenden Bodenwasserverhältnissen. Die entstehende Blätterton-Fazies, die sehr ähnlich dem liassischen Posidonienschiefer ist, wird deshalb überwiegend durch planktonische und nektonische Faunen- bzw. Florenelemente gekennzeichnet. Aus dem Hauptblätterton von Hannover und seinem südöstlichen Vorland wird eine artenreiche Flora kalkiger Dinoflagellaten-Zysten (*Calciodinelloidea*) beschrieben. Die z.T. neuen Spezies verteilen sich auf folgende Gattungen: *Thoracosphaera* KAMPTNER 1927, *Dimorphosphaera* n.g., *Pithonella* (LORENZ 1901), BOLLI 1974, *Bicarinellum* DEFLANDRE 1948, *Calcigoneillum* DEFLANDRE 1948, ? *Calcicarpinum* DEFLANDRE 1948 und *Heptasphaera* n.g. Die sehr geringe diagenetische Veränderung des vorliegenden Calcisphären-Materials und die weitgehende Erhaltung der säurefesten organischen Membranen läßt Aussagen über den engen systematischen Zusammenhang der Pithonellomorpha (inclusive der *Thoracosphaeroidea*) mit kalkigen Dinoflagellaten zu.

S u m m a r y : A restriction of the Lower Saxonian Cretaceous Basin from the Tethian Sea is caused by temporary regression within the Lower Barremian. Stagnation of the sea bottom is developed mainly in the eastern and northern parts of the basin. Therefore, the "Blätterton facies", which is very similar to the "Liassic Posidonienschiefer", is characterised by planctonic and nectonic organisms. A flora which contains a high diversity of calcareous dinoflagellate cysts is described from the "Hauptblätterton" of Hannover and its southeastern foreland. The species belong to the following genera: Thoracosphaera KAMPTNER 1927, Dimorphosphaera n.g., Pithonella (LORENZ 1901), BOLLI 1974, Bicarinellum DEFLANDRE 1948, Calcionellum DEFLANDRE 1948, ? Calcicarpinum DEFLANDRE 1948, and Heptasphaera n.g. It is possible to get hints of the connection between the Pithonellomorpha (inclusive Thoracosphaeroidea) and the calcareous dinoflagellates on the basis of very insignificant diagenetic fabrics and of well preserved organic membrans.

<u>Inhalt</u>	Seite
1. Einführung	8
2. Zur Methodik	14
3. Erhaltungszustand der Calcisphären	15
4. Bestimmungskriterien der Pithonellomorphen	15
5. Systematische Beschreibung	16
5.1 Gattung <u>Thoracosphaera</u> KAMPTNER 1927	16
5.2 Gattung <u>Dimorphosphaera</u> n.g.	21
5.3 Gattung <u>Pithonella</u> (LORENZ 1901), BOLLI 1974	23
5.4 Zur systematischen Stellung der Pithonellomorphen	36
5.5 Übrige Calciodinelloidea	37
6. Literaturverzeichnis	43
7. Anhang: Tafeln 1 - 11	48

## 1. Einführung

Die Blätterton-Fazies der nordwestdeutschen Unterkreide zeigt hinsichtlich ihrer Genese, paläogeographisch-palökologischen Verbreitung, sedimentpetrographischen Zusammensetzung und nicht zuletzt wegen ihrer paläontologischen Besonderheiten interessante Aspekte, auf die bereits von F. SCHNEIDER (1964) und MICHAEL (1964, 1967, 1968, 1974) hingewiesen wurde. Es sind deshalb mehrere Arbeiten geplant, in denen die verschiedenen Organismusgruppen dieser Fazies dargestellt werden sollen.

In einer soeben erschienenen Übersicht haben sich KEMPER & ZIMMERLE (1978) ausführlich mit den anoxischen Sedimenten der nordwestdeutschen Unterkreide hinsichtlich ihrer paläogeographisch-palökologischen Verbreitung und sedimentpetrographisch-geochemischen Zusammensetzung befaßt, so daß an dieser Stelle lediglich eine allgemeinere, zusammenfassende Beschreibung der Blätterton-Fazies mit einigen Ergänzungen zu den Ausführungen von KEMPER & ZIMMERLE als Einführung in die folgenden Spezialuntersuchungen gegeben werden soll.

Unter den Bezeichnungen "Blätterton" (HARBORT 1905), "Blätterschiefer", "Pappschiefer", "Töck" oder "Fischschiefer" werden seit über 70 Jahren in der nordwestdeutschen Unterkreide schwarze, dünnblättrige, teerpappenartige (BECK 1920) Schiefertone angeführt, die sich - besonders in verwittertem Zustand - deutlich von den benachbarten, kompakteren Tonstein-Serien abheben und unterscheiden.

Die Feinstschichtung (Warvendicke zwischen 0,5 - 2,5 mm) der Blätterton-Serien im marinen Milieu (Barremium-Aptium) stellt sich im bergfeuchten Zustand optisch als Hell-Dunkelschichtung dar, wobei die dünneren hellen Lagen aus Coccolithen (MÜLLER & BLASCHKE 1969; CEPEK in Vorbereitung), die dickeren dunklen Lagen aus feinsandig-schluffig-tonigem Material (örtlich > 57 % Tonanteil) sowie pflanzlicher Substanz (Großreste, Kutikulen, Mikro- und Megasporen, Dinoflagellaten) bestehen (MICHAEL 1964, 1974), deren Gewichtsanteil bis 10 % erreichen kann (KEMPER & ZIMMERLE 1978). Eingebettet in die dunklen Lagen sind örtlich neben wenigen sandschaligen Foraminiferen-Arten auch kleinwüchsige, kalkschalige benthische und planktische Foraminiferen-Arten, weiterhin einige dünnschalige Bivalven und Ostrakoden. Das Nekton ist mit Belemniten, Ammoniten und vor allem - örtlich und zeitlich angereichert - mit Fischresten vertreten. Der relativ hohe Kalkgehalt dieser Blätterton-Serien (bis 20 %; MICHAEL 1978) ist nach MÜLLER & BLASCHKE (1969) auf die vorwiegend calcitischen Coccolithen-Lagen (98 % Calcit, 1,3 %  $MgCO_3$ , 0,4 %  $SrCO_3$ ) zurückzuführen, die nach KEMPER & ZIMMERLE (1978) eine beginnende Schreibkreide-Fazies ("incipient chalk fazies") darstellen.

Mit ihrem überwiegenden Anteil von Plankton- und Nektonorganismen und dem fast verschwindend geringen Anteil benthischer Arten, wie auch im Vorhandensein der hellen Coccolithen-Lagen ähnelt die marine unterkretazische Blätterton-Fazies der liassischen Posidonienschiefer-Fazies.

Wie kommt es nun zur Entstehung einer derartigen Fazies?

Der geringe oder fehlende Benthos-Anteil in Verbindung mit einer bioturbationsfreien Feinstschichtung spricht für stagnierendes, außerhalb des Einflußbereiches von Oberflächenwellen und Bodenwasserströmungen befindliches, sauerstoffarmes oder gar -freies Bodenwasser. E.T. DEGENS und J.M. HUNT beobachteten 1969 eine derartige - mit Coccolithen-Lagen durchsetzte - rezente sapropelitische Fazies im Schwarzen Meer unterhalb 200 m Wassertiefe.

Nun ist aber die Wassertiefe nicht der entscheidende Faktor. Das heißt, daß diese Fazies unter anaeroben Bodenwasserverhältnissen auch im flacheren Wasser entstehen kann (KREBS 1969). Voraussetzung ist aber das Fehlen jeglicher Wasserbewegung im Bodenwasserbereich.

Auch die oben erwähnte charakteristische Anreicherung von marinen Algen-sporen, Dinoflagellaten und Fischresten läßt sich mit rezenten Beispielen belegen (MICHAEL 1974). Die Blätterton-Fazies ist mit ihrem Mineralbestand, ihrer Korngrößenverteilung und ihrem Organismenbestand durchaus nicht einheitlich, wie auch die sedimentpetrographischen Untersuchungen von KEMPER & ZIMMERLE (1978) erkennen lassen, sondern zeigt innerhalb des nordwestdeutschen Sedimentationsraumes, wie auch in den verschiedenen Unterkreide-Stufen eine etwas unterschiedliche Ausbildung (z.B. Anteil von Feinsand, Glimmer, Siderit, Pyrit) sowie geringere oder höhere Artenzahlen benthischer oder planktischer Foraminiferen. Doch hebt sich trotz dieser "internen" Verschiedenheiten die Blätterton-Fazies gegenüber der sonst vorherrschenden Ton- und Tonmergelstein-Fazies als charakteristische und einheitliche Bildung deutlich ab.

In welchen Stufen der nordwestdeutschen Unterkreide sind Blättertonstein-Bildungen zu beobachten?

Mit dem höchsten Anteil (> 29 Gew.-%) pflanzlicher Substanz sind Blättertonsteine der limnisch-brackischen Wealden-Fazies des Berriasium im gesamten Hauptbecken zwischen der Ostholländischen Triasplatte im Westen und der Hildesheimer Halbinsel im Osten (SCHOTT u. Mitarb. 1969), vor allem aber im Emsland entwickelt. Charakteristisch ist hier die Wechsellagerung mit Lumachellen und Fossilkalken, die limnisch-euryhaline Bivalven und Gastropoden enthalten (KEMPER & ZIMMERLE 1978). Die pflanzlichen Anteile der Blätterton-Fazies sind fast ausschließlich limnisch-terrestrischer

Herkunft; marine Algensporen und Dinoflagellaten sind hier nicht zu beobachten (DÖRHÖFER 1977).

Im Valanginium und Hauterivium fehlen - von einigen Ausnahmen abgesehen - Blättertonstein-Bildungen im Niedersächsischen Becken.

Im Barremium sind - wie im tieferen Berriasium - die Meeresverbindungen zur Tethys im SE als Folge stärkerer Regressionen wieder verschlossen. Im südünglischen Wealden-Becken ist ebenso wie im zentralpolnischen Becken eine limnisch-brackische bzw. limnisch-terrestrische Fazies entwickelt. Bezeichnenderweise entstehen jetzt im Niedersächsischen Becken die mächtigsten Blättertonstein-Serien der marinen borealen Unterkreide, und zwar am mächtigsten in der fissicostatum-Zone des höheren Unter-Barremium, in vereinzelt Lagen auch noch im Mittel- und Ober-Barremium wie auch im tiefen Unter-Aptium.

Die zweite Phase der Blättertonstein-Bildung in der nordwestdeutschen Unterkreide endet mit einer nochmals mächtigeren Folge in der deshayesi-Zone des mittleren Unter-Aptium. Diese Bildungen werden in der Literatur meist als "Pappschiefer", "Töck" oder "Fischschiefer" bezeichnet.

Wie das paläogeographische Kartenbild (Abb. 1) zeigt, sind die Blättertonstein-Folgen des Unter-Barremium bis Unter-Aptium vor allem im östlichen Niedersächsischen Becken, an seiner Nordküste, wie auch zwischen den Inseln der Pompeckjschen Schwelle nach N in das Nordsee-Becken verbreitet; sie fehlen dagegen im Westteil und Südküstenbereich des mittleren und westlichen Beckenabschnitts, obwohl gerade im Emsland die größten Barremium-Mächtigkeiten entwickelt sind und in der Brechte-Mulde auch die größten Wassertiefen des damaligen Unterkreide-Beckens vermutet werden müssen (KEMPER & ZIMMERLE 1978).

Weshalb ist es nach dem Unter-Aptium in NW-Deutschland zu keinen weiteren Blätterton-Bildungen gekommen?

Die Hauptursache liegt wohl in den grundlegenden paläogeographisch-palökologischen Veränderungen seit dem Unter-Aptium, die zur Öffnung der südünglisch-französischen, im Albiun auch der polnischen Meeresstraße zur Tethys führten (MICHAEL 1978). Hinzu kamen großräumige Transgressionen im höheren Albiun und im Cenomanium, die eine Erweiterung und Verschmelzung der bis dahin abgeschlossenen Einzelbecken zur Folge hatten.

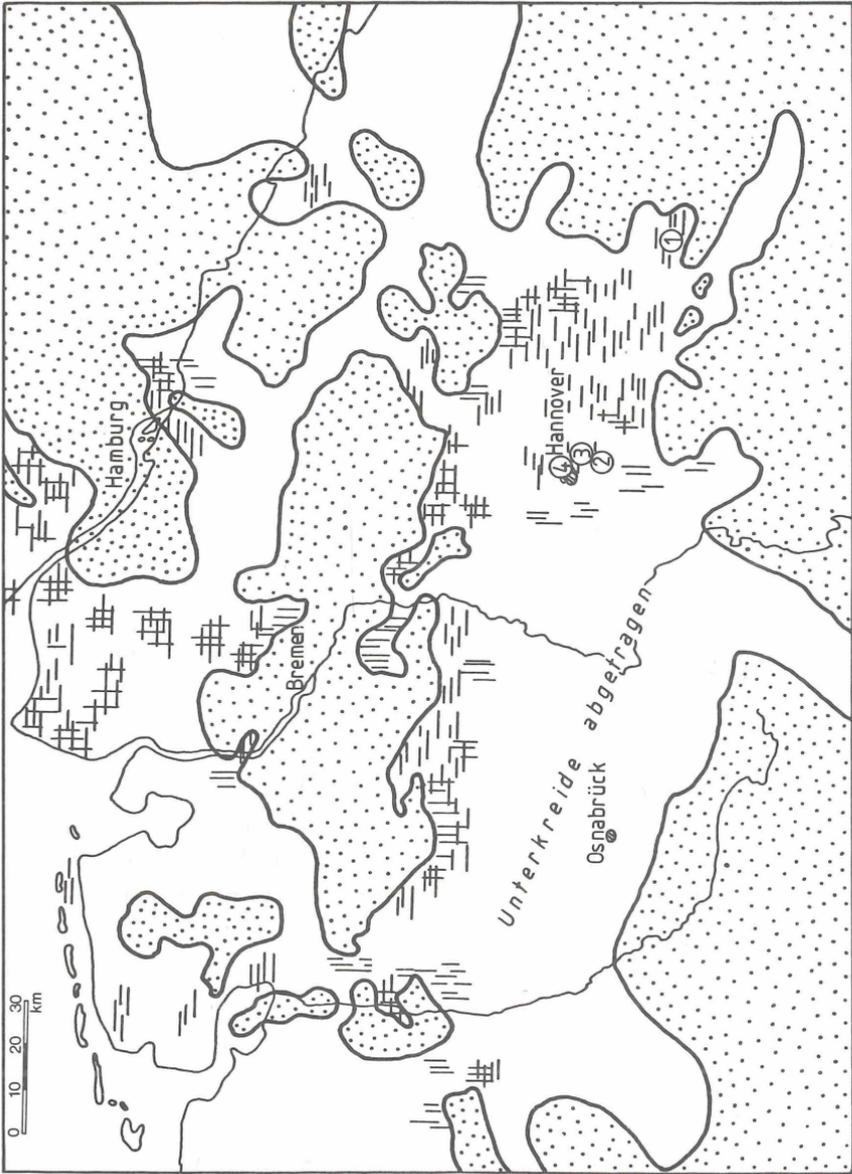


Abb. 1: Die paläogeographische Verbreitung der Blätterton-Fazies in der nordwestdeutschen Unterkreide. (punktirt: Land bzw. sedimentationsfreie Gebiete, **horizontal schraffiert**: Blätterton-Fazies im Unter-Barremium, **senkrecht schraffiert**: Blätterton-Fazies im Unter-Aptium.)

So konzentrieren sich die Bildungen der Blätterton-Fazies in NW-Deutschland auf zwei Zeitabschnitte, auf das Berriasium und das Unter-Barremium/Unter-Aptium.

In einer Folge von Veröffentlichungen soll über die einzelnen Organismengruppen dieser Blätterton-Fazies berichtet werden, in dieser ersten Arbeit von Herrn Dr. H. KEUPP (Erlangen) über die Calciodinelloidea aus der Blätterton-Fazies des nordwestdeutschen Unter-Barremium.

Die Proben für diese Untersuchungen entstammen den folgenden Aufschlüssen (vgl. Abb. 1):

1.) Ziegeleitongrube Roklum b. Mattierzoll:

TK 25, Hessen (3930), R 441389 / H 577040; Literatur: STOLLEY (1906; SCHNEIDER (1964); MICHAEL (1967, 1968).

Diese heute als Mülldeponie der Stadt Wolfenbüttel genutzte Tongrube stellte bis 1968 den mächtigsten Tagesaufschluß der unterbarremischen Blätterton-Fazies (17 m) in der gesamten borealen europäischen Unterkreide dar.

In einer Gesamtmächtigkeit von ca. 60 m waren damals die Schichten des obersten Ober-Hauterivium (discofalcatus-Zone) bis unteren Mittel-Barremium (elegans-Zone) erschlossen.

Die karbonatischen Organismenreste des Roklumer Blättertonsteins zeigen kaum diagenetische Veränderungen und weisen eine Mikrofauna und -flora in vorzüglicher Erhaltung auf; auch die Artenzahl der Foraminiferen ist höher als in den anderen untersuchten Lokalitäten.

2.) Tongrube der Ziegelei Moorberg (Ludwig Kedenburg OHG): Sarstedt südlich Hannover.

TK 25, Sarstedt (3725), R 35 59 880 / H 57 89 550; Kartierung und Aufnahme: J. MUTTERLOSE (1971, 1977); Literatur: MUTTERLOSE (1978).

Aufgeschlossen (bis 1977) sind ca. 5 m Lias, ca. 25 m Dogger und 115 m Unterkreide (Hauterivium bis Barremium).

Die Blätterton-Fazies des Unter-Barremium (fissicostatum-Zone) ist 5,80 m mächtig und enthält in der Megafauna neben Fischresten dünnchalige Bivalven (meist nur *Inoceramus*) und mehrere Arten der Belemniten-Gattung *Aulacoteuthis*. Die Mikrofauna und -flora ist besonders hinsichtlich der Foraminiferen arten- und individuenärmer als in Roklum.

3.) Tongrube der Sarstedter Dachsteinfabrik Otto Gott GmbH: Sarstedt südlich Hannover.

TK 25, Sarstedt (3725), R 35 60 340 / H 57 90 700; Literatur: LUTZE (1968), ALIMIRZAIE (1972).

Aufgeschlossen waren bis 1976 ca. 120 m Unterkreide (Ober-Hauterivium bis Unter-Albium, mit Schichtlücke zwischen Ober-Barremium und Ober-Aptium).

Die Blättertton-Fazies des Unter-Barremium (fissicostatum-Zone) ist 6 m mächtig (keine Unterschiede zu Aufschluß 2, auch hinsichtlich des Fauneninhalts).

#### 4.) U-Bahn-Baustelle Aegi/Hannover:

TK 25, Hannover (3624), R 35 50 72 / H 58 04 22;  
Kartierung und Aufnahme: J. MUTTERLOSE & K. WIEDENROTH (1977);  
Literatur: IMMEL & MUTTERLOSE (1979).

In diesem temporären Aufschluß einer hannoverschen U-Bahn-Baustrecke waren Schichten des Unter- und Mittel-Barremium in einer Gesamtmächtigkeit von ca. 28 m aufgeschlossen.

Die Blättertton-Fazies des Unter-Barremium (fissicostatum-Zone) erreicht hier eine Mächtigkeit von 5,70 m.

Die Mikrofauna (Ostrakoden, Foraminiferen) ist als die ärmste der vier untersuchten Lokalitäten einzustufen.

## 2. Zur Methodik

Das bearbeitete Calcisphärenmaterial, das neben Thoracosphaeren und Pithonellen auch deutlich gefelderte Calciodinelloiden enthält, stammt ausschließlich aus dem insgesamt ca. 6 m mächtigen Hauptblätterttonstein des Unter-Barremium (etwa Äquivalent der fissicostatum-Zone) im Raume Hannover. Profile und Proben wurden mir in dankenswerter Weise von den Herren Prof. Dr. E. MICHAEL und Dipl.-Geol. J. MUTTERLOSE zur Verfügung gestellt (vgl. Einführung).

Die Calcisphären wurden durch Schlämmen und Naßsieben (Maschenweite 64 bzw. 36  $\mu$ m) isoliert und einzeln ausgelesen. Ihre Bearbeitung erfolgte im wesentlichen mit Hilfe eines Raster-Elektronenmikroskops (Fabrikat CAMBRIDGE S 4-10: Leihgabe der Deutschen Forschungsgemeinschaft, abgek.: DFG). Insgesamt wurden 1 000 Calcisphären der Bearbeitung unterzogen, die weitgehend nach Erfassen der äußeren Gestalt und Oberflächenstruktur mechanisch aufgebrochen wurden, um den jeweiligen Wandaufbau erkennen zu können. Die Leitfähigkeit wurde durch eine Goldbeschichtung (Kathodenzerstäubung) erzielt. Im Rahmen der von der DFG geförderten Arbeit (Programm Fl 42/29: Submikroskopische Karbonatstrukturen) wurden insgesamt etwa 2 400 Fotos erstellt.

Das Belegmaterial wird im Institut für Paläontologie der Universität Erlangen aufbewahrt.

