

## Coccolithineen-Skelettreste aus Tiefseeablagerungen des Pazifischen Ozeans

Eine nannopaläontologische Untersuchung

VON ERWIN KAMPTNER\*)

(Mit 9 Tafeln und 39 Textabbildungen)

Manuskript eingelangt am 30. März 1963

### Inhaltsübersicht

	Seite
Vorbemerkungen .....	139
Das Probenmaterial .....	140
Methodologische Hinweise .....	144
Das Formenmaterial .....	146
Tabellarische Übersicht der Formen und ihres Vorkommens in den Proben .....	191
Statistisches .....	192
Ergänzende Bemerkungen über das Auftreten der Formen in den verschiedenen geologischen Altersstufen .....	194
Morphologisches .....	195
Literatur .....	199
Tafelerklärungen .....	201

### Vorbemerkungen

Der Pazifische Ozean war seit dem Zweiten Weltkrieg wiederholt der Schauplatz hydrographischer, geologischer und biologischer Forschungen. Eine große Unternehmung, die sich solche Studien zum Ziel gesetzt hatte, war die Schwedische Tiefsee-Expedition, die in den Jahren 1947 und 1948 auf dem Dampfer „Albatros“ unter H. PETERSSON's Leitung den Erdball umkreiste und dabei den Pazifik von O nach W überquerte. Bald darauf, im Jahre 1950, fand eine amerikanische Forschungsfahrt statt, die „Mid-Pacific Expedition“, deren Fahrtlinie sich von La Jolla (Californien) bis zu den Bikini-Inseln erstreckte. Auf beiden Fahrten wurden in reichem Maße Tiefsee-Grundproben aufgesammelt. Schon längst sind Spezialforscher am Werk,

\*) Anschrift des Verfassers: Wien I, Burgring 7 (Naturhistorisches Museum).

um den auf diesen Reisen zu Tage geförderten Stoff zu sichten und auszuwerten. Mir fiel die Aufgabe zu, die in den Tiefsee-Ablagerungen des Pazifik eingebetteten Skelettreste der Kalkflagellaten (Coccolithophoriden, Coccolithineen) zu bearbeiten. Diese Obliegenheit wurde mit Vorbedacht in engen Grenzen gehalten. Es sollten keineswegs sämtliche kalkigen Grundproben, welche die angeführten Expeditionen aus dem pazifischen Bereich heimgebracht hatten, nach Coccolithen durchmustert werden; eine solche Aufgabe würde die Kräfte eines Einzelnen weit übersteigen. Vielmehr wurde aus dem Bestand der Proben eine kleine Serie ausgewählt, die geeignet schien, in Bezug auf ein begrenztes Gebiet ein übersichtliches Bild der in den Sedimenten enthaltenen Coccolithen-Florula zu geben, und zwar sowohl in der artlichen Zusammensetzung als auch im Hinblick auf den Wandel, den das Ganze seit dem Anbruch des neozoischen Zeitalters erfahren hatte. Die Auswahl der Proben geschah durch Prof. M. N. BRAMLETTE (La Jolla) im Einvernehmen mit Dr. G. ARRHENIUS, einem Teilnehmer der „Albatros“-Expedition.

Die Bearbeitung der Proben hat der Verfasser an der Geologisch-paläontologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien (Leiter: Prof. Dr. H. ZAPPE) durchgeführt. Beim Herstellen der Mikrophotogramme stand ihm Kustos Dr. F. BACHMAYER zur Seite. Die Elektronenbilder wurden zu einem Teil, und zwar auf Veranlassung von Prof. M. N. BRAMLETTE, am Zentralinstitut für Industrielle Forschung zu Blindern-Oslo (Norwegen) von Dr. J. MARKALI besorgt. Der übrige Teil der Bilder wurde in Frankfurt a. M. angefertigt, wo der Verfasser bei mehreren Aufenthalten am Max-Planck-Institut für Biophysik (Vorstand: Prof. Dr. B. RAJEWSKY) unter Beihilfe von Dr. W. LIPPERT eine Anzahl Sedimentproben elektronenoptisch durchmusterte.

Allen angeführten Persönlichkeiten sei für das Interesse und die Fürsorge, die sie meiner Forschungsarbeit entgegenbrachten, der beste Dank ausgesprochen.

### Das Probenmaterial

Das Material, das der vorliegenden Bearbeitung zugrundeliegt, besteht im ganzen aus 25 Grundproben, die sich auf 7 Lotkerne der beiden in der Einleitung genannten Meerese Expeditionen verteilen. Von diesen Kernen stammen 3 aus den Aufsammlungen der Schwedischen Tiefsee-Expedition (in folgenden gebrauchte abgekürzte Bezeichnung: ST), die übrigen 4 aus den Beständen der Mid-Pacific Expedition (MP).

Es folgt nun ein tabellarisches Verzeichnis der Lotkerne nebst den wichtigsten zugehörigen Daten und Namen.

Bei den Lotkernen ST 62, ST 53, MP 40—1, MP 25 c—1 und MP 33 c gehört die hier bearbeitete Probe je einem einzigen engeren, aus dem Lotkern herausgeschnittenen Horizont an, während die Lotkerne ST 61 und MP 10—1 durch je eine ganze Serie von Horizonten vertreten sind.

Lotkern	geograph. Position	Wassertiefe (Meter)	geol. Alter	Anmerkungen
MP 10-1	4° 35' N 139° 57' W	4330	Holocän	
ST 61	0° 6' S 135° 58' W	4437	Holocän + Plistocän	Kullenberg's Kolbenlot. Es fehlt die oberste Partie von 29 cm.
ST 62	3° 0' S 136° 0' W	4510	Pliocän	Kullenberg's Kolbenlot.
ST 53	15° 34' N 127° 11' W	4725	Miocän	Es fehlt die oberste Partie von 10 cm. Kul- lenberg's Kolbenlot.
MP 40-1	15° 32' N 177° 32' W	4082	Oligocän	
MP 25 c-1	19° 40' N 168° 32' W	1703	Eocän	Horizon Guyot. Phleger-Corer.
MP 33 c	17° 45' N 174° 16' W	1664 bis 1683	oberes Paläocän	Heß Guyot. Verhärteter Globigerinenschlamm, gehoben mit Chain-beg- dredge.

Die Abb. 1 zeigt die geographische Verteilung der Lotkerne an Hand einer Kartenskizze.

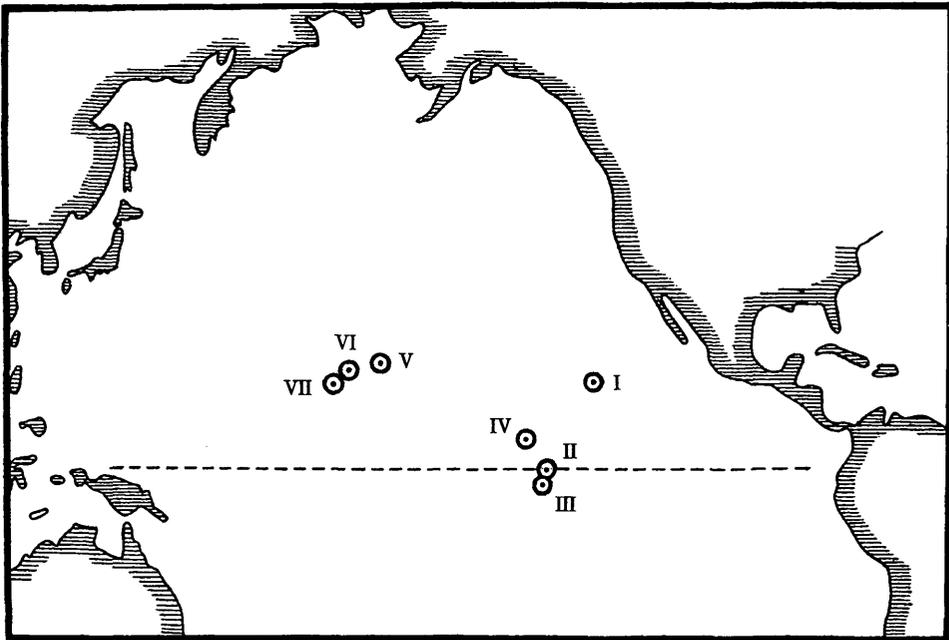


Abb. 1. Kartenskizze des Pazifischen Ozeans mit den geographischen Positionen der Lotkerne. Die Positionen sind durch je einen Punkt angegeben, um den der Deutlichkeit halber ein Kreis gelegt ist. Sie sind mit römischen Ziffern bezeichnet: I = ST 53, II = ST 61, III = ST 62, IV = MP 10-1, V = MP 25 c-1, VI = MP 33-c, VII = 40-1.

Die horizontale gestrichelte Linie bedeutet den Äquator. Maßstab 1:160,000,000.

Die genannten Daten wie auch die übrigen im laufenden Kapitel enthaltenen Angaben sind einer Reihe von Schriften entnommen, die der Leser für nähere Orientierung über den einschlägigen Stoff konsultieren möge: ARRHENIUS 1950 und 1952, ARRHENIUS & BLOMQUIST 1956, BRAMLETTE & RIEDEL 1954, HAMILTON 1953.

Die folgende Tabelle gibt eine detaillierte Übersicht der untersuchten Proben, und zwar enthält Kolonne A die Bezeichnung des Lotkerns, die Kolonne B die Entfernung (in Zentimetern) jeder Probe von der Spitze des Lotkerns, Kolonne D das geologische Alter der Proben. Da es für den Leser unbequem wäre, wenn im Text oder in den Beschriftungen der Bilder jeweils die offizielle Bezeichnung der Probe und ihre Stellung innerhalb des Lotkerns angeführt wäre, so ist für die Proben eine Numerierung eingeführt (Kolonne C). Wenn der Leser einer solchen Nummer begegnet, so braucht er nur die Tabelle zu konsultieren, um das Nähere über die Probe zu erfahren.

A	B	C	D
MP 10—1	0,5— 1	1	
	4,0— 4,5	2	
	11,5— 12,0	3	
	21,5— 22,0	4	
	33,5— 34,0	5	
	50,0— 50,5	6	
	59,5— 60,0	7	Holocän + jüngeres Quartär C 1 bis 12
	74,5— 75,0	8	
ST 61	0,0— 1,5	9	
	60,0— 61,5	10	
	160,0—161,5	11	
	336,0—337,5	12	
	461,0—462,5	13	
	550,0—551,5	14	
	562,0—563,5	15	
	640,0—641,5	16	
	705,0—706,5	17	mittleres Quartär C 13 bis 20
	825,0—826,5	18	
	908,0—909,5	19	
	957,0—958,5	20	
St 62	1312	21	Pliocän
St 53	52,0— 53,5	22	Miocän
MP 40—1	56,0— 63,5	23	Oligocän
MP 25 c—1	50,8— 58,4	24	Eocän
MP 33 c	Oberfläche	25	Paläocän

Das ältere Quartär ist unter den Proben nicht vertreten.

Wie man dieser Zusammenstellung entnehmen kann, ist an dem Lotkern 61 der „Albatros“ jeder zur Untersuchung ausgewählte Horizont durch eine

15 mm hohe Säule repräsentiert. An dem Lotkern MP 10—1 sind die Säulen nur je 5 mm hoch. Aber bei MP 40—1 und MP 25 c—1 beträgt ihre Mächtigkeit je mehrere Zentimeter.

Sämtliche Lotkerne stammen, geographisch betrachtet, aus dem Tropengürtel; der nördlichste liegt in 20° Nordbreite. Sie gehören, genauer gesagt, zum äquatorialen eupelagischen Bereich des Pazifik.

Lotkern MP 10—1 ist durch 6 Tiefenstufen vertreten, die sich innerhalb des Sediments von der Oberfläche bis zu 75 cm Tiefe erstrecken.

Lotkern ST 61 hat seine Lage fast genau am Äquator, und zwar innerhalb der sogenannten äquatorialen Divergenz, wo die Akkumulation kalkiger Substanz einen besonders hohen Betrag erreicht. Hier bilden Coccolithen ein vorherrschendes Element unter den biogenen Skelettresten; innerhalb einer Schlammtiefe von 560 bis 570 cm beträgt ihr Anteil am Sediment mindestens 80%. Es ist eine offene Frage, ob diese ansehnliche Quote der Coccolithen auf ein besonderes Anwachsen der Akkumulation oder auf ein besonders geringes Maß der Auflösung zurückzuführen ist.

Lotkern ST 62 ist ein Vertreter der Südäquatorialen Kalkfazies. Er ist der einzige Kern, mit welchem die Fahrtlinie der „Albatros“ in dieses Gebiet hineinreicht. Mit seinen 1479 Zentimetern ist er der längste Kern, den diese Expedition aus dem östlichen Pazifik heimgebracht hat. Stratiographisch dringt er bis in das jüngste Pliocän hinunter und umfaßt, — gemessen mit dem absoluten Maß, wie es die  $\text{TiO}_2$ -Methode an die Hand gibt — einen Zeitraum von 1,6 Millionen Jahren. Das für unsere Untersuchung ausgewählte Stück von 1312 cm Schlammtiefe würde einem absoluten Alter von beiläufig 1,420.000 Jahren entsprechen.

Der Lotkern ST 53 stammt aus dem Bereich der gegenwärtigen nordäquatorialen Tonfazies. Er umfaßt eine Folge von Kalkschlamm, Mergelschlamm und Ton. Dem Alter nach entspricht er dem Plistocän und dem jüngsten Pliocän. Der Anteil an kalkigem Sediment ist von unbekannter Mächtigkeit. Der Kalkgehalt schwankt von 1% in den Tonschichten bis zu 62% in den obersten Kalklagen. Für tertiäres Alter der Kalkschichten spricht vor allem die starke Verhärtung des Schlammes. Daß das oberste Stück von 10 cm Länge fehlt, beruht nicht auf Mangel einer Sedimentation, sondern auf Abtragung. Dies wird nicht nur durch die topographischen Verhältnisse, sondern auch durch das Nichtvorhandensein von Fischresten und einer Manganverkrustung nahegelegt. Das Stück in 52—55,5 cm Tiefe entspricht den obersten kalkreichen Lagen.

Von den drei Proben der Mittelpazifischen Expedition ist MP 10—1 durch 6 Tiefenstufen vertreten.

MP 25 c—1 liegt auf dem Horizon Guyot, einem vulkanischen Rücken, der bis zu 1703 m Wassertiefe aufragt. Der Gipfel bietet in seiner Zusammensetzung aus biogenen Elementen eine Mischung aus rezenten und eocänen

Formen. Unterhalb dieser Schichten befindet sich reiner, unverfestigter Globigerinenschlamm eocänen Alters.

MP 10—1 kommt topographisch den Stationen der Schwedischen Tiefsee-Expedition am nächsten, vor allem dem Lotkern ST 61. Jener Lotkern liegt auch besonders nahe dem Äquator. Von allen Kernen der Mittelpazifischen Expedition ist MP 40—1 am weitesten gegen Westen gelegen. MP 33 c (Hess Guyot) befindet sich auf der Fahrtlinie der amerikanischen Expedition zwischen MP 40—1 und MP 25 c—1 (Horizon Guyot).

### Methodologische Hinweise

Nur das Lichtmikroskop ist befähigt, das Durchmustern einer größeren Zahl kalkiger Bodenproben, wie sie zur Ausbeute einer marinen Expedition gehören mögen, im Hinblick auf Coccolithen zu bewältigen. Aber selbst dies gilt nicht uneingeschränkt, da das Instrument auch den in einer einzigen Probe vorhandenen Formenbestand an Coccolithen nicht erschöpfend zu erfassen vermag. Nicht nur die oft sehr beträchtliche Zahl der Formen trägt daran die Schuld, sondern auch der Umstand, daß diese Skelettreste größtenteils zu winzig sind, als daß deren lichtoptisches Studium in einem befriedigendem Ausmaß gelingen könnte. Unterhalb einer gewissen Größe zeigen Coccolithen nur im Elektronenmikroskop alle jene Merkmale, die nach dem heutigen Stand der Coccolithineen-Systematik zu berücksichtigen sind. Solch winzige Coccolithen, Nannofossilien in der engsten Bedeutung des Wortes, erweisen sich als ein überaus geeignetes Objekt für elektronenoptisches Studium.

Auch zur Untersuchung der pazifischen Coccolithen wurde das Elektronenmikroskop herangezogen. Die lichtoptischen Verfahrensweisen sind von mir in den Jahren 1941 (pag. 65) und 1952 geschildert worden und bedürfen hier keiner weiteren Betrachtung. Der Anwendung des Elektronenmikroskops auf Coccolithen mögen jedoch einige Worte gewidmet sein.

Die Substanz der Coccolithen ist nur in sehr dünner Schicht für die Elektronenstrahlung durchgängig. Daher geben dickere Coccolithen, oder dickere Teile von Coccolithen, einen homogenen schwarzen Schatten, der wohl Randskulpturen, nicht aber innerhalb der Fläche gelegene Einzelheiten erkennen läßt. Wenn man das Material vor der elektronenoptischen Prüfung mittels verdünnter Salzsäure entkalkt, so bleibt die organische Matrix, in welcher die weggelösten Kalkkristallite in bestimmter räumlicher Anordnung eingebettet lagen, in Gestalt eines streng homomorphen Modells des Coccolithen zurück. Die Elektronenstrahlung ist dann imstande, ungehindert durchzudringen und selbst die zartesten Skulpturen, auch wenn sie innerhalb der Fläche des Objektes gelegen sind, sichtbar zu machen. Es leuchtet ein, daß nur Coccolithen von sehr jungem geologischen Alter für ein solches Verfahren in Betracht kommen, da die organische Matrix nur in geringem Maße fossil erhaltungsfähig ist.

Ein zweites Verfahren, das in manchen Fällen mit Vorteil angewendet wurde, besteht in einer „Kohlebedampfung“. Durch sie wird über die ganze Oberfläche des Coccolithen hinweg eine zarte Kohlehaut aufgetragen, an welcher nach Weglösen der Kalksubstanz die Skulpturen der Oberfläche im Elektronenbild sehr anschaulich hervortreten. Dieses Verfahren ist auf Coccolithen beliebigen geologischen Alters anwendbar.

Im Hinblick auf die Erforschung des Aufbaues der Coccolithen haben wir den relativen Wert, den das Elektronenmikroskop für die Analyse solcher Körperchen besitzt, näher zu prüfen und das Verhältnis dieses Instrumentes zum Lichtmikroskop mit Rücksicht auf jene Aufgabe zu bestimmen. Seine Verwendung in dieser Richtung datiert erst seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges. Sein Gebrauch ist, verglichen mit jenem des Lichtmikroskops, umständlich und kostspielig. Dazu tritt noch der Umstand, daß man bei Objekten, welche so wie die Coccolithen in ziemlicher Formenfülle und locker verteilt das schlämbbare Sediment durchsetzen, sehr auf die Gunst des Zufalls angewiesen ist.