### 3. Erhaltungszustand der Calcisphären

Das Ausmaß diagenetischer Veränderungen an den karbonatischen Nannofossilien ist minimal. So lassen sich im allgemeinen weder Lösungserscheinungen an den einzelnen Kristalliten, noch nennenswerte neomorphe Bildungen, wie synaxiales Weiterwachsen oder epitaktisches Aufwachsen von Kalzitkristallen erkennen. Die intergranularen Hohlräume innerhalb der Calcisphären-Wandungen sind, wie auch die zentralen Hohlräume, meistens nicht zementiert oder durch sekundäre Sammelkristallisation stärker beeinträchtigt. Als Füllung der Hohlräume treten teilweise kleine Aggregate von framboidalem Pyrit ("Himbeerpyrit") auf. Nur in selteneren Fällen findet sich ein Steinkern aus wasserklarem  $\text{SiO}_2$ . Die exzellente Erhaltung der organischen Membranen belegt ebenfalls den geringen diagenetischen Einfluß. Entsprechend erklärt sich auch die unveränderte Erhaltung primärer Wandungskristallite selbst im Krongrößenbereich des Minimikrits (unter  $1 \mu\text{m}$ ).

### 4. Bestimmungskriterien der Pithonellomorphen

Die Unterscheidung zwischen Thoracosphaera und Pithonella i.S. BOLLI's erfolgte bisher auf Grund von drei Kriterien (vgl. BOLLI 1974; FÜTTERER 1976):

1. Unterschiedliches stratigraphisches Vorkommen: Jura/Kreide bzw. Maastricht bis Quartär.
2. Unterschiedliche Größendimension:  $7 - 25 \mu\text{m}$  gegenüber  $40 - 70 \mu\text{m}$ .
3. Unterschiedlicher Aufbau der Zysten-Wandung: stets einschichtig gegenüber ein- bis dreilagig bei Pithonella.

Alle drei Unterscheidungsmerkmale lassen sich nach heutigem Kenntnisstand bestenfalls nur noch in quantitativer, nicht aber in qualitativer Hinsicht aufrechterhalten. So belegt auch das vorliegende Material sowohl das stratigraphische Nebeneinander, als auch die gleitenden Größenverhältnisse (vgl. auch KEUPP 1978). Der hier erbrachte Nachweis doppelwandiger Thoracosphaeren hebt, zumindest für die Art Thoracosphaera cf. tuberosa KAMPTNER (1963), die letzte scharfe Grenze auf. Auf Grund der sehr engen Beziehungen zwischen Thoracosphaera und Pithonella (vgl. FÜTTERER 1976) seien hier auch die Thoracosphaeren in die Gruppe der Pithonellomorpha gestellt.

Innerhalb der Pithonellomorphen allgemein gültige taxonomische Kriterien zu finden, nach denen eine einheitliche Typisierung im Sinne parataxonomischer Arten möglich ist, erscheint recht problematisch. Das vorliegende Material zeigt, daß das Auftreten ein- bzw. zweischichtiger Wände nicht artspezifisch ist. So finden sich bei fast allen doppelwandigen Arten Pendants mit nur einer Wandschicht, deren übereinstimmende statistische Daten eine Trennung unmöglich erscheinen läßt (vgl. Abb. 2). Das Ausmaß der Kalzifikation innerer Wandschichten unterliegt starken individuellen Schwankungen. Das Einsetzen von Kristallitform, -größe und -anordnung der inneren Wandschichten als taxonomisches Kriterium muß daher für jede Formgruppe überprüft werden. Dagegen scheint in den meisten Fällen eine auffällige Konstanz der die äußere Wand aufbauenden Kristallite in Form, Größe und Anordnung vorzuliegen. Ebenso halte ich die äußere Gestalt der meisten Gruppen für einigermaßen artspezifisch, wobei geringe Schwankungen, etwa von kugelig bis ellipsoid u.ä., durchaus zulässig sind. Von nur untergeordneter Brauchbarkeit erweisen sich innerhalb der Pithonellomorpha die Absolutgröße der Calcisphären und die Größe, Form und Begrenzung der Archaeopyle bzw. Archaeopylstruktur.

## 5. Systematische Beschreibung

Klasse *Dinophyceae*

Ordnung *Peridinales*

Familie *Calciodinelloidea* DEFLANDRE 1947

### 5.1 Gattung Thoracosphaera KAMPTNER 1927

Kalkige Dinoflagellaten-Zysten mit mehr oder weniger kugeligem Panzer von 8 - 45  $\mu\text{m}$  Durchmesser. Apikales Archaeopyl rund, seltener gezackt. Panzer ohne Täfelung oder Rippen, überwiegend aus einer Lage  $\pm$  radial orientierter Kalzitkristallite. Oberfläche durch netzartig angeordnete oder dicht stehende Kalzitkristallite gekennzeichnet.

Thoracosphaera deflandrei KAMPTNER 1956

(Taf.1, Fig.1-2)

Form: kugelig.

Größe: 17 - 20  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: im vorliegenden Material nicht beobachtet.

Wand: einschichtig (2 - 3  $\mu\text{m}$  dick) aus eng stehenden, streng radial angeordneten Kristalliten.

Oberfläche: Kopfsteinpflaster-ähnliche, dichte Anordnung gerundeter, etwas unregelmäßig begrenzter Kristallite in annähernd einheitlicher Größe (0,5 - 1  $\mu\text{m}$ ).

Bisher bekannte stratigraphische Reichweite: Neokom - Eozän.

Thoracosphaera cf. ? deflandrei KAMPTNER 1956

(Taf.1, Fig.3-5)

Form: kugelig.

Größe: 21 - 31  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: im vorliegenden Material nicht beobachtet.

Wand: einschichtig aus streng radial orientierten Kristalliten. Die Wanddicke von 2 - 4  $\mu\text{m}$  entspricht der Kristallitlänge.

Oberfläche: Meist aus sehr kleinen (unter 1  $\mu\text{m}$ ) Kristalliten mit unregelmäßig gerundeten bis subangularen Flächen. Der weitgehend fehlende laterale Kontakt der distalen Kristallitenden und ungleichmäßig dichte Anordnung lassen eine unruhige, stachelige Oberfläche entstehen.

Anmerkung: Die unregelmäßige Oberflächengestaltung weicht deutlich von Thoracosphaera deflandrei ab. Von Pithonella quilti BOLLI 1974 sind die Sphären durch die streng radiale Kristallit-Anordnung unterschieden.

Thoracosphaera spinosa n. sp.

(Taf.1, Fig.6-7)

Form: kugelig bis schwach elongat.

Größe: 35 - 44  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: rund, ca. 55 % des Durchmessers.

Wand: einschichtig, 1,5 - 2  $\mu\text{m}$  dick, im Bereich stachelartig verlängerter Kristallite bis 8  $\mu\text{m}$  dick.

Oberfläche: aus unregelmäßig angeordneten, 2 - 3  $\mu\text{m}$  großen subhedralen Rhomboedern. In unregelmäßigen Abständen dornartig verlängerte, 3 - 4  $\mu\text{m}$  vorragende Kalzitkristalle bzw. Kristallaggregate (z.T. Längsstreifung!) mit abgeplatteten Enden. Im Archaeopylbereich überwiegen die streng radial orientierten, unterschiedlich langen Dornen.

Innenfläche: durch seitliche, dichte Verwachsung der 2 - 3  $\mu\text{m}$  großen Rhomboeder weitgehend glatte Innenfläche.

Holotyp: Sphäre 565 (REM-Fotos 2-2623/24; 2-6366/67); Probe Moorberg - 50/9, Abbildung: Taf. 1, Fig. 6.

Maße des HT: Durchmesser 35  $\mu\text{m}$ , Wanddicke 1,5 - 2  $\mu\text{m}$  (dornenfreier Bereich), Dornen 3 - 4  $\mu\text{m}$  vorragend.

Stratum typicum und locus typicus: ca. 1 m über Basis des Hauptblätters (Unter-Barremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name: spinosus (lat.): dornenreich.

Thoracosphaera strobila n. sp.

(Taf.2, Fig.1-3)

Form: kugelig.

Größe: 23 - 26  $\mu$ m.

Archaeopyle: nicht beobachtet.

Wand: einschichtig, aus radial angeordneten Kristalliten.

Oberfläche: durch plattige bis schuppenartige, z.T. flach keilförmige Kalzitkristallite mit 2 - 7  $\mu$ m Kantenlänge aufgebaut. Die teilweise vom Pol zum Äquator an Größe zunehmenden Kristallite lassen einen deutlichen Trend zu einer konzentrischen Anordnung um den Apikalbereich erkennen.

Holotyp: Sphäre 344 (REM-Fotos 2-5802 bis 2-5804); Probe Moorberg-50/1  
Abbildung: Taf. 2, Fig. 1 - 2.

Maße des HT: Durchmesser 26  $\mu$ m.

Stratum typicum und locus typicus: ca. 5 m über Basis des Hauptblätters (Unter-Barremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name: ὁ στρόβιλος (gr.): der Zapfen, Kreisel; wegen der an einen Kiefernzapfen erinnernden Gestalt.

Thoracosphaera cf. tesserula FÜTTERER 1977

(Taf.2, Fig.4-7)

Form: meist kugelig, untergeordnet auch ellipsoid bis nierenförmig.

Größe: 28 - 34  $\mu$ m.

Archaeopyle: rund, etwa 30 - 35 % des Durchmessers (= 9 - 12  $\mu$ m), z.T. mit Operculum.

Wand: einschichtig (3 - 4  $\mu$ m dick), aus tafeligen Kalzitkristallen aufgebaut, die mit ihrer schmalen Prismenseite senkrecht oder meistens schräg auf der organischen Membran aufwachsen. Die winkelige Anordnung der Kristallite untereinander bewirkt im Querbruch eine schräge Überschneidung der einzelnen Täfelchen.

Oberfläche: die schmalen Prismenkanten erscheinen als Leisten, die infolge ihrer winkligen Anordnung eine unregelmäßige Gitterung entstehen lassen. Länge der Leisten 1 - 3  $\mu$ m.

Bisher bekannte stratigraphische Reichweite: Paleozän - Oligozän.

Anmerkung: In Abweichung zu Thoracosphaera tesserula FÜTTERER sind hier die tafeligen Wandungskristallite schräg auf der organischen Membran aufgewachsen und überschneiden sich daher im Querbruch. Inwieweit eine taxonomische Gleichsetzung beider Formen gerechtfertigt ist, muß erst die Analyse weiteren Materials erbringen.

Thoracosphaera thoracata n. sp.

(Taf. 2, Fig. 8-11)

Form: kugelig.

Größe: 19 - 25  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: beim vorliegenden Material (4 Exemplare) nicht beobachtet.

Wand: einschichtig, um 1,5  $\mu\text{m}$  dick, aus einer Lage länglicher Kalzit-rhomboeder, deren Längsachse schräg zur Membranoberfläche orientiert ist.

Oberfläche: aus abgeplatteten, unregelmäßig angeordneten, dicht stehenden Kristalliten mit mehr oder weniger deutlichem rautenförmigen Grundriß (Größe der Kristallite 0,4 - 1,8  $\mu\text{m}$ ). Teilweise können die Kristallite lateral miteinander verwachsen, wobei zwischen den Aggregaten "Poren" frei bleiben.

Holotyp: Sphäre 319 (REM-Fotos 2-5719/20; 2-5846); Probe Moorberg-50/7  
Abbildung: Taf. 2, Fig. 8, 11.

Maße des HT: Durchmesser 20  $\mu\text{m}$ , Wanddicke 1,5  $\mu\text{m}$ .

Stratum typicum und locus typicus: ca. 2 m über Basis des Hauptblättertons (Unter-Bärremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name:  $\sigma$   $\theta$   $\rho$   $\alpha$   $\xi$  (gr.): der Brustpanzer.

Anmerkung: Die äußere Wand von Pithonella robinsoni BOLLI und Pithonella hannoverana n. sp. ist ähnlich gebaut. Die vorliegende Art unterscheidet sich aber durch die deutlich geringere Größe, die Ausbildung nur einer einfachen Wand und die insgesamt einheitlichere Kristallitgestalt. Von Thoracosphaera deflandrei KAMPTNER ist sie durch die Schrägorientierung der Kristallite und die Tendenz der euhedralen, eben begrenzten Kristallite zum lateralen Verwachsen unterschieden.

Thoracosphaera cf. tuberosa KAMPTNER 1963

(Taf. 1, Fig. 8-12)

Form: kugelig bis breitelliptisch.

Größe: 15 - 38  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: nur teilweise vorhanden, rund, ca. 30 % des Sphärendurchmessers, vereinzelt mit Operculum.

Wand: a) aus einer Lage weitgehend radial orientierter Kalzitkristallite; Dicke 0,5 - 2  $\mu\text{m}$  (= 4 - 7 % des Gesamtdurchmessers)

- b) zweischichtig, wobei die äußere Lage mindestens 3/4 der gesamten Wanddicke (1 - 2,5  $\mu\text{m}$ ) ausmacht. Außenschicht analog einfachwandigen Formen. Kristallite der Innenschicht infolge der sehr geringen Wandstärke unter 0,5  $\mu\text{m}$  groß, ebenfalls radial orientiert. Beide Wandschichten sind auf der Innenseite durch je eine säureresistente organische Membran begrenzt.

Im untersuchten Material (19 Exemplare) ist das Verhältnis von einfach- zu doppelwandigen Exemplaren etwa 1 : 1.

Oberfläche: die 0,5 bis 2,5  $\mu\text{m}$  großen, unregelmäßig angeordneten, dicht stehenden Kristallite bilden oberflächlich scharfkantige, dreiseitige Pyramiden.

Innenfläche: im Gegensatz zu Thoracosphaera tuberosa bei FÜTTERER (1976, 1977) sind die einzelnen Kristallite nicht seitlich miteinander verwachsen, so daß die durch die organische Membran scharf begrenzte Innenfläche ähnlich der Oberflächengestaltung ist. Bei den doppelwandigen Exemplaren erscheint die Innenfläche nach Abdecken der organischen Membran infolge der Minimikrit-Kristallite sehr feinkörnig. Die z.T. unterschiedliche Kristallit-Dichte bedingt ein unregelmäßiges "Fleckenmuster".

Bisher bekannte stratigraphische Reichweite: Pliozän bis rezent.

Anmerkung: Größe und vor allem die Oberflächengestaltung entspricht Thoracosphaera tuberosa. Abweichend sind die Begrenzung der Archaeopyle (rund gegenüber wellig bis gezackt), das teilweise Auftreten einer inneren Kalkwand und die Ausbildung der Wandungs-Innenfläche. Diese Kriterien scheinen mir aber vorläufig nicht ausreichend für eine artliche Abtrennung der vorliegenden Calcisphären.

Thoracosphaera sp.

(Taf. 2, Fig. 12)

Form: kugelig.

Größe: 17  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: nicht beobachtet.

Wand: einschichtig, 2  $\mu\text{m}$  dick; Kristallite überwiegend radial angeordnet.

Oberfläche: unregelmäßige Verteilung kleiner (1 - 1,5  $\mu\text{m}$ ) und größerer (3 - 4  $\mu\text{m}$ ), subhedraler bis gerundeter Kalzitkristallite, deren distale Enden frei sind, während sie basal weitgehend seitlich verwachsen sind.

Anmerkung: Bei dem abgebildeten Exemplar (Sphäre 370; Probe Moorberg-50/1) handelt es sich bislang um ein Einzelstück, das in seinem Habitus Beziehungen zu Thoracosphaera deflandrei bzw. cf. deflandrei zeigt. Es unterscheidet sich jedoch durch die Differenzierung in zwei Kristallitgrößen. Der geringe Durchmesser und die einfache, radial strukturierte Wand sprechen gegen eine Einordnung bei Pithonella rockeri BOLLI 1974, die eine ähnliche Oberflächenstruktur zeigt.

5.2 Gattung Dimorphosphaera n. g.

Diagnose: Kleine kalkige Dinoflagellaten-Zysten mit einer strukturellen Differenzierung des Äquatorialbereichs gegenüber Apex und Antapex. Der Panzer ist aus einer Lage radial angeordneter Kalzit-Kristallite aufgebaut.

Anmerkung: Wandaufbau und Dimension zeigen Analogien zu Thoracosphaera. Die strukturelle Differenzierung der Zyste läßt sich aber nicht mit der bei FÜTTERER (1976) gegebenen Gattungsdiagnose auf Grund elektronenoptischer Merkmale vereinbaren. Die strukturelle Heraushebung der Äquatorialzone zeigt eventuell Analogien zu Bicarinellum DEFLANDRE 1948 bzw. Biechelerella DEFLANDRE 1948 auf.

Generotyp: Dimorphosphaera sequatoriana n. sp.

Name: δύο (gr.): zwei; ἡ μορφή (gr.): die Gestalt; zur Kennzeichnung der beiden Strukturtypen.

Dimorphosphaera aequatoriana n. sp.

(Taf. 3, Fig. 1-3)

Form: linsenförmig.

Größe: Breite 35 - 40  $\mu\text{m}$ ; Breiten-Höhen-Verhältnis (Holotyp) 1,5; Höhe des Äquatorialbereichs: 7,5 - 8,5  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: nicht beobachtet.

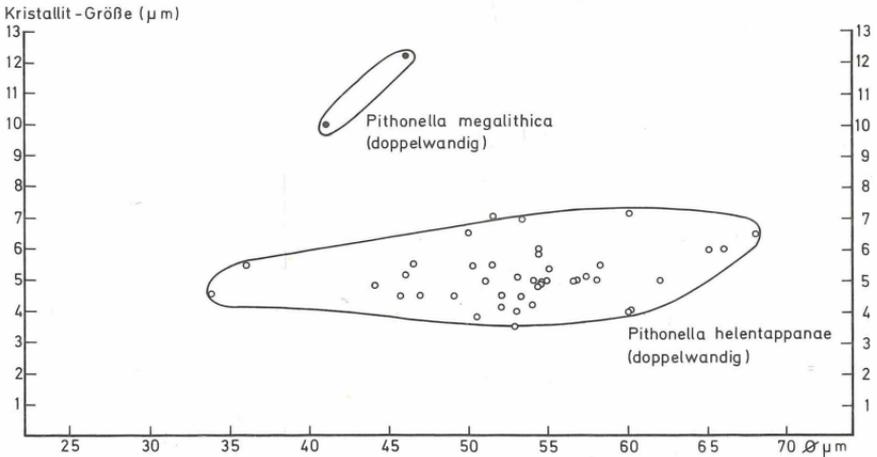
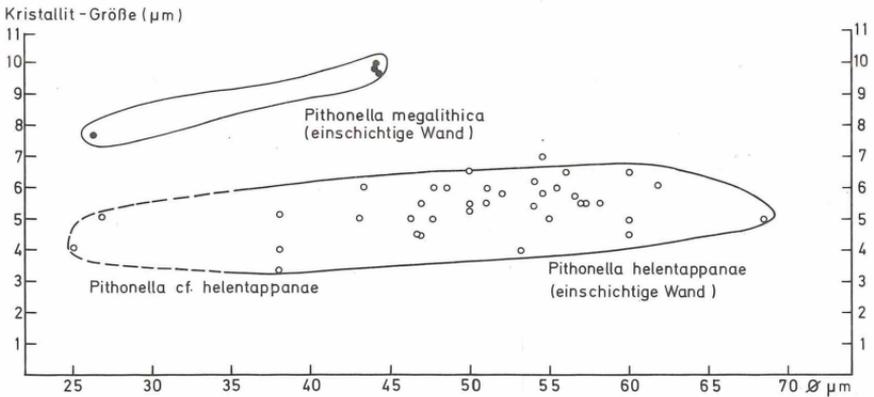
Wand: Im Bereich der Apikal- bzw. Antapikalkappen 3 - 4  $\mu\text{m}$  dick; aus einer Lage eng stehender, streng radial orientierter Kalzitkristallite. Im Bereich des Äquators bis 7  $\mu\text{m}$  dick; Auflösung der dicht geschlossenen Wandung zugunsten eines lockeren Verbandes nicht mehr streng radial angeordneter nadeliger Kalzitkristalle.

Oberfläche: Auf den Polkappen dichtstehende, distal abgeplattete, euhedrale Kristallite mit rautenförmigem Grundriß (0,5 - 1  $\mu\text{m}$ ). Vereinzelt können 0,5  $\mu\text{m}$  große Poren auftreten.

Im Äquatorialbereich lang-nadelige Kristallite ohne lateralen Kontakt. Die strukturelle Differenzierung des Äquatorialbereichs läßt sich durch ein primäres Fehlen der das Längenwachstum der Wandungskristallite limitierenden ektodermalen Membran erklären. Die äquatorialen Kristallite konnten deshalb "wuchern".

Holotyp: Sphäre 699 (REM-Fotos 2-6620 bis 2-6624); Probe Moorberg-50/6  
Abbildung: Taf. 3, Fig. 1-2.

Maße des HT: Breite 35  $\mu\text{m}$ ; Höhe: 24  $\mu\text{m}$ ; Höhe des Äquatorialbereichs 7,5  $\mu\text{m}$ .



**Abb. 2:** Das Verhältnis von Sphärendurchmesser und durchschnittlicher Größe der euhedralen, rhomboedrischen Oberflächenkristallite bei Pithonella helentappanae BOLLI bzw. Pithonella megalithica n. sp. zeigt eine weitgehende Konstanz der Kristallitgröße unabhängig von der Sphärengröße. Die Übereinstimmung der statistischen Werte ein- und doppelwandiger Formen sowohl bei P. helentappanae, als auch bei P. megalithica stützen die Vermutung, daß Einfach- bzw. Doppelwandigkeit bei diesen Arten kein artspezifisches Merkmal darstellt.

Stratum typicum und locus typicus: ca. 2,5 m über Basis des Hauptblätters (Unter-Barremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name: aequator (spätlat.): der Äquator.

### 5.3 Gattung Pithonella (LORENZ 1901) BOLLI 1974

Von Ausnahmen abgesehen, zwischen 30 und 80  $\mu\text{m}$  große Zysten kalkiger Dinoflagellaten. Der Panzer ist ein- bis zwei- (? drei-) schichtig. Jede einzelne Wandschicht entsteht durch einen distal gerichteten Aufwuchs mehr oder weniger idiomorpher Kalzitkristallite auf je einer säureresistenten organischen Membran. Gestalt, Größe und Anordnung der Wandungskristallite sind artspezifisch sehr variabel. Eine apikale, i.a. runde Archaeopyle bzw. Archaeopylstruktur ist innerhalb gleicher Taxa teils vorhanden, teils fehlend. Die äußere Gestalt variiert stark, wobei kugelige bis ovoide Formen überwiegen.

Pithonella helentappanae BOLLI 1974

(Abb. 2; Taf.3, Fig.4-10)

Synonyme:

- \* 1974: Pithonella helentappanae BOLLI, n. sp. - BOLLI, S. 853; Taf.2, Fig.1-4; Taf.10, Fig.1-8; Taf.21, Fig.4.
- 1974: Pithonella loeblichii BOLLI, n. sp. - BOLLI, S. 853; Taf.3, Fig.1-4; Taf.11, Fig.9-12; Taf.12, Fig.1-3; Taf.22, Fig.1.
- 1976: Pithonella bollii RÖGL n. sp. - RÖGL, S. 701; Taf.1, Fig.1-4; Taf.2, Fig.1-4.

Form: kugelig.

Größe: 35 - 70  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: nur teilweise anzutreffen, rund, 18 - 25  $\mu\text{m}$  Durchmesser. Bei doppelwandigen Exemplaren Archaeopyle durch apikales Auskeilen der Innenwand vorgezeichnet.

Wand: ein- und doppelschichtig.

- a) Bei einfachwandigen Formen (Typ "Pithonella loeblichii BOLLI") 3 - 4  $\mu\text{m}$  dick, aus einer Lage euhedrales Kalzitrhomboeder. Teilweise ist eine initiale Mineralisierung der organischen Membran in Form eines dünnen "Teppichs" von idiomorphen Mikrit-Rhomboidern (um 1  $\mu\text{m}$ ) erkennbar, auf der die größeren Wandungskristallite aufwachsen.

- b) Bei doppelwandigen Exemplaren ist die äußere Lage analog den einfach-wandigen aufgebaut und einheitlich 3 - 4  $\mu\text{m}$  dick. Die innere Wandung entspricht strukturell im wesentlichen der Außenwand, keilt jedoch im Bereich der apikalen Archaeopyle aus. Im Antapikalbereich erreicht sie ihre maximale Dicke (bis zu 9  $\mu\text{m}$ ). Die Innenwand ist häufig durch eine primär geringere Kalzifikation gekennzeichnet. So stehen die Kristallite teilweise mehr oder weniger isoliert auf der organischen Membran. Die Kristallit-Enden erreichen häufig nicht die Innenfläche der äußeren organischen Membran. Es resultieren erhebliche intergranulare Hohlräume, die entweder frei bleiben, oder im Zuge einer sehr frühen Diagenese mit framboidalem Pyrit bzw. seltener mit sekundärem, sehr grobspätigem Kalzit gefüllt werden. Der sehr gleichkörnige initiale Kristallitrasen aus 1 bis 1,5  $\mu\text{m}$  großen, idiomorphen Rhomboedern an der Basis der Innenwand ist keine eigenständige dritte Wandschicht (vgl. BOLLI 1974), da die 3,5 - 7  $\mu\text{m}$  großen Kristallite des distalen Wandbereichs ohne organische Zwischenmembran aufwachsen.

Oberfläche: Dicht stehende, sich überschneidende, euhedrale Kalzitrhomboeder, deren Größe unabhängig vom Durchmesser der Sphäre (Abb. 2) zwischen 3,5 und 7  $\mu\text{m}$  liegt.

Bisher bekannte stratigraphische Reichweite: ? Barrême/Alb bis Dan.

Anmerkung: Die völlige Kongruenz in Größe und Wandbau-Modus zwischen ein- und doppelwandigen Individuen, das Vorkommen von "Übergangsformen" mit nur sehr gering mineralisierter Innenwand und das stets gemeinsame Auftreten (etwa im Verhältnis 1 : 1) legen eine Vereinigung der beiden von BOLLI 1974 aufgestellten Arten nahe. Da Pithonella helentappanae in der Reihenfolge zuerst beschrieben wurde, ist Pithonella loeblichii einzuziehen. Ebenso ist Pithonella bollii RÖGL 1976 einzuziehen, da deren Diagnose deckungsgleich mit der von Pithonella helentappanae BOLLI ist. Der stratigraphische Unterschied Unterkreide zu Dan allein berechtigt wohl nicht zur Aufstellung einer eigenen Art.

Pithonella cf. helentappanae BOLLI 1974

(Abb.2; Taf.3, Fig.11-12)

Form: kugelig

Größe: 25 - 27  $\mu\text{m}$

Archaeopyle: nicht beobachtet

Wand: einschichtig, 2 - 3,5  $\mu\text{m}$  dick, aus 3 - 6  $\mu\text{m}$  großen euhedralen Kalzitrhomboedern aufgebaut.

Oberfläche: analog Pithonella helentappanae; z.T. bleiben infolge einer geringeren basalen Verwachsung der einzelnen Kristallite intergranulare Porenräume frei.

Anmerkung: Die Exemplare unterscheiden sich vor allem durch ihre sehr geringe Größe von Pithonella helentappanae, wobei Übergangsgrößen zu fehlen scheinen (vgl. Abb. 2).

Pithonella megalithica n. sp.

(Abb.2; Taf.4, Fig.1-2, 4)

Form: kugelig.

Größe: 26 - 46  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: bisher nicht beobachtet; bei doppelwandigen Exemplaren Archaeopyle durch apikales Auskeilen der Innenwand vorgezeichnet.

Wand: Ein- und doppelschichtig, analog Pithonella helentappanae. Bei einfachwandigen Individuen je nach Stellung der Wandungskristallite 3 bis 6  $\mu\text{m}$  dick. Im allgemeinen sind die bis 13  $\mu\text{m}$  groß werdenden, idiomorphen Kalzitrhomboeder mit ihrer Längsachse tangential zur Sphärenoberfläche orientiert. Bei doppelwandigen Formen Innen- und Außenwand strukturell gleich. Innenwand jedoch im Archaeopylbereich auskeilend, in der Antapikalhälfte maximal dick. Die Gesamtdicke der Doppelwand schwankt zwischen 4,5 und 6  $\mu\text{m}$ .

Oberfläche: Aus dicht stehenden, sich gegenseitig durchwachsenden, idiomorphen Kalzitrhomboedern von 8 - 13  $\mu\text{m}$  Kantenlänge.

Innenfläche: Nach Entfernen der strukturlosen organischen Membran infolge lateralen Zusammenwachsens der Wandungskristallite an der Basis glatt. Gelegentlich tritt als initiale Kalzifikation der organischen Membran eine schmale Lage ca. 1  $\mu\text{m}$  großer euhedrales Rhomboeder auf, die von den großen Wandungskristalliten überwachsen werden. In diesen Fällen erscheint die Innenfläche feingranular.

Holotyp: Sphäre 815 (REM-Fotos 2-6873; 2-6904); Probe Moorberg-50/2  
Abbildung: Taf.4, Fig. 1.

Maße des HT: Durchmesser 44  $\mu\text{m}$ ; einschichtige Wand 3  $\mu\text{m}$  dick;  
Größe der Wandungskristallite 8,5 - 11  $\mu\text{m}$ .

Stratum typicum und locus typicus: ca. 5 m über Basis des Hauptblätters. (Unter-Barremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name: μεγα, (gr.): groß; ὁ λίθος (gr.): der Stein; auf Grund der großen Wandungskristallite.

Anmerkung: Die Form schließt sich eng an Pithonella helentappanae BOLLI 1974 an. Die Abbildung 2 zeigt, daß die Absolutgröße der wandaufbauenden Kristallite innerhalb derselben Art unabhängig von der jeweiligen Individualgröße der Sphäre annähernd konstant zu sein scheint. Pithonella megalithica ist daher bei durchschnittlich geringerem Durchmesser durch die nahezu doppelt so großen Oberflächenkristalle deutlich von Pithonella helentappanae abgesetzt.

Pithonella cf. ? megalithica n. sp.

(Taf.4, Fig.3)

Einzelindividuum von nur 17  $\mu$ m Durchmesser. Die einschichtige Wand wird aus seitlich eng miteinander verwachsenen, subidiomorphen Kristalliten (6 - 7  $\mu$ m Kantenlänge) aufgebaut.

Anmerkung: Von Pithonella megalithica weicht das Exemplar (Sphäre 331) neben der geringen Größe durch die oberflächliche Abplattung und enge laterale Verzahnung der Kristallite ab. Undeutlich ausgebildete Kristallkanten lassen z.T. die Rhomboederform ahnen.

Pithonella robinsoni BOLLI 1974

(Taf.4, Fig.6-8)

Form: kugelig.

Größe: 58 - 76  $\mu$ m.

Archaeopyle: nicht beobachtet; Archaeopyle durch Auskeilen der inneren Wand vorgezeichnet.

Wand: im allgemeinen doppelwandig (einfachwandige Individuen von Pithonella robinsoni und Pithonella hannoverana n.sp. sind nicht unterscheidbar); Innenwand apikal verjüngend oder auskeilend, im Antapikalbereich oft verdickt (im Extremfall bis 20  $\mu$ m). Durchschnittliche Dicke der Innenwand 5 - 8  $\mu$ m. Die Mineralisierung der endodermalen Membran beginnt mit stengeligen bis tafeligen Kristalliten. Bedingt durch die Rhomboederwinkel wachsen die Kristalle schräg auf. Es entsteht ein mehr oder weniger dichtes Geflecht sich überkreuzender Kristallite ("Kreuzbalken-Struktur"). Der verbleibende Freiraum bis zur nächsten organischen Membran, auf der die Kristallite der äußeren Wand aufwachsen, bleibt primär teils leer (sekundär z.T. mit Pyrit oder grobspätigem Kalzitement gefüllt), teils wachsen blockige Kristallite.

Die Außenwand ist in ihrer Dicke konstant (5 - 6, vereinzelt bis 8  $\mu$ m), basal in Kreuzbalken-Struktur mit distaler Einschaltung grober Kalzitrhomboeder.

Oberfläche: kleine, euhedrale, stengelige Kristallite mit rautenförmigem Grundriß (0,8 bis 1,5  $\mu\text{m}$  Durchmesser) werden von großen Arealen (4 - 20  $\mu\text{m}$ ) unregelmäßig begrenzter, blockiger, distal abgeplatteter Kalzitaggregate durchsetzt.

Bisher bekannte stratigraphische Reichweite: Albien.

Pithonella robinsoni coalita n. ssp.

(Taf.4, Fig.9-10)

Form, Größe und Wandaufbau entsprechen der Nominatart.

Oberfläche: ausschließlich lateral verwachsene, plattige Kristallaggregate. Die Seitenbegrenzungen der 10 - 15  $\mu\text{m}$  großen Aggregate, die durch bevorzugtes Breitenwachstum aus der basalen Kreuzbalken-Struktur hervorgehen, ist unregelmäßig zerkackt.

Holotyp: Sphäre 8 (REM-Fotos 2-4581 bis 4584; 2-4590 bis 4598; Probe M 1, Abbildung: Taf.4, Fig.9-10)

Maße des HT: Durchmesser 62  $\mu\text{m}$ .

Stratum typicum und locus typicus: Hauptblättertorn (Unter-Barremium), Ziegelei RökTum bei Mattierzoll.

Name: coalescere (lat.): zusammenschließen; nach der Tendenz des oberflächlichen Kristallit-Verwachsens.

Anmerkung: Diese Unterart zeigt in der ausgeprägten Tendenz zum lateralen Zusammenwachsen der Wandungskristallite Anklänge an Pithonella patriacreeleyae BOLLI 1974, unterscheidet sich aber durch das Fehlen einer vollständigen Kristallitverwachsung und die für Pithonella robinsoni charakteristische Innenwand-Struktur.

Pithonella hannoverana n. sp.

(Taf.5, Fig.1-9)

Form: kugelig, nur selten geringfügige Abweichung von der Kugelgestalt.

Größe: 40 - 67  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: Diese trotz 115 untersuchter Exemplare nicht beobachtet. Nur ein Exemplar mit oberflächlicher Archaeopylstruktur (Taf.5, Fig.7): infolge apikaler Kristallit-Verkürzung 12  $\mu\text{m}$  große Einmündung. Die Kristallite im Bereich der Archaeopylstruktur sind untereinander gleich groß, insgesamt etwas kleiner als die übrigen Oberflächenkristallite. Sonst Lage der Archaeopyle durch das apikale Auskeilen der inneren Kalzit-Wand vorgezeichnet.

Wand: im Normalfall doppelschichtig; nur sehr untergeordnet treten Individuen mit einfacher Wand auf (Taf.4, Fig.11-12). Nachdem die Unterscheidungskriterien von Pithonella robinsoni und Pithonella hannoverana im wesentlichen durch die Ausbildung der Innenwand gegeben sind, können einfachwandige Exemplare nicht eindeutig zugeordnet werden.

- a) Außenwand: am Individuum einheitlich dick (3,5 - 6  $\mu\text{m}$ ). Die stark gestreckten Rhomboeder (rautenförmiger Grundriß 0,5 - 3  $\mu\text{m}$ ) sind in charakteristischer Kreuzbalken-Struktur angeordnet und zeigen distal ein mäßiges Breitenwachstum.
- b) Innenwand: im Bereich des Apex auskeilend, im Antapikalbereich maximale Dicke (bis 13  $\mu\text{m}$ ). Aufgebaut aus wirrstengeligen, häufig tangential angeordneten, dicht miteinander verfilzten Kalzit-Nadeln. Die Größe der Nadeln liegt im allgemeinen bei 0,25 x (2,5 - 3,5)  $\mu\text{m}$ . Teilweise oder vollständig können die nadeligen Kristallite durch dünntafelige ähnlicher Dimension ersetzt werden.

Innere und äußere Wand sind durch eine organische Membran (Mesoderm) scharf voneinander getrennt.

Oberfläche: Variabel gestaltet, meist aus stengeligen, dicht stehenden Einzelkristalliten mit raufenförmigem Grundriß (0,5 - 3  $\mu\text{m}$ ). Untereinander erscheinen die Kristallite einheitlich in Größe und Gestalt. Stellenweise können die Kristallite die Tendenz zum lateralen Verschmelzen aufweisen. So finden sich neben den Exemplaren mit weitgehend isoliert stehenden Kristalliten auch solche mit fleckenhaft verwachsenen (Oberfläche analog Pithonella robinsoni !) bis hin zu mehr oder weniger dicht verwachsenen Kristalliten.

Innenfläche: Nach Entfernen der organischen Membran teils unregelmäßig granular (Individuen mit überwiegend nadeligen Kristalliten), teils ein unregelmäßiges Gitterwerk schmaler Leisten bildend (Individuen mit überwiegend tafelligen Kristalliten).

Poren: Bei manchen Individuen treten einzelne echte Porenkanäle auf, die normal zur Membranoberfläche angelegt sind. Ihr Durchmesser variiert zwischen 0,8 und 1,4  $\mu\text{m}$ . Meist treten sie nur innerhalb der Innenwandung auf; seltener durchziehen sie beide Kalkwände. Ihre Funktion muß wohl im Zusammenhang mit der organischen Versorgung der drei Hüllmembranen der Zyste gesehen werden. Mineralisiert sind lediglich die endodermale und mesodermale Membran, während die unverkalkte ektodermale Membran das Längenwachstum der Oberflächen-Kristallite limitiert.

Holotyp: Sphäre 38 (REM-Fotos 2-4419/20; 2-4439 bis 4441); Probe Roklum II/+100, Abbildung: Taf.5, Fig.1-3.

Maße des HT: Durchmesser 52  $\mu\text{m}$ ; Dicke der Außenwand 5  $\mu\text{m}$ .

Stratum typicum und locus typicus: Hauptblättertong (Unter-Barremium), Ziegelei Roklum bei Mattierzoll.

Name: Nach dem Vorkommen im Raum Hannover.

Anmerkung: Es bestehen sehr enge morphologische Beziehungen zu Pithonella robinsoni BOLLI 1974. Sie unterscheidet sich gegenüber ihr in erster Linie durch die wirrstengelig angeordneten feinnadeligen bis -tafeligen Kristallite der Innenwand. Die vielfach einheitlichere Größe der Oberflächenkristallite läßt oft eine regelmäßigere Gestaltung der Oberfläche entstehen. Von Pithonella tanyphloia n. sp. ist Pithonella hannoverana durch die Ausbildung der äußeren Wandung in Kreuzbalken-Struktur unterscheidbar.

Pithonella cf. hannoverana n. sp.

(Taf.5, Fig.9-12)

Einzel Exemplar mit kugelige Gestalt.

Durchmesser: 57  $\mu\text{m}$

Archaeopyle: nur durch das apikale Ausdünnen der inneren Wandschicht vorgezeichnet.

Wand: doppelschichtig, Außenwand 3  $\mu\text{m}$  dick aus einer Lage 0,5 - 1,5  $\mu\text{m}$  breiter Kristallite, deren Längsachse schräg zur organischen Membran aufgewachsen ist. Stellenweise angedeutete Kreuzbalken-Struktur. Innenwand im Apikalbereich ausdünnend, maximal bis 11  $\mu\text{m}$  dick, aus miteinander verfilzten, wirr angeordneten (häufig tangential) stengeligen Kristalliten von durchschnittlich 0,4 x 2,5  $\mu\text{m}$  Größe.

Oberfläche: Die dicht stehenden, idiomorphen Kristallite bilden eine glatte, fest gefügte Oberfläche, in der zahlreiche Pseudoporen (nur in der äußeren Wand) frei bleiben.

Anmerkung: zu Pithonella hannoverana existieren folgende Abweichungen:

1. relativ dünne Außenwand
2. oberflächliches Pseudoporen-Muster
3. Die Kristallite der inneren Wandschicht sind relativ groß.

Die Oberflächengestaltung ist der bei Pithonella francadecimae BOLLI 1974 sehr ähnlich. Jedoch weicht der strukturelle Aufbau der Innenwand deutlich ab.

Pithonella tanyphloia n. sp.

(Taf.6, Fig.1-8)

Form: kugelig.

Größe: 43 - 75  $\mu\text{m}$  (durchschnittlich 52  $\mu\text{m}$ ).

Archaeopyle: bisher nicht beobachtet.

Wand: doppelschichtig.

- a) Innenwand: auffallend dick, innerhalb desselben Individuums z.T. zwischen 5 und 8,5  $\mu\text{m}$  schwankend. Aufgebaut aus nadeligen Kristalliten (durchschnittlich 0,2 x max. 2,2  $\mu\text{m}$ ), die vielfach tangential orientiert und dicht miteinander verfilzt sind (ähnlich der miliöliiden Struktur bei vielen Foraminiferen).
- b) Außenwand: Durch eine organische Membran von der Innenschicht getrennt, extrem dünn (i. allg. 0,4 - 0,6  $\mu\text{m}$ ). Die Kristallite sind gerundet bis subhedral und stehen zueinander in dichtem Lateralkontakt. Im Querbruch haben die Kristallite weitgehend eine radiale Orientierung.

Poren: Bei den meisten Exemplaren treten einzelne oder mehrere unregelmäßig angeordnete Porenkanäle von durchschnittlich 0,8  $\mu\text{m}$  Breite auf. Sie durchziehen im allgemeinen beide Wandschichten. Die tangentiale Anordnung der Wandungskristallite um die radialen Porenkanäle schließt als Ursache sekundäre Anbohrungen aus.

Oberfläche: Feingranular, aus meist gerundeten Kristalliten von 0,2 bis 1  $\mu\text{m}$  Breite. Der enge Lateralkontakt der Kristallite läßt eine einheitlich dichte, dünne "Tapete" entstehen.

Holotyp: Sphäre 157 (REM-Fotos 2-5403/04; 2-5412-5415); Probe Gott 1. Abbildung: Taf.6, Fig.1-3.

Maße des HT: Durchmesser 43  $\mu\text{m}$ ; Wand gesamt 6  $\mu\text{m}$  (innen 5,5; außen 0,5  $\mu\text{m}$ ).

Stratum typicum und locus typicus: Top des Hauptblättertens (Unter-Barremium), Ziegelei O. GÖTT GmbH bei Sarstedt.

Name: *τάνυφλοῖος* (gr.): mit dünner Rinde.