In der Coccolithineen-Forschung soll man naturgemäß bestrebt sein, die lichtoptische und die elektronenoptische Untersuchung möglichst enge verknüpft vorzunehmen. Doch ist es nicht immer leicht, ja sehr oft unmöglich, das Elektronenbild einer Coccolithen-Form mit einer lichtoptisch beobachteten Form zu identifizieren. Unter den Elektronenaufnahmen aus dem pazifischen Material finden sich nicht wenige, die keinerlei Parallele im Bereich lichtoptisch studierter Formen der nämlichen Sedimentprobe aufweisen. Dies gilt vor allem für die kleinsten Typen, welche im Gesichtsfeld des Lichtmikroskops zwar als winzige Gebilde sichtbar sind, aber sich doch der näheren Untersuchung entziehen. Bei den Versuchen, da oder dort zu einer Identifizierung zu gelangen, spielt das subjektive Moment eine nicht zu unterschätzende Rolle. Dazu gesellt sich der Umstand, daß die Perspektive, in der sich die elektronenoptisch aufgenommenen Coccolithen darbieten, von ausschlaggebender Bedeutung sein kann. Meistens liegen die Kalkkörper mit ihrer Flachseite auf dem Trägerfilm, und die Seitenansicht, die doch von systematischer Wichtigkeit ist, bleibt unbekannt. Die große Schärfentiefe der elektronenoptischen Abbildung hat wohl große Vorteile, aber auch ihre Nachteile. Wenn ein elliptischer Coccolith zufällig schief auf dem Trägerfilm liegt, so kann es sein, daß er kreisrund erscheint. Zum Beispiel vermag ein *Coccolithus* durch Zufall einen *Cyclococcolithus* vorzutäuschen. Umgekehrt kann ein *Cyclococcolithus* in der Perspektive elliptisch aussehen. Da sowohl der Umriß wie der Aufriß der Coccolithen für die Systematik von großer Wichtigkeit sind, so haben elektronenoptische Aufnahmen gar oft einen sehr beschränkten Wert, und man bedarf sonstiger Anhaltspunkte, wenn es sich darum handelt, ein Elektronenbild, das sich nicht mit Sicherheit einer lichtoptisch gut bekannten Form zuweisen läßt, systematisch zu verwerten. Manche Spezies, die im Lichtmikroskop homogen erscheinen, können sich im Elektronen-Mikroskop

in eine Mehrzahl von Einzelformen auflösen. Jedenfalls hat das elektronenoptische Studium der Coccolithen eine weitgehende Auswirkung sowohl auf die Morphologie der Kalkflagellaten wie auch auf deren Systematik und Nomenklatur. Die damit verknüpften Fragen waren auf dem VIII. Internationalen Kongreß für Botanik (Paris 1954) der Gegenstand eingehenden Gedankenaustausches (siehe: BRAARUD-DEFLANDRE-HALLDAL-KAMPTNER 1955 und 1956).

In dieser Abhandlung galten für den Entwurf der Textbilder die gleichen Grundsätze, wie sie bereits in meinen früheren Coccolithineen-Publikationen maßgebend waren. Stets war ich bestrebt, auch den Aufriß des Kalkkörpers darzustellen. Mit Ausnahme der Abbildungen 10 und 27 haben alle den 3000-fachen Abbildungsmaßstab, nur die beiden eben angeführten Bilder den 2000-fachen. Allgemeine Hinweise in Betreff der Tafelbilder sind den Tafelerläuterungen (Seite 201–204) vorangestellt.

Den Darlegungen dieses Kapitels möchte ich folgendes anfügen.

Man ist gewöhnt, für die Kunde von jenen kleinen Fossilien, die man nur mittels Lupe und Mikroskop zu studieren vermag, den Namen „Mikropaläontologie“ zu gebrauchen. Es handelt sich hier nicht um einen systematischen, sondern um einen methodologischen Gesichtspunkt, von dem aus dieser Begriff gebildet ist. Man pflegt darin auch die Kunde von den allerkleinsten Fossilresten einzuschließen, also jenen, die man heute als „Nannofossilien“ bezeichnet und zu denen auch die Coccolithen zählen. Wie unsere Ausführungen gezeigt haben, bedarf die Erforschung der Nannofossilien besonders leistungsfähiger optischer Hilfsmittel, wie sie in der Paläontologie sonst nirgends gebraucht werden. Dadurch unterscheidet sich dieses Gebiet in methodologischer Hinsicht deutlich von den übrigen Bereichen der Paläontologie, also auch von der übrigen Mikropaläontologie. Es ist daher am Platz, wenn man der Wissenschaft von den Nannofossilien einen eigenen Namen zueignet. Auf der Jahresversammlung der Paläontologischen Gesellschaft, Hamburg 1960, machte ich den Vorschlag, man solle das fragliche Gebiet als „Nannopaläontologie“ bezeichnen (siehe: KAMPTNER 1962, pag. 13). Dieser Gedanke ist auch im Untertitel der vorliegenden Abhandlung zum Ausdruck gebracht.

### Das Formenmaterial

Die Frage, ob es zweckmäßig ist, Parataxia zu verwenden, wird von den Systematikern verschieden beantwortet. Es sei bemerkt, daß der XV. Internationale Zoologen-Kongreß (London 1958) zu dem Schluß kam, daß es keinen wissenschaftlichen Wert habe, solche Taxia zu unterscheiden. In der vorliegenden Abhandlung will der Verfasser davon absehen, diesen Gegenstand zu diskutieren. Daher werden in dem folgenden Speziellen Teil sämtliche Einheiten als Sippentaxia (man könnte sie auch „Orthotaxia“ nennen) behandelt. Doch ist in jenen Fällen, bei denen es möglich wäre, von einem Parataxion zu sprechen, die Bezeichnung „paragen.“ bzw. „paraspec.“ in Klammer beigefügt.

Bei den hier neu aufgestellten Gattungen ist jeweils die als typisch erklärte Spezies angeführt. Auch bei jenen Gattungen, die der Verfasser in einer früheren Schrift als neu publiziert hat, ist für alle Fälle die typische Art namhaft gemacht.

Elliptische Gehäuseelemente der Kalkflagellaten pflegen meistens in den beiden Achsenrichtungen der Ellipse in ziemlicher Annäherung das Maßverhältnis 1 : 0,7 aufzuweisen. Solche Coccolithen sind wie bereits in früheren Publikationen des Verfassers als „normalelliptisch“ bezeichnet; und wenn die Ellipse in ihrer Proportion auffällig davon abweicht, werden die Kalkkörper „breitelliptisch“ bzw. „schmalelliptisch“ genannt.

In dieser Abhandlung hat der Verfasser nicht das Bedürfnis, seine Ansichten in Betreff einer zweckmäßigen systematischen Gruppierung der Formen geltend zu machen; derartige soll einer geplanten monographischen Darstellung der gesamten Kalkflagellaten vorbehalten bleiben. Ihm liegt einstweilen bloß daran, die in den Proben vorkommenden Formen festzuhalten und zu beschreiben, bemerkenswerte morphologische Eigentümlichkeiten näher zu betrachten, endlich auch einer künftigen stratigraphischen Verwertung dieser Nannofossilien einen Dienst zu erweisen. Zu diesen Zwecken kann es genügen, wenn die Formen im Speziellen Teil dieser Abhandlung alphabetisch gereiht erscheinen. Unsere Ausführungen erstrecken sich nicht auf die Discoasteriden.

*Calcidiscus* KAMPTNER 1952, pag. 236.

Kalkkörper von der Gestalt einer flachen Kugelkalotte. Die konkave Seite ist als Unterseite anzusehen. Im Zentrum ist eine Durchbrechung vorhanden, die in mehrere Teile aufgelöst sein kann.

Typische Spezies: *C. quadriforatus* KAMPTNER 1952.

*Calcidiscus quadriforatus* KAMPTNER.

KAMPTNER 1952, pag. 236.

Proben: 1, 2, 5 (Holocän); 13, 14, 16 (mittl. Quartär).

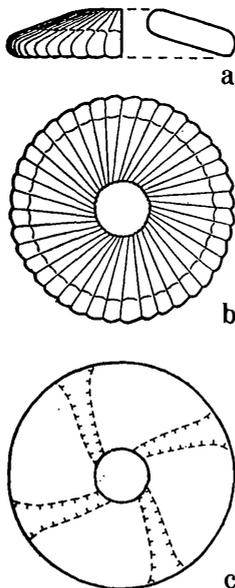


Abb. 2: *Calcidiscus uniforatus* nov. spec. a linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt; b Oberseite, c Interferenzbild, von oben gesehen.

*Calcidiscus uniforatus* nov. spec. (Abb. 2, Fig. 17 auf Taf. 2).

Die Scheibe erinnert an einen niedrigen Kegel. Sie hat einen Durchmesser von 7–10  $\mu$ . Ihre Höhe beträgt ein Fünftel des Durchmessers, ihre Dicke

etwa der halben Höhe. Sie zeigt eine radiäre Streifung aus etwa 40 Elementen, die in der Draufsicht sich als geradegestreckt und um etwa  $10^\circ$  im Uhrzeigersinn schief gestellt erweisen. An der Peripherie endigen die Elemente in Sägezähnen, deren Spitzen in demselben Sinn einseitig verschoben erscheinen. Im Zentrum der Scheibe existiert eine kreisrunde Pore, deren Durchmesser einem Fünftel des Scheibendurchmessers gleichkommt. Das Interferenzbild, das die Scheibe zwischen gekreuzten Polarisatoren darbietet, erinnert an dasjenige von *Cyclococcolithus leptoporus*.

Proben: 14 (mittl. Quartär),  
23 (Oligocän),  
24 (Eocän, häufig).

*Calcitrema* nov. gen.

Elliptische oder annähernd elliptische Scheibe, mit einer mittleren Durchbrechung, deren Umriß nach der Längsrichtung des Kalkkörpers gestreckt ist. Dieser ist in seiner Längsrichtung ein wenig aufgewölbt.

Typische Spezies: *C. praeceps* nov. spec.

*Calcitrema asymmetricum* nov. spec. (Abb. 3, Fig. 4 auf Taf. 1).

Der Kalkkörper zeigt in Flächenansicht einen länglich-eiförmigen Umriß. In der Mitte existiert ein Durchbruch, dessen Umriß demjenigen der Peripherie geometrisch ähnlich ist und dessen Dimensionen etwa halb so groß sind. Die

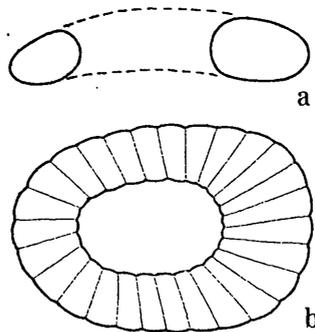


Abb. 3: *Calcitrema asymmetricum* nov. gen. nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

Länge des Kalkkörpers beträgt  $12-13,5 \mu$ , die Breite  $8,5-9,5 \mu$ . Das Längsprofil des Gebildes ist schwach aufgewölbt. Der Kalkkörper besteht aus mehr als zwei Dutzend Sektoren, die in der Draufsicht ein wenig gegen den Uhrzeigersinn schief gestellt sind.

Probe: 24 (Eocän).

*Calcitrema longiporum* nov. spec. (Abb. 4).

Das vorgefundene Exemplar ist breitelliptisch, konvex aufgewölbt,  $9 \mu$  lang,  $8 \mu$  breit. Im Zentrum besitzt es eine langgestreckte,  $2,2 \mu$  lange und

0,5  $\mu$  breite Pore. Von dieser gehen gegen 30 streng radiäre Inzisuren zum Rand. Einzelne dieser Streifen erstrecken sich vom Rand her nur bis zur halben Länge des Nachbarstreifens, um daselbst auszuweichen (in der Zeichnung, die

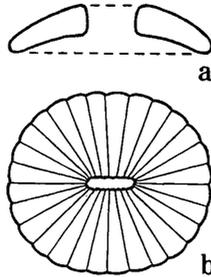


Abb. 4: *Calcitrema longiporum* nov. gen. nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

eine Schematisierung vorstellt, fortgelassen). Durch Senken des optischen Schnittes vermag man zu erkennen, daß eine gleichgeartete Skulptur auch an der Unterseite vorhanden ist, offenbar durch die periphere Kerbung mit der oberseitigen zusammenhängend.

Probe: 20 (mittl. Quartär).

*Calcitrema praeceps* nov. spec. (Abb. 5, Fig. 7 auf Taf. 1).

Der Kalkkörper ist normalelliptisch, mehr als 8  $\mu$  lang und etwa 2,3  $\mu$  hoch. Er ist ringförmig, und die mittlere Durchbrechung weist ungefähr die halben Dimensionen des äußeren Umrisses auf oder übersteigt diese um ein

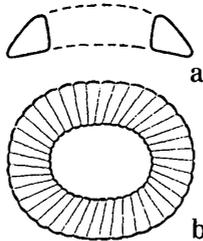


Abb. 5: *Calcitrema praeceps* nov. gen. nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

geringes. Der Torus des Ringes hat einen dreieckigen Querschnitt, an welchem die Oberseite unter etwa 45° dachartig nach der Peripherie abfällt. Auch die Unterseite weicht von der Horizontalen unter einem kleinen Winkel ab. Die dritte Seite bildet die Begrenzung des Binnenraumes und verengt diesen ein wenig gegen die Basis. Als ganzes ist der Kalkkörper in seinem Längsprofil schwach aufgewölbt. Er besitzt eine radiäre Streifung, deren Elemente geradegestreckt sind und in der Draufsicht unter einem Winkel von etwa 20° im Bewegungssinn des Uhrzeigers schief gestellt erscheinen. Zwischen gekreuzten Polarisatoren gibt der Kalkkörper kein Sphäritenkreuz. Dieses Verhalten gleicht jenem von *Tiarolithus medusoides* (siehe: KAMPTNER 1954, pag. 26).

Proben: 14 (mittl. Quartär),  
 22 (Miocän),  
 23 (Oligocän).

*Calyptrolithus* KAMPTNER (paragen.).

KAMPTNER 1948, pag. 3/4.

Isoliert aufgefundene kreisrunde oder elliptische Calyptrolithen von ungeklärter generischer Zugehörigkeit.

Typische Spezies: *C. detorquatus* (KAMPTNER) KAMPTNER = *Coccolithites detorquatus* KAMPTNER 1955.

*Calyptrolithus subtilis* nov. spec. (paraspec.) (Abb. 6, Fig. 2 auf Taf. 1).

Der Kalkkörper ist normalelliptisch oder ein wenig schmalelliptisch, nach oben schwach aufgewölbt. Man kann an ihm deutlich eine breite Randpartie und ein Mittelfeld unterscheiden. Die Randpartie besteht aus einer dünnen Lamelle, die an der Unterseite etwa 30 radiäre Leisten trägt. Diese sind senkrecht zum Rand gestellt und an ihren inneren, zum Mittelfeld gerichteten Enden halbkreisförmig gerundet. Der aufgewölbten Oberseite des

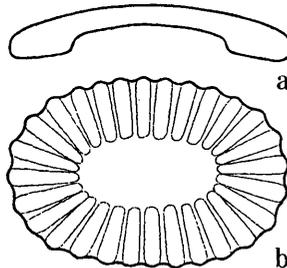


Abb. 6: *Calyptrolithus subtilis* nov. spec. (parasp.). a vertikaler Längsschnitt, b Unterseite.

Calyptrolithen entspricht an der Unterseite eine Eintiefung. Der Calyptrolith ist 10 bis 12,8  $\mu$  lang, 8 bis 9  $\mu$  breit; die Gesamthöhe beträgt 2,2  $\mu$ . Das Mittelfeld ist etwa halb so lang als der ganze Kalkkörper; die Breite entspricht einem Drittel der Breite des Kalkkörpers.

Probe: 25 Paläocän).

*Campylosphaera* nov. gen.

In der Flächenansicht erscheint der Kalkkörper als elliptischer Ring. Er ist in seiner Längsrichtung sehr weit aufgewölbt, und daher erscheint die Ellipse in der Perspektive an ihren Schmalseiten weniger stark gekrümmt, als es bei einer vollkommenen Ellipse von der gegebenen Länge und Breite der Fall wäre. Die aufgewölbte Seite des Kalkkörpers ist als dessen Oberseite zu betrachten. Am Querschnitt des Torus ist dessen verbreiteter Teil als

distale Randscheibe zu deuten; der herabragende Teil entspricht dem Mittelstück. Eine proximale (basale) Randscheibe ist nicht vorhanden. Die Dimensionen des Kalkkörpers sind wie folgt: Länge 7,8–10,3  $\mu$ , Breite 5,3–7,3  $\mu$ , Länge des Binnenraumes 4,5–6,1  $\mu$ , dessen Breite 3,6–4,0  $\mu$ , Höhe des Kalkkörpers etwa 1,8  $\mu$ . Das Längsprofil des Coccolithen ist etwa bis zum Doppelten jenes Betrages aufgewölbt, den die Höhe des Torus mißt. Der Ring ist in seinem Umkreis mit ungefähr 45 Inzisuren verziert.

Zwischen gekreuzten Polarisatoren bietet der Coccolith sehr charakteristische Interferenzerscheinungen. In der Draufsicht zeigt er Aufhellung links-oben und rechts-unten. Zwischen den beiden aufgehellten Partien,

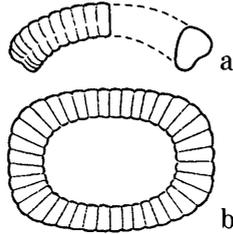


Abb. 7: *Campylosphaera bramlettei* nov. gen. nov. spec. a linke Hälfte: Ansicht der Breitseite — rechte Hälfte: vertikaler Längsschnitt. b Oberseite.

also an zwei gegenüberliegenden Seiten, schiebt sich je eine schmale Zone der Auslöschung ein. Wendet man den Gipskompensator Rot I an, und weist die  $\gamma$ -Richtung desselben von links-oben nach rechts-unten, so liefern die aufgehellten Partien eine blaue Additionsfarbe. Daraus folgt, daß die anisotropen Feinbauteilchen, denen man gemäß ihrer mineralischen Natur negativen optischen Charakter zuzuschreiben hat, in der Flächenansicht des Kalkkörpers parallel zu dessen Umrandung orientiert sind. Prüft man den Kalkring in Seitenansicht zwischen gekreuzten Polarisatoren, und läßt man die  $\gamma$ -Richtung des Gipskompensators von rechts-oben nach links-unten einfallen, so erhält der ganze mittlere Teil des Kalkkörpers, wenn dieser horizontal und quer zum Beschauer liegt, eine blaue Additionsfarbe. Wenn der Ring ein wenig schief steht, so daß man imstande ist, den optischen Schnitt durch Senken auf die abgewandte Seite des Ringes einzustellen, resultiert eine gelbe Subtraktionsfarbe. Daraus geht hervor, daß die Kristallite mit ihren optischen Achsen an der Seitenansicht des Ringes um etwa  $45^\circ$  geneigt von rechts-oben nach links-unten ziehen. Sie sind im Raum von der Basis des Kalkkörpers im Sinn des Uhrzeigers aufwärts gerichtet. Da der Ring nicht eben, sondern aufgewölbt ist, so kommen die erwähnten dunklen Stellen dadurch zustande, daß hier die optischen Achsen der Kristallite in die Richtung des Lichtes fallen, so daß Doppelbrechung unterbleibt.

Typische Spezies: *C. bramlettei* nov. spec.

*Campylosphaera bramlettei* nov. spec. (Abb. 7, Fig. 6 auf Taf. 1).

Charakteristik wie bei der Gattung.

Proben: 23 (Oligocän),  
24 (Eocän, häufig.)  
25 (Paläocän).

*Ceratolithus* KAMPTNER 1954 (Zugehörigkeit zu den Kalkflagellaten problematisch).

Kalkkörper hufeisenförmig. Die beiden Hälften (Hörner) sind ungleich lang und tragen blattartige, senkrecht zur Ebene des Hufeisens orientierte, durch Rippen gestützte Leisten.

*Ceratolithus cristatus* KAMPTNER 1954.

Charakteristik wie bei der Gattung.

KAMPTNER 1954, pag. 43.

Proben: 1, 3—8, 9—12 (Holocän + jung. Quartär),  
14—18, 20 (mittl. Quartär),  
21 (Pliocän),  
22 (Miocän).

*Coccolithus* SCHWARZ.

SCHWARZ 1894, pag. 346.

Elliptische Placolithen, an denen die distale Randscheibe breiter ist als die basale.

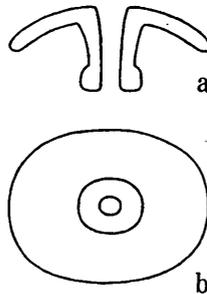


Abb. 8: *Coccolithus arrheniusi* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Unterseite.

*Coccolithus arrheniusi* nov. spec. (Abb. 8).

Der Kalkkörper ist normalelliptisch oder ein wenig breitelliptisch. Nur die distale Randscheibe ist voll entwickelt. Sie ist oberseits konvex, 8,9 bis 9,2  $\mu$  lang, 7,2 bis 7,4  $\mu$  breit und 2  $\mu$  hoch. Das Mittelstück verengt sich gegen die Basis von 2,9  $\mu$  auf 2  $\mu$ . Am basalen Rand trägt es eine 2,9  $\mu$  breite und 1  $\mu$  hohe Verbreiterung, welche der basalen Randscheibe entspricht. Die zentrale Pore ist ungefähr 1  $\mu$  weit. Die Höhe des ganzen Placolithen beträgt etwa 3,8  $\mu$ .

Probe: 11 (Holocän + jung. Quartär).

*Coccolithus asellus* nov. spec. (Abb. 9, Fig. 10 auf Taf. 2).

Unter diesem Namen führen wir eine Form an, bei welcher die Möglichkeit besteht, daß es sich nur um Stadien des diagenetischen Abbaues handelt. Man könnte sich denken, daß die Ausgangsform eine kompakte Randscheibe mit einer radiären Streifung besessen habe. Diese Streifen seien aber nicht Inzisuren, sondern erhabene Leisten gewesen. Die zwischen den Leisten vorhandene Substanz wurde nach und nach abgebaut, bis schließlich die massiven,

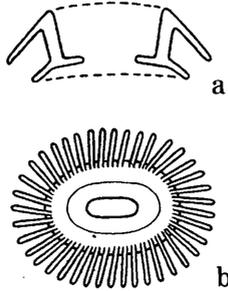


Abb. 9: *Coccolithus asellus* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite; nur distale Randscheibe dargestellt.

schwerer löslichen Spanten gleichfalls den zerstörenden Einflüssen zum Opfer fielen.

Für alle Fälle sei hier die Beschreibung dieser in der Probe 24 nicht seltenen Form gebracht.

Der Placolith ist normalelliptisch; er ist 7–10  $\mu$  lang; seine Höhe entspricht einem Drittel der Länge. Die distale Randscheibe fällt unter einem Winkel von etwa 45° zur Peripherie ab. Die Länge der basalen Randscheibe beträgt Dreiviertel jener der distalen Scheibe. Sie fällt weniger steil als diese zur Peripherie ab. Das Mittelstück ist im Verhältnis von 11 : 6 kürzer als die distale Randscheibe. Betrachtet man diesen Teil des Coccolithen in Draufsicht oder auch in Seitenansicht, so wird man stets zu der Ansicht gelangen, daß er an seiner Basis von einem dünnen Querseptum abgeschlossen ist. Infolge ihrer Zartheit ist diese Membran nur schwer sichtbar, doch lassen verschiedene Befunde auf ihr Vorhandensein schließen. In der Rekonstruktion der Abb. 9 ist auf sie Rücksicht genommen. Diese Membran ist es, an der die in der Draufsicht des Kalkkörpers deutlich sichtbare, langgestreckte Pore eingeschnitten erscheint (Länge etwa  $\frac{1}{4}$  der Gesamtlänge des Coccolithen).

Sehr bemerkenswert ist der feinere Bau der distalen Randscheibe. An dieser ist eine radiäre Streifung zu erkennen, deren Elemente — mehrere Dutzend an der Zahl — in der Draufsicht im Uhrzeigersinn schief orientiert sind. Bei genauer Untersuchung stellt sich heraus, daß es sich keineswegs um die Streifung einer kompakten Randscheibe handelt; vielmehr sind die einzelnen Streifen sehr zarte, selbständige, geradegestreckte haarförmige Fortsätze, welche anscheinend frei in den Raum ragen. Die Breite eines solchen

Strahles ist überaus gering ( $0,25-0,30 \mu$ ), aber doch groß genug, um ein sehr prägnantes Bild zu bedingen. Daß die distale Randscheibe aus so zarten Elementen besteht, geht schon aus gewissen Funden hervor, die in der Probe 24 einem zuweilen begegnen. Es sind dies Exemplare, an denen der Strahlenbesatz bis auf kurze Reste abgebrochen ist, so daß nur mehr das Mittelstück des Coccolithen als Ring verbleibt. Zwischen gekreuzten Polarisatoren gibt

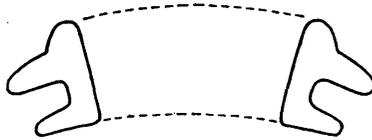


Abb. 10: *Coccolithus cretaceus* (ARCHANGELSKY) DEFLANDRE. Schema des vertikalen Längsschnittes.

das Mittelstück ein Interferenzbild, wie es sich auch sonst bei Placolithen im typischen Fall findet. Aber der über das Mittelstück hinausreichende Teil des Placolithen, also der Randscheibenapparat, entbehrt stets einer Aufhellung. Wenn auch dieser Befund das Fehlen einer kompakten Randscheibe noch nicht zu beweisen imstande ist, so steht er mit einem solchen Fehlen wenigstens in keinem Widerspruch. Es ist dabei freilich zu berücksichtigen, daß es auch Placolithen-Formen mit kompakter Randscheibe gibt, die zwischen gekreuzten Polarisatoren keine Aufhellung dieser Randscheibe erfahren. Dann ist eben die Randscheibe für einen solchen Effekt zu dünn. Aber stets handelt es sich in diesen Fällen um Randscheiben, an denen die radiäre Streifung wenig auffällig ist, während sie bei *C. asellus* überaus prägnant in Erscheinung tritt. Es ist immerhin nicht ausgeschlossen, daß die Strahlen bei dieser Spezies durch eine überaus zarte, im Lichtmikroskop unsichtbare Membran zusammengehalten werden, die durch jene Agentien, welche geeignet sind, die Strahlen zu zerstören, gleichfalls abgebaut wird. Erst eine elektronenoptische Prüfung der Spezies wird imstande sein, den Randscheibenapparat von *C. asellus* in allen Einzelheiten aufzuklären.

Probe: 24 (Eocän).

*Coccolithus cretaceus* (ARCHANGELSKY) DEFLANDRE (Abb. 10, Fig. 1 auf Taf. 1).

*Coccolithophora cretacea* ARCHANGELSKY 1912, pag. 410, fig. 13 auf tab. 6.

*Coccolithus cretaceus* (ARCHANGELSKY) DEFLANDRE 1952, fig. 360 D.

*Coccolithus grandis* BRAMLETTE & RIEDEL 1954, pag. 391.

Diese Form findet sich in namhafter Menge in den Proben 24 und 25. Sie ist gekennzeichnet durch ein kreuzähnliches Gebilde, das den Binnenraum überbrückt. Die beiden Photogramme geben davon ein Bild. Die Illustration, welche BRAMLETTE & RIEDEL entworfen haben, ist etwas schematisiert, weshalb zwischen dieser Zeichnung und meinen Befunden mancherlei Unterschiede zu vermerken sind. So geben die beiden amerikanischen Autoren die

radiäre Streifung des Randscheibenapparates in einer Weise wieder, wie sie von meinen Beobachtungen abweicht. Das zentrale Kreuz erscheint bei diesen Autoren als vollkommen symmetrisches Gebilde, während es bei den ostpazifischen Exemplaren tordiert ist. Für BRAMLETTE & RIEDEL ist der Kalkkörper 18 bis 23  $\mu$  lang, während er im pazifischen Material eine viel größere Variation der Länge aufweist. Die von uns dargestellten Exemplare fallen allerdings in die von BRAMLETTE & RIEDEL angegebene Variationsbreite. Trotz der angeführten Differenzpunkte bin ich bereit, die spezifische Identität der pazifischen Form mit jener von BRAMLETTE & RIEDEL als gegeben zu betrachten. Denn die weite Verbreitung, die diese Autoren für ihren *Coccolithus grandis* angeben, zeigt, daß es sich um eine kosmopolitische Spezies handelt, zu der man die pazifische Form ohne weiters rechnen kann.

An dem Elektronen-Photogramm der Fig. 37 ist man in der Lage, nicht nur den groben Umriß des zentralen Kreuzes, sondern auch dessen Feinbau in Augenschein zu nehmen. Die vier Balken vereinigen sich keineswegs im Zentrum der mittleren Durchbrechung; vielmehr hängen je zwei Balken miteinander zusammen, und die beiden Balkenpaare erscheinen durch einen kleinen Zwischenraum geschieden. Freilich ist es möglich, daß dieser Zwischenraum keine obligate Erscheinung vorstellt, sondern wenigstens bei dem abgebildeten Exemplar erst durch Bruch zustande gekommen ist. Bemerkenswert ist der an dem Elektronen-Photogramm sichtbare Aufbau der Kreuzbalken aus diskreten Kristallen, anscheinend Rhomboedern. Die Größe der Kristalle schwankt um  $\frac{1}{2} \mu$ .

Auch an der äußeren Gestalt des Placolithen existiert ein Merkmal, von welchem BRAMLETTE & RIEDEL keine Notiz nehmen, das aber für die pazifische Form bezeichnend erscheint. Es ist dies eine wallartige Erhebung, die sich am Innenrand der distalen Randscheibe rundherum erstreckt. Breite wie Höhe des Walles entsprechen ungefähr der Dicke der Randscheibe und der Wand des Mittelstückes. Am vertikalen Durchschnitt des Placolithen erscheint dieser Wall förmlich als eine Fortsetzung der Mittelstück-Wand über das Niveau der Randscheibe hinauf. Es sieht daher so aus, als würde die Randscheibe nicht wie sonst bei Placolithen am oberen Rand des Mittelstückes, sondern unterhalb dieses Randes inserieren. Am Mikrophotogramm der Fig. 1 kann man den Wall deutlich unterscheiden, da das Bild die Oberseite des Kalkkörpers zeigt. Unsere Abb. 10 bietet einen etwas schematisierten Längsschnitt des Kalkkörpers, wobei auch jener Wall mitberücksichtigt ist.

In Betreff der Benennung der Spezies als *Coccolithus cretaceus* ist folgendes zu sagen. Unter dem Namen *Coccolithophora cretacea* bildete ARCHANGELSKY (1912, fig. 13 auf tab. 6) einen Placolithen ab, der ein liegendes Kreuz im Mittelfeld besaß. Diese Skizze ist indes so schematisch, daß ein Versuch, sie zum Bestimmen zu verwenden, nur gegenstandslos sein kann. Es läßt sich also nichts dagegen einwenden, wenn DEFLANDRE (1952, Abb. 360 D) eine von ihm aufgefundene Form als *Coccolithus* (= *Coccolithophora*) *cretaceus* bezeichnete,

da sie ein ähnliches Kreuz im Mittelfeld aufweist. Die von mir in den pazifischen Proben in großer Menge vorgefundenen Exemplare sind sicher mit der von DEFLANDRE photographierten Form identisch; sie sind aber auch ohne Frage identisch mit der von BRAMLETTE & RIEDEL abgebildeten Spezies, so daß der von DEFLANDRE, als dem revidierenden Autor, verwendete Name auch für die pazifischen Exemplare zu gelten hat.

Proben: 24 (Eocän),  
25 (Paläocän).

*Coccolithus curvidiscus* nov. spec. (Abb. 11).

Der Placolith ist normalelliptisch, 10  $\mu$  lang, 7  $\mu$  hoch. Die distale Randscheibe fällt mit konvexer Flanke zur Peripherie ab. Die proximale Scheibe beschränkt sich auf eine geringe Verbreiterung des basalen Endes des Mittel-

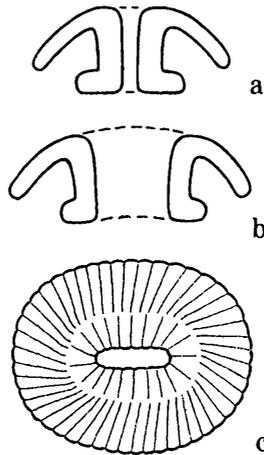


Abb. 11: *Coccolithus curvidiscus* nov. spec. a vertikaler Querschnitt, b vertikaler Längsschnitt, c Oberseite.

stückes. Letzteres verjüngt sich ein wenig gegen die Basis. Die Pore ist im horizontalen Sinn 3,5  $\mu$  lang, 1  $\mu$  breit. Die distale Randscheibe ist von einer radiären, aus etwa 48 geradegestreckten Elementen bestehenden Streifung verziert. Deren Elemente sind, von oben gesehen, im Bewegungssinn des Uhrzeigers schief gestellt. Das Mittelstück trägt etwa 21 gegen die Basis senkrecht verlaufende Streifen.

Probe: 22 (Miocän).

*Coccolithus eopelagicus* (BRAMLETTE & RIEDEL) nov. comb. (Abb. 12, Fig. 23 auf Taf. 3).

*Tremalithus eopelagicus* BRAMLETTE & RIEDEL 1954, pag. 392.

Der Placolith ist normalelliptisch bis breitelliptisch. Die basale Randscheibe steht zur distalen im Längenverhältnis 2 : 3; das Mittelstück steht zur basalen Scheibe im Verhältnis von 5 : 7. Die Mitte des Kalkkörpers ist von einer Pore eingenommen, die in der Hauptachse der Ellipse gestreckt ist. Bei nor-

malelliptischen Exemplaren beträgt ihre Länge ein Drittel bis ein Viertel der Länge des ganzen Coccolithen; bei breitelliptischen sinkt der Quotient bis auf ein Sechstel herunter. In seiner Längsrichtung ist das Profil des Coccolithen leicht aufgebogen. Wenn man den optischen Schnitt auf die Oberseite der distalen Randscheibe einstellt, so nimmt man eine radiäre Streifung wahr, deren Elemente geradegestreckt und in der Draufsicht um einen Winkel von 10—12 Bogengraden im Uhrzeigersinn schief gestellt erscheinen; es sind ihrer

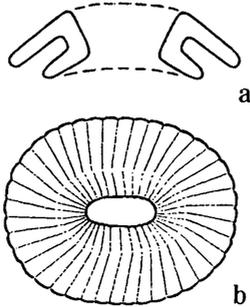


Abb. 12: *Coccolithus eopelagicus* BRAMLETTE & RIEDEL. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

40—60 im Umkreis der Scheibe. Senkt man den optischen Schnitt von der Oberseite der Scheibe auf deren Unterseite, so kommt eine gegen den Uhrzeiger gerichtete Streifung zum Vorschein. Die Streifung der Oberseite setzt sich auf das Mittelstück fort (mit entgegengesetzter Schiefstellung), um schließlich auf die basale Randscheibe überzugreifen.

Die von BRAMLETTE & RIEDEL veröffentlichte Abbildung der Spezies ist stark schematisiert. Die radiäre Streifung ist anders beschaffen als bei den von mir untersuchten pazifischen Exemplaren. Ihre Elemente sind nicht geradegestreckt, sondern etwas gekrümmt, wobei die Konkavseite der Krümmung — unter der Voraussetzung, daß bei der Abbildung der amerikanischen Autoren die Oberseite dargestellt ist — im Uhrzeigersinn orientiert erscheint.

Proben: 23 (Oligocän),  
24 (Eocän),  
25 (Paläocän).

*Coccolithus huxleyi* (LOHMANN) KAMPTNER.

*Pontosphaera huxleyi* LOHMANN 1902, pag. 130;

*Coccolithus huxleyi* (LOHMANN) KAMPTNER 1943; 1956, pag. 178.

Proben: 1, 2, 5—8, 9 (Holocän + jung. Quartär),  
13, 17, 20 (mittl. Quartär),  
24 (Eocän).

*Coccolithus oculiferus* nov. spec. (Abb. 13, Fig. 22 auf Taf. 3).

Der Kalkkörper ist breitelliptisch; die distale Randscheibe ist 4,4 bis 8,2  $\mu$  lang; ihre Breite ist nur wenig geringer. Sie fällt mit gerader Flanke nach

der Peripherie ab. Die etwas weniger breite basale Scheibe verläuft parallel zur distalen Scheibe. Die Höhe des Kalkkörpers beträgt etwa  $\frac{1}{3}$  seiner Länge. Was die Spezies sehr auffällig macht, das ist die radiäre Skulptur. Es handelt sich vor allem um 16 bis 20 (ausnahmsweise auch mehr) ziemlich kräftige und daher recht deutlich in die Augen springende gekrümmte Leisten, welche vom Mittelstück nach der Peripherie ziehen und von oben gesehen, mit der konkaven Seite im Uhrzeigersinn schief gestellt sind. Diese Leisten sind nicht, wie man

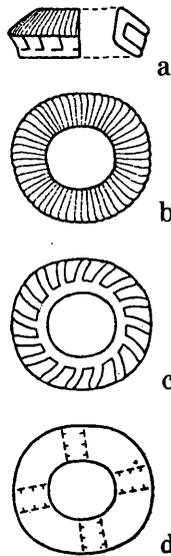


Abb. 13: *Coccolithus oculiferus* nov. spec. a linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: vertikaler Längsschnitt, b Oberseite, c Draufsicht, (aber) distale Randscheibe durchsichtig gedacht, d Schema des Interferenzbildes zwischen gekreuzten Polarisatoren, von oben gesehen.

bei flüchtiger Betrachtung glauben könnte, eine äußere Skulptur der distalen Randscheibe; vielmehr sind sie zwischen den beiden Randscheiben förmlich als Wände eingeschaltet, welche die beiden Randscheiben verbinden. Dies kann man deutlich feststellen, wenn man den Kalkkörper von der Seite her untersucht. Die distale Randscheibe ist in der gewöhnlichen Weise mit einer radiären Streifung verziert, deren Elemente — gegen 50 an der Zahl — im Uhrzeigersinn ein wenig schief gestellt sind und anscheinend an den peripheren Enden gegen den Uhrzeigersinn umbiegen; diese Streifung ist sehr schwer sichtbar. Die Mitte des Kalkkörpers ist von einer Durchbrechung eingenommen, deren horizontale Abmessung etwa der halben Länge des ganzen Kalkkörpers entspricht. Das Interferenzbild, das der Coccolith zwischen gekreuzten Polarisatoren in der Draufsicht gibt, gleicht grundsätzlich jenem, wie man es bei Placolithen zu sehen gewohnt ist. Wenn die Hauptachsen der Coccolithen-Ellipse mit den Schwingungsrichtungen der Polarisatoren zusammenfallen,

so sind die Balken des Auslöschungskreuzes um etwa 8 Bogengrade gegen den Sinn des Uhrzeigers schief gestellt; sie sind von der zentralen Durchbrechung an bis an die Peripherie von gleichbleibender Breite.

Proben: 23 (Oligocän),  
24 (Eocän).

*Coccolithus minimus* nov. spec. (Abb. 14).

Der Kalkkörper des Exemplars ist normalelliptisch, 2,6 bis 4,7  $\mu$  lang, 2,3 bis 4,1  $\mu$  breit und 0,6 bis 1,2  $\mu$  hoch. Die horizontalen Abmessungen der basalen Randscheibe verhalten sich zu jenen der distalen Scheibe wie 21 zu 19. Eine aus ungefähr 20 Elementen bestehende radiäre Kerbung ist wahrzunehmen.

Probe: 14 (mittl. Quartär).

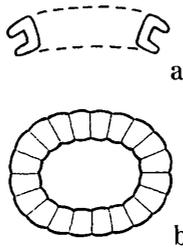


Abb. 14: *Coccolithus minimus* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

*Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SCHILLER.

*Coccosphaera pelagica* WALLICH; *Coccolithophora pelagica* LÖHMANN.

*Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SCHILLER (KAMPTNER 1954, pag. 20).

Proben: 9 (Holocän + jung. Quartär),  
14, 15 (mittl. Quartär),  
23 (Oligocän).

*Coccolithus petterssoni* nov. spec. (Abb. 15, Fig. 3 auf Taf. 1).

Der Placolith ist im Umriß normalelliptisch oder schwach breitelliptisch; seine Länge beträgt 7,8–10  $\mu$ . Die beiden Randscheiben fallen gegen die Peripherie mit gerader Flanke dachartig ab. Die Höhe des Torus macht annähernd 30% der Höhe des Kalkkörpers aus. Der mittlere Durchbruch ist mehr als halb so lang als der ganze Placolith. Die distale Randscheibe reicht mit ihrer Peripherie ein wenig in das unterste Drittel der Höhe des Torus hinunter. Sie trägt eine radiäre Streifung aus annähernd 50 Elementen, welche geradegestreckt und in der Draufsicht um einen Winkel von etwa 25° im Uhrzeigersinn gegen die streng radiäre Richtung verstellt erscheinen.

Probe: 24 (Eocän).

*Coccolithus tenuistriatus* nov. spec. (Abb. 16, Fig. 14 und 15 auf Taf. 2).