Anmerkung: Die Struktur der inneren Wand entspricht der nadeligen Ausbildung bei *Pithonella hannoverana* n. sp. Auch wenn *Pithonella tanyphloia* (belegt durch bisher 10 Exemplare) durch die geringe Mineralisierung der Außenwand charakterisiert ist, finden sich vereinzelt strukturelle "Übergangsformen" zu *Pithonella hannoverana*, deren um 2  $\mu\text{m}$  dicke Außenwand aus deutlich idiomorphen Kristalliten aufgebaut wird (vgl. Taf.6, Fig.7-8).

Pithonella cf. nonarenzae BOLLI 1974

(Taf. 7, Fig.4-9)

Form: kugelig bis ovoid, z.T. unregelmäßig buckelig (verdrückt ?).

Größe: 57 - 82  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: nur teilweise vorhanden, rund, etwa 1/3 des Durchmessers.

Wand: ein- und doppelschichtig. Die Wand einschichtiger Exemplare entspricht strukturell der Außenwand doppelschichtiger Formen.

- a) Außenwand: sehr dünn (2-3  $\mu\text{m}$ ) aus annähernd radial angeordneten, sich nach außen keilförmig verbreiternden Kristalliten.
- b) Innenwand: sehr dick (6-8  $\mu\text{m}$ ), z.T. am selben Individuum schwankend. Primär offensichtlich nur gering mineralisiert: basal wächst auf der endodermalen Membran eine dünne Lage unter 1  $\mu\text{m}$  großer idiomorpher Kalzitrhomboeder auf. Der große Freiraum bis zur nächsten Membran wird durch grobspätige (? Zement-) Kristallite mit  $\pm$  schräger Orientierung aufgefüllt.

Oberfläche: Aus schuppenartig übereinandergreifenden, unregelmäßig angeordneten, meist irregulär dreieckige Flächen zeigenden Kristalliten (1,5 - 2,5  $\mu\text{m}$ ).

Innenfläche: Nach Entfernen der organischen Membran bei ein- und doppelwandigen Exemplaren irregulär granular. Die proximalen Kristallit-Spitzen sind nicht lateral verwachsen.

Bisher bekannte stratigraphische Reichweite: Barrême - Alb?

Anmerkung: Die einschichtigen Formen weichen nur geringfügig von Pithonella nonarenzae BOLLI 1974 ab (etwas dünnere Wandung, unregelmäßigere Oberfläche). Die Artdiagnose BOLLI's ist wohl um das Vorkommen auch doppelwandiger Individuen zu erweitern.

Pithonella patriacreeleyae BOLLI 1974

(Taf.6, Fig,9, 11-12)

Form: kugelig.

Größe: 23 - 47  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: nicht beobachtet.

Wand: bisher nur einfachwandige Exemplare beobachtet; Dicke 3 - 5  $\mu\text{m}$ , im proximalen Abschnitt stengelige Kristallite in Kreuzbalken-Struktur. Distal Aufwuchs von blockigen, abgeplatteten Kalzitkristallen, die im Bereich der Oberfläche lateral dicht miteinander verwachsen.

Oberfläche: glatt infolge des sich dicht verzahnenden Zusammenschlusses der 2 - 4  $\mu\text{m}$  großen, planaren Deck-Kristallite.

Innenfläche: Nach Entfernen der organischen Membran feingranular, da die dicht stehenden Enden der stengeligen Basiskristallite nicht miteinander verschmolzen sind.

Bisher bekannte stratigraphische Reichweite: Unterkreide (umgelagert).

Pithonella patriacreeleyae ovata n. ssp.

(Taf.6, Fig.10; Taf.7, Fig.1-3)

Form: ovoid mit etwas zugespitztem Apex.

Größe: Längsachse 50 - 70  $\mu\text{m}$ , Breite 40 - 55  $\mu\text{m}$ ; Breite : Länge = ca. 0,8.

Archaeopyle: nicht beobachtet.

Wand: abgesehen von einer Ausnahme (Taf.7, Fig.3) einschichtig, zwischen 4 und 5,5  $\mu\text{m}$  dick. Aufbau analog Pithonella patriacreeleyae.

Oberfläche und Innenfläche gleich der Nominatart.

Holotyp: Sphäre 534 (REM-Fotos 2-6218, 2-6285 bis 6288), Probe Moorberg-50/9. Abbildung: Taf.7, Fig.1-2.

Maße des HT: Länge 63  $\mu\text{m}$ , Breite 52  $\mu\text{m}$ , Wanddicke 5  $\mu\text{m}$ .

Stratum typicum und locus typicus: ca. 1 m über Basis des Hauptblätters (Ötzer-Bärrenium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Anmerkung: Wandaufbau und äußere Gestalt leiten lückenlos zur Formgruppe Bicarinellum DEFLANDRE 1948 über, bei der neben doppelwandigen Exemplaren untergeordnet auch einfachwandige vorkommen. Die apikale Zuspitzung (der Antapex ist meist gerundeter) bewirkt eine Heraushebung des zylindrischen Äquatorialbereiches ohne leistenartige Kanten oder Wülste auszubilden. Es liegt ein morphologisches Bindeglied zwischen Pithonella und Bicarinellum vor.

Ähnlichkeiten bestehen auch mit Pithonella oviformis n. sp. in Gestalt und Wandaufbau. Die vorliegende Subspezies unterscheidet sich durch das dichte, laterale Zusammenwachsen der planaren Deckkristallite.

Pithonella oviformis n. sp.

(Taf.8, Fig.1-5)

Form: sehr selten kugelig, meist eiförmig mit deutlich zugespitztem Apex.

Größe: Längsachse 41 - 68  $\mu\text{m}$  (eine Ausnahme: 26  $\mu\text{m}$ ); Länge : Breite = 0,7 - 0,9.

Archaeopyle: nicht beobachtet.

Wand: bisher nur Exemplare mit einschichtiger Wand. Proximal stengeartige Kristallite in Kreuzbalken-Struktur. Im äußeren Abschnitt wachsen große, gerundete bis subhedrale Kalzitkristallite (3 - 15  $\mu\text{m}$ ) auf. Die beiden Kristallit-Typen sind eng miteinander verwachsen ohne organische Zwischenmembran. Die Ausbildung der

groben Deckkristallite ist nicht immer vollständig über die gesamte Oberfläche erfolgt. Wanddicke im Bereich ohne Deckkristallite um 3, sonst um 7  $\mu\text{m}$ .

Oberfläche: Grobes Kopfsteinpflaster-Muster mit gerundeten bis subangulären Kristalliten zwischen 3 und 15  $\mu\text{m}$  Größe. Bei unvollständiger Ausbildung der groben Kristallite werden in den verbleibenden, meist auf tieferem Niveau liegenden Zwischenräumen die unregelmäßig stehenden, nadelig bis stengeligen, scharfkantigen Kristallite des basalen Schalenanteils sichtbar.

Innenfläche: Nach Entfernen der strukturlosen endodermalen Membran feingranulär, da die proximalen Enden der stengeligen Kristallite nicht lateral verwachsen sind.

Holotyp: Sphäre 528 (REM-Fotos 2-6209; 2-6279), Probe Moorberg-50/9  
Abbildung: Taf.8, Fig.1-2.

Maße des HT: Länge 59  $\mu\text{m}$ , Breite 49  $\mu\text{m}$ , Wanddicke 4,5  $\mu\text{m}$ .

Stratum typicum und locus typicus: ca. 1 m über Basis des Hauptblättertens (Unter-Barremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name: ovum (lat.): das Ei; nach der äußeren Gestalt.

Anmerkung: In der Oberflächengestaltung ist Pithonella thayeri BOLLI 1974 ähnlich, unterscheidet sich aber durch Wandstruktur und spezifische Gestalt. Die Ausbildung des inneren Wandabschnitts zeigt vor allem bei Exemplaren mit nur unvollständigem Aufwuchs der größeren Deckkristallite Beziehungen zu Pithonella quiltyi BOLLI 1974. Die kopfsteinpflaster-förmigen Oberflächen-Kristalle stehen in scharfem Gegensatz zu den planaren, dicht verwachsenen Deckkristalliten bei Pithonella patriacreeleyae ovata n. ssp.

Pithonella quiltyi BOLLI 1974

(Taf. 8, Fig.6-10)

Form: kugelig, seltener ellipsoidal.

Größe: 40 - 65  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: nur teilweise vorhanden, rund, im Durchmesser sehr variabel (7 - 27  $\mu\text{m}$ )

Wand: nur ein von 170 untersuchten Exemplaren doppelwandig (Taf.8, Fig.6); sonst einschichtige Wand von 3 - 8  $\mu\text{m}$  Dicke. Die stengeligen Kristallite bilden durch ihr schräges Aufwachsen auf der organischen Membran ein dichtes Geflecht sich durchkreuzender Kristalle (Kreuzbalken-Struktur). Die 0,5 bis 1,5  $\mu\text{m}$  breiten und bis zu 10  $\mu\text{m}$  langen Kristallite werden zur Peripherie hin nur geringfügig breiter.

Oberfläche: Die stengeligen, meist idiomorphen bis subangularen Kristallite haben einen mehr oder weniger rautenförmigen Grundriß von 0,5 bis 1,5  $\mu$ m Durchmesser. Aus der Schrägorientierung der Kristallite resultiert trotz annähernd einheitlicher Längenbegrenzung eine etwas unregelmäßige, stachelige Oberfläche.

Innenfläche: nach Entfernen der organischen Membran feinstgranular.

Bisher bekannte stratigraphische Reichweite: Albien.

Pithonella cf. quiltyi BOLLI 1974

(Taf.8, Fig.11-12)

Form: kugelig.

Größe: 23 - 34  $\mu$ m.

Archaeopyle: nicht beobachtet.

Wand: analog Pithonella quiltyi, jedoch die Kristallite im allgemeinen kleiner (0,2 - 0,8  $\mu$ m breit) und ohne deutliche Ausbildung der Kanten.

Oberfläche: sehr unregelmäßig wirrstrahlig infolge uneinheitlicher Kristallit-Längen.

Anmerkung: Eine Abtrennung dieser Formen von Pithonella quiltyi BOLLI erscheint zunächst noch sehr problematisch, nachdem offensichtlich Übergangsformen zwischen beiden Typen vorkommen (vgl. Sphäre 389: Taf.8, Fig.11). Inwieweit die Größendifferenz und die mangelhaftere Ausbildung der Kristallkanten als taxonomische Kriterien gelten können, sei zunächst offengelassen.

Pithonella titanoplax RÖGL 1976

(Taf.9, Fig.1-6)

Form: kugelig.

Größe: 50 - 100  $\mu$ m.

Archaeopyle: nicht beobachtet.

Wand: ein- und doppelschichtig. Bei doppelwandigen Formen sind beide Wandungen durch eine organische Membran scharf voneinander getrennt. Die Außenwand doppelschichtiger Exemplare entspricht strukturell der Wandung einschichtiger Individuen.

a) Außenwand: 3 - 6  $\mu\text{m}$  dick, aus schräg zur organischen Membran angeordneten, teils tafeligen Kristalliten (5-12 x (1,5-3  $\mu\text{m}$ )), teils blockigen, subangularen Rhomboedern (6-18  $\mu\text{m}$ ), untergeordnet auch stengeligen Kristalliten (um 1  $\mu\text{m}$  Durchmesser).

b) Innenwand: Meist deutlich dicker als die Außenwand (7 - 9,5  $\mu\text{m}$ ). Sie besteht aus basal kleinen, idiomorphen Rhomboedern mit teilweiser Tendenz zum stengeligen Wachstum. Der verbleibende Raum bis zur zweiten organischen Membran wird durch grobe Block-Kristallite eingenommen, welche die primären Basisrhomboeder z.T. vollständig überwachsen. Häufig ist die Innenschicht zu einem geschlossenen Kalzitring verwachsen.

Oberfläche: infolge unterschiedlicher Kristallit-Typen variabel. Die dominierenden Elemente sind unregelmäßig angeordnete dick-tafelige Kristallite, deren Form an Segmente eines Rädchens erinnert.

Bisher bekannte stratigraphische Reichweite: Dan.

Anmerkung: Die auffallende Präferenz der Innenwand für eine (frühdiagenetische ?) Sammelkristallisation bzw. Zementation belegt deren primär geringe Kalzifikation. Das Vorkommen einfachwandiger Individuen wird somit analog den Verhältnissen z.B. bei Pithonella helentappanae BÖLLI leicht verständlich. Pithonella krasheninnikovi BÖLLI 1974 ist bei ähnlichem Wandaufbau vor allem durch die lang-ovale bis flaschenförmige Gestalt unterschieden.

Pithonella sp.

(Taf.7, Fig.10-12)

Bisher ein Unikum (Sphäre 661, Probe Moorberg-50/6).

Form: breitelliptisch mit ovalem Querschnitt.

Größe: 68 x 52  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: nicht vorhanden.

Wand: einschichtig, 5  $\mu\text{m}$  dick. Die stengeligen, sich nach außen nur langsam verbreiternden Kristallite stehen in sehr enger Kreuzbalken-Struktur.

Oberfläche: aus dicht stehenden idiomorphen Kristalliten mit rautenförmigem Grundriß (0,8 - 1,8  $\mu\text{m}$ ). Die abgeplatteten Kristallitenden liegen alle etwa im selben Niveau. Zahlreiche um 1,5  $\mu\text{m}$  große Poren treten in unregelmäßiger Anordnung auf.

Innenfläche: Nach Entfernen der organischen Membran feingranular.

Anmerkung: Das Fehlen einer Mündung, die charakteristische Kreuzbalken-Struktur der Wand und das Vorhandensein einer organischen Membran sprechen trotz der zahlreichen Poren gegen eine Einstufung bei den Foraminiferen.

#### 5.4 Zur systematischen Stellung der Pithonellomorphen

Kalkige Dinoflagellaten-Zysten mit deutlicher Gliederung der Panzer in einen Archaeopyl-, Äquatorial- und Antapikalbereich aus dem Mesozoikum wurden erstmals von DEFLANDRE 1948 beschrieben. 1959 erwähnt GOCHT doppelwandige, kugelige Kalk-Dinoflagellaten aus der nordwestdeutschen Unterkreide, die keine oberflächliche Gliederung erkennen lassen. Nachdem KEUPP (1978) anlässlich der Beschreibung oberjurassischer Calcisphaeruliden auf die enge Beziehung zwischen Thoracosphaeren, deren Dinoflagellaten-Natur seit FÜTTERER (1977) als gesichert gelten kann, und den oberjurassischen bzw. unterkretazischen Pithonellen i.S. BOLLI (1974) hingewiesen hat, belegt das vorliegende, reichhaltige Material aus der hannoveranischen Unterkreide die Zugehörigkeit auch der doppelwandigen Formen der Gattung Pithonella i.S. BOLLI zu den Calcidinelloideen. Dies gilt wohl auch für Formen, deren Wandstruktur verblüffende Ähnlichkeiten mit den Dasycladaceen-Aplanosporen von Acetabularia haben (vgl. MARSZALEK 1975; MASTERS & SCOTT 1978). So findet sich dieser spezifische Wandaufbau (vgl. Pithonella hannoverana n. sp., Pithonella tanyphloia n. sp.) auch bei gesicherten Calcidinelloideen, wie etwa Heptasphaera n. g. oder Alasphaera KEUPP (1979 b).

Unglücklicherweise weicht die Nominatart Pithonella ovalis (KAUFMANN 1865) in ihrem feinstrukturellen Aufbau (vgl. BIGNOT & LEZAUD 1964; BANNER 1972; ANDRI & AUBRY 1973; VILLAIN 1975, 1977; BEIN & REIS 1976; MASTERS & SCOTT 1978) teilweise von den bei BOLLI (1974) als Pithonella zusammengefaßten Calcisphaeruliden ab. Die eng parkettierende Anordnung der Wandungskristallite in unregelmäßigen Längsreihen erinnert stark an Calcipionelliden (vgl. AUBRY et al. 1975). Das Auftreten von Pithonella ovalis mit und ohne Apertur und vor allem die Anlage einer doppelten (? bis mehrfachen) Wandung macht m.E. auch für diese Art eine Einordnung bei den Calcidinelloideen möglich. Solange jedoch die Zweifel an der Zusam-

menghörigkeit von Pithonella ovalis und den bei BOLLI unter der Gattung Pithonella zusammengefaßten Calcisphaeruliden bestehen, sei die hier verwendete Bezeichnung "Pithonella" mit Vorbehalt im Sinne BOLLIs verstanden.

Innerhalb der heterogenen Sammelgruppe mesozoischer Calcisphären müssen sicherlich die zur Koloniebildung neigenden Bonetocardiellomorphen (vgl. VILLAIN 1975, 1977) aus der Gleichsetzung mit Calciodinelloideen ausgeklammert werden.

Für die Zuordnung der Pithonellen i.S. BOLLIs zu kalkigen Dinoflagellaten sprechen auf Grund des hier bearbeiteten Unterkreide-Materials folgende Fakten (vgl. auch KEUPP 1979):

1. Das Vorkommen von Individuen derselben Art mit und ohne Archaeopyle belegt die Zystennatur (vgl. BOLLI 1974).
2. Der Nachweis von ein oder zwei säurefesten, organischen Membranen mit jeweils eigenständiger Mineralisierung. Bei den Zysten der rezenten Dinoflagellatenart Peridinium trochoideum treten analog innerhalb derselben Spezies Formen mit einfacher und doppelter organischer Membran auf (WALL et al. 1970; WALL & DALE 1968; EVITT 1967).
3. Auch das häufige Vorkommen rudimentärer bis unvollständiger Mineralisierung der endodermalen Wand bei zahlreichen Pithonella-Arten findet seine Entsprechung bei den Kalkzysten von Peridinium trochoideum (vgl. WALL et al. 1970).
4. Teilweise Übereinstimmung im Wandaufbau mit gesicherten Calciodinelloideen (einerseits mit Bicarinellum DEFLANDRE 1948 und Heptasphaera n. g., andererseits mit Thoracosphaera KAMPTNER 1927) lassen selbst die Gattungsgrenzen gleitend erscheinen.
5. In Größendimensionen und äußerer Gestalt existieren Übergänge zu Thoracosphaera bzw. Bicarinellum.
6. Das vereinzelte Auftreten echter Poren (z.B. Pithonella hannoverana n. sp., Pithonella tanyphloia n. sp.) ist vergleichbar mit rezenten Calciodinelloideen (WALL & DALE 1968, S. 1397).

#### 5.5 Übrige Calciodinelloidea

##### Gattung Bicarinellum DEFLANDRE 1948

Kalkige bicarinate Dinoflagellaten-Zysten mit deutlicher Zonierung des Panzers in einen Archaeopyl-, Äquatorial- und Antapikalbereich. Die Äquatorialzone ist durch circuläre Wülste hervorgehoben. Auf der

+ konischen Archaeopylseite keine äußere Andeutung einer Archaeopylstruktur. Am Antapex deutliche seitliche Abplattung des Ventralbereichs. Häufig treten senkrecht oder schräg zur Äquatoriallinie ein oder mehrere Kiele bzw. Höcker auf. Die Wandung ist massiv, ein- und doppelschichtig.

Bicarinellum calvum n. sp.

(Taf.10, Fig.1-10)

Form: Bicarinater Typ (WALL & DALE 1968): zwei transversale, z.T. höckerige Leisten begrenzen ein bandartiges Äquatorialfeld. Die Archaeopylseite ist konisch gerundet, z.T. mit einzelnen Höckern. Der Antarchaeopylbereich ist durch eine ventrale Abplattung gekennzeichnet, die teilweise durch einen sie umgebenden Kalkwulst zusätzlich betont wird. Häufig tritt senkrecht oder schräg zur Äquatoriallinie ein Longitudinalwulst auf, der meistens ventral gelegen ist.

Größe: Längsachse 20 - 70  $\mu\text{m}$ ; maximale Breite 19 - 60  $\mu\text{m}$ .

Archaeopyle: Äußerlich keine Archaeopylstruktur erkennbar. Die innere Wandschicht keilt apikal aus.

Wand: Teils einschichtig, meist jedoch doppelwandig. Beide Wandschichten durch eine organische Membran scharf voneinander getrennt. Die Wand einschichtiger Exemplare entspricht strukturell der Außenwand doppelschichtiger Formen.

- a) Außenwand: 2 - 6  $\mu\text{m}$  dick. Die primäre Anlage erfolgt in typischer Kreuzbalken-Struktur. Dominierendes Breitenwachstum der Kristallite und scharfe Limitierung des Längenwachstums (ektodermale Membran, fossil i.a. nicht erhalten) führen im distalen Wandabschnitt zu einem dichten, lateralen Verwachsen der plattigen Deckkristallite. Die Bildung der Kalkwülste und -höcker erfolgt durch verstärktes Wachstum der großen Deckkristallite.
- b) Innenwand: Im Archaeopylbereich auskeilend, sonst deutlich dicker als die Außenwand (bis 10  $\mu\text{m}$ ). Aufgebaut aus dicht miteinander verfilzten, nadelig bis stengeligen Kristalliten (ca. 0,3 x (2 - 3)  $\mu\text{m}$ ). Meist ist eine mehr oder weniger deutliche Kreuzbalken-Struktur erkennbar. Bei einigen Exemplaren ist die Innenwand analog der äußeren konstruiert, wobei im distalen Abschnitt große, plattige, seitlich miteinander verzahnte Kristallite auftreten.