Der Placolith hat eine Länge von 5,6 bis 6,1  $\mu$ . Die Breite verhält sich zur Länge wie 3,5 zu 4; der Kalkkörper ist somit ein wenig breitelliptisch. Er

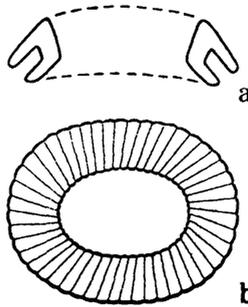


Abb. 15. *Coccolithus petterssoni* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

ist auch relativ hoch, etwa halb so hoch wie lang. Die distale Randscheibe fällt nach der Peripherie mit gerader Flanke dachartig ab. Die Länge der proximalen Randscheibe verhält sich zu jener der distalen Scheibe wie 5 zu 7. Das Mittelstück ist an seinem oberen Ende etwa 0,6 mal so lang als der ganze

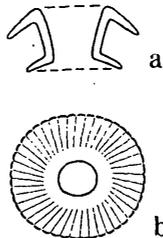


Abb. 16: *Coccolithus tenuistriatus* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

Placolith; es verjüngt sich ein wenig nach der Basis. Die Länge der zentralen Durchbrechung beträgt ungefähr die Hälfte der Länge des ganzen Placolithen. Die distale Randscheibe trägt eine überaus zarte, schwer sichtbare radiäre Streifung von ungefähr vier Dutzend geradegestreckten Elementen, welche in der Draufsicht im Bewegungssinn des Uhrzeigers ein wenig schief gestellt erscheinen. Wahrscheinlich greift diese Skulptur auch auf das Mittelstück und die basale Randscheibe über.

Probe: 22 (Miocän).

*Craspedolithus* nov. gen.

Kreisrunder niedriger Ring von 3,9—5,6  $\mu$  äußerem Durchmesser. Weite des Binnenraumes 3,2—4,5  $\mu$ . Höhe 0,7—0,9  $\mu$ . An der einen Seite des Ringes sitzt eine Randscheibe vom Durchmesser 5,3—7,7  $\mu$ . Sie divergiert unter

einem Winkel von etwa  $40^\circ$  zur Ebene des Ringes. Gesamthöhe des Kalkkörpers  $1,6-2,2 \mu$ . Die Randscheibe ist mit 3 bis 4 Dutzend streng radialen Inzisuren verziert, die auch auf den eigentlichen Ring übergreifen.

Typische Spezies: *C. declivus* nov. spec.

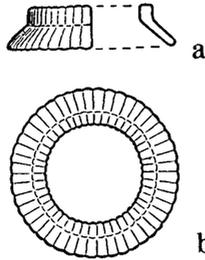


Abb. 17: *Craspedolithus declivus* nov. gen. nov. spec. a linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt, b Oberseite.

*Craspedolithus declivus* nov. spec. (Abb. 17, Fig. 16 auf Taf. 2).

Proben: 9 (Holocän + jung. Quartär),  
15 (mittl. Quartär).

*Cribrosphaera* ARCHANGELSKY.

ARCHANGELSKY 1912, pag. 411.

*Cribrosphaera turgida* nov. spec. (Abb. 18, Fig. 20 auf Taf. 3).

Der Kalkkörper ist breitelliptisch,  $6,7$  bis  $7,1 \mu$  lang; Breite um  $\frac{1}{3}$  geringer. Die zentrale Durchbrechung ist im horizontalen Sinn etwa  $0,4$  mal so lang als der Kalkkörper. Die beiden Randscheiben sind im Vergleich zur

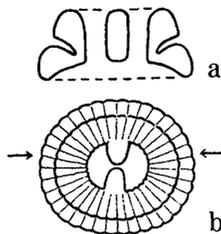


Abb. 18: *Cribrosphaera turgida* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

Beschaffenheit der meisten übrigen placolithischen Formen auffallend massiv. Die distale Randscheibe geht ohne scharfe Grenze in das Mittelstück über; nur die basale Scheibe ist scharf vom Mittelstück abgesetzt und bildet einen rings um den Coccolithen laufenden Wulst, dessen basale Seite in schwacher Konkavität nach der Peripherie abfällt. Beide Randscheiben sind nur durch einen

sehr engen Zwischenraum geschieden. Der Kalkkörper ist mit etwa 40 streng radiären Inzisuren versehen, die sich über beide Randscheiben erstrecken. Die zentrale Partie des Kalkkörpers ist von einem Durchbruch eingenommen, dessen Weite nach allen horizontalen Richtungen etwa einem Drittel des Durchmessers der basalen Randscheibe entspricht. Was aber dabei auffällt, das ist ein Paar vertikaler Leisten, welche an der Innenseite der Pore vorspringen. Sie inserieren je an einer Breitseite der Pore, einander gegenüberstehend und nur durch einen winzigen Abstand getrennt. In der Draufsicht des Kalkkörpers erscheinen diese Leisten nicht genau quer zur Längsrichtung der Ellipse angeordnet, sondern ganz schwach im Uhrzeigersinn verwendet.

Probe: 25 (Paläocän).

*Cricolithus* nov. gen. (paragen.).

Isoliert aufgefundene elliptische Ringe von unaufgeklärter generischer Zugehörigkeit.

Typische Spezies: *Cr. multiradiatus* (KAMPTNER) KAMPTNER = *Coccolithites multiradiatus* KAMPTNER 1955.

*Cricolithus galapagensis* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 33 auf Taf. 6).

Ein normalelliptischer Ring von 6  $\mu$  Länge enthält eine 3  $\mu$  lange elliptische Durchbrechung. Der Torus besteht aus mehr als 20 nach innen keilartig zulaufenden Sektoren, deren zentrale Enden nach innen vorragen, während die peripheren Enden doppelt so breit sind und zwischen sich spitze Zwischenräume frei lassen. Deren Enden sind hier flach, etwas schräg abgeschnitten. Eine schwache einseitige Schiefstellung der Sektoren ist wahrzunehmen, u. zw. nach jener Seite, gegen welche die höhere Seite des vorragenden abgestutzten Endes gewendet erscheint.

Da der Coccolith über seine ganze Fläche hinweg einen schwarzen Schatten aufweist, die Elektronenstrahlung also nirgends durchgedrungen ist, so kann man nicht entscheiden, ob er aus einer einzigen Schicht solcher Sektoren besteht oder ob diese sich in ein Mittelstück oder gar in eine kleinere Randscheibe fortsetzen. Die erstangeführte Möglichkeit ist sehr wahrscheinlich, da sich in den lichtmikroskopischen Präparaten der einschlägigen Sedimentprobe zahlreiche Coccolithen finden, die trotz ihrer Winzigkeit einen solchen Bau erkennen lassen.

Probe: 25 (Paläocän).

*Cyclococcolithus* KAMPTNER.

KAMPTNER 1954, pag. 23, 24.

Kreisrunde Placolithen, bei denen die distale Randscheibe breiter ist als die basale.

Typische Spezies: *C. leptoporus* (MURRAY & BLACKMAN) SCHILLER = *Coccosphaera leptopora* MURRAY & BLACKMAN 1898.

*Cyclococcolithus decorus* nov. spec. (Abb. 19).

Die distale Randscheibe des aufgefundenen Exemplars hat einen Durchmesser von  $6,8 \mu$ , die basale Scheibe einen solchen von  $5,7 \mu$ . Der Kalkkörper als ganzes ist  $2,5 \mu$  hoch. Beide Randscheiben fallen mit konvexer Flanke dachartig zur Peripherie ab. Die Höhe der distalen Scheibe übersteigt  $1 \mu$  um ein geringes. Das Mittelstück hat einen äußeren Durchmesser von  $3,4 \mu$ , die zentrale Pore eine Weite von  $2,5 \mu$ . Die distale Randscheibe ist mit 28 radi-

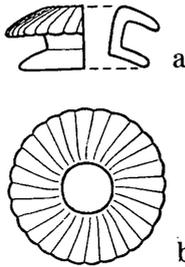


Abb. 19: *Cyclococcolithus decorus* nov. spec. a) linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Seite: Axialschnitt, b) Oberseite.

ären Streifen verziert, welche um etwa  $15^\circ$  im Uhrzeigersinn verwendet erscheinen.

Probe: 23 (Oligocän).

*Cyclococcolithus formosus* nov. spec. (Abb. 20, Fig. 8 auf Taf. 2).

Der Durchmesser der distalen Randscheibe beträgt  $6,0-9,2 \mu$ ; jener der basalen Scheibe ist um 20 bis 35% schmaler. Die Höhe des ganzen Kalkkörpers mißt etwa 30% des Durchmessers der distalen Scheibe, die ihrerseits etwa

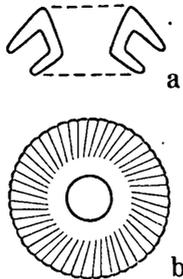


Abb. 20: *Cyclococcolithus formosus* nov. spec. a) Axialschnitt, b) Oberseite.

70% der Gesamthöhe des Coccolithen einnimmt. Die zentrale Pore hat eine Weite von  $1,1-2,7 \mu$ . Beide Randscheiben fallen nach der Peripherie mit gerader Flanke dachartig ab. Sie sind mit radiärer Streifung verziert, die an der distalen Scheibe aus ungefähr 50 geradegestreckten Elementen besteht.

Diese erscheinen, von oben gesehen, um einen Winkel von etwa  $20^\circ$  im Uhrzeigersinn gegen die radiale Richtung schief gestellt. An manchen Exemplaren konnten etwa 18 dicke radiale Leisten wahrgenommen werden. Das Mittelstück verengt sich konisch gegen die Basis.

Das Sphäritenkreuz, das der Placolith zwischen gekreuzten Polarisatoren zeigt, ist in der Draufsicht um etwa  $30^\circ$  gegen die Schwingungsrichtungen der Polarisatoren entgegen dem Uhrzeigersinn verstellt. Das Kreuz hat ein anderes Aussehen als jenes bei *Cyclococcolithus leptoporus*, wo die Balken sich gegen das Zentrum stark verengen und mittels eines dünnen gekrümmten

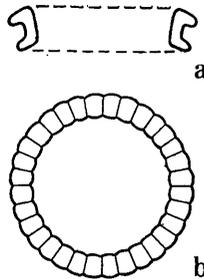


Abb. 21: *Cyclococcolithus humilis* (KAMPTNER) nov. comb. a Axialschnitt, b Oberseite.

Stieles an die enge Pore ansetzen. Bei *C. formosus* aber inseriert der Balken mit breiter Basis am dunklen Bild der ziemlich weiten Pore.

Es fand sich auch ein ganzes Gehäuse dieser Spezies, mit einem Durchmesser von  $13,5 \mu$ ; die Coccolithen hatten  $7,8 \mu$ .

Probe: 24 (Eocän).

*Cyclococcolithus humilis* (KAMPTNER) nov. comb. (Abb. 21, Fig. 9 auf Taf. 2).

*Coccolithites humilis* KAMPTNER 1955, pag. 31.

Der Placolith hat einen Durchmesser von  $3,7-11,1 \mu$ . Der Durchmesser der basalen Scheibe ist nur um weniges geringer. Das Mittelstück mißt im äußeren Durchmesser  $3,4-10 \mu$ , der Binnenraum  $2,6-7,8 \mu$ . Die jeweilige Höhe des Placolithen beträgt 27 % seines Durchmessers. Je nach seiner Größe trägt der Placolith 20 bis 40 radiäre Inzisuren, deren spezielle Beschaffenheit infolge der Zartheit des Kalkkörpers nicht festzustellen war.

Proben: 9–12 (Holocän + jung. Quartär),  
 13, 15 (mittl. Quartär),  
 21 (Pliocän),  
 22 (Miocän, häufig),  
 24 (Eocän),  
 25 (Paläocän, sehr häufig).

*Cyclococcolithus minutus* nov. spec. (Abb. 22).

Der Durchmesser beträgt 4 bis 6,1  $\mu$ . Die distale Randscheibe fällt mit gerader Flanke zur Peripherie ab. Die basale Scheibe ist ein wenig kleiner als die distale und verläuft horizontal. Das Mittelstück hat einen Durchmesser

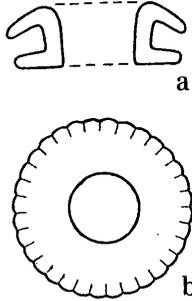


Abb. 22: *Cyclococcolithus minutus* nov. spec. a Axialschnitt, b Oberseite.

von 2,8 bis 4,8  $\mu$ . Der zentrale Durchbruch entspricht etwa der Hälfte des Durchmessers der distalen Randscheibe. Der Kalkkörper ist 1,5 bis 2,3  $\mu$  hoch. An der distalen Scheibe lassen sich ungefähr 30 Randkerben wahrnehmen.

Probe: 14 (mittl. Quartär).

*Cyclococcolithus multistriatus* nov. spec. (Abb. 23).

Die distale Randscheibe des aufgefundenen Exemplars hat einen Durchmesser von 11  $\mu$ , die basale einen solchen von 9,1  $\mu$ . Beide Scheiben fallen mit

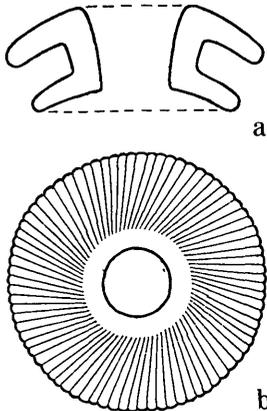


Abb. 23: *Cyclococcolithus multistriatus* nov. spec. a Axialschnitt, b Oberseite.

konvexer Flanke zur Peripherie ab. Die Höhe des Kalkkörpers beträgt 4,7  $\mu$ . Das Mittelstück hat einen mittleren Durchmesser von 6  $\mu$ , die zentrale Pore eine Weite von 3  $\mu$ . Die distale Randscheibe ist mit 80 radiären Streifen ver-

sehen, die in der Draufsicht um einen Winkel von etwa 20 Bogengraden im Uhrzeigersinn schief gestellt sind; am Rand ist eine entsprechende Zähnelung vorhanden.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Cyclococcolithus spatiosus* nov. spec. (Abb. 24).

Die distale Randscheibe hat einen Durchmesser von  $6,1 \mu$  und eine Höhe von  $1,1 \mu$ . Der Durchmesser der basalen Scheibe mißt nahe an  $5 \mu$ . Die distale Scheibe fällt mit konvexer Flanke gegen die Peripherie ab. Das

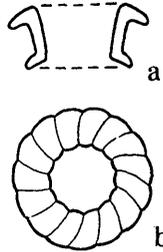


Abb. 24: *Cyclococcolithus spatiosus* nov. spec. a Axialschnitt, b Oberseite.

Mittelstück hat in der Mitte seiner Höhendimension einen Durchmesser von  $4 \mu$ ; die zentrale Durchbrechung einen solchen von  $3 \mu$ . Der Torus der proximalen Randscheibe ist kaum halb so breit als jener der distalen Scheibe. Letztere ist mit 15 radiären, einseitig im Uhrzeigersinn schief gestellten Inzisuren verziert; dementsprechend ist der Scheibenrand gekerbt.

Probe: 23 (Oligocän).

*Cyclolithus* KAMPTNER (paragen.).

KAMPTNER 1948, pag. 3, 6, 7.

Isoliert aufgefundene kreisrunde Ringe von ungeklärter generischer Zugehörigkeit.

Typische Spezies: *C. rotundus* (KAMPTNER) = *Coccolithites rotundus* KAMPTNER 1955.

*Cyclolithus tenuissimus* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 18 auf Taf. 2).

Es handelt sich um einen überaus zarten kreisrunden Ring von  $3,5 \mu$  Durchmesser. Sein Torus ist in radialer Richtung  $0,3 \mu$  dick. Der Ring besteht aus 40 Sektoren, deren Erhaltungszustand ungleich ist. Wo die Sektoren am besten erhalten sind, erinnern ihre Umrisse an Kristalle, deren spitz zulaufende Enden sowohl an der Außen- wie an der Innenseite des Ringes eine Sägezähnelung bedingen. Sie sind  $0,4 \mu$  lang und  $0,2 \mu$  breit, gegen die radiale Richtung des Ringes um etwa 60 Bogengrade schief gestellt. Da man nicht entscheiden kann, ob der Coccolith seine Oberseite oder seine Unterseite dem

Beschauer zuwendet, vermag man auch nicht zu sagen, ob die Schiefstellung der Sktoren im Uhrzeigersinn oder gegen diesen erfolgt. Es ist unbekannt, wie tief in der Achsenrichtung des Ringes sich seine Sektoren erstrecken.

Probe: 25 (Paläocän).

*Cycloplacolithus* nov. gen. (paragen.).

Kreisrunde Kalkkörper, die aller Wahrscheinlichkeit nach placolithischen Aufbau haben oder Abkömmlinge des placolithischen Typus vorstellen; aber ihre generische Zugehörigkeit läßt sich noch nicht bestimmen. Diese provisorische Einheit ist in erster Linie für Elektronen-Photogramme gedacht.

Typische Spezies: *C. foliosus* nov. spec. (paraspec.).

*Cycloplacolithus amerensis* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 34 auf Taf. 6).

Der Kalkkörper ist kreisrund, mit einem Durchmesser von 4,7  $\mu$ . In der Mitte enthält er eine 2  $\mu$  weite Durchbrechung. Der Schatten um die Öffnung läßt auf das Vorhandensein einer kleineren Randscheibe schließen; sie scheint einen Durchmesser von 3,5  $\mu$  aufzuweisen. Die große Scheibe besteht an unserem Exemplar aus 36 Sektoren, die nach der einen Seite, in diesem Fall im Uhrzeigersinn, um einen Winkel von etwa 20° schief gestellt sind und an der Peripherie in Sägezähnen endigen, deren Spitzen nach derselben Seite verschoben erscheinen.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Cycloplacolithus disciformis* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 39 auf Taf. 7).

Der Kalkkörper ist kreisrund; sein Durchmesser beträgt annähernd 3,3  $\mu$ . Im Zentrum enthält er eine etwas mehr als 1  $\mu$  weite Durchbrechung. Sicherlich handelt es sich um einen Kalkkörper von placolithischem Bau, da der schwarze Schatten, welcher die Durchbrechung umgibt und das Bild bis auf eine schmale Randzone ausfüllt, auf das Vorhandensein einer etwa 2,3  $\mu$  weiten kleinen Randscheibe schließen läßt. Die große Scheibe besteht aus 21 Sektoren, die nach der einen Seite, auf dem vorliegenden Bild im Uhrzeigersinn, schief gestellt sind und in weit ausladenden Sägezähnen endigen, deren Spitzen nach derselben Seite verschoben erscheinen.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Cycloplacolithus foliosus* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 38 auf Taf. 7).

Beide Randscheiben weisen je 26 Radian auf. Die größere Scheibe hat einen Durchmesser von 3,8  $\mu$ , die kleinere einen solchen von 2,5  $\mu$ . Die Scheiben sind aus deutlich unterscheidbaren radialen Blättern aufgebaut. Diese sind an der kleinen Scheibe um einen Winkel 10–15° gegen die radiale Richtung schief gestellt. An der Peripherie dieser Scheibe sind die Sektoren mehr oder weniger flach abgestutzt, und an den radialen Rändern greifen die Blätter ein wenig übereinander. An der größeren Scheibe sind die Blätter in der anderen

Richtung schief gestellt, gegen die radiale Richtung unter einem Winkel von etwa  $20^\circ$ . Fast genau in jenem Niveau, in welchem die kleine Scheibe peripher endigt, verbreitern sich die Elemente der größeren Scheibe zu sehr breiten Blättern, die nach der einen Seite, u. zw. jener, nach welcher die Elemente schief gestellt sind, einen unregelmäßig gezackten Rand aufweisen. Stets übergreift diese Ausladung, deren Richtung wir als die vordere bezeichnen wollen, den hinteren Rand des benachbarten Blattes: An der Peripherie ist der Rand der Blätter mäßig vorgewölbt. Das Mittelstück ist ein wenig elliptisch und mißt in der Länge etwa  $1 \mu$ . Es zeigt beiläufig ebensoviele Radien wie die Randscheiben. Die gleichfalls elliptische zentrale Pore ist  $0,5 \mu$  lang und  $0,3 \mu$  breit.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Cycloplacolithus laevigatus* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 47, 48 und 49 auf Taf. 9).