Die Zuordnung einfachwandiger Exemplare zur selben Art geht aus Übergangsformen hervor (vgl. Sphäre 224: Taf.10, Fig.10), bei denen auf der geschrumpften, inneren organischen Membran ein dünner Teppich unregelmäßig aufgewachsener Kalzitnadeln eine rudimentäre Innenwand-Kalzifikation belegt.

Oberfläche: Infolge lateralen Zusammenschließens und distaler Wachstumsbegrenzung der plattigen Deckkristallite meistens einheitlich glatt, wobei die sich verzahnenden Suturen der Kristallitgrenzen i. allg. deutlich erkennbar sind. Mitunter bleiben zwischen Arealen verwachsener Kristallite Zwickelräume frei, in denen die stengeligen, idiomorphen Kristallite der basalen Kreuzbalkenstruktur die Oberfläche erreichen.

Holotyp: Sphäre 580 (REM-Fotos 2-6243; 2-6385), Probe Moorberg-50/9.  
Abbildung: Taf.10, Fig.1-2.

Maße des HT: Länge 55  $\mu\text{m}$ , Breite 47  $\mu\text{m}$ , Außenwand 2  $\mu\text{m}$ , Innenwand mehr als 4  $\mu\text{m}$ .

Stratum typicum und locus typicus: ca. 1 m über Basis des Hauptblätters (Unter-Barremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name: calvus (lat.): glatt, kahl; nach der meist glatten Oberfläche.

Anmerkung: Die äußere Gestalt und z.T. die Ausbildung der Oberflächenkristallite unterscheidet diese Art von Pithonella patriacreeleyae ovata n. ssp. von Pithonella oviformis n. sp. und Pithonella robinsoni BOLLI 1974. Die Übereinstimmung im strukturellen Aufbau des Kalkpanzers und dem Vorkommen ein- und doppelschichtiger Wände zeigt deutlich die enge verwandtschaftliche Beziehung zwischen den genannten Pithonellen und Bicarinellum.

Gattung Calcigonellum DEFLANDRE 1948

Kalkige Dinoflagellaten-Zyste mit ovoidem Innenraum und annähernd pentagonaler Außengestalt. Der einfachwandige Panzer ist aus dicht nebeneinander stehenden, radial angeordneten Kalzitkristallen aufgebaut. Die Ausbildung von Kämmen zerlegt die Oberfläche in polygonale Felder. Transversale oder longitudinale Furchen fehlen.

Calcigonellum dolium n. sp.

(Taf.9, Fig.7-9)

Form: tonnenförmig; schwach ausgebildete vertikale und transversale Leisten teilen die Oberfläche in undeutlich begrenzte, polygonale Felder. Der Innenraum ist ovoid.

Größe (Holotyp): Länge 36  $\mu\text{m}$ , Breite 31  $\mu\text{m}$ .

Archaeopylstruktur: annähernd kreisförmige, apikale Nahtlinie mit Operculum; etwa 75 % der Gesamtbreite einnehmend.

Wand: aus einer Lage streng radial angeordneter Kalzitkristallite von etwa 3  $\mu\text{m}$  Länge (= Dicke der Wand). Im Bereich der angedeuteten, leistenförmigen Kanten erreichen die Kristallite um 5  $\mu\text{m}$  Länge.

Oberfläche: eben begrenzte, unterschiedlich dicht stehende, teils lateral verwachsene, idiomorphe Kristallite mit dreieckigem oder rautenförmigem Grundriß (Durchmesser um 1  $\mu\text{m}$ ).

Holotyp: Sphäre 345 (REM-Fotos 2-5805/06; 2-5833/34), Probe Moorberg-50/1. Abbildung: Taf.9, Fig.7-9.

Stratum typicum und locus typicus: ca. 5 m über Basis des Hauptblätters (Unter-Barremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name: dolium (lat.): das Faß; nach der äußeren Gestalt.

Anmerkung: Die streng radiale Anordnung der einschichtigen Wand, der ovoide Innenraum, das Fehlen von vertikalen bzw. horizontalen Furchen entsprechen im wesentlichen der Definition von Calcigonellum. Die Ausbildung der Leisten, welche die Oberfläche in polygonale Felder aufteilen, ist gegenüber der miozänen Typusart Calcigonellum infula DEFLANDRE 1948 nur andeutungsweise ausgebildet.

#### Gattung Calcicarpinum DEFLANDRE 1948

Nach der Diagnose von DEFLANDRE (1948) liegt ein kalkschaliges Mikrofossil unsicherer systematischer Stellung vor, das eine mehr oder weniger kugelige, organische Innenwand hat. Der Kalkpanzer ist von tetraedrischer Gestalt, wobei die einzelnen Platten durch vorstehende Grate begrenzt sind. WALL & DALE (1968) vergleichen auf Grund rezenten Materials ihren "tetrahedralen Typ" mit Calcicarpinum. Solange nicht geklärt ist, inwieweit das Fehlen des zirkularen Ringseptums, das die Archaeopylregion von der Äquatorialzone trennt, die sich verzweigenden Septen und das Fehlen der apikalen Archaeopyle bei den eozänen Individuen von Calcicarpinum tetraedricum DEFLANDRE 1948 auf einen lediglichen Beobachtungsmangel zurückgehen, sei die nachfolgende Art nur mit Vorbehalt zu Calcicarpinum gestellt.

Caldicarpinum mutterlosei n. sp.

(Taf.10, Fig.11-12; Taf.11, Fig.1-5)

Form: Analog dem tetrahedralen Typ bei WALL & DALE (1968): ein annähernd kreisförmiges Ringseptum trennt die flache Archaeopylkappe vom Äquatorialbereich. Das prismatische Äquatorialfeld ist im allgemeinen aus fünf rechteckigen bis pentagonalen Feldern zusammengesetzt, die jeweils durch weit vorstehende Septen voneinander abgesetzt sind. Die Antarchaeopylkappe ist meist aus zwei großen und einer kleinen giebelartig zueinander angeordneten Platten aufgebaut. Die Antapikalkappe ist ebenfalls durch eine - nicht mehr streng kreisförmige - Ringleiste vom Äquatorialfeld abgesetzt.

Die flache Archaeopylkappe ist durch die pentagonale bis subcirculare, apikale Archaeopyle (bzw. Operculum) gekennzeichnet, die meist auf einer kleinen konischen Erhebung gelegen ist. Die fünf präcingulare Platten in der Umrahmung der Archaeopylstruktur sind nicht immer deutlich voneinander getrennt, da die Leisten oft nur unvollständig entwickelt sind. Die Innenkapsel ist ovoid.

Größe: 40 - 57  $\mu\text{m}$ .

Oberfläche: feingranularer, aus dicht stehenden idiomorphen Kristalliten mit dreieckigem Grundriß. Im Bereich der stark vortretenden Leisten faserig.

Wand: Aus einer Lage streng radial orientierter Kalzitkristallite (ca. 0,8 x (2 bis 3)  $\mu\text{m}$ ). Im Bereich der leistenförmigen Plattengrenzen erreicht die Wand infolge starken Längenwachstums der radialen Kristalle bis 14  $\mu\text{m}$  Dicke.

Holotyp: Sphäre 460 (REM-Fotos 2-6061 bis 6065; 2-6104 bis 6106), Probe Moorberg-50/3; Abbildung: Taf.11, Fig.1-3.

Maße des HT: Längsachse 57  $\mu\text{m}$ ; Wand 2,5 (bzw. 11)  $\mu\text{m}$ .

Stratum typicum und locus typicus: ca. 4 m über Basis des Hauptblättertens (Unter-Barremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name: nach Herrn JÖRG MUTTERLOSE, Institut für Geologie und Paläontologie, Technische Universität Hannover.

Gattung Heptasphaera n. g.

Diagnose:

Durch Leisten deutlich gefelderte, kalkige Dinoflagellaten-Zyste mit sehr dicker, feinstkristalliner Wand. Ein großes, 7-eckiges, eben abgeplattetes Archaeopylfeld ohne Archaeopylstruktur. Sieben präcingulare und sieben postcingulare Platten werden durch eine weit vorragende

äquatoriale Ringleiste getrennt. Drei giebelartig angeordnete Antarchaeopylplattchen bilden den Antapex. Die innere organische Zyste ist kugelig.

Generotyp: Heptasphaera michaeli n. sp.

Name: ἑπτάρια (gr.): sieben; nach dem siebeneckigen Grundriß.

Heptasphaera michaeli n. sp.

(Taf.11, Fig.6-12)

Form: analog der Gattungsdiagnose.

Größe: 40 - 58  $\mu$ m.

Archaeopyle: bei den insgesamt 35 untersuchten Exemplaren nicht beobachtet. Auf dem großen, planen bis schwach konkavem Archaeopylfeld (Größe etwa 67-75 % des äquatorialen Durchmessers) keine vorgezeichnete Archaeopylstruktur.

Wand: Sehr dickwandig, im Bereich der Felderzentren 4-6  $\mu$ m, im Bereich der leistenförmigen Feldergrenzen bis 13  $\mu$ m. Aufgebaut aus dicht miteinander verfilzten, nadeligen Kristalliten (im allgemeinen 0,15 - 0,25 x (1,2 - 2)  $\mu$ m) ohne erkennbare Vorzugsorientierung.

Poren: Manche Exemplare zeigen isoliert stehende Porenkanäle (Durchmesser um 1  $\mu$ m), die die gesamte Wand in radialer Richtung durchziehen. Ihre Lokalisation an der Sphäre scheint willkürlich zu sein. So können sie gelegentlich auch an den Feldergrenzen im Bereich maximaler Wanddicke auftreten.

Oberfläche: Feingranular, teils durch sub- bis anhedrale Körner geprägt, die als Enden der unregelmäßig angeordneten, wandaufbauenden Kristallite aufzufassen sind; teils herrschen euhedrale, nadelige bis stengelige Kristallite oder vereinzelt auch aufwachsende Rhomboeder von maximal 2,5  $\mu$ m Größe vor (rudimentäre Andeutung einer Außenwand?).

Innenfläche: Nach Entfernen der strukturlosen organischen Membran unregelmäßig feingranular.

Holotyp: Sphäre 433 (REM-Fotos 2-6015 bis 6017; 2-6089 bis 6090), Probe Moorberg-50/3. Abbildung: Taf.11, Fig.6.

Maße des HT: Durchmesser 47  $\mu$ m; Archaeopylfläche 35  $\mu$ m; Wand im Feldergrenzenbereich bis 12  $\mu$ m dick.

Stratum typicum und locus typicus: ca. 4 m über Basis des Hauptblättertorns (Unter-Barremium), Ziegelei Moorberg bei Sarstedt.

Name: Nach Herrn Prof. Dr. E. MICHAEL, Institut für Geologie und Paläontologie, Technische Universität Hannover.

Anmerkung: Die deutliche Tabulierung und das Fehlen einer äußeren Wandung (von rudimentären Andeutungen abgesehen) unterscheidet Heptasphaera michaeli klar von der strukturell ähnlichen Pithonella tanyphloia n. sp. Die weitgehende Kongruenz in der Wandstruktur und dem Auftreten vereinzelter Porenkanäle läßt eine engere Beziehung von Heptasphaera zu Pithonella tanyphloia n. sp. bzw. Pithonella hannoverana n. sp. vermuten.

Calcisphaera gen. et sp. indet.

(Taf.9, Fig.10-12)

Form: Ein breiter cingularer Wulst trennt die glockenförmige Antarchaeopylseite von der kuppelförmigen Archaeopylseite. In einer asymmetrischen Abplattung seitlich des Apex ist auf der Archaeopylseite eine lang-ovale Archaeopyle (ca.  $9 \times 22 \mu\text{m}$ ) versenkt. Eine Tabulation des Panzers ist nicht erkennbar.

Größe: maximale Breite (cingularer Wulst)  $50 \mu\text{m}$ ; Höhe  $38,5 \mu\text{m}$ .

Wand: einschichtig, ca.  $3 \mu\text{m}$  dick, in typischer Kreuzbalken-Struktur. Größe der stengeligen Kristallite  $0,3 - 0,5 \times (2,5 - 3,5) \mu\text{m}$ .

Oberfläche: ähnlich Pithonella quiltyi BOLLIG 1974 aus mehr oder weniger eu- bis subhedralen, stengeligen, isoliert stehenden Kristalliten.

Anmerkung: bisher nur Einzelindividuum (Sphäre 613; Probe Moorberg-50/4). Wandstruktur und Oberflächengestaltung ähneln Pithonella quiltyi BOLLIG 1974. Die charakteristische Ausbildung des cingularen Wulstes und der excentrisch liegenden, schlitzzartigen Archaeopyle sprechen bei der vorliegenden Sphäre für ein selbständiges Taxon. Nachdem ein direkter Vergleich mit bekannten Gattungen nicht möglich ist, wird so lange die offene Nomenklatur vorgezogen, bis weitere Exemplare vorliegen.

## 6. Literaturverzeichnis

ALIMIRZAIE, D. (1972): Horizontale Veränderung der Foraminiferen-Fauna in einer Mergeltonbank des Mittel-Barrême von Sarstedt bei Hannover (Mit einer Vermessung und Kartierung der Ziegeleigrube Otto Gott). - Diplomarbeit, Kiel.

ANDRI, E. & AUBRY, M.-P. (1973): Recherches sur la microstructure des tests de Pithonella ovalis (Kaufmann) et Pithonella perlonga Andri. - Rev. Micropaléontol., 16, 3, 159-167, Paris.

- AUBRY, M.-P., BIGNOT, G., BISMUTH, H. & REMANE, J. (1975): Premiers résultats de l'observation au M.E.B. de la lorica des Calpionelles et de quelques microfossiles qui leur sont associés. - Rev. Micropaléontol. 18, 3, 127-133, Paris.
- BANNER, F. T. (1972): Pithonella ovalis from the early Cenomanian of England. - Micropaleontology 18, 3, 278-284, New York.
- BECK, G. (1920): Tektonische und paläogeographische Untersuchungen im Gebiet zwischen Hildesheim und Braunschweig. - Abh. preuß. geol. L.-A., N.F., 85, 126 S., 5 Abb., 5 Taf., Berlin.
- BEIN, A. & REISS, Z. (1976): Cretaceous Pithonella from Israel. - Micropaleontology 22, 1, 83-91, New York.
- BIGNOT, G. & LEZAUD, L. (1964): Contribution a l'étude des Pithonella de la Craie Parisienne. - Rev. Micropaléontol. 7, 2, 138-152, Paris.
- BOLLI, H.M. (1974): Jurassic and cretaceous Calcisphaerulidae from DSDP LEG 27, Eastern Indian Ocean. - Init. Rep. DSDP, 27, 843-907, Washington.
- DEFLANDRE, G. (1947): Calciodinellum nov. gen., premier représentant d'une famille nouvelle de Dinoflagellés fossiles à theque calcaire. - C.m.hebd. Séanc.Acad.Sci., 224, 1781-1782, Paris.
- (1948): Les Calciodinellidés Dinoflagellés fossiles à theque calcaire. - Botaniste 34, 191-219, Caen.
- DEGENS, E.T. & HUNT, J.M. (1969): siehe MÜLLER, G. & BLASCHKE, R. (1969).
- DÖRHÖFER, G. (1977): Palynologie und Stratigraphie der Bückeberg-Formation (Berriasium-Valanginium) in der Hilsmulde (NW-Deutschland). - Geol.Jb. A42, 3-122, 8 Abb., 3 Tab., 15 Taf., Hannover.
- EVITT, W.R. (1967): Dinoflagellate studies II. The Archaeopyle. - Stanford Univ. Pub., Geol. Sci. 10, 3, 1-83, Stanford.
- FÜTTERER, D. (1976): Kalkige Dinoflagellaten ("Calciodinelloideae") und die systematische Stellung der Thoracosphaeroideae. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 151, 2, 119-141, Stuttgart.
- (1977) Distribution of Calcareous Dinoflagellates in Cenosediments of Site 366, Eastern North Atlantic. - Init. Rep. DSDP 41, 709-737, Washington.
- GOCHT, H. (1959): Mikroplankton aus dem nordwestdeutschen Neokom (Teil I). Paläont. Z. 33, 50-89, Stuttgart.
- HARBORT, E. (1905): Die Fauna der Schaumburg-Lippeschen Kreidemulde. - Abh. kgl. preuß. geol. L.A., Bergakad., N.F., 45, 112 S., 12 Taf., Berlin.

- IMMEL, H. & MUTTERLOSE, J. (1979): Barrême-Cephalopoden aus dem mesozoi-  
schen Untergrund des Stadtgebietes von Hannover (NW-Deutschland).  
- (in Vorbereitung).
- KAMPTNER, E. (1927): Beitrag zur Kenntnis adriatischer Coccolithophoriden.  
- Arch. Protistenkunde 58, 173-184, Jena.
- (1956): Thoracosphaera deflandrei nov. spec., ein bemerkens-  
wertes Kalkflagellaten-Gehäuse aus dem Eozän von Donzacq (Dep.  
Landes, Frankreich). - Öster. Bot. Z. 103, 4, 448-456, Wien.
- (1963): Coccolithineen-Skelettreste aus Tiefseeablagerungen des  
Pazifischen Ozeans. - Ann. Naturhist. Mus. Wien 71, 117-198, Wien.
- KAUFMANN, F.J. (1865): Polythalamien des Seewerkalkes. - in HEER, O.:  
Die Urwelt der Schweiz, 194-199, Zürich.
- KEMPER, E. & ZIMMERLE, W. (1978): Die anoxischen Sedimente der präüber-  
aptischen Unterkeide NW-Deutschlands und ihr paläogeographischer  
Rahmen. - Geol. Jb. A 45, 3-11, 2 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Hannover.
- KEUPP, H. (1978): Calcisphaeren des Untertithon der Südlichen Frankenalb  
und die systematische Stellung von Pithonella LORENZ 1901. - N.Jb.  
Geol. Paläont. Mh. 1978, 2, 87-98, Stuttgart.
- (1979): Lower Cretaceous Calcisphaerulidae and their relationship  
to calcareous dinoflagellate cysts. - II. Intern. Sympos. Fossil  
Algae, Paris (in Vorbereitung).
- (1979 b): Alasphaera caudata n. g. n. sp., eine neue Calciodinel-  
loidee aus der Unterkreide (Hauterivium) Nordwestdeutschlands. -  
N.Jb. Geol. Paläontol. Stuttgart (in Vorbereitung).
- KREBS, W. (1969): Über Schwarzschiefer und bituminöse Kalke im mittel-  
europäischen Variscikum. - Teil I und II. - Erdöl und Kohle 22,  
(1/2), 62-67, 3 Abb., Hamburg.
- LUTZE, G.F. (1968): Ökoanalyse der Mikrofauna des Aptium von Sarstedt  
bei Hannover. - Beih. Ber. Naturh. Ges. 5, Keller-Festschrift,  
427-442, Hannover.
- MASTERS, B.A. & SCOTT, R.W. (1978): Microstructure, affinities and  
systematics of Cretaceous calcispheres. - Micropaleontology 24,  
2, 210-221, New York.
- MARSZALEK, D.S. (1975): Calcisphere ultrastructure and skeletal aragonite  
from Acetabularia antillana. - J.Sed.Petrol. 45, 1, 266-271, Tulsa.
- MICHAEL, E. (1964): Mikroplankton und Sporomorphe aus dem nordwestdeut-  
schen Barrême - Mitt. geol. Inst. TH Hannover 2, 22-48, 3 Abb.,  
3 Taf., Hannover.
- (1967): Die Mikrofauna des nordwestdeutschen Barrême. - Teil I:  
Die Foraminiferen des nordwestdeutschen Barrême. - Palaeontogra-  
phica, Suppl. 12, 1-176, 9 Abb., 22 Tab., 26 Taf., Stuttgart.

- (1968): Variations in the number of species of benthonic Foraminifera in the Barremian of northwestern Germany. - *Palaeogeography, Palaeoclimatology* 4, 287-307, 5 Abb., 2 Tab., Amsterdam.
  - (1974): Zur Palökologie und Faunenführung im westlichen Bereich des norddeutschen Unterkreide-Meeres. - *Geol. Jb. A* 19, 68 S., 9 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Hannover.
  - (1978): Mediterrane Fauneneinflüsse in den borealen Unterkreide-Becken Europas, besonders Nordwestdeutschlands. - *Int. Kreide-Symposium* (im Druck).
- MÜLLER, G. & BLASCHKE, R. (1969): Zur Entstehung des Tiefsee-Kalkschlammes im Schwarzen Meer. - *Die Naturwissenschaften* 11, 561-562, 1 Abb., Berlin - Heidelberg - New York.
- MÜTTERLOSE, J. (1978): Ontogenie und Phylogenie der Belemnitenart *Hibolites yaculoides* SWINNERTON, 1937 aus dem Hauterivium (Unterkreide) von NW-Deutschland (Sarstedt) und NE-England (Speeton). - *Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hannover* 16, 37-117, 22 Abb., 5 Taf., Hannover.
- RÖGL, F. (1967): Danian Calcisphaerulidae of DSDP LEG 35, SITE 323, Southeast Pacific Ocean. - *Init. Rep. DSDP* 35, 701-711, Washington.
- SCHNEIDER, F. (1964): Erscheinungsbild und Entstehung der rhythmischen Bankung der altkretazischen Tongesteine Nordwestfalens und der Braunschweiger Bucht. - *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* 7, 353-382, 13 Abb., 4 Tabb., 2 Taf., Krefeld.
- SCHOTT, W. & Mitarb. (1969): Paläogeographischer Atlas der Unterkreide von Nordwestdeutschland. - *Erl. Paläogeogr. Atlas. Unterkreide NW-Deutschland*, 315 S, 18 Abb., Hannover.
- STOLLEY, E. (1906): Über alte und neue Aufschlüsse und Profile in der unteren Kreide Braunschweigs und Hannovers. - *Jber. Ver. Naturw. Braunschweig* 15, 1-44, Braunschweig.
- VILLAIN, J.-M. (1975): "Calcisphaerulidae" (Incertae sedis) du Crétacé Supérieur du Limbourg (Pays-Bas), et d'autres régions. - *Palaeontographica A*, 149, Lfg. 4-6, 193-242, Stuttgart.
- (1977): Les Calcisphaerulidae: Architectures, Calcification de la paroi et Phylogenese. - *Palaeontographica A*, 159, Lfg. 5-6, 139-177, Stuttgart.
- WALL, D. & DALE, B. (1968): Quaternary calcareous Dinoflagellates (Calcioidinellidae) and their natural affinities. - *J. Paleontology* 42, 6, 1395-1408, Tulsa.
- WALL, D., GUILLARD, R.R.L., DALE, B., SWIFT, E. & WATABE, N. (1970): Calcic resting cysts in *Peridinium trochoideum* (Stein) Lemmermann, an autotrophic marine dinoflagellate. - *Phycologica* 9, 2, 151-156.