Von dieser Spezies liegen drei Elektronen-Photogramme vor: Fig. 47, 48 und 49. Es ist ungleich wahrscheinlicher, daß es sich um einen Angehörigen der Gattung *Cyclococcolithus* handelt, und nicht um eine *Umbilicosphaera*.

Bei Fig. 47 sind beide Randscheiben noch vollkommen erhalten. Hier hat die distale Randscheibe einen Durchmesser von  $6,3 \mu$ . Sie besteht aus 21 Sektoren. Zunächst scheint es, daß man zweierlei radiäre Grenzlinien an den Sektoren zu unterscheiden habe, erstens solche mit sehr starker Krümmung, zweitens solche mit einer weit weniger starken Krümmung; Übergänge zwischen den beiden Typen existieren nicht. Bei genauer Prüfung stellt sich heraus, daß jeder der Sektoren beiderlei Grenzlinien aufweist. Offenbar liegen die Sektoren schief und übergreifen sich in ihrer Aufeinanderfolge im Umkreis der Scheibe. Die stark geschwungenen Linien gehören anscheinend der Oberseite der Scheibe an, die weniger gekrümmten jedoch der Konkavseite. Die basale Randscheibe ist anders beschaffen; die Grenzlinien der Sektoren sind geradegestreckt. Wenn wir *Cyclococcolithus leptoporus* zum Vergleich heranziehen, so sehen wird, daß bei dieser Spezies beide Randscheiben stark konvex geformt sind; in der Flächenansicht sind hier durchwegs stark gekrümmte Sektoren zu erwarten. Bei *C. laevigatus* aber dürfte die basale Scheibe nicht konvex, sondern eben sein. Genau feststellen ließe sich dies nur durch lichtoptische Prüfung.

An der basalen Randscheibe entspricht die Anzahl der Sektoren durchaus jener der distalen Scheibe. An beiden Scheiben sind diese Elemente an der Peripherie flach abgeschnitten und lassen dadurch, daß die Ränder ganz schwach und einseitig schief gestellt sind, eine leichte Sägezähnelung erkennen. Auch das Mittelstück ist in Sektoren aufgeteilt, wie dies an den Figuren 48 und 49 deutlich zu sehen, aber an Fig. 47 etwas verwischt ist. Der Durchmesser des Mittelstückes beträgt  $1,3 \mu$ , die Weite der zentralen Pore aber viel weniger als  $1 \mu$ .

Ob in der Draufsicht der distalen Randscheibe die konkave Seite der Sektoren im Uhrzeigersinn oder gegen diesen zu denken ist, läßt sich am Elektronenbild nicht ablesen. Wenn wir hypothetisch annehmen, daß sich diese Torsion wie bei *C. leptoporus* verhält, dann wendet das Exemplar der Fig. 47 die Oberseite dem Beschauer zu, die Exemplare der Figuren 48 und 49 stehen dagegen auf dem Kopf.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Cycloplacolithus planus* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 46 auf Taf. 8).

Der Kalkkörper ist kreisrund und hat einen Durchmesser von 4,2  $\mu$ . Er besteht aus 34 Sektoren, welche nicht erkennen lassen, ob sie geradegestreckt oder gekrümmt, streng radial oder einseitig schief gestellt liegen. An manchen Stellen kann man wahrnehmen, daß ihre peripheren Enden, mit denen sie seitlich aneinandergesetzt sind, verbreitert sind. Da diese Enden nicht streng tangential, sondern ganz schwach schief abgeschnitten erscheinen, so ist damit eine einseitige Sägezähnelung angedeutet. Die zentrale Durchbrechung hat einen Durchmesser von 1,7  $\mu$ .

Probe: 21 (Pliocän).

*Cycloplacolithus prominens* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 40 auf Taf. 7).

Die beiden Exemplare des Elektronenbildes haben einen Durchmesser von etwa 3,5  $\mu$ . Sie sind aus 20 bzw. 26 Sektoren zusammengefügt. Da sie die Elektronenstrahlung nicht durchließen, kann man nicht feststellen, ob die Sektoren geradlinig gestaltet, streng radial gestellt oder einseitig schief orientiert sind. Man erkennt bloß, daß sie am peripheren Rand des Kalkkörpers halbkreisförmig vorgewölbt sind und auch am Rand der zentralen Pore schwach vorspringen. Die Pore hat einen Durchmesser von 1  $\mu$ .

Proben: 13 (mittl. Quartär),

24 (Eocän).

*Cycloplacolithus sejunctus* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 43 auf Taf. 8).

Der Kalkkörper ist kreisrund und hat einen Durchmesser von 4,0 bis 4,2  $\mu$ . Er läßt 16 bis 18 Sektoren erkennen, welche geradegestreckt sind, in das Lumen einer sehr engen (Durchmesser unter 1  $\mu$ ) zentralen Pore vorspringen und an der Peripherie trapezartig endigen, indem sie sich verengen und am äußersten Ende quer abgeschnitten sind. Die Gesamtheit der Sektoren zeigt eine Torsion, indem benachbarte Sektoren sich an den radialen Rändern in einseitiger Richtung teilweise überdecken. An den Elektronenbildern kann man nicht entscheiden, ob dieses Überdecken im Uhrzeigersinn oder gegen diesen zu denken ist und ob der Coccolith seine Oberseite oder seine Unterseite dem Beschauer zuwendet. Was die generische Bestimmung anbetrifft, so kann es sich wohl nur um *Tiarolithus* oder *Calcidiscus* handeln, da an den vorliegenden Exemplaren die Existenz einer kleineren Randscheibe nicht zu erkennen

ist; daher fallen die Genera *Cyclococcolithus* und *Umbilicosphaera* für den Vergleich fort. Eine zentrales Röhrenstück an der Konkavseite der offenbar uhrglasartig gewölbten Scheibe ist ohne weiters denkbar.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Discolithus* KAMPTNER (paragen.).

KAMPTNER 1948, pag. 3, 4–6.

Isoliert aufgefundene kreisrunde oder elliptische Discolithen von ungeklärter generischen Zugehörigkeit.

Typische Spezies: *D. glabrus* (KAMPTNER) = *Coccolithites glabrus* KAMPTNER 1955.

*Discolithus bistriatus* nov. spec. (paraspec.) (Abb. 25, Fig. 25 auf Taf. 3).

Der Kalkkörper ist normalelliptisch, von der Gestalt eines Napfes mit schief nach oben-außen gestellter Seitenwand, die sich am Rand zu einem Wulst verdickt. Die Länge beträgt 11 bis 13,2  $\mu$ , die Breite 7,8 bis 8,3  $\mu$ , die Höhe 3,5 bis 4,8  $\mu$ . Die Seitenwand trägt an der Außen- wie an der Innen-

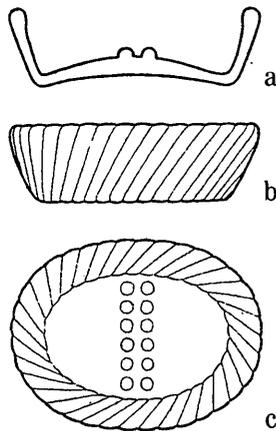


Abb. 25: *Discolithus bistriatus* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Seitenansicht, c Oberseite.

seite je eine Riefung, die aber an den beiden Seiten im entgegengesetzten Sinn schief gestellt erscheint. Sie besteht aus je drei Dutzend Elementen und schließt mit der Basis des Kalkkörpers einen Winkel von 55 bis 60 Bogengraden ein. In der Draufsicht vermag man bereits zu erkennen, daß die Elemente an der Außenseite der Wand im Sinn des Uhrzeigers, an der Innenseite aber im entgegengesetzten Sinn schief stehen; der Napfboden ist ein wenig emporgewölbt und enthält in der Mitte, quer zur Längsrichtung, ein Paar paralleler, schmaler Leisten, welche je 5 bis 6 buckelartige Erhebungen tragen.

Probe: 25 (Paläocän).

*Ellipsoplacolithus* nov. gen. (paragen.).

Elliptische Kalkkörper, die aller Wahrscheinlichkeit nach placolithisch gebaut sind oder wenigstens nahe Abkömmlinge des placolithischen Typus vorstellen, deren generische Zugehörigkeit sich jedoch noch nicht bestimmen ließ. Diese provisorische Einheit ist in erster Linie für Elektronen-Photogramme gedacht. Die meisten der hieher gezählten Formen dürften in Wirklichkeit zum Genus *Coccolithus* gehören.

Typische Spezies: *E. lacunosus* nov. spec. (paraspec.).

*Ellipsoplacolithus concinnus* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 41 auf Taf. 8).

Der Kalkkörper ist breitelliptisch; er ist 4,7  $\mu$  lang, 4  $\mu$  breit. Die kleinere Scheibe hat das Format 3,3 : 3,8  $\mu$ . Die große Scheibe besteht aus 25 Blättern, die einander seitlich ein wenig überdecken und an der Peripherie zum Teil bogig gerundet, zum Teil mit eckigem Umriß vorragen. Die Basen der Blätter gehen, wie es scheint, in die an der Innenwand des Mittelstückes vorhandenen Riefen direkt über. In welcher Weise die deutlich sichtbare kleinere Randscheibe inseriert, ist an dem Bild nicht deutlich zu erkennen. Die Blätter, aus denen sie besteht, sind jedenfalls weit kürzer als jene der größeren Scheibe; auch greifen sie seitlich ein wenig übereinander und endigen mit je einem plumpen Sägezahn. Der mittlere Durchbruch des Kalkkörpers ist 1,8  $\mu$  lang und 1,5  $\mu$  breit.

Da es sich bei der Fig. 41 um ein Elektronenbild handelt, ist es möglich, daß die dargestellte Gestalt eine Verzerrung der wahren Gestalt bedeutet; der Kalkkörper kann ebenso normalelliptisch wie auch kreisrund sein.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Ellipsoplacolithus exsectus* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 51 und 52 auf Taf. 9).

Der Kalkkörper ist 4,2 bis 4,6  $\mu$  lang und 3,5 bis 4,2  $\mu$  breit. Die größere Randscheibe besteht aus 58 bis 62 Sektoren, die nur wenig einseitig schief gestellt sind. Im zahlenmäßigen Durchschnitt erscheinen sie nach der einen Seite schwach geneigt, und nach derselben Seite sind auch die Spitzen der Sägezähne verschoben. Ein charakteristisches Merkmal dieses Kalkkörpers besteht darin, daß die größere Randscheibe rundherum von einigermaßen gleichmäßig verteilten Lücken durchbrochen ist. Diese stehen an der Stelle von Sektoren und sind daher radiär gestreckt. Meist entspricht eine Lücke nur einem Sektor, zuweilen aber zweien nebeneinander befindlichen Sektoren. Aus den Elektronenbildern der Figuren 51 und 52 kann man mit Sicherheit entnehmen, daß diese Lücken nicht auf eine Beschädigung des Kalkkörpers, etwa infolge diagenetischer Einflüsse, zurückzuführen sind, sondern ein natürliches Merkmal vorstellen; nirgends entnimmt man der Umgrenzung der Lücken den Eindruck eines Bruchrandes. Die kleinere Randscheibe ist 3,2 bis 3,5  $\mu$  lang und 2,6 bis 3,3  $\mu$  breit. An dieser Scheibe bestehen keine derartigen Lücken, und an einer Stelle ist das Fehlen zweier aufeinanderfolgender Sekto-

ren lediglich auf Verletzung zurückzuführen. Der Rand der kleineren Scheibe ist in der gleichen Richtung wie an der großen Scheibe gesägt. Der Binnenraum ist 1,6 bis 1,8  $\mu$  lang, und seine Breite entspricht der Proportion des ganzen Kalkkörpers. Am Mittelstück ist die Streifung in der Perspektive um beinahe 45° einseitig schief gestellt, und zwar in derselben Richtung wie jene der großen Scheibe.

Nur die größte unter den Lücken der großen Randscheibe ist mit einem starken Immersionsobjektiv noch wahrnehmbar; ihre Weite beträgt etwas über 0,4  $\mu$ . Die kleinsten Lücken (Weite 0,14—0,15  $\mu$ ) fallen bereits unter die Auflösungsgrenze des Lichtmikroskops.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Ellipsoplacolithus lacunosus* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 50 auf Taf. 9).

Es handelt sich um einen breitelliptischen Kalkkörper von 4,6  $\mu$  Länge und 4,2  $\mu$  Breite. Zweifellos ist es ein Placolith. Was besonders auffällt, das sind langgestreckte radiäre, gegen den Rand gelegene Durchbrüche, welche rundherum in ungefähr gleichen Abständen verteilt sind. Die Länge d. h. radiäre Erstreckung einer solchen Lücke beträgt etwa  $\frac{1}{3}$   $\mu$ , die Breite nur wenig mehr als  $\frac{1}{10}$   $\mu$ . Im Lichtmikroskop sind die Lücken nicht wahrnehmbar. Ihre Länge ist, wie gesagt werden muß, nur eine scheinbare, da das innere Ende der Lücke zum Teil von dem Randteil der kleineren Scheibe abgedeckt ist. Wie weit die Lücken in zentraler Richtung reichen, läßt sich daher nicht bestimmen. Es handelt sich jedenfalls um Durchbrüche der größeren Randscheibe zwischen den Sektoren, deren Zahl weit über 50 im Umkreis des Placolithen beträgt.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Ellipsoplacolithus latifolius* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 45 auf Taf. 8).

Der Kalkkörper ist breitelliptisch. Die Randscheibe ist 2,8  $\mu$  lang und 2,4  $\mu$  breit. Sie besteht an dem abgebildeten Exemplar aus 16 Sektoren. Der einzelne Sektor besteht aus einem schwächeren basalen Teil und einem deutlich davon abgegrenzten breiteren, blattförmigen peripheren Teil. Die Sektoren berühren einander nicht: zwischen ihnen klafft je ein schmaler Zwischenraum. An der Peripherie sind die Blätter flach abgeschnitten. Es scheint eine kleinere Randscheibe vorhanden zu sein. Die mittlere Durchbrechung hat eine Länge von 1,9  $\mu$ . Die Basen der Scheiben-Sektoren springen in das Lumen deutlich vor.

Probe: 21 (Pliocän).

*Ellipsoplacolithus productus* nov. spec. (paraspec.) (Fig. 42 und 44 auf Taf. 8).

Der Coccolith ist elliptisch, 2,7—2,9  $\mu$  lang und 2,0—2,3  $\mu$  breit. Die größere Randscheibe besteht aus 29—33 Sektoren, welche nach der einen Seite stark schief gestellt sind und an der Peripherie mit Sägezähnen endigen. Die kleine Scheibe ist im Verhältnis 11,5 : 10 kürzer als die große und hat gleich-

falls einen gesägten Rand. Das Mittelstück, in welches die Sektoren der kleineren Randscheibe übergehen, verengt sich in der Mitte zu einer langgestreckten Pore (1,3  $\mu$  lang, 0,1  $\mu$  breit).

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Gephyrocapsa* KAMPTNER.

KAMPTNER 1943

Elliptische Placolithen mit breiterer distaler und schmalerer basaler Randscheibe. Zwei gegenüberliegende Stellen der Oberseite sind über die mittlere Eintiefung hinweg durch ein brückenartiges Gebilde (Joch, Jugum) verbunden.

Typische Spezies: *G. oceanica* KAMPTNER 1943.

*Gephyrocapsa aperta* nov. spec. 32 und 35 auf Taf. 6.

Der Placolith ist normalelliptisch, 1,5 bis 2  $\mu$  lang. Die basale Randscheibe ist nur wenig kleiner als die distale. Die mittlere Durchbrechung ist 0,9 bis 1,3  $\mu$  lang. Das Jugum erscheint um 60 oder 65 Bogengrade gegen die kleine Achse der Coccolithen-Ellipse verdreht. Es ist anzunehmen, daß das Jugum so wie bei *G. oceanica* in der Draufsicht gegen den Uhrzeigersinn schief gestellt ist. An unserem Elektronenbild ist der Kalkkörper offenbar ein wenig um seine Längsachse verdreht, da er auffallend schmalelliptisch erscheint.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Gephyrocapsa oceanica* KAMPTNER.

KAMPTNER 1943; 1956, pag. 179.

Proben: 9, 11 (Holocän+jüng. Quartär),  
15, 16, 20 (mittl. Quartär).

*Helicosphaera* KAMPTNER.

KAMPTNER 1955, pag. 35.

Placolithen, deren distale Randscheibe einen spiralen Bau aufweist.

Typische Spezies: *H. carteri* (WALLICH) KAMPTNER = *Coccosphaera carteri* WALLICH 1877.

*Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER (Fig. 19 und 21 auf Taf. 3).

*Coccosphaera carteri* WALLICH 1877, pag. 348, fig. 3, 6, 7, 17 auf tab. 17;

*Coccosphaera pelagica* WALLICH, var. *carteri* (WALLICH) OSTENFELD 1899, pag. 436;

*Coccolithophora pelagica* (WALLICH) LOHMANN 1902, pag. 138, fig. 58 a, c auf tab. 5;

*Coccolithus carteri* (WALLICH) KAMPTNER 1941, pag. 63, fig. 134 auf tab. 12, fig. 135, 136 auf tab. 13;

*Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER 1954, pag. 21, Abb. 17–19.

Der Kalkkörper gehört grundsätzlich zu den Placolithen. Die beiden Randscheiben sind voll entwickelt. Aber der Vergleich mit einem Manschetten-

knopf kann nur eingeschränkt gelten, weil die distale Randscheibe in eine flache Spirale aufgelöst ist. Eine nähere Schilderung dieses Aufbaues hat der Verfasser bereits 1954 (pag. 21, Abb. 17, 18) veröffentlicht. Heute ist es aber notwendig, an dem damals Gesagten einige Korrekturen vorzunehmen.

Es ist keine leichte Aufgabe, lichtoptisch den Verlauf der Spirale zu verfolgen und die Feinskulptur des Randscheibenapparates zu studieren, auch wenn man sich der stärksten Immersionsobjektive (Apochromate) bedient. Deshalb bedeutet es einen Fortschritt in unseren diesbezüglichen Kenntnissen, als M. BLACK & B. BARNES (1961) Gelegenheit hatten, die in Rede stehende Form an einem dem Globigerinenschlamm des Südatlantischen Ozeans entnommenen Material („Challenger“-Station 338) elektronenoptisch zu untersuchen. Die Autoren haben auf tab. 22 ein Elektronen-Photogramm beigefügt, an welchem bei 20.000-fachem Abbildungsmaßstab die feinsten Skulpturen des Coccolithen zu sehen sind; auch die Anzahl der Elemente läßt sich daran bequem bestimmen. Es ist freilich nicht der Coccolith selber, der von der Elektronenstrahlung durchleuchtet wurde, sondern es ist eine überaus zarte Kohlehaut, die auf den Kalkkörper aufgetragen worden war und die skulpturellen Einzelheiten wiedergibt. Die innere Struktur (Textur) kommt bei einem solchen Verfahren selbstverständlich nicht zum Ausdruck.

Im Lichtmikroskop zeigen die Placolithen von *Helicosphaera carteri* stets ein in der Längsrichtung des Kalkkörpers angeordnetes Paar von Poren. In der zitierten Figur, welche BLACK & BARNES auf tab. 22 vorführen, fehlen jedoch diese Poren, und es sind nur zwei winzige Durchbrechungen zu sehen, deren Lage etwa den Brennpunkten der Ellipse des Mittelstückes entspricht. Die beiden britischen Autoren finden dies selbst sehr merkwürdig und führen es darauf zurück, daß die von ihnen angewandte Methode nicht geeignet ist, die Poren zu demonstrieren, und nur die Durchleuchtung des eigentlichen Coccolithen könnte sie anschaulich machen.

Auch das Material der Schwedischen Tiefsee-Expedition, Probe 61 (562 cm) hat ein Elektronenbild von *Helicosphaera carteri* geliefert: Fig. 39 Abbildungsmaßstab 10.000 $\times$ . Hier wurde der Coccolith selber durchleuchtet, und zwar nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure. Dadurch ergeben sich manche Unterschiede gegenüber der Illustration der britischen Autoren.

Unser Objekt präsentiert sich leider in einem stark korrodierten Zustand. Doch ist der Zufall, der dieses Bild geliefert hat, sehr zu begrüßen, denn in der besagten Probe, wie überhaupt in den pazifischen Proben, ist *Helicosphaera carteri* überaus selten anzutreffen. An unserem Exemplar ist der Rand der basalen Scheibe weitgehend abgebaut, auch das Mittelstück weitgehend zerfallen, der ausladende Teil des Schildes abgebrochen. An dem Bild von BLACK & BARNES kann man aus der Orientierung des Schildes sogleich erkennen, daß das Exemplar aufrecht auf dem Trägerfilm des Elektronen-Mikroskops gelegen hatte. Freilich hätte man bloß aus diesem Umstand allein, wenn der spirale Bau dieses Coccolithen noch unbekannt wäre, noch nicht auf die Orien-

tierung des Kalkkörpers schließen können. Hierzu mußten die lichtoptischen Befunde zu Hilfe kommen, wie man sie in Präparaten mit flüssigem Einschlußmedium zu gewinnen vermag. Denn in solchen Präparaten lassen sich Coccolithen mittels Druck der Präpariernadel auf das Deckglas beliebig umwenden, so daß man ein Bild von der Gesamtgestalt des Objektes gewinnen kann. Durch Vergleich mit dem lichtoptischen Bild von *Helicosphaera* ergibt sich nun, daß das pazifische Exemplar mit der Unterseite nach oben auf dem Trägerfilm gelegen hatte.

Am Elektronenbild erweisen sich die Elemente der radiären Streifung als ziemlich geradegestreckt, in der Draufsicht um 15 bis 20 Bogengrade gegen den Bewegungssinn des Uhrzeigers schief gestellt. Auch die Elemente jener Querstreifung, welche bei BLACK & BARNES quer zur Hauptachse des Mittelstückes das Septum überzieht, lassen sich wahrnehmen. Die beiden Poren sind trotz der Beschädigung, die der Placolith erfahren hatte, ohne weiters zu erkennen.

Am Randscheibenapparat lassen sich innerhalb der rechten Halbellipse etwa 40 Streifenelemente zählen. Was das Messen und Zählen solcher skulptureller Einzelheiten anbetrifft, so ist zu bemerken, daß infolge der großen Schärfentiefe des Elektronenbildes nicht überall eindeutig gelingt, die Elemente der distalen Randscheibe von jenen der basalen Scheibe auseinanderzuhalten. Nur an der Ausladung des Schildes ist die Aufgabe erleichtert, weil hier keine anderen in der Visionsrichtung liegenden Teile störend wirken.

An unserem Elektronenbild schwankt die Breite der radiären Elemente zwischen 0,35 und 0,20  $\mu$ . Bloß am Rand der Ausladung steigt die Breite bis auf 0,35  $\mu$ . Wir sehen also, daß die Breite der Streifen nicht weit von der Grenze der lichtoptischen Auflösung liegt. Die Streifung erzeugt am Scheibenrand lauter Sägezähne, deren Spitzen, wenn sie deutlich ausgebildet sind, in die Richtung zum Schild verschoben erscheinen. Die Elektronenbilder haben jedenfalls gelehrt, daß die radialen Streifen viel schmaler sind, als ich seinerzeit in meiner Rekonstruktion (1954, Abb. 17) angenommen hatte.

Fig. 21 auf Taf. 3 bringt ein Mikrophotogramm der Spezies.

Proben: 1—4, 6, 9—11 (sämtlich Holocän + jung. Quartär),  
13—15, 17, 18, 20 (sämtlich mittl. Quartär),  
25 (Paläocän).

### *Pontosphaera* LOHMANN.

LOHMANN 1902, pag. 142.

Gehäuse ohne Mündung, aus monomorphen Kalkkörpern von discolithischem Bau bestehend.

### *Pontosphaera cribrosa* nov. spec. (Abb. 26).

Eine normalelliptische Scheibe, deren mittlere Area schwach aufgewölbt und von einer Randzone umgeben ist, die über den Rand des Mittelfeldes

ein wenig aufragt. Der Kalkkörper ist 8,9 bis 12,2  $\mu$  lang, 2 bis 2,3  $\mu$  hoch. Die Randzone ist 1,5  $\mu$  hoch und ebenso breit. Die mittlere Area ist von einer Anzahl Poren durchbrochen, unter denen eine in der Längsachse orientierte Porenreihe besonders auffällt, während die übrigen Poren weniger gesetzmäßig verteilt erscheinen. Ein peripherer Porenkranz ist zuweilen vorhanden.

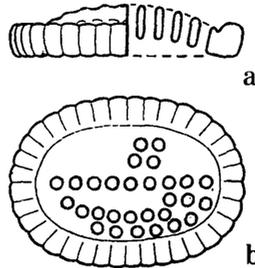


Abb. 26: *Pontosphaera cribrosa* nov. spec. a linke Hälfte: Ansicht der Breitseite — rechte Hälfte: vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

tierte Porenreihe besonders auffällt, während die übrigen Poren weniger gesetzmäßig verteilt erscheinen. Ein peripherer Porenkranz ist zuweilen vorhanden.

Probe: 24 (Eocän).

*Rhabdosphaera* HAECKEL 1894.

HAECKEL 1894, pag. 111.

Gehäuse aufgebaut aus monomorphen Rhabdolithen mit kreisrunder Basis; deren zentrale Erhebung ist stab- oder keulenförmig.

*Rhabdosphaera claviger* MURRAY & BLACKMAN.

LOHMANN 1902, pag. 132.

Proben: 2, 3, 5, 8, 11 (Holocän + jüng. Quartär).

15, 17, 18 (mittl. Quartär).

*Scyphosphaera* LOHMANN.

LOHMANN 1902, pag. 129.

Gehäuse kugelig, ohne Mündung. Die Gehäusewand-Coccolithen sind flache Discolithen. In einem größten Kreis sind Lopadolithen angeordnet.

*Scyphosphaera aequatorialis* nov. spec. (Abb. 27).

In der unten angegebenen Probe fand sich ein Lopadolith von Flaschengestalt. Die Höhe des ganzen Gebildes beträgt 20,5  $\mu$ . Der Flaschenbauch hat eine äußere Weite von 10,5  $\mu$ , der Hals eine solche von 7,2  $\mu$ . Die eingezogene Basis hat einen Durchmesser von 6,7  $\mu$ . Die Wand der Flasche ist ungefähr 1  $\mu$  dick.

Die neue Form ist in ihrer Gestalt am ehesten mit *Sc. lagena* (KAMPTNER 1955, fig. 124 auf tab. 9) zu vergleichen. Die genannte Spezies besitzt aber

einen sehr langen Hals. Wenn wir uns diesen Hals gekürzt vorstellen, so daß die Gesamthöhe des Lopadolithen auf die Hälfte sinkt, dann gleicht der resultierende Lopadolith sehr unserer neuen Form *Sc. aequatorialis*; bloß die absoluten Maße sind ein wenig verschieden.

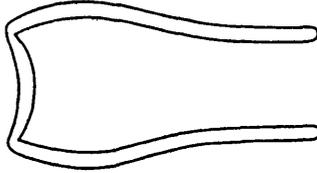


Abb. 27: *Scyphosphaera aequatorialis* nov. spec. Lopadolith in aufrechtem Längsschnitt.

Wenn es auch fraglich erscheint, ob alle bisher publizierten Lopadolithen-Formen von *Scyphosphaera* erblich fixierte Typen vorstellen, so ist es doch aus praktischen Gründen am Platz, daß wir die neue Form hier als Spezies benennen.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Syracosphaera* Lohmann 1902.

LOHMANN 1902, pag. 133.

Gehäuse aus dimorphen Discolithen, mit polarer Mündung.

*Syracosphaera pulchra* LOHMANN.

LOHMANN 1902, pag. 134.

HALLDAL & MARKALI 1955, pag. 12.

Proben: 9 (jüng. Quartär),  
14 und 15 (mittl. Quartär),  
21 (Pliocän).

*Thoracosphaera* KAMPTNER 1927.

KAMPTNER 1927, pag. 180.

Gehäuse kugelig, mit oder ohne Mündung. Gehäuseelemente von prismatolithischem Bau, pflasterartig dicht aneinandergesetzt, mit oder ohne axiale Pore.

Typische Spezies: *Th. heimi* (LOHMANN) KAMPTNER = *Syracosphaera heimi* LOHMANN 1920.

*Thoracosphaera albatrosiana* nov. spec. (Fig. 30 auf Taf. 5).

Das kugelförmige Gehäuse hat einen Durchmesser von 19–31  $\mu$ . Es handelt sich also um die größte Spezies des Genus. Im optischen Schnitt und auch an Bruchrändern von Gehäusefragmenten erscheint die Gehäusewand als 1,7–2,8  $\mu$  dick; dies ist gleichbedeutend mit der Höhendimension der

Coccolithen. Exemplare mit Gehäusemündung scheinen sehr selten zu sein. An einem Exemplar von  $20,5 \mu$  Durchmesser war die Mündung  $7 \mu$  weit. Für das Untersuchen und bildliche Darstellen der Spezies besteht eine Erschwernis in dem Umstand, daß die Gehäuse in der Regel sehr mit Detritus angefüllt sind.

Betrachtet man das Gehäuse bei hoher, d. i. tangentialer Einstellung des optischen Schnittes, so fallen runde Gebilde auf, die in Quincunx über die Fläche des Objektes verteilt sind. Beim Senken des optischen Schnittes erscheinen sie hell, um beim Heben des Schnittes dunkel zu werden. Man hat es also mit Hohlräumen zu tun. Um den Hohlraum herum läuft eine schmale Randpartie, welche 5—6 Einkerbungen aufweist. Der Umriss dieser Randpartie ist elliptisch. Die Hohlräume scheinen keine durchgehenden Poren vorzustellen, sondern blinde Eintiefungen; dies vermag man an einem Bruchrand deutlich wahrzunehmen. An der Figur 30 kommt man gleichfalls zu dieser Auffassung.

Die bedeutende Größe der Gehäuse, an denen die Wand kaum wesentlich stärker ist als bei den anderen kleineren Arten des Genus, bringt es mit sich, daß die Zahl ganzer wohlhaltener Exemplare in der Sedimentprobe eine geringe ist und Gehäusefragmente etwas Häufiges sind. Auch die Breite der Coccolithen entspricht jener der übrigen Arten; sie beträgt im Durchschnitt  $1,7—2,0 \mu$ . Die Elemente schließen so wie bei den anderen Arten lückenlos aneinander; doch steht die Festigkeit des Gehäuses nicht in einem so günstigen Verhältnis zu seiner Größe und zu den durch diese Größe bedingten mechanischen Beanspruchungen, wie sie bei der Aufbereitung eintreten, die man an dem Sediment zur Untersuchung dieser Objekte vorzunehmen hat.

Der Größe des Gehäuses entspricht auch die relativ ansehnliche Zahl der Gehäuseelemente. An einem Gehäuse von  $20 \mu$  Durchmesser konnte diese Zahl auf mehr als tausend geschätzt werden.

Zwischen zueinander senkrechten Polarisatoren erstreckt sich über das ganze Gehäuse hinweg ein deutliches Sphäritenkreuz, ähnlich jenem wie es *Th. deflandrei* aufweist (KAMPTNER 1956). Doch ist das Kreuz nicht so prägnant wie bei der genannten Spezies, wo die besondere Winzigkeit der Coccolithen seine Ausbildung begünstigt, während umgekehrt bei *Th. imperforata* und *Th. heimi* die bedeutendere Dicke der Coccolithen nachteilig wirkt, weil die individuellen Interferenzbilder dieser Elemente die Massenerscheinung des Gehäuse-Kreuzes stark verwischen.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Thoracosphaera granulosa* nov. spec. (Fig. 28 auf Taf. 5).

Das Gehäuse hat einen Durchmesser von  $20 \mu$ . Die Gehäuseelemente sind  $1,1—1,2 \mu$  breit und entbehren einer axialen Pore. Sie sind an der Oberseite

etwas vorgewölbt. Eine Gehäusemündung wurde an den wenigen Exemplaren, welche untersucht werden konnten, nicht beobachtet.

Probe: 25 (Paläocän).

*Thoracosphaera heimi* (LOHMANN) KAMPTNER.

*Syracosphaera heimi* LOHMANN 1920, pag. 117.

*Thoracosphaera heimi* (LOHMANN) KAMPTNER 1944, pag. 145; 1954, pag. 41.

Proben: 14, 15, 17 (mittl. Quartär).

*Thoracosphaera imperforata* KAMPTNER (Fig. 29 und 31 auf Taf. 5).

KAMPTNER 1955, pag. 37.

Zu der Schilderung, welche die Spezies in der zitierten Publikation erfahren hat, seien hier zwei Mikrophotogramme (die Figuren 29 und 31) hinzugefügt.

Proben: 15 (mittl. Quartär),  
25 (Paläocän).

*Thoracosphaera tuberosa* nov. spec. (Fig. 26 auf Taf. 4).

Von dieser neuen Spezies liegt ein einziges Exemplar vor, das zudem unvollständig erhalten ist, da mehr als zwei Dritteile der Wand fehlen.

Der äußere Durchmesser des Gehäuses beträgt 28  $\mu$ ; diese Zahl liegt also innerhalb der Variationsbreite von *Th. albatrosiana*. Von einer Gehäusemündung ist an dem Stück nichts wahrzunehmen; eine solche könnte sich also, wenn sie überhaupt vorhanden war, nur im zugrundegegangenen Teil des Gehäuses befunden haben. Die Coccolithen sind 3,3  $\mu$  hoch und 3,3 bis 4,4  $\mu$  breit. Die Gestalt des Querschnittes der Gehäuseelemente in der Draufsicht der Wand, also bei hoher Einstellung des optischen Schnittes, ließ sich nicht studieren, weil es nicht gelingen wollte, das Gehäuse, welches eigensinnig die aufgebrochene Seite nach oben wandte, umzudrehen. Ich mußte mich damit begnügen, durch Senken des optischen Schnittes einige Erkenntnisse zu gewinnen. Dazu kam, daß das Innere des Gehäuses so dicht mit Detritus angefüllt gewesen ist, daß man die Umrisse der Coccolithen nur undeutlich wahrnehmen konnte. Immerhin ließ sich feststellen, daß der Querschnitt der Gehäuseelemente jenem von *Th. imperforata* grundsätzlich gleicht. Aber der Aufriß ist abweichend beschaffen. Die Basisfläche ist vollkommen eben, die Oberseite dagegen emporgewölbt, und sie kulminiert in einem ziemlich scharfen Gipfel, von welchem die Seiten mit geraden Flanken dachartig abfallen. Es handelt sich auf alle Fälle um ein besonders kräftig gebautes *Thoracosphaera*-Gehäuse.

Das Mikrophotogramm der Fig. 26 gibt ein Bild des Gehäuses bei hoher Einstellung des optischen Schnittes. Die ausgebrochene Seite des Gehäuses ist gegen oben gerichtet. Im optischen Schnitt sind die den Bruchrand be-

grenzenden Coccolithen einigermaßen scharf abgebildet, so daß diese ihren Aufriß zeigen. Der Vorteil, daß das Bild nicht durch benachbarte, in der Perspektive vorgelagerte Gehäuseelemente verschleiert wird, konnte gehörig ausgenutzt werden.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Tiarolithus* KAMPTNER 1958.

*Calcidiscus* KAMPTNER 1952.

*Tiarolithus* KAMPTNER 1958, pag. 70 und 81.

Kreisrunde Scheiben von der Gestalt einer flachen Kugelkalotte, mit zentraler Durchbohrung, welche eine an der konkaven Unterseite des Kalkkörpers vorhandene Vorrangung durchsetzt.

Typische Spezies: *T. medusoides* (KAMPTNER) = *Calcidiscus medusoides* KAMPTNER 1952.

*Tiarolithus diversistriatus* nov. spec. (Abb. 28, Fig. 13 auf Taf. 2, Fig. 27 auf Taf. 4).

Die Scheibe hat die Gestalt einer ziemlich flachen Kugelkalotte. Sie hat einen Durchmesser von 8,3 bis 12  $\mu$  (bei dem dargestellten Exemplar 10  $\mu$ ), bei einer Dicke von etwa 1,7  $\mu$  und einer Gesamthöhe von 3,3  $\mu$ . Das

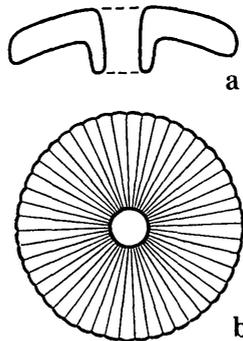


Abb. 28: *Tiarolithus diversistriatus* nov. spec. a Axialschnitt, b Oberseite, c Schema der Divergenz der radialen Streifung an Ober- und Unterseite der Scheibe.

Zentrum wird von einer kreisrunden, manchmal elliptischen Pore eingenommen, deren Durchmesser etwa 1,5  $\mu$  beträgt, oder wenn sie elliptisch ist, eine Länge von 2  $\mu$  und eine Breite von 1  $\mu$  aufweist. Jener Teil des Kalkkörpers, wie er dem Mittelstück der manschettenknopfförmigen, echten Placolithen entspricht, umgibt die zentrale Pore als kurze röhrenförmige Vorrangung an der Konkavseite der Scheibe. Sie hat einen äußeren Durchmesser von annähernd 4  $\mu$  und ragt ein wenig unter die Ebene, die man sich durch den basalen Rand der Scheibe gelegt denken kann. Die Scheibe trägt eine radiäre Streifung von etwa 50 Elementen; sie ist an der Oberseite wie an

der Konkavseite nachweisbar. An beiden Seiten sind die Elemente gerade-gestreckt. Die Streifungen der beiden Seiten divergieren unter einem kleinen Winkel (etwa  $12^\circ$ ). Man hat den Eindruck, daß die Streifung der Oberseite streng radiär ist, jene der Unterseite in der Draufsicht im Sinn des Uhrzeigers verwendet. Wenn man die beiden Streifungen durch Verstellen des optischen Schnittes nacheinander betrachtet, so werden sie beim Übergang von einem

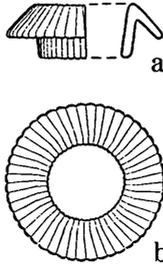


Abb. 29: *Tiarolithus laxus* nov. spec. a Axialschnitt, b Unterseite.

höheren zu einem tieferen Niveau der kalottenartigen Scheibe erst sukzessive sichtbar, so daß man nicht sogleich erkennt, daß es sich um zwei räumlich unabhängige Streifungen handelt. Man kann zunächst der Meinung sein, es handle sich um eine einheitliche, gekrümmte Streifung, bis man entdeckt, daß der scharf eingestellte Teil der einen Streifung und der ebenso scharf eingestellte Teil der anderen Streifung sich unter einem Knick von einander abheben, und daß dieser Knick beim Verstellen des optischen Schnittes in zentripetaler, bzw. zentrifugaler Richtung wandert. Die Interferenzerscheinungen, welche der Coccolith zwischen gekreuzten Polarisatoren bietet, entsprechen denjenigen von *Tiarolithus medusoides* (KAMPTNER 1954, pag. 26).

In der Probe 15 ist auch ein Gehäuse der Spezies aufgetaucht (Fig. 27 auf Taf. 4). Es hat einen Durchmesser von annähernd  $20\ \mu$  und ist aus ungefähr 20 Coccolithen (mit je etwa  $11\ \mu$  Durchmesser) aufgebaut.

Probe: 15 (mittl. Quartär).

*Tiarolithus laxus* nov. spec. (Abb. 29).