Manuskript eingegangen am 14. 2. 1979

Anschrift der Verfasser:

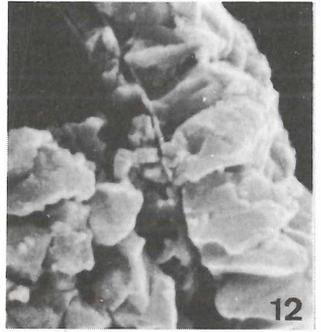
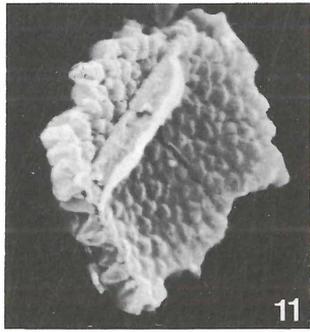
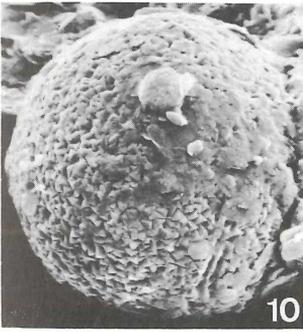
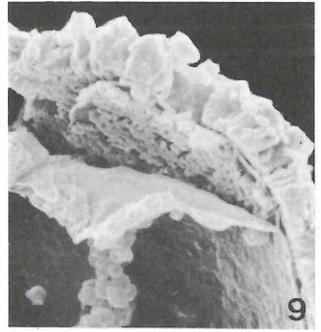
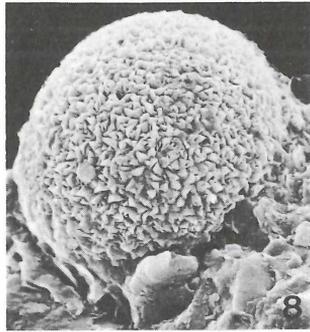
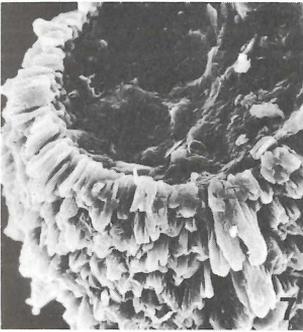
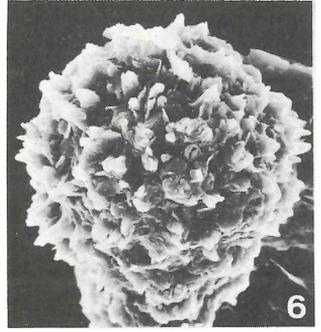
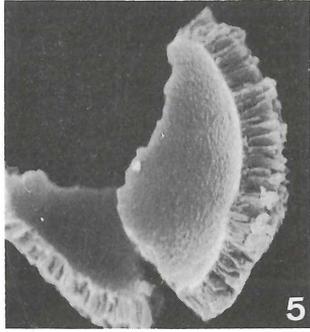
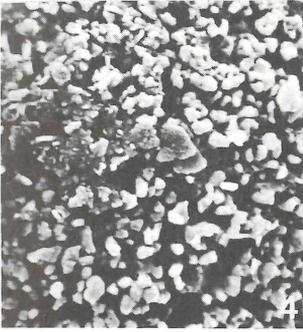
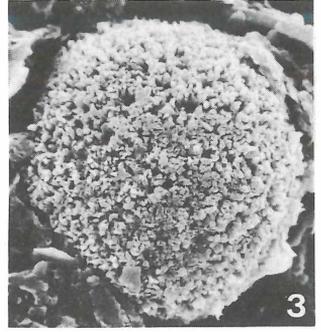
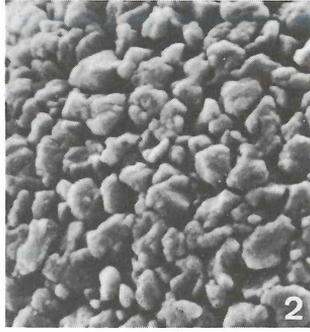
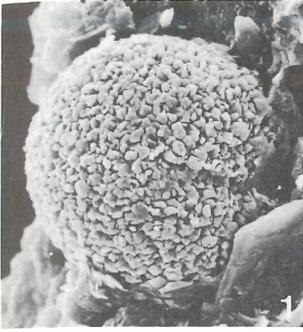
Dr. Helmut KEUPP  
Institut für Paläontologie,  
Universität Erlangen-Nürnberg,  
Loewenichstraße 28  
D-8520 Erlangen

Prof. Dr. Erhard MICHAEL  
(Institut für Geologie und Paläontologie,  
Universität Hannover  
Callinstraße 30  
D-3000 Hannover)  
verstarb am 8. Mai 1979.

Auf den folgenden Seiten: 7. ANHANG mit den Tafeln 1 - 11

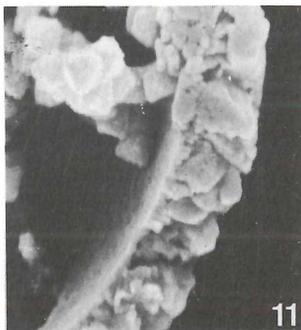
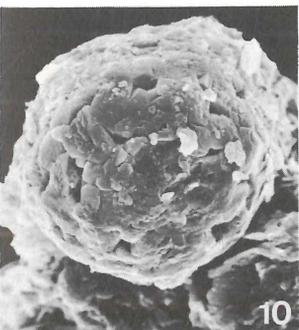
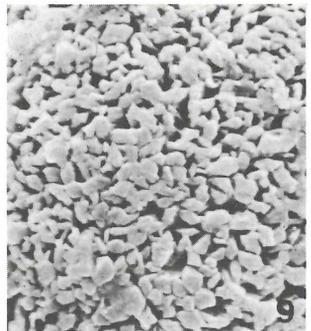
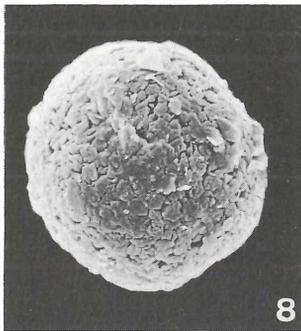
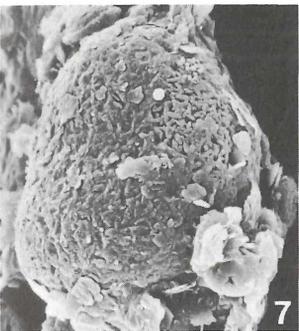
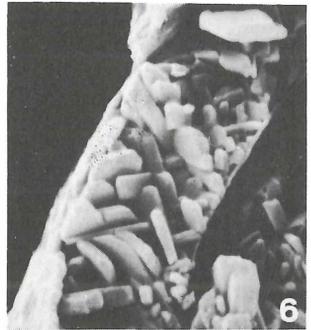
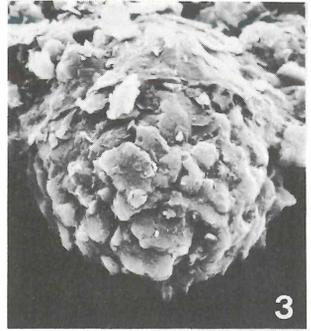
Tafel 1

- Fig. 1: Thoracosphaera deflandrei KAMPTNER 1956; Sphäre 156, Probe Gott 1; REM-Foto 2-5399; Durchmesser der Sphäre 18  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 2: Oberfläche derselben Sphäre: REM-Foto 2-5400; Vergrößerung 8000 x.
- Fig. 3: Thoracosphaera cf. deflandrei KAMPTNER 1956; Sphäre 776, Probe Moorberg-50/8; REM-Foto 2-6752; Durchmesser der Sphäre 30  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 4: Oberfläche von Thoracosphaera cf. deflandrei; Sphäre 288, Probe Moorberg-50/7; REM-Foto 2-5653; Vergrößerung 4000 x.
- Fig. 5: Einschichtige Wand derselben Sphäre; REM-Foto 2-5683; Vergrößerung 2400 x.
- Fig. 6: Holotyp von Thoracosphaera spinosa n. sp.; Sphäre 565, Probe Moorberg-50/9; REM-Foto 2-6323; Durchmesser der Sphäre 35  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 7: Paratyp von Thoracosphaera spinosa n. sp. mit Archaeopyle; Sphäre 653, Probe Moorberg-50/6; REM-Foto 2-6542; Vergrößerung 1450 x.
- Fig. 8: Thoracosphaera cf. tuberosa KAMPTNER 1963; Sphäre 787, Probe Moorberg-50/8; REM-Foto 2-6764; Durchmesser der Sphäre 25  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 9: Doppelschichtige Wand von Thoracosphaera cf. tuberosa mit jeweils einer basalen organischen Membran. Sphäre 429, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-6010; Vergrößerung 4900 x.
- Fig. 10: Thoracosphaera cf. tuberosa mit Operkulum (unten rechts); Sphäre 221, Probe Aegi 46/5; REM-Foto 2-5551; Durchmesser der Sphäre 18  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 11: Einschichtige Wand von Thoracosphaera cf. tuberosa mit teilweise abgelöster organischer Membran. Sphäre 492, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-6157; Vergrößerung 5600 x.
- Fig. 12: Doppelwandige Thoracosphaera cf. tuberosa mit jeweils organischer Membran an der Basis. Sphäre 342, Probe Moorberg-50/1; REM-Foto 2-5798; Vergrößerung 8100 x.



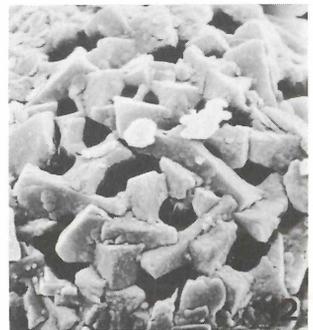
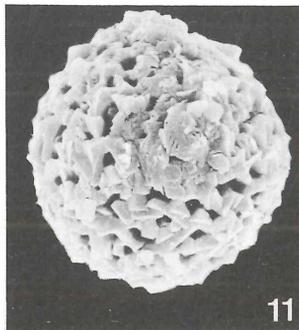
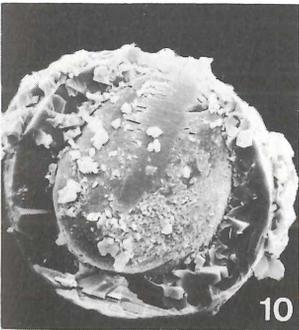
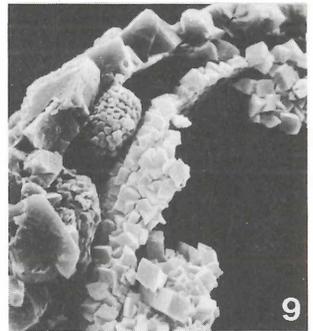
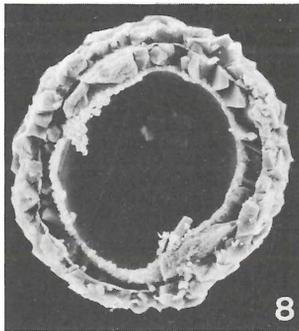
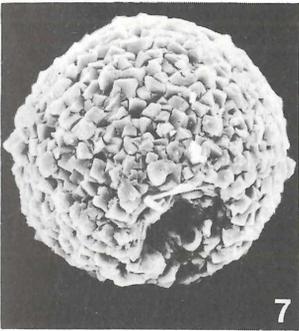
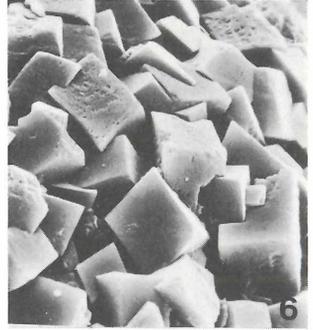
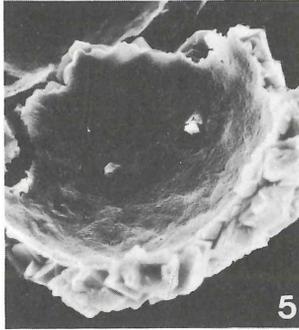
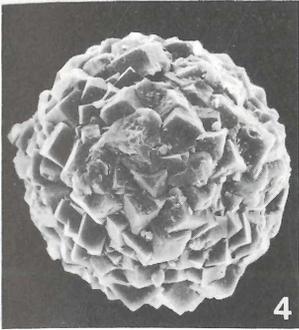
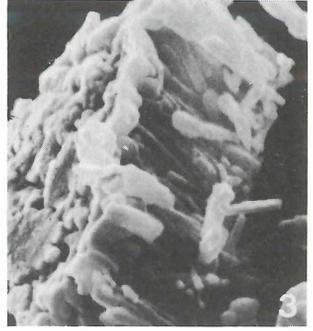
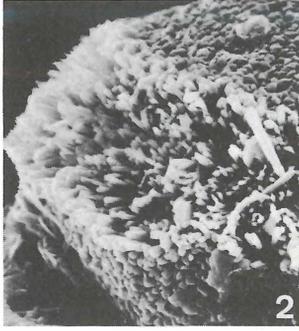
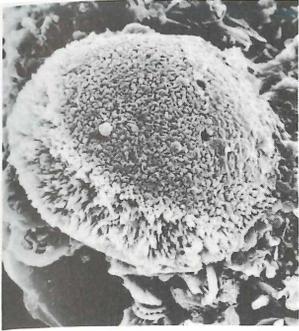
Tafel 2

- Fig. 1: Apikalansicht von Thoracosphaera strobila n. sp., Holotyp; Sphäre 344, Probe Moorberg-50/1; REM-Foto 2-5804; Durchmesser der Sphäre 26  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 2: Oberfläche derselben Sphäre im äquatorialen Bereich; REM-Foto 2-5803; Vergrößerung 2900 x.
- Fig. 3: Paratyp von Thoracosphaera strobila n. sp.; Sphäre 379; Probe Moorberg-50/1; REM-Foto 2-5884; Durchmesser der Sphäre 23  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 4: Thoracosphaera cf. tesserula FÜTTERER 1977 mit Operculum; Sphäre 709, Probe Moorberg-50/6; REM-Foto 2-6654; Durchmesser der Sphäre 32  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5: Oberfläche von Thoracosphaera cf. tesserula; Sphäre 241, Probe Aegi 46/5; REM-Foto 2-5582; Vergrößerung 3100 x.
- Fig. 6: Querbruch durch die Wandung von Thoracosphaera cf. tesserula; Sphäre 228, Probe Aegi 46/5; REM-Foto 2-5571; Vergrößerung 6100 x.
- Fig. 7: Nierenförmige Thoracosphaera cf. tesserula; Sphäre 313, Probe Moorberg-50/7; REM-Foto 2-5713; Längsachse 29  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8: Thoracosphaera thoracata n. sp., Holotyp; Sphäre 319, Probe Moorberg-50/7; REM-Foto 2-5719; Durchmesser der Sphäre 20  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 9: Oberfläche eines Paratyps von Thoracosphaera thoracata n. sp. mit kleineren, kaum miteinander verwachsenen Kristalliten. Sphäre 597, Probe Moorberg-50/4; REM-Foto 2-6408; Vergrößerung 4400 x.
- Fig. 10: Thoracosphaera thoracata n. sp., Paratyp mit weitgehend lateral verwachsenen Oberflächenkristalliten. Sphäre 813, Probe Moorberg-50/2; REM-Foto 2-6871; Durchmesser der Sphäre 25  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 11: Wandung des Holotyps von Thoracosphaera thoracata n. sp.; REM-Foto 2-5846; Vergrößerung 6200 x.
- Fig. 12: Thoracosphaera sp.; Sphäre 370, Probe Moorberg-50/1; REM-Foto 2-5872; Durchmesser 17  $\mu\text{m}$ .



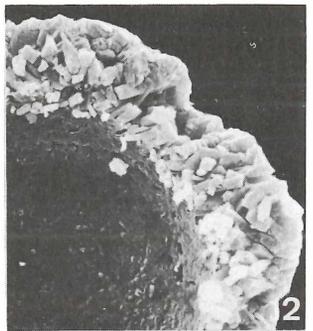
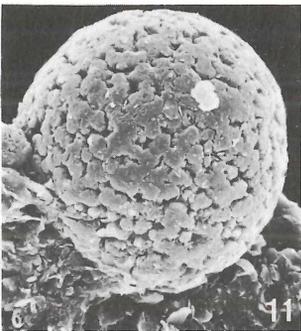
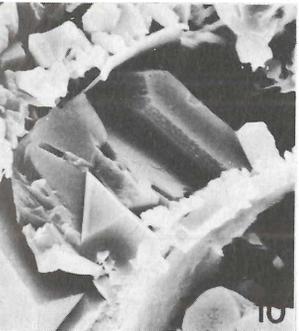
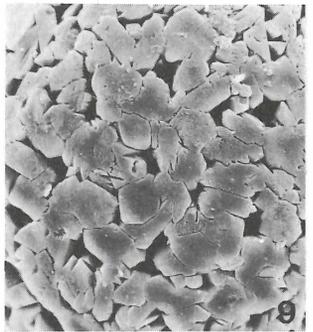
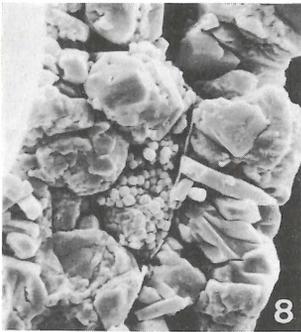
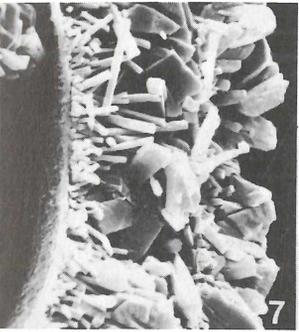
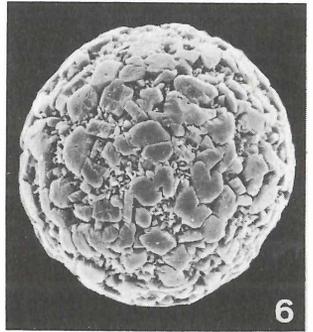
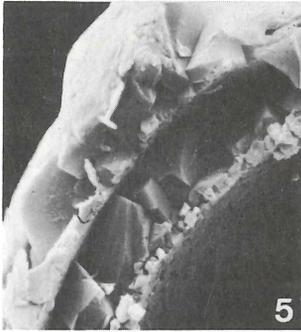
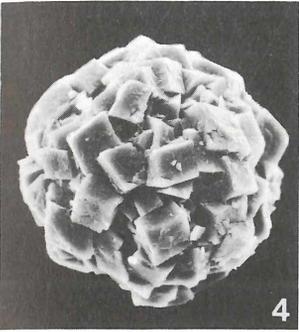
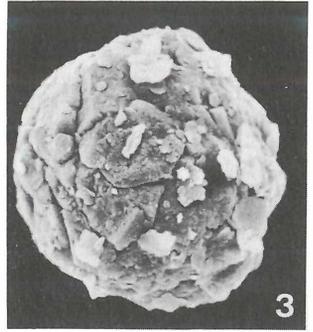
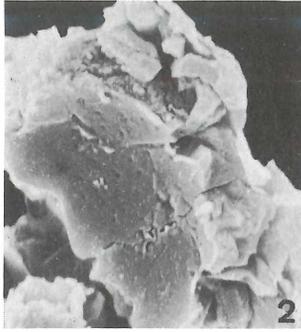
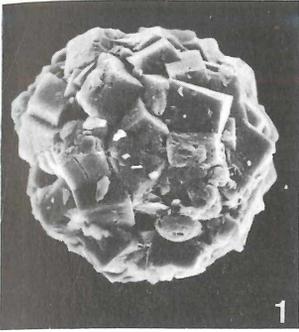
Tafel 3

- Fig. 1: Dimorphosphaera aequatoriana n. g. n. sp., Gesamtansicht des Holotyps; Sphäre 699, Probe Moorberg-50/6; REM-Foto 2-6622; Breite im Äquatorialbereich 35  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 2: Ausschnittvergrößerung der Äquatorialregion derselben Sphäre; REM-Foto 2-6623; Vergrößerung 2600 x.
- Fig. 3: Wand von Dimorphosphaera aequatoriana im Apikalbereich, Paratyp, Sphäre 264, Probe Moorberg-50/7; REM-Foto 2-5633; Vergrößerung 5500 x.
- Fig. 4: Einfachwandige Pithonella helentappanae BOLLI 1974; Sphäre 617, Probe Moorberg-50/4; REM-Foto 2-6499; Durchmesser 50  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5: Wandquerbruch desselben Exemplares; REM-Foto 2-6471; Vergrößerung 1100 x.
- Fig. 6: Oberfläche von Pithonella helentappanae; Sphäre 30, Probe Roklum II+200; REM-Foto 2-4890; Vergrößerung 2200 x.
- Fig. 7: Doppelwandige Pithonella helentappanae mit Archaeopyle; Sphäre 627, Probe Moorberg-50/4; REM-Foto 2-6484; Durchmesser 55  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8: Aufgebrochene doppelwandige Pithonella helentappanae. Der feinkörnige basale Kristallitrasen der Innenwandung ist deutlich erkennbar. Sphäre 355, Probe Moorberg-50/1; REM-Foto 2-5821; Durchmesser 53  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 9: Unvollständig mineralisierte Innenwandung bei Pithonella helentappanae. In dem Hohlraum zwischen der basalen feingranularen Kälzitlage und der organischen Membran an der Basis der äußeren Wandung ist framboidaler Pyrit gewachsen. Sphäre 789, Probe Moorberg-50/8; REM-Foto 2-6768; Vergrößerung 1500 x.
- Fig. 10: Diagenetische(?), grobspätige Zementation der primär nur schwach kalzifizierten inneren Wand, die im Archaeopyl-bereich ausdünt. Der Steinkern besteht aus  $\text{SiO}_2$ . Pithonella helentappanae, Sphäre 24, Probe Roklum II+200; REM-Foto 2-4903; Durchmesser 69  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 11: Pithonella cf. helentappanae BOLLI 1974 mit intergranularen "Poren"; Sphäre 320; Probe Moorberg-50/7; REM-Foto 2-5724; Durchmesser 25  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 12: Oberfläche derselben Sphäre; REM-Foto 2-5725; Vergrößerung 3400 x.