Es handelt sich um ein niedriges Röhrenstück, das sich gegen das basale freie Ende schwach konisch verengt. Seine Wand weist eine gleichmäßige Dicke auf. Das obere Ende trägt die nach der Peripherie mit gerader Flanke abfallende Randscheibe. Diese hat einen Durchmesser von  $5,9$  bis  $10\ \mu$  und reicht im vertikalen Sinn bis unter die obere halbe Höhe der Röhre. Die Höhe des Kalkkörpers beträgt  $1,9$  bis  $3\ \mu$ . Der Durchmesser der Röhre  $4,5$  bis  $7,6\ \mu$ , jener des Binnenraumes  $2,6$  bis  $3,2\ \mu$ . An der Scheibe sind in der Draufsicht 40 bis 48 radiäre Streifen wahrzunehmen. Am Exemplar der Probe ST 61 (550 cm) sind sie so zart, daß man selbst mit den stärksten optischen Behelfen kaum imstande ist festzustellen, ob sie radiär stehen oder einseitig

schief gestellt sind; auch ihre Zahl mußte dahingestellt bleiben. An den Exemplaren der Probe ST 61 (562 cm) ließen sich dagegen diese Skulpturen deutlich wahrnehmen. Sie erweisen sich hier in der Draufsicht als geradegestreckt und um 10 bis 12 Bogengrade gegen den Bewegungssinn des Uhrzeigers schief gestellt.

Proben: 14, 15 (mittl. Quartär).

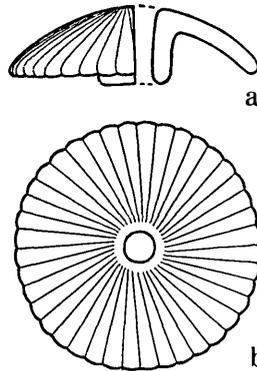


Abb. 30: *Tiarolithus pacificus* nov. spec. a linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt, b Oberseite.

*Tiarolithus medusoides* (KAMPTNER) KAMPTNER — nov. comb.

*Calcidiscus medusoides* KAMPTNER 1954, pag. 26.

Proben: 1—8, 9, 12 (Holocän + jung. Quartär); in der Probe 6 besonders häufig.

13—20 (mittl. Quartär),

21 (Pliocän).

*Tiarolithus pacificus* nov. spec. (Abb. 30).

Der Kalkkörper stellt eine kreisrunde Kugelkalotte vor, die im Zentrum eine ebenfalls kreisrunde oder schwach elliptische Pore enthält. Der Durchmesser der Kalotte beträgt 4,5 bis 11,8  $\mu$ , deren Höhe 2,2 bis 3,4  $\mu$ , der Durchmesser der Pore 1 bis 3  $\mu$ . Das an der Konkavseite der Kalotte herunterragende Röhrenstück hat außen einen Durchmesser von 1,8 bis 4,1  $\mu$ ; es reicht ein wenig unter das Niveau jener Ebene, die man sich durch die Peripherie der Kalotte gelegt denken kann. Die Kalotte trägt eine radiäre Streifung, deren Elemente geradegestreckt und in der Draufsicht um einen Winkel von etwa 15° gegen den Uhrzeigersinn schief gestellt sind.

Probe: 9 (Holocän + jung. Quartär).

*Tiarolithus rectilineatus* nov. spec. (Abb. 31, Fig. 11 auf Taf. 2).

Die vorgefundene Scheibe ist schwach konvex aufgewölbt. Sie hat einen Durchmesser von 10,5  $\mu$  und eine Gesamthöhe von 3,3  $\mu$ . Im Zentrum enthält

sie eine  $0,5 \mu$  weite Pore, die auch durch die an der Konkavseite der Scheibe herunterragende halbkugelige Vorwölbung reicht. Die Scheibe läßt etwa 40 geradegestreckte, in der Draufsicht um etwa  $10^\circ$  gegen den Uhrzeigersinn schief gestellte Riefen erkennen, die an ihren peripheren Enden eine Randkerbung bedingen.

Probe: 11 (Holocän + jung. Quartär).

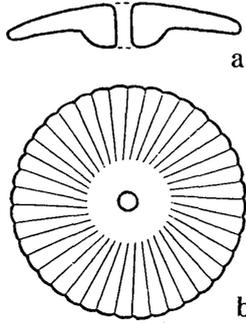


Abb. 31: *Tiarolithus rectilineatus* nov. spec. a Axialschnitt, b Unterseite.

*Tremalithus* KAMPTNER

KAMPTNER 1948, pag. 3, 7–9,

Elliptische aufgewölbte Scheiben, mit einer mittleren Durchbrechung, die an der Konkavseite des Kalkkörpers von einer vorspringenden Leiste (einem Homologon des Mittelstückes der manschettenknopfförmigen Typen) umgeben ist.

Typische Spezies: *Tr. umbrella* KAMPTNER 1948.

*Tremalithus honestus* nov. spec. (Abb. 32).

Der Kalkkörper ist  $9,4 \mu$  lang und  $8,1 \mu$  breit, also breitelliptisch. seine Höhe beträgt  $2,9 \mu$ . In der Mitte enthält er eine  $1,7 \mu$  lange und  $0,6 \mu$  breite

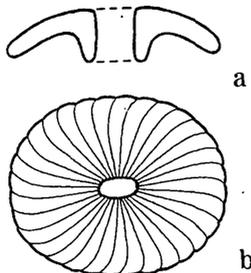


Abb. 32: *Tremalithus honestus* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

Pore; diese erstreckt sich durch eine an der Konkavseite des aufgewölbten Coccolithen angebrachte kurz-röhrenförmige Vorrägung. Die Scheibe ist mit

mehr als 30 radiären Inzisuren verziert, die sich in der Draufsicht im Uhrzeigersinn einkrümmen und dabei eine Randkerbung erzeugen.

Probe: 14 (mittl. Quartär).

*Tremalithus marginatus* nov. spec. (Abb. 33, Fig. 24 auf Taf. 3).

Der Kalkkörper hat die Gestalt einer normalelliptischen Kalotte von  $8,3 \mu$  Länge und  $2 \mu$  Höhe. Die Scheibe fällt mit konvexer Flanke zur Peripherie ab. Die mittlere Durchbrechung erreicht etwa ein Drittel der Länge des Coccolithen-

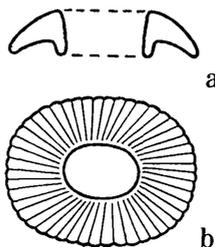


Abb. 33: *Tremalithus marginatus* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

then. Der an der Konkavseite des Coccolithen vorspringende Rand der Pore reicht bis an das Niveau des Scheibenrandes. Die Scheibe trägt nahe an 50 radiäre Streifen; diese sind geradegestreckt und in der Draufsicht um einen kleinen Winkel im Uhrzeigersinn schief gestellt. In entsprechender Weise erscheint der Scheibenrand gekerbt.

Probe: 22 (Miocän).

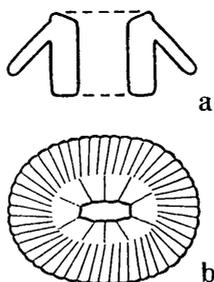


Abb. 34: *Tremalithus pachypleurus* nov. spec. a vertikaler Längsschnitt, b Oberseite.

*Tremalithus pachypleurus* nov. spec. (Abb. 34).

Das vorgefundene Exemplar ist normalelliptisch. Die Randscheibe fällt unter einem Winkel von  $45^\circ$  mit gerader Flanke zur Peripherie ab. Sie inseriert nicht ganz am oberen Ende des Mittelstückes, sondern ein wenig tiefer. In der Draufsicht beträgt ihre Länge  $8,3 \mu$ . Das Mittelstück besitzt eine sehr kräftige Wand. Seine horizontale Länge entspricht etwa  $4,5 \mu$ . Es stellt ein parallelwandiges Röhrenstück vor, dessen basales Ende ein wenig (kaum  $1 \mu$ ) unter

jene Ebene herunterreicht, welche man sich durch den Scheibenrand gelegt denken kann. Die Scheibe trägt eine radiäre Streifung, deren Elemente von oben gesehen im Uhrzeigersinn ein wenig schief gestellt erscheinen. Es sind gegen 50 Elemente im Umkreis der Scheibe vorhanden. In der Draufsicht zeigt auch das Mittelstück eine radiäre Skulptur, die aber nur aus 10 Elementen besteht, an denen eine einseitige Schiefstellung nicht wahrzunehmen ist.

Probe: 22 (Miocän).

*Tremalithus quadrirturgestus* nov. spec. (Abb. 35, Fig. 12 auf Taf. 2).

Der Coccolith ist normalelliptisch, 7,3 bis 11,2  $\mu$  lang. Er ist in seinem Längsprofil schwach aufgebogen. Vom Unterrand bis zum Oberrand mißt

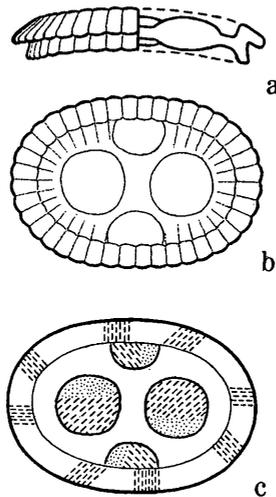


Abb. 35: *Tremalithus quadrirturgestus* nov. spec. a) linke Seite: Ansicht der Breitseite — rechte Seite: vertikaler Längsschnitt, b) Oberseite, c) Schema der Textur.

er 1,7  $\mu$ . Wenn wir ihn auf eine ebene Unterlage gesetzt denken, so erhebt sich seine obere Mitte auf 2,2  $\mu$  über die Unterlage. Aufgebaut ist der Kalkkörper aus einer vom Oberrand mit gerader Flanke nach der Peripherie abfallenden Randscheibe und einem Mittelstück, das überaus niedrig ist und in der Richtung zur Basis ganz schwach gegen die Peripherie ausbiegt. Die Randscheibe ist je nach ihrer Größe mit 32 bis 40 streng radiären Inzisuren ausgestattet. Auch in der Seitenansicht erscheinen die Riefen, wie jene des Mittelstückes, senkrecht zur Umrandung, bzw. zur Basis des Kalkkörpers. Man vermag zu erkennen, daß sich diese Skulpturen in der Draufsicht von der Randscheibe aus ein Stück weit gegen innen fortsetzen.

Von dem gewohnten Bild eines Placolithen abweichend ist das Mittelfeld beschaffen. Es ist von einem Querseptum überspannt, an welchem verschiedene Unebenheiten wahrzunehmen sind. Am auffallendsten sind vier mächtige Ver-

dickungen des Septums. Zwei derselben, die größeren, bilden ein in der Längsrichtung des Coccolithen orientiertes Paar. Sie sind beiläufig kreisrund und vom Rand des Septums wie von dessen Mitte gleich weit entfernt. Die beiden anderen Verdickungen bilden gleichfalls ein zusammengehöriges Paar, das aber in der Querrichtung der Ellipse angeordnet ist. Sie schmiegen sich derart eng an die Randscheibe, daß von jedem dieser Gebilde ein Segment abgeschnitten wird. Aber trotz ihres großen Umfanges sind diese Skulpturen in gewöhnlichem Licht wenig auffällig; und erst zwischen gekreuzten Polarisatoren, besonders bei Anwendung des Gipskompensators Rot I, treten sie deutlich hervor und lassen ihre Umrisse erkennen. Im einzelnen gestalten sich die Interferenzerscheinungen wie folgt. Der aufragende Rand des Placolithen bietet das nämliche Bild, wie wir es im allgemeinen von elliptischen Discolithen, Calyptrolithen und Placolithen gewohnt sind. Wenn also der Kalkkörper seine Oberseite dem Beschauer zuwendet, und wenn seine beiden Ellipsenachsen mit den Hauptschnitten der Polarisatoren zusammenfallen, so erscheint je ein Stück des Randes, und zwar oben knapp links der Sagittalrichtung und unten knapp rechts derselben, verdunkelt, desgleichen je ein kürzerer Abschnitt links knapp unterhalb der Längsachse der Ellipse sowie rechts knapp oberhalb derselben. Aus diesen Effekten kann man die Lagen der Kalkkristallite rekonstruieren. Unser Schema (Abb. 35c) bringt das Resultat eines solchen Versuches. Es wurde dabei verzichtet, diese Lagen auch in den Zwischenrichtungen einzuzeichnen. Die in der Längsrichtung der Ellipse angeordneten beiden Anschwellungen reagieren zwischen gekreuzten Polarisatoren in folgender Weise. Orientieren wir das Gipsplättchen so, daß dessen  $\gamma$ -Richtung von links-unten nach rechts-oben verläuft, so erscheinen die oberen zwei Drittel der rechten Anschwellung in gelber Subtraktionsfarbe (gleich der in der nämlichen Diagonale liegenden Partie des Coccolithen-Randes). Dasselbe ereignet sich in den unteren zwei Dritteln der linken Anschwellung. In dieser Richtung laufen also die optischen Achsen der Kalkkristallite (durch gestrichelte Linien dargestellt). Bei jeder dieser Anschwellungen verbleibt das übrige Drittel im Purperton; die Kristallite stehen also hier mehr oder weniger steil zur Ebene des Coccolithen (durch Punkte dargestellt). Was die beiden den Längsseiten des Coccolithen angeschmiegtten Anschwellungen anbetrifft, so ist die Lage der horizontalen Kristallite genau senkrecht zu den Kristalliten der beiden oben betrachteten Anschwellungen beschaffen; denn in der vorhin angenommenen  $\gamma$ -Richtung des Gipskompensators erscheint ihr Bereich nicht gelb, sondern blau, und der übrige Teil des Gebildes bleibt purpurn, weil auch hier die Kristallite offenbar steil zur Basisebene des Kalkkörpers gerichtet sind.

Zur bildlichen Darstellung des Kalkkörpers sei noch folgendes hinzugefügt. In der Zeichnung ist das Septum samt den brotlaibartigen Anschwellungen in einem vertikalen Längsschnitt wiedergegeben, desgleichen die Art und Weise, in der das Septum dem Mittelstück angefügt ist. Auch die beiden in der kleinen Ellipsenachse orientierten Anschwellungen (nur die an der abgewendeten Längsseite des Placolithen liegende Anschwellung) sind einge-

zeichnet. Es muß freilich zugestanden werden, daß unsere Darstellung bei weitem nicht als definitiv zu betrachten ist. Eine erneute Untersuchung mittels vollkommeneren Methoden (Elektronenmikroskop) wird noch allerlei an diesem Bild zu verbessern haben.

Probe: 24 (Eocän).

*Umbilicosphaera* LOHMANN.

LOHMANN 1902, pag. 139.

Kreisrunder Placolith, dessen basale Randscheibe breiter ist als die distale.

*Umbilicosphaera dilatata* nov. spec. (Abb. 36).

Der Durchmesser des Kalkkörpers (d. h. der basalen Randscheibe) beträgt  $6,1 \mu$ , derjenige der distalen Scheibe  $5,7 \mu$ ; die Höhe erreicht  $1,7 \mu$ . Die basale Scheibe erhebt sich schwach nach außen-oben, die distale Scheibe

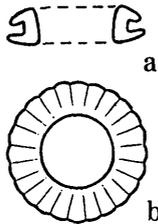


Abb. 36: *Umbilicosphaera dilatata* nov. spec. a Axialschnitt, b Unterseite.

nach außen-unten; beide Scheiben rücken also gegen die Peripherie einander näher. Der zentrale Binnenraum hat eine Weite von  $3,3 \mu$ . Die basale Scheibe ist mit zwei Dutzend radiären Streifen verziert. Daß die in Rede stehende Form nicht dem Genus *Cyclococcolithus*, sondern dem Genus *Umbilicosphaera* zuzuweisen ist, ergibt sich aus der Gestalt des zentralen Binnenraumes. Bei den Arten dieser beiden Genera pflegt diese Pore sich gegen die Basis zu verengen. Daraus läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit an einem neuen einschlägigen Kalkkörper das „Oben“ vom „Unten“ auseinanderhalten. Nach diesem Verfahren ist auch im vorliegenden Fall die generische Bestimmung vorgenommen.

Proben: 22 (Miocän),  
23 (Oligocän).

*Umbilicosphaera nitescens* nov. spec. (Abb. 37, Fig. 5 auf Taf. 1).

In Flächenansicht stellt sich der Kalkkörper als kreisrunder Ring dar, dessen äußerer Durchmesser  $8,5-9,5 \mu$ , dessen Binnenraum eine Weite von  $5,2-5,5 \mu$  aufweist. Die Höhe beträgt etwa  $2 \mu$ . Die beiden Randscheiben haben schwach konvexe Flanken; aber beide Scheiben sind in der Weise gegen

die Horizontale des Kalkkörpers geneigt, daß sie zur Peripherie hin einander näher kommen. Die Scheiben tragen je eine radiäre Streifung von annähernd 4 Dutzend geradegestreckten Elementen. Wie immer der Placolith in Flächenansicht vor dem Beschauer liegt, stets bietet sich die Streifung der dem Be-

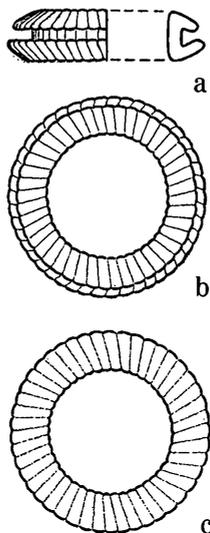


Abb. 37: *Umbilicosphaera nitescens* nov. spec. a linke Seite: Seitenansicht — rechte Seite: Axialschnitt, b Oberseite, c Unterseite.

schauer zunächst liegenden Scheibe als gegen den Uhrzeigersinn schief gestellt dar. Die Wand des mittleren Durchbruches d. i. die Innenseite des Mittelstückes, steht senkrecht zur Horizontalen des Kalkkörpers.

Wenn man sich bei der Untersuchung des Kalkkörpers dieser Form mit den äußeren Formverhältnissen begnügt, ohne vom polarisierten Licht Gebrauch zu machen, so wäre man im Zweifel, ob man die Spezies dem Genus *Cyclococcolithus* oder dem Genus *Umbilicosphaera* zuzuweisen habe. Das Interferenzbild, das man von dem zwischen gekreuzten Polarisatoren befindlichen Kalkkörper erhält, ist geeignet, eine Entscheidung, wenigstens mit großer Wahrscheinlichkeit, herbeizuführen. Bei *Cyclococcolithus leptoporus* und bei *Umbilicosphaera mirabilis* sind die Balken des Auslöschungskreuzes stets von den Schwingungsebenen der Polarisatoren weg gegen den Uhrzeigersinn schief orientiert. Stellt man den Kalkkörper auf den Kopf, so erscheint das Sphäritenkreuz im Uhrzeigersinn verdreht. Diese Erscheinungen ermöglichen es, Ober- und Unterseite eines isoliert aufgefundenen Placolithen zu unterscheiden, sofern man voraussetzt, daß das Verhalten des Sphäritenkreuzes einen für Placolithen bezeichnenden Charakter vorstellt. Es muß hinzugefügt werden, daß dies nicht ausnahmslos gilt; aber die Wahrscheinlichkeit dafür ist eine so große, daß man das bezeichnete Verhalten zur Grundlage des

methodischen Verfahrens machen kann, ohne ein zu großes Risiko in Kauf zu nehmen. Im vorliegenden Einzelfall gelangen wir zu dem Schluß, daß man es mit einem Vertreter des Genus *Umbilicosphaera* zu tun hat.

Probe: 22 (Miocän).

*Zygoolithus* KAMPTNER 1949 (paragen.).

Isoliert aufgefundene elliptische Ringe, deren Binnenraum von brückenartigen Teilen überspannt wird.

Typische Spezies: *Z. sculptus* (KAMPTNER) = *Coccolithites sculptus*.

*Zygoolithus bifurcatus* nov. spec. (paraspec.) (Abb. 38).

Eine Form, welche unserer *U. nitescens* habituell sehr ähnelt, ist der von HAY & TOWE 1962 in fig. 6 auf tab. 5 (Elektronenphotogramm) abgebildete *Cyclolithus bramletti* aus dem Eocän von Donzacq (Frankreich).

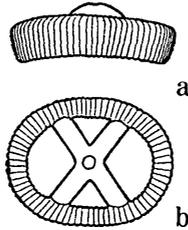


Abb. 38: *Zygoolithus bifurcatus* nov. spec. (paraspec.). a Seitenansicht, b Oberseite.