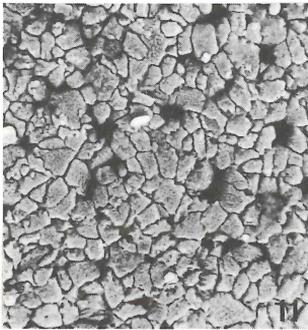
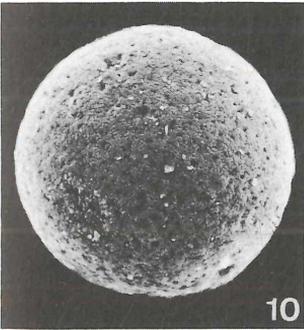
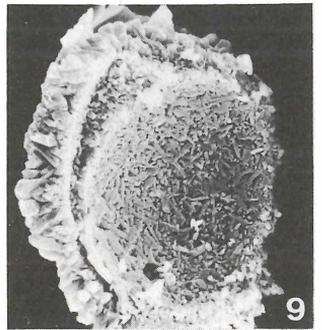
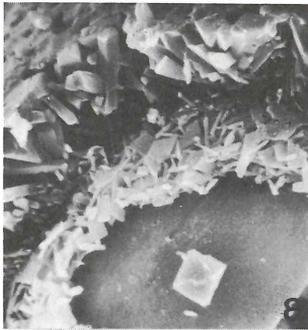
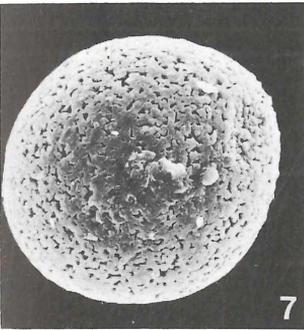
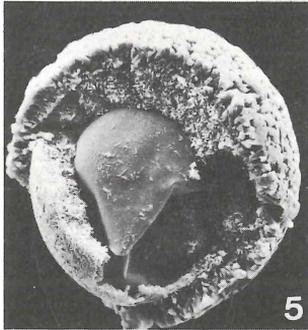
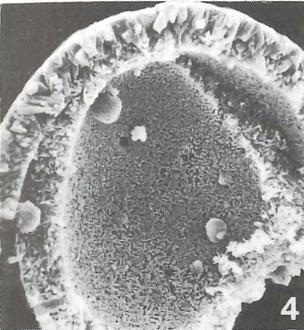
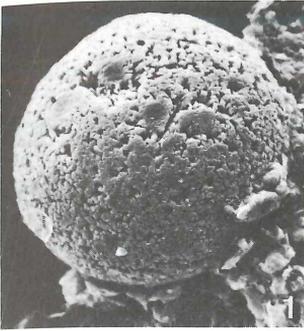
Tafel 4

- Fig. 1: Einfachwandige Pithonella megalithica n. sp., Gesamtansicht des Holotyps; Sphäre 815, Probe Moorberg-50/2; REM-Foto 2-6873; Durchmesser 44  $\mu$ m.
- Fig. 2: Wand einer einschichtigen Pithonella megalithica; Paratyp, Sphäre 307, Probe Moorberg-50/7; REM-Foto 2-5744; Vergrößerung 3800 x.
- Fig. 3: Pithonella cf. megalithica n. sp.; Sphäre 331, Probe Moorberg-50/7; REM-Foto 2-6485; Durchmesser 40  $\mu$ m.
- Fig. 4: Doppelwandige Pithonella megalithica n. sp., Paratyp; Sphäre 628, Probe Moorberg-50/4; REM-Foto 2-6485; Durchmesser 40  $\mu$ m.
- Fig. 5: Doppelwand derselben Sphäre; REM-Foto 2-6499; Vergrößerung 3600 x.
- Fig. 6: Pithonella robinsoni BOLLI 1974; Sphäre 3, Probe M1-Roklum; REM-Foto 2-4537; Durchmesser 69  $\mu$ m.
- Fig. 7: Doppelwand von Pithonella robinsoni; Sphäre 45, Probe Roklum II+100; REM-Foto 2-4978; Vergrößerung 2400 x.
- Fig. 8: Doppelwand von Pithonella robinsoni mit zwischengelagertem framboidalem Pyrit; Sphäre 1, Probe M1-Roklum; REM-Foto 2-4529; Vergrößerung 2400 x.
- Fig. 9: Oberfläche von Pithonella robinsoni coalita n. ssp., Holotyp; Sphäre 8, Probe M1-Roklum; REM-Foto 2-4583, Vergrößerung 1100 x.
- Fig. 10: Doppelwand derselben Sphäre mit unvollständiger Kalzifikation der Innenwand. REM-Foto 2-4594; Vergrößerung 2200x.
- Fig. 11: Pithonella ex gr. robinsoni/hannoverana. Die Zuordnung einfachwandiger Exemplare zu Pithonella robinsoni BOLLI 1974 bzw. Pithonella hannoverana n. sp. ist nicht möglich. Sphäre 425, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-5990; Durchmesser 41  $\mu$ m.
- Fig. 12: Einschichtige Wand derselben Sphäre; REM-Foto 2-6008; Vergrößerung 1500 x.



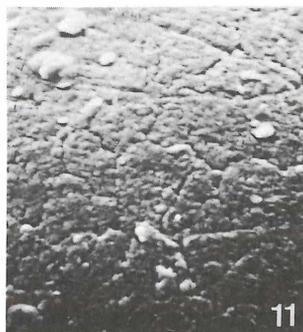
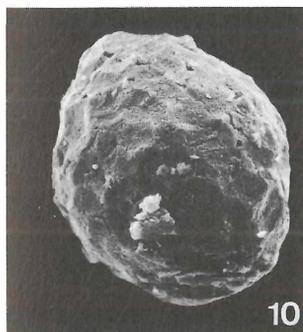
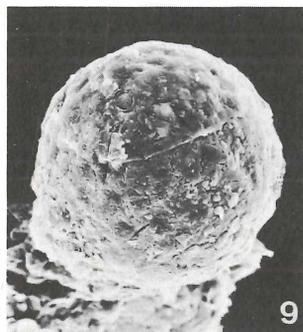
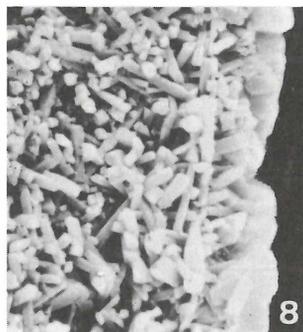
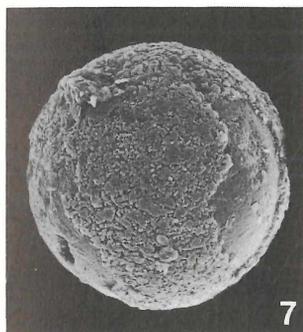
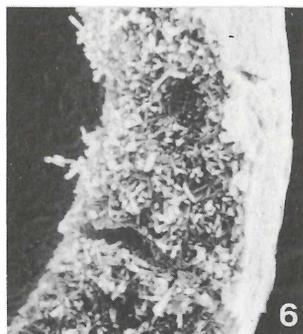
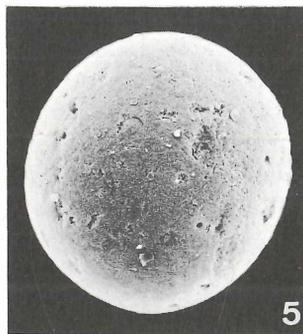
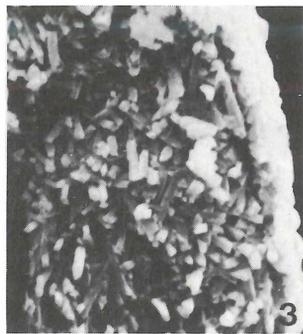
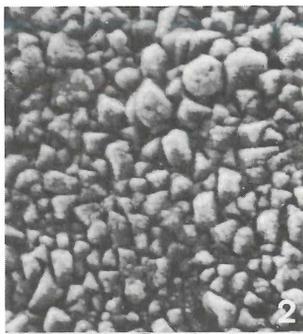
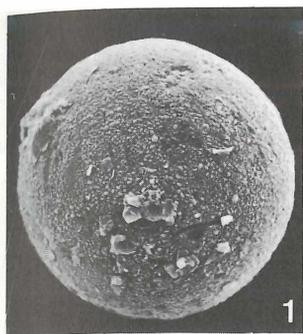
Tafel 5

- Fig. 1 - 3: Holotyp von Pithonella hannoverana n. sp.; Sphäre 38, Probe Roklum II+100;
- 1: Gesamtansicht; REM-Foto 2-4919; Durchmesser 52  $\mu\text{m}$ .
  - 2: Oberfläche; REM-Foto 2-4920; Vergrößerung 1400 x.
  - 3: Doppelschichtiger Panzer. Die innere organische Membran ist etwas abgelöst. REM-Foto 2-4940; Vergrößerung 2500 x.
- Fig. 4: Aufgebrochener Paratyp von Pithonella hannoverana n. sp., die innere Wandung - bestehend aus nadeligen Kristalliten - keilt im Bereich der Archaeopyle aus. Am Bildrand (unten links) ist ein radialer Porenkanal sichtbar. Sphäre 114, Probe Moorberg-50/1; REM-Foto 2-5898; Vergrößerung 1100 x.
- Fig. 5 - 6: Aufgebrochener Paratyp von Pithonella hannoverana n. sp.; Sphäre 41, Probe Roklum II+100.
- 5: Die Abbildung zeigt das Auskeilen der Innenwand im Archaeopylbereich (rechts unten) und die etwas geschrumpfte, säurefeste organische Membran; REM-Foto 2-4954; Durchmesser der Sphäre 62  $\mu\text{m}$ .
  - 6: Die Vergrößerung der Wandung läßt die unregelmäßige Struktur der Innenwandung und die Kreuzbalken-Struktur der äußeren Wand erkennen. REM-Foto 2-4953; Vergrößerung 2300 x.
- Fig. 7 - 8: Paratyp von Pithonella hannoverana n. sp.; Sphäre 595, Probe Moorberg-50/4.
- 7: Die Eindellung am rechten Apex belegt das seltene Vorkommen einer äußerlich erkennbaren Archaeopylstruktur; REM-Foto 2-6404; Durchmesser der Sphäre 51  $\mu\text{m}$ .
  - 8: Im Bereich der Archaeopylstruktur dünnt die innere Wand-schicht - bestehend aus dünn tafeligen Kristalliten - aus. REM-Foto 2-6458; Vergrößerung 3300 x.
- Fig. 9: Innenfläche einer aufgebrochenen Pithonella hannoverana n. sp. mit dünn tafeligen Kristalliten. Sphäre 343, Probe Moorberg-50/1; REM-Foto 2-5837; Vergrößerung 1200 x.
- Fig.10-12: Pithonella cf. hannoverana n. sp.; Sphäre 575, Probe Moorberg-50/9.
- 10: Gesamtansicht; REM-Foto 2-6335; Durchmesser 57  $\mu\text{m}$ .
  - 11: Oberfläche; REM-Foto 2-6336; Vergrößerung 3000 x.
  - 12: Doppelschichtige Wand; REM-Foto 2-6378; Vergrößerung 2800 x.



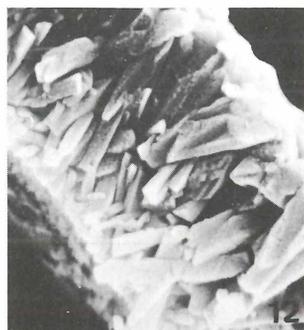
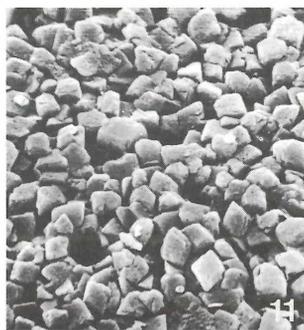
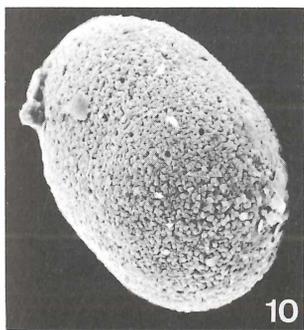
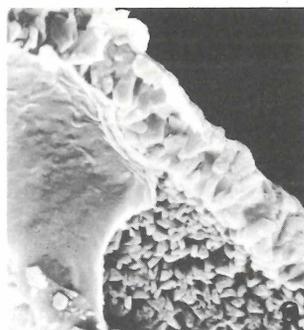
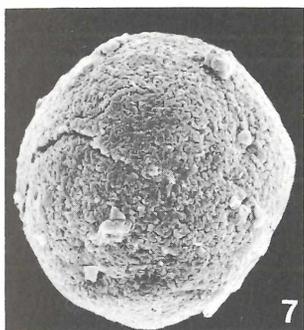
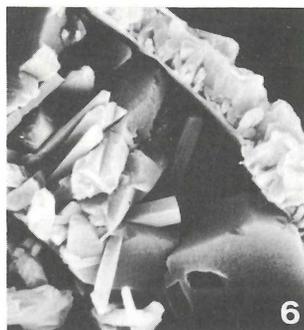
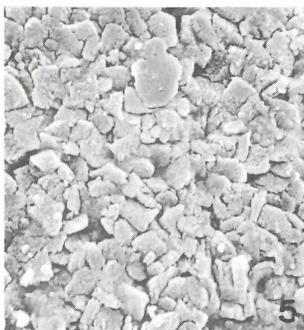
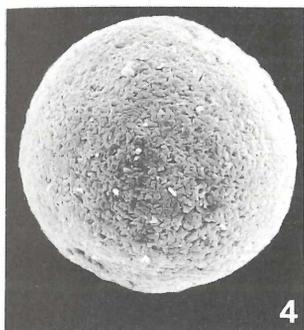
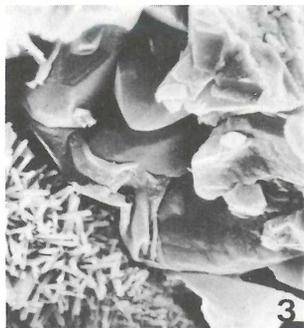
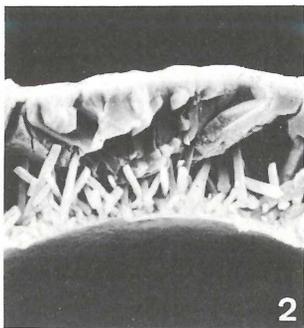
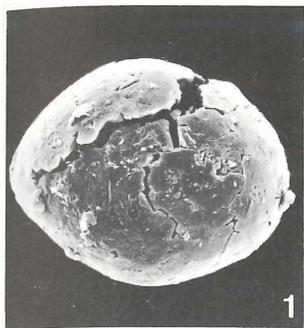
Tafel 6

- Fig. 1 - 3: Holotyp von Pithonella tanyphloia n. sp.; Sphäre 157, Probe Gott 1.
- 1: Gesamtansicht; REM-Foto 2-5403; Durchmesser 43  $\mu\text{m}$ .
  - 2: Oberfläche mit subangularen Kristalliten; REM-Foto 2-5404; Vergrößerung 7000 x.
  - 3: Querbruch durch die doppelschichtige Wand mit extrem dünner Außenschicht (0,5  $\mu\text{m}$  dick) und dicker, wirrstrahliger Innenwand (5,5  $\mu\text{m}$  dick); REM-Foto 2-5413; Vergrößerung 5500 x.
- Fig. 4: Oberfläche eines Paratyps von Pithonella tanyphloia n. sp.; Sphäre 175, Probe Gott 1; REM-Foto 2-5462; Vergrößerung 7000 x.
- Fig. 5: Paratyp von Pithonella tanyphloia n. sp. mit vereinzelt Poren; Sphäre 524, Probe Moorberg-50/9; REM-Foto 2-6203; Durchmesser 49  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 6: Wandung von Pithonella tanyphloia n. sp. mit radialem Porenkanal; Sphäre 780, Probe Moorberg-50/8; REM-Foto 2-6789; Vergrößerung 3000 x.
- Fig. 7 - 8: Pithonella tanyphloia n. sp. mit starker mineralisierter Außenwand; Sphäre 306, Probe Moorberg-50/7.
- 7: Gesamtansicht mit teilweise abgelöster Außenwand; REM-Foto 2-5679; Durchmesser der Sphäre 72  $\mu\text{m}$ .
  - 8: Wand-Querbruch; REM-Foto 2-5691; Vergrößerung 6000 x.
- Fig. 9: Pithonella patriacreeleyae BOLLI 1974; Sphäre 563, Probe Moorberg-50/9; REM-Foto 2-6319; Durchmesser 47  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 10: Pithonella patriacreeleyae BOLLI 1974 ovata n. ssp., Paratyp; Sphäre 889, Probe Moorberg-50/10; REM-Foto 2-6986; Längsachse 55  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 11-12: Pithonella patriacreeleyae BOLLI 1974; Sphäre 724, Probe Moorberg-50/8
- 11: Oberfläche; REM-Foto 2-6687; Vergrößerung 6000 x.
  - 12: Einschichtige Wand in Kreuzbalkenstruktur; REM-Foto 2-6711; Vergrößerung 6300 x.



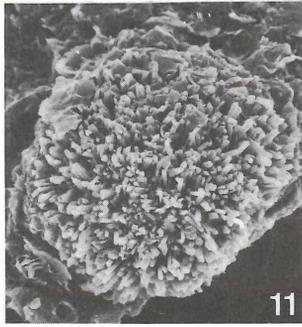
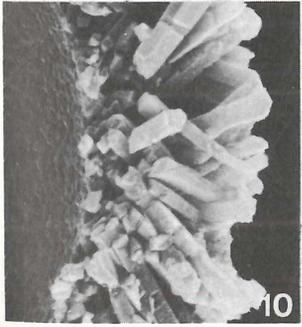
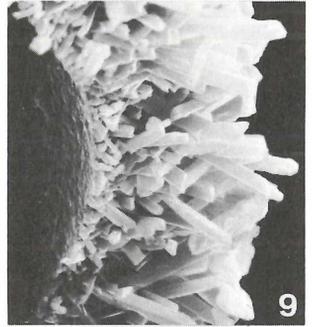
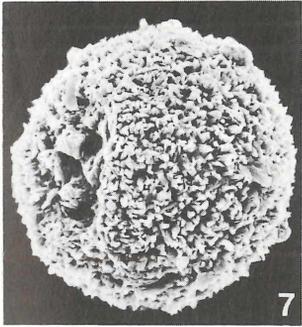
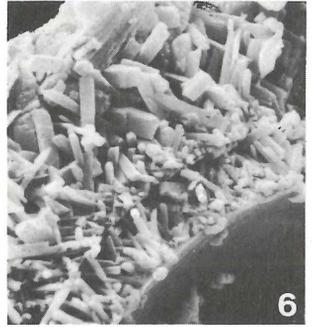
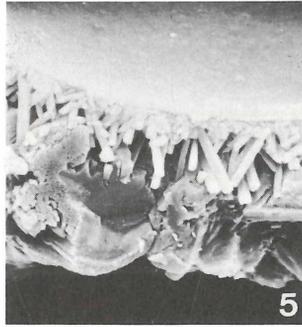
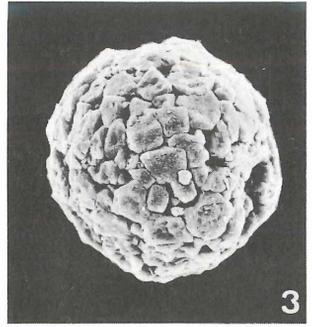
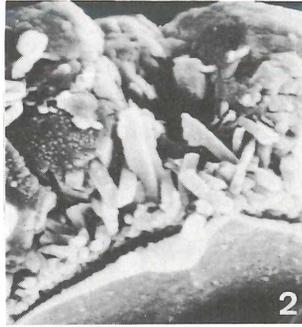
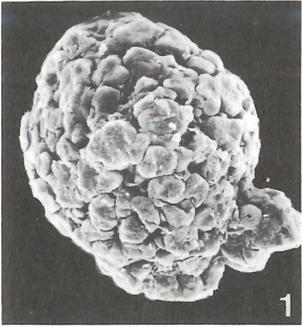
Tafel 7

- Fig. 1 - 2: Holotyp von *Pithonella patriacreeleyae* BOLLI 1974 *ovata* n. ssp.; Sphäre 534, Probe Moorberg-50/9.  
1: Gesamtansicht; REM-Foto 2-6218; Längsachse 63  $\mu\text{m}$ .  
2: Einschichtige Wand, basal in Kreuzbalkenstruktur, distal durch grobspätige Kristallite dicht verwachsen. REM-Foto 2-6288; Vergrößerung 3500 x.
- Fig. 3: ? *Pithonella patriacreeleyae ovata* n. ssp.; die stengeligen Kristallite, die der inneren organischen Membran wirrstrahlig aufgewachsen sind, werden von der Lage lateral verwachsener Außenkristallite durch eine organische Zwischenmembran getrennt (rudimentäre Doppelwandigkeit). Sphäre 500, Probe Moorberg-50/9; REM-Foto 2-6249; Vergrößerung 3700 x.
- Fig. 4 - 6: *Pithonella* cf. *nonarenzae* BOLLI 1974; Sphäre 624; Probe Moorberg-50/4  
4: Gesamtansicht; REM-Foto 2-6479; Durchmesser 60  $\mu\text{m}$ .  
5: Schuppige Oberfläche; REM-Foto 2-6480; Vergrößerung 3000 x.  
6: Doppelschichtige Wand mit unvollständiger Kalzifikation der dicken Innenwandung; REM-Foto 2-6497; Vergrößerung 3800 x.
- Fig. 7: Einfachwandige *Pithonella* cf. *nonarenzae* BOLLI 1974; Sphäre 594, Probe Moorberg-50/4; REM-Foto 2-6402; Durchmesser der Sphäre 69  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8 - 9: Einfachwandige *Pithonella* cf. *nonarenzae* BOLLI 1974; Sphäre 622, Probe Moorberg-50/4.  
8: Schuppige Ausbildung der Oberfläche; REM-Foto 2-6475; Vergrößerung 3800 x.  
9: Wand mit teilweise abgelöster organischer Membran; REM-Foto 2-6495; Vergrößerung 3800 x.
- Fig. 10 - 12: *Pithonella* sp.; Sphäre 661, Probe Moorberg-50/6.  
10: Gesamtansicht der abgeflacht elliptischen Sphäre; REM-Foto 2-6554; Längsachse 68  $\mu\text{m}$ .  
11: Oberfläche mit Poren; REM-Foto 2-6553; Vergrößerung 3500 x.  
12: Einschichtige Wand in Kreuzbalkenstruktur; REM-Foto 2-6566; Vergrößerung 6100 x.



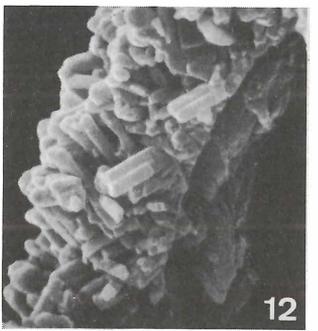
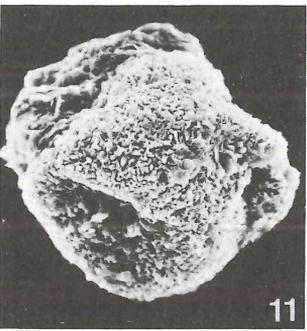
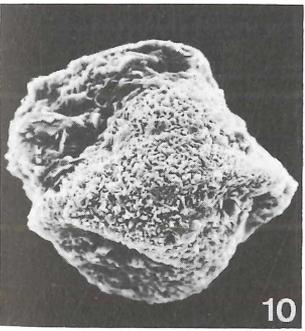
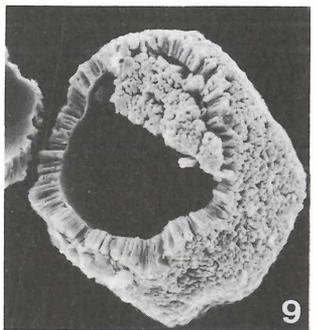
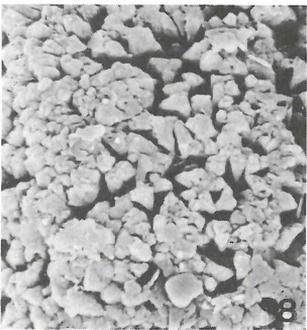
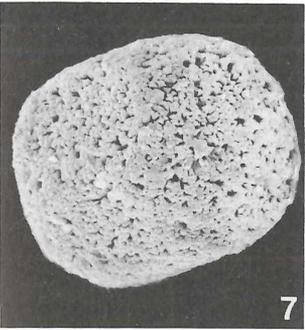
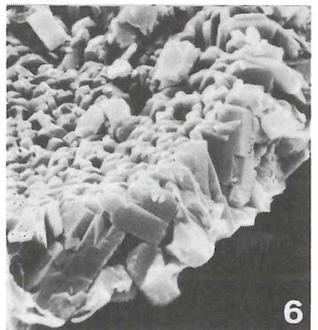
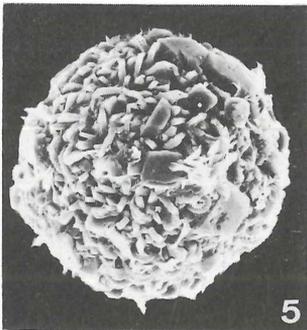
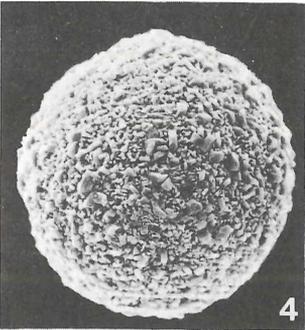
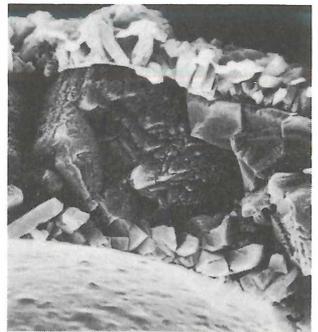
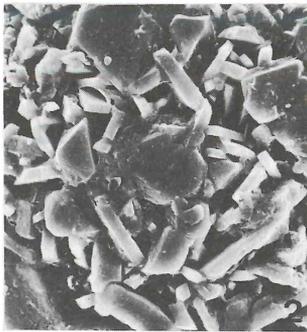
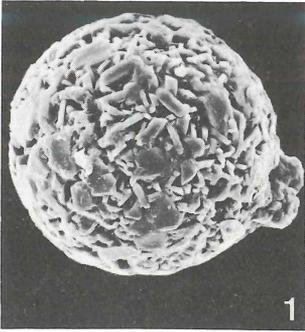
Tafel 8

- Fig. 1 - 2: Holotyp von Pithonella oviformis n. sp.; Sphäre 528, Probe Moorberg-50/9.  
1: Gesamtansicht; REM-Foto 2-6209; Längsachse 59  $\mu\text{m}$ .  
2: Einschichtige Wand mit basaler organischer Membran; REM-Foto 2-6279; Vergrößerung 6100 x.
- Fig. 3: Annähernd kugeliger Paratyp von Pithonella oviformis n. sp.; Sphäre 541, Probe Moorberg-50/9; REM-Foto 2-6230; Durchmesser 44  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 4: Pithonella oviformis n. sp., Paratyp mit nur unvollständiger Überwachsung der basalen, stengeligen Kristallite; Sphäre 517, Probe Moorberg-50/9; REM-Foto 2-6192; Längsachse 64  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5: Wand von Pithonella oviformis n. sp.; Paratypus, Sphäre 527, Probe Moorberg-50/9; REM-Foto 2-6277; Vergrößerung 3000 x.
- Fig. 6: Doppelwandige Pithonella quiltyi BOLLI 1974; Sphäre 6, Probe M1-Roklum; REM-Foto 2-4552; Vergrößerung 2800 x.
- Fig. 7: Pithonella quiltyi BOLLI 1974 mit Archaeopyle; Sphäre 296, Probe Moorberg-50/7; REM-Foto 2-5667; Durchmesser 57  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8 - 9: Pithonella quiltyi BOLLI 1974; Sphäre 5, Probe M1-Roklum.  
8: Oberfläche; REM-Foto 2-4564; Vergrößerung 3300 x.  
9: Wandaufbau in Kreuzbalkenstruktur; REM-Foto 2-4562; Vergrößerung 2400 x.
- Fig. 10: Einfachwandige Pithonella quiltyi mit Kreuzbalkenstruktur; Sphäre 55, Probe Moorberg-50/5; REM-Foto 2-5063; Vergrößerung 4400 x.
- Fig. 11: Übergangsform zwischen Pithonella quiltyi BOLLI und Pithonella cf. quiltyi mit relativ langen, nadeligen Oberflächen-Kristalliten; Sphäre 389, Probe Moorberg-50/1; REM-Foto 2-5909; Durchmesser 43  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 12: Pithonella cf. quiltyi BOLLI mit unregelmäßiger Oberflächengestaltung infolge unterschiedlich langer Kristallite; Sphäre 941, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-7439; Durchmesser 30  $\mu\text{m}$ .



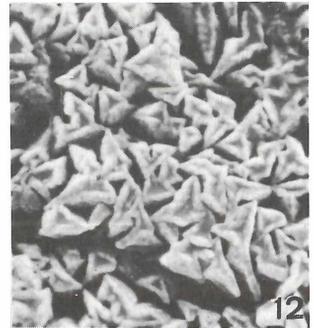
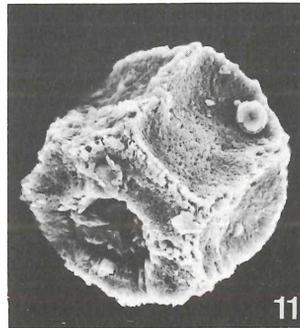
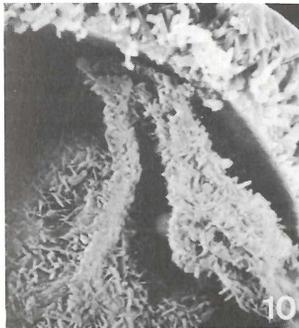
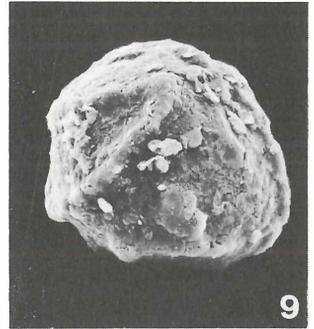
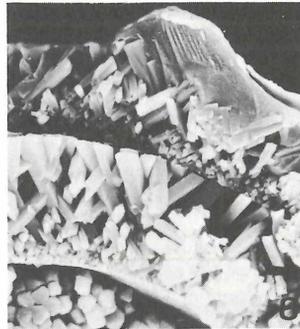
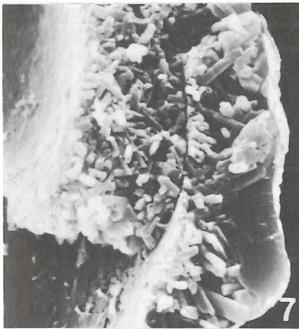
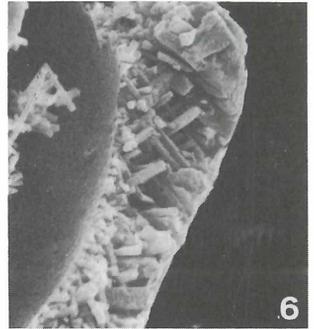
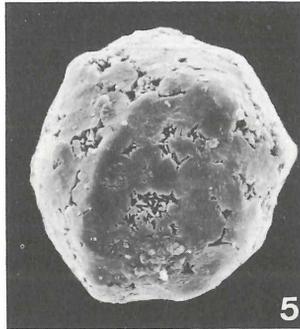
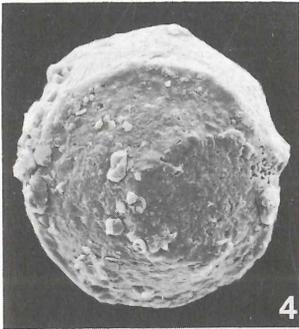
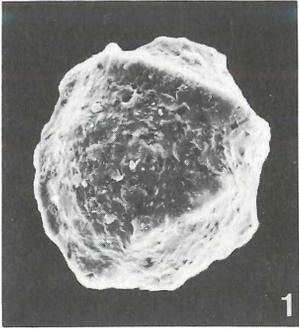
Tafel 9

- Fig. 1 - 2: Doppelwandige, grobstrukturierte Pithonella titanoplax RÖGL 1976; Sphäre 592; Probe Moorberg-50/4.  
1: Gesamtansicht; REM-Foto 2-6399; Durchmesser 75  $\mu\text{m}$ .  
2: Oberfläche; REM-Foto 2-6400; Vergrößerung 1100 x.
- Fig. 3 - 4: Feinstrukturierte, doppelwandige Pithonella titanoplax RÖGL; Sphäre 43, Probe Roklum II+100.  
3: Doppelschichtige Wandung; REM-Foto 2-4972; Vergrößerung 3500 x.  
4: Gesamtansicht; REM-Foto 2-4960; Durchmesser 97  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5 - 6: Einfachwandige Pithonella titanoplax RÖGL; Sphäre 29, Probe Roklum II+200.  
5: Gesamtansicht mit grobstrukturierter Oberfläche; REM-Foto 2-4886; Durchmesser 68  $\mu\text{m}$ .  
6: Wandung; REM-Foto 2-4901; Vergrößerung 2500 x.
- Fig. 7 - 9: Holotyp von Calcigonellum dolium n. sp.; Sphäre 345, Probe Moorberg-50/1.  
7: Gesamtansicht mit Operculum (rechter Apex); REM-Foto 2-5805; Längsachse ca. 36  $\mu\text{m}$ .  
8: Detail der Oberfläche; REM-Foto 2-5806; Vergrößerung 4600 x.  
9: Aufgebrochen, einschichtige Wand aus streng radial orientierten Kristalliten; REM-Foto 2-5833; Vergrößerung 1000 x.
- Fig. 10 - 12: Calcisphaere gen. et sp. indet.; Sphäre 613, Probe Moorberg-50/4.  
10: Lateralansicht mit cingularem Wulst und seitlich abgeschrägtem Archaeopylffeld; REM-Foto 2-6439; maximale Breite 50  $\mu\text{m}$ .  
11: Blick auf die Archaeopylseite; REM-Foto 2-6440.  
12: Einschichtige Wand in Kreuzbalkenstruktur; REM-Foto 2-7161; Vergrößerung 5700 x.



Tafel 10

- Fig. 1 - 2: Holotyp von Bicarinellum calvum n. sp.; Sphäre 580, Probe Moorberg-50/9.
- 1: Ventralansicht mit lateralem Longitudinalwulst (linke Kante); REM-Foto 2-6343; Länge 55  $\mu\text{m}$ .
- 2: Doppelschichtige Wand; REM-Foto 2-6385; Vergrößerung 3800 x.
- Fig. 3: Deutlich bicariner Paratyp von Bicarinellum calvum n. sp.; Sphäre 875, Probe Moorberg-50/10; REM-Foto 2-6966; Längsachse 60  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 4: Antapikalseite mit ventraler Abplattung; Sphäre 158, Probe Gott 1; REM-Foto 2-5407; Breite der Sphäre 49  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5 - 6: Einfachwandiges Bicarinellum calvum n. sp., Paratyp; Sphäre 779, Probe Moorberg-50/8.
- 5: Ventralansicht; die stengeligen Kristallite der Wandbasis erreichen stellenweise auch die Oberfläche; REM-Foto 2-6754; Längsachse 53  $\mu\text{m}$ .
- 6: Wand mit basaler Kreuzbalkenstruktur. Im distalen Bereich Überwachung mit eben begrenzten, lateral verzahnten Kristalliten; REM-Foto 2-6788; Vergrößerung 3000 x.
- Fig. 7: Doppelwandiges Bicarinellum calvum n. sp. mit wirrstrahliger, innerer Wandung. Die Bildung der transversalen bzw. longitudinalen Wülste erfolgt durch lokal verstärktes Dickenwachstum der Oberflächenkristallite (vgl. auch Fig. 6 und 8). Sphäre 578, Probe Moorberg-50/9; REM-Foto 2-6384; Vergrößerung 3300 x.
- Fig. 8: Doppelwandiges Bicarinellum calvum n. sp.; innere Wandlage in regelmäßiger Kreuzbalkenstruktur. Sphäre 160, Probe Gott 1; Vergrößerung 2800 x.
- Fig. 9: Seitenansicht eines Bicarinellum calvum n. sp. mit ausgeprägtem, ventralem Longitudinalwulst. Sphäre 566, Probe Moorberg-50/9; REM-Foto 2-6325; Längsachse 57  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 10: Rudimentäre Innenwand bei Bicarinellum calvum n. sp. in Form eines dünnen Belags von Kalzit-Nadeln auf der geschrumpften, organischen Membran. Sphäre 224, Probe Aegi 45/5; REM-Foto 2-5556; Vergrößerung 2300 x.
- Fig. 11: Paratyp von ? Callicarpinum mutterlosei n. sp.; mit offener, apikaler Archaeopyle. Sphäre 744, Probe Moorberg-50/8; REM-Foto 2-6703; maximale Breite 43  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 12: Oberfläche von ? Callicarpinum mutterlosei n. sp. im Bereich der Operculum-Naht. Sphäre 832, Probe Moorberg-50/2; REM-Foto 2-6887; Vergrößerung 7500 x.



Tafel 11

- Fig. 1 - 3 : Holotyp von ? Callicarpinum mutterlosei n. sp.; Sphäre 450, Probe Moorberg-50/3.
- 1: Schrägaufsicht auf die Archaeopylseite mit der apikalen Archaeopylstruktur und den präcingularen Feldern. Unterhalb des cingularen Ringwalls sind zwei der insgesamt fünf äquatorialen Felder sichtbar. REM-Foto 2-6061; Längsachse 57  $\mu\text{m}$ .
  - 2: Schrägaufsicht auf die Antarchaeopylseite; REM-Foto 2-6062.
  - 3: Radialstrahlige, einschichtige Wand. Im Bereich der Septen sind die Kristallite verlängert. REM-Foto 2-6105; Vergrößerung 2900 x.
- Fig. 4: Pentagonales Operculum mit Poren, Paratyp von ? Callicarpinum mutterlosei n. sp.; Sphäre 809, Probe Moorberg-50/2; REM-Foto 2-6867; Vergrößerung 1100 x.
- Fig. 5: Antarchaeopylseite eines Paratyps von ? Callicarpinum mutterlosei n. sp.; Sphäre 410, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-5948; Vergrößerung 710 x.
- Fig. 6: Holotyp von Heptasphaera michaeli n. g. n. sp.; Blick schräg auf die ebene, ungefelderte Archaeopylseite; Sphäre 433, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-6015; Durchmesser 47  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 7: Antarchaeopylseite von Heptasphaera michaeli n. g. n. sp., bestehend aus drei Platten, Paratyp; Sphäre 411, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-5951; Durchmesser 48  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8: Seitenansicht von Heptasphaera michaeli n. g. n. sp. (Archaeopylfeld unten links, Antarchaeopylfeld oben rechts); Sphäre 445, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-6031; Durchmesser 52  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 9: Oberfläche eines subcingularen Feldes von Heptasphaera michaeli; Sphäre 398; Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-5937; Vergrößerung 3200 x.
- Fig. 10: Oberfläche einer Antarchaeopylplatte von Heptasphaera michaeli; Sphäre 405, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-5945; Vergrößerung 3200 x.
- Fig. 11: Einschichtige Wand von Heptasphaera michaeli aus wirrstrahlig miteinander verfilzten Kalzitnadeln; Sphäre 303, Probe Moorberg-50/7; REM-Foto 2-5676; Vergrößerung 3800 x.
- Fig. 12: Radialer Porenkanal nur in der mineralisierten Wandung, nicht in der organischen Membran; Paratyp von Heptasphaera michaeli; Sphäre 434, Probe Moorberg-50/3; REM-Foto 2-6092; Vergrößerung 3300 x.