Der Ring ist normalelliptisch, 6,7—8,6  $\mu$  lang und etwas über 2,2  $\mu$  hoch. Sein Profil ist entlang der Längsachse schwach aufgewölbt. Der Binnenraum ist von einem horizontalen Kreuz eingenommen, das in der ganzen Höhen-dimension des Ringes inseriert und sich über dessen Oberrand aufwölbt; der höchste Punkt enthält eine winzige Pore. Die Balken des Kreuzes stehen zueinander unter schieferm Winkel; der kleinere (spitze) der beiden Winkel beträgt 70—80° und wird von der Querachse der Coccolithen-Ellipse, der größere (110—120°) von deren Längsachse zweigeteilt. Der Torus des Ringes verschmälert sich konisch gegen seine Basis und ist im Umkreis mit ungefähr 70 Kerben versehen, die sich an der Seitenwand nach unten fortsetzen.

Dieser Form ziemlich ähnlich ist *Zygoolithus concinnus* MARTINI (1961, pag. 18, fig. 35 auf tab. 3, fig. 54 auf tab. 5) aus dem Paläocän SW-Frankreichs. Auch BRAMLETTE & SULLIVAN (1961), bilden in fig. 1 auf tab. 6 eine solche Form ab. Aber das Kreuz ist hier ein wenig tordiert, während es bei *Zyg. bifurcatus* gerade Balken hat, welche genau symmetrisch zu den Ellipsenachsen liegen. Auch in einer Arbeit, welche BRAMLETTE & MARTINI dem Vernehmen nach im Lauf dieses Jahres zu veröffentlichen gedenken, und deren Tafel-Korrekturen mir bereits vor Augen gekommen sind, ist in fig. 14 auf tab. 4 ein Fund abgebildet, den die Autoren mit MARTINI's *Zyg. concinnus* gleichsetzen.

Wenn auch die Möglichkeit, daß *Zyg. bifurcatus* mit MARTINI's Spezies identisch ist, nicht ganz von der Hand gewiesen werden kann, so halte ich es dennoch für zweckmäßig, meine Form besonders zu benennen und ihr Schicksal einer künftigen Entscheidung zu überlassen.

Probe: 25 (Paläocän).

*Zygoolithus fastigiatus* nov. spec. (paraspec.) (Abb. 39).

Der Ring ist normalelliptisch, 7,2—7,8  $\mu$  lang. Seine Breitseiten sind durch einen Quersteg verbunden, der am Ring in seiner ganzen Höhe inseriert. An den beiden Ansatzstellen ist die Brücke verbreitert; sie erhebt sich über den Oberrand des Ringes, dessen Längsprofil schwach aufgewölbt erscheint.

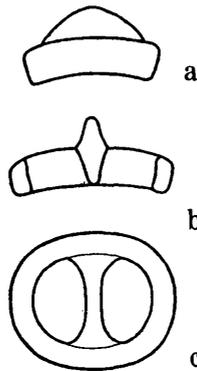


Abb. 39: *Zygoolithus fastigiatus* nov. spec. (paraspec.). a vertikaler Querschnitt, b vertikaler Längsschnitt, c Oberseite.

Eine gewisse Formverwandtschaft zeigen die Zygoolithen von *Corisphaera ponticulifera*, einer Spezies aus dem Plankton der nördlichen Adria, doch bestehen bestimmte Unterschiede. Die Brücke (Joch, Jugum) verbreitert sich nicht an den Ansatzstellen; auch trägt sie in der Mitte eine knopfartige Erhebung. *Zyg. fastigiatus* erinnert auch noch sonst an das Genus *Corisphaera*. GÓRKA fand im Maestricht von Polen eine Form, die ihr mit der von LECAL-SCHLAUDER 1951 beschriebenen *Corisphaera fibula* identisch zu sein scheint. GÓRKA's Abbildung ist aber so stark schematisiert und die verbale Schilderung so dürftig, daß man daraus keine Schlüsse abzuleiten vermag. DEFLANDRE's (DEFLANDRE & FERT 1954, Abb. 60—62) *Zyg. erectus* aus dem Oxford Frankreichs unterscheidet sich von *Zyg. fastigiatus* dadurch, daß die Ansatzstellen der Brücke nur wenig verbreitert sind; auch trägt die Brücke in der Mitte einen Knopf. Sehr ähnlich unserem *Zyg. fastigiatus* ist der von BLACK & BARNES 1959, fig. 1 auf tab. 12 (Elektronenphotogramm) abgebildete *Discoolithus theta* aus dem Cenoman Südenglands.

Probe: 25 (Paläocän).



	<i>Cyclococcolithus minutus</i>	<i>multistriatus</i>	<i>spatiosus</i>	<i>Cyclolithus tenuissimus</i>	<i>Cycloplacolithus amerensis</i>	<i>disciformis</i>	<i>foliosus</i>	<i>laevigatus</i>	<i>planus</i>	<i>prominens</i>	<i>sejunctus</i>	<i>Discolithus bistriatus</i>	<i>Ellipsoplacolithus concinnus</i>	<i>exsectus</i>	<i>lacunosus</i>	<i>latifolius</i>	<i>productus</i>	<i>Gephyrocapsa aperta</i>	<i>oceanica</i>	<i>Helicosphaera carteri</i>	<i>Pontosphaera cribrosa</i>	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14	x																					
15		x			x	x	x	x				x	x	x			x	x				
16																						
17																						
18																						
19																						
20																			x			
21																						
22																						
23			x													x						
24										x												
25				x								x										x

### Statistisches

In dieser Arbeit erscheinen im ganzen 67 Formen von Speziesrang angeführt. Sie verteilen sich auf 25 Einheiten von generischem Rang. Von diesen Einheiten können 17 als natürliche, d. h. als Sippengenera gelten; sie enthalten insgesamt 48 Arten. Von den übrigen Einheiten generischen Ranges sind 7 provisorischer Natur und können als Paragenera aufgefaßt werden; in ihnen sind 18 Paraspezies eingeschlossen. Eine (monotypische) generische Einheit bedeutet ein Problematikum.

	Rhabdospaera claviger	Scyphospaera aequatorialis	Syracosphaera pulchra	Thoracosphaera albatrosiana	— granulosa	— heimi	— imperforata	— tuberosa	Tiarolithus diversistriatus	— laxus	— medusoides	— pacificus	— rectilineatus	Tremalithus honestus	— marginatus	— pachypleurus	— quadriturgestus	Umbilicosphaera dilatata	— nitescens	Zygodolithus bifurcatus	— fastigiatus	
1																						
2	×										×											
3	×										×											
4											×											
5	×										×											
6											×											
7											×											
8	×										×											
9											×											
10			×								×	×										
11	×												×									
12											×											
13											×											
14			×			×				×	×				×							
15	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×				×							
16											×											
17	×										×											
18	×					×					×											
19											×											
20											×											
21			×								×											
22															×	×		×	×			
23																	×	×				
24																						
25					×		×										×			×	×	×

Von den 67 hier behandelten Formen sind 53 neu. 3 Sippengattungen (*Calcitrema* — *Campylosphaera* — *Craspedolithus*) mit insgesamt 5 Arten wurden neu aufgestellt. Von den 7 Paragenera sind 2 neu. Unter den 18 Paraspezies, welche zu diesen 7 generischen Einheiten gehören, sind 14 neu; es sind dies durchwegs Formen, deren Kenntnis, wenigstens vorläufig, ausschließlich dem Elektronenmikroskop zu verdanken ist.

Durch besonderen Artenreichtum innerhalb unseres Materials sind folgende Sippengenera ausgezeichnet: *Coccolithus* (11 Arten), *Cyclococcolithus* (6 Arten), *Thoracosphaera* und *Tiarolithus* (je 5 Arten). Unter den provi-

sorischen Genera sind *Cycloplacolithus* (7 Formen) und *Ellipsoplacolithus* (5 Formen) als relativ formenreich hervorzuheben.

### Bemerkungen über das Vorkommen der Formen in den verschiedenen geologischen Altersstufen

Wir wollen uns nun vor Augen führen, wie sich die Arten auf die verschiedenen geologischen Altersstufen verteilen.

Durch das Quartär, mit Einschluß des Holocäns erstrecken sich folgende Formen: *Ceratolithus cristatus*, *Coccolithus huxleyi*, *Coccolithus pelagicus*, *Cyclococcolithus humilis*, *Craspedolithus declivus*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Helicosphaera carteri*, *Rhabdosphaera claviger*, *Tiarolithus medusoides*.

Alle diese Arten bevölkern das Meer der geologischen Gegenwart und sind in den warmen und warm-gemäßigten Breiten sowohl im Plankton als auch in den kalkigen Bodensedimenten weltweit verbreitet. Mengenmäßig tritt *Coccolithus pelagicus* in den Proben durchwegs stark zurück; er wurde jeweils nur in vereinzelt Exemplaren sichtbar. Sein ältestes Vorkommen innerhalb der studierten Proben findet sich im Oligocän. Bekanntlich wurde die Spezies von anderer Seite sogar aus Sedimenten der Kreide und des Oberjura angegeben.

Wie die obige tabellarische Übersicht lehrt, wurden zahlreiche Formen — wenn wir einstweilen bloß die holocänen und pliocänen Ablagerungen ins Auge fassen — auf einen engeren Horizont beschränkt angetroffen. Es gilt dies für folgende Arten (hinter jeder in Klammern die Probennummer): *Calcidiscus uniforatus* (14), *Calcitrema longiporum* (20), *Calcitrema praeceps* (14), *Coccolithus arrheniusi* (11), *Coccolithus minimus* (14), *Cyclococcolithus minutus* (14), *Cyclococcolithus multistriatus* (15), die Formen des provisorischen Genus *Cycloplacolithus* (15, ausgenommen *C. prominens* 13), die große Mehrzahl der Formen des provisorischen Genus *Ellipsoplacolithus* (15), *Gephyrocapsa aperta* (15), die *Thoracosphaera*-Arten außer *Th. granulosa* (15), *Tiarolithus diversistriatus* (15), *Tiarolithus pacificus* (9), *Tiarolithus rectilineatus* (11), *Tremalithus honestus* (14).

Manche holocän-quartäre Formen stoßen in das Tertiär vor. — bis Pliocän: *Tiarolithus medusoides*; bis Miocän: *Ceratolithus cristatus*; bis Oligocän: *Calcitrema praeceps*, *Coccolithus pelagicus*; bis Eocän: *Calcidiscus uniforatus*, *Cycloplacolithus prominens*; bis Paläocän: *Calyptrolithus subtilis*, *Coccolithus huxleyi*, *Cyclococcolithus humilis*, *Helicosphaera carteri*, *Thoracosphaera imperforata*.

Schließlich ersehen wir aus der Tabelle, daß nicht wenige Arten sich nur in einer bestimmten Tertiärstufe gezeigt haben. — im Pliocän: *Ellipsoplacolithus latifolius*; im Miocän: *Coccolithus curvidiscus*, *Coccolithus tenuistriatus*, *Tremalithus marginatus*, *Tremalithus pachypleurus*, *Umbilicosphaera nitescens*; im Oligocän: *Cyclococcolithus decorus*, *Cyclococcolithus spatiosus*; im Eocän: *Calcitrema asymmetricum*, *Coccolithus asellus*, *Coccolithus petterssoni*, *Cyclo-*

*coccolithus formosus*, *Pontosphaera cribrosa*, *Tremalithus quadrirugatus*; im Paläocän: *Cribrosphaera turgida*, *Cricolithus galapagensis*, *Cyclolithus tenuissimus*, *Discolithus bistriatus*, *Thoracosphaera granulosa*, *Zycolithus bifurcatus*, *Zycolithus fastigiatus*.

Es gibt auch einige Arten, deren Vorkommen sich über eine Mehrzahl von Tertiärstufen erstreckt: *Calcitrema praeceps* (Miocän-Oligocän), *Campylosphaera bramlettei* (Oligocän—Eocän—Paläocän), *Coccolithus cretaceus* (Eocän—Paläocän), *Coccolithus eopelagicus* (Oligocän—Eocän—Paläocän), *Coccolithus oculiferus* (Oligocän—Eocän), *Umbilicosphaera dilatata* (Miocän—Oligocän).

Wie weit man berechtigt ist, bei den auf eine einzige Tertiärstufe beschränkten Arten von Leitformen zu sprechen, läßt sich auf Grund so kärglicher Stichproben, wie sie unsere Untersuchung an den Tag gefördert hat, nicht entscheiden. Dazu bedarf man eines umfangreichen Tatsachenmaterials, wie es uns heute noch nicht zur Verfügung steht. Zu verurteilen ist das Bestreben mancher Autoren, Coccolithenformen, die sich in engeren Horizonten gefunden haben, ohne reichliche Erprobung als Leitformen anzusprechen.

Besonders erwähnt sei *Syracosphaera pulchra*, die sich nicht nur in der Probe 15 (mittleres Quartär), sondern auch im Pliocän gezeigt hat, wenn auch beiderseits nur in vereinzelt Exemplaren. Es handelt sich um eine weit verbreitete und gemeine Form.

In den vorliegenden Studien wurde kein Gewicht darauf gelegt, aus den Befunden klimatologische Schlüsse abzuleiten, so sehr zu einem solchen Versuch im Hinblick auf die Ergebnisse der Schwedischen Tiefsee-Expedition Verlockung bestanden hätte. Unsere Kenntnisse über die Beziehungen, die zwischen den Coccolithineen-Arten und den in ihrem Milieu herrschenden und herrschend gewesenen klimatischen Faktoren bestehen, sind noch viel zu mangelhaft, um eine sichere Auswertung nach der bezeichneten Richtung zu gestatten.

### Morphologisches

Daß Genus *Calcitrema* ist in unserem Material durch drei Arten vertreten. Der Coccolith besteht hier aus einer einfachen, elliptischen, im Profil ein wenig aufgewölbten Scheibe, welche im Zentrum eine Durchbrechung aufweist. Morphologisch läßt er sich ableiten aus dem manschettenknopf-förmigen Typus (Placolithen-Typus). Man kann sich vorstellen, daß im Lauf der Stammesentwicklung zuerst die basale Randscheibe verloren gegangen ist. Dies ist das Stadium der Gattung *Tremalithus*. Dann wurde auch das Mittelstück rückgebildet, so daß nur die Pore, welche das Mittelstück durchsetzt hatte, noch an dieses erinnert. Von den drei Arten des Genus *Calcitrema* weisen zwei den gewöhnlichen elliptischen Umriß auf. Aber bei der dritten Spezies (*C. asymmetricum*) ist die Ellipse entartet, indem die eine Hälfte des Kalkkörpers breiter und höher erscheint als die andere. Wir können darin den

Beginn einer morphologischen Wandlung erblicken, wie sie bei dem noch mit beiden Randscheiben ausgestatteten Typus von *Helicosphaera* ein Extrem darbietet.

Unter den Abkömmlingen des Placolithen-Typus ist *Campylosphaera bramlettei* ein bemerkenswerter Fall. Hier ist das Längsprofil des Coccolithen ungewöhnlich stark aufgewölbt, und die basale Randscheibe ist völlig verloren gegangen. Eine schwache Aufwölbung des Längsprofils ist übrigens eine sehr gewöhnliche Erscheinung bei den verschiedenen Typen elliptischer Kalkkörper, sowohl Discolithen wie auch Placolithen, nur ist bei *C. bramlettei* diese Aufwölbung besonders ausgeprägt.

Merkwürdig ist die distale (und wohl auch die basale) Randscheibe von *Coccolithus asellus* gestaltet; sie erscheint in einen Kranz radiärer Borsten aufgelöst, die sehr wenig erhaltungsfähig sind und bei der Mehrzahl der Exemplare bereits fehlen, aber nicht selten noch Reste aufweisen. Es hat übrigens den Anschein, daß die radiäre Streifung, wie sie bei Placolithen mit kompakter Randscheibe eine gewöhnliche Erscheinung ist, keineswegs immer auf Inzisuren, sondern in manchen Fällen auf erhabenen Leisten beruht. Formen von solcher Beschaffenheit sind mir im vorliegenden Material begegnet; aber es war mir noch nicht möglich, eine genaue Untersuchung dieses Typus vorzunehmen; ich kann daher erst zu einem späteren Zeitpunkt darüber berichten.

Ein elliptischer Placolith, der gleichfalls durch seinen Bau aus dem Rahmen der übrigen Angehörigen dieses Typus herausfällt, ist *Coccolithus loculiferus*. Die beiden Randscheiben sind wohl normal entwickelt, aber sie sind durch vertikale Scheidewände verbunden, welche den Zwischenraum in Sektoren teilen. Betrachtet man den Kalkkörper in Flächenansicht, so fallen diese Scheidewände deutlich auf. Sie sind ein wenig gekrümmt und täuschen eine äußere Skulptur der distalen Randscheibe vor, bis man dadurch, daß man den Coccolithen von der Seite untersucht, den wahren Sachverhalt erfährt. Es ist möglich, daß die von H. GÓRKA (1957) publizierten Arten (Paraspezies) *Tremalithus ellipticus* und *Tr. melaniae* (pag. 269, fig. 12 auf tab. 1) einen ähnlichen Bau aufweisen. Nur eine genaue Nachuntersuchung des einschlägigen Materials (Maestricht von Polen) könnte eine Entscheidung darüber bringen, da die Autorin die beiden Formen viel zu dürftig beschrieben und bebildert hat, als daß man den Aufbau dieser Formen mit genügender Klarheit zu entnehmen vermag. Vor allem hat sie es unterlassen, die Seitenansicht der Kalkkörper darzustellen, was gerade in diesem Fall besonders wichtig gewesen wäre.

Für das Genus *Gephyrocapsa* ist das Jugum ein bezeichnendes Merkmal. Es stellt eine Art Brücke vor, welche dem inneren Rand der distalen Randscheibe aufsitzt und von der einen Breitseite dieses Randes zur gegenüberliegenden Breitseite reicht. Die Brücke übergreift den Binnenraum des Placolithen, indem sie unter einem Winkel gegen die Ellipsenachsen verwendet

erscheint. Im Lichtmikroskop macht das Jugum den Eindruck eines einheitlichen Gebildes, aber im Elektronen-Mikroskop zeigt sich, daß es aus zwei Hälften besteht, die sich über der Mitte des Binnenraumes fast bis zur Berührung nähern. Während der Binnenraum von *G. oceanica* an Weite jenem der meisten Coccolithus-Arten entspricht, ist er bei *G. aperta* stark vergrößert, so daß der Randscheibenapparat auf eine schmale Ringzone reduziert erscheint.

Auch bei *Cribrosphaera turgida* ist ein Apparat wahrzunehmen, der mit dem Jugum von *Gephyrocapsa* einigermaßen verwandt zu sein scheint. Während sich das Jugum von *Gephyrocapsa* als schlankes Gebilde emporwölbt, hat man es bei *Cr. turgida* mit einem Paar vertikaler Leisten zu tun, die sich gleichfalls in der Mitte des Binnenraumes ganz nahe kommen. Auch hier läßt sich in der Draufsicht eine Schiefstellung dieses Apparates gegen die Ellipsenachsen wahrnehmen. Gegenüber den übrigen Placolithen-Typen ist *Cr. turgida* durch eine besonders massive Ausbildung der beiden Randscheiben ausgezeichnet.

*Cyclolithus tenuissimus* ist nicht nur durch seine große Zartheit bemerkenswert, sondern auch durch seinen Bau; er besteht in einem einfachen Ring aus einseitig schief gestellten Elementen. *Cricolithus galapagensis* scheint einen analogen Bau aufzuweisen; der Umriß dieser Form ist allerdings, wenigstens auf dem Elektronenbild, ein elliptischer.

Es hat sich als tunlich erwiesen, zwei neue Genera (Paragenera) aufzustellen: *Cycloplacolithus* — *Ellipsoplacolithus*. Unter diesen beiden Namen werden kreisunde bzw. elliptische Kalkkörper zusammengefaßt, welche allem Anschein nach placolithischen Bau aufweisen, wobei man jedoch nicht sogleich entscheiden kann, ob wie beim Genus *Cyclococcolithus* die größere Randscheibe distal liegt, oder ob wie bei *Umbilicosphaera* das Umgekehrte der Fall ist. Man ist daher nicht imstande, die generische Zugehörigkeit einer solchen Form sogleich zu bestimmen. In solcher Lage ist man bei gewissen elektronenoptischen Aufnahmen. Beim Elektronenmikroskop ist, wie bekannt, die Schärfentiefe des Bildes eine ungleich größere als beim Lichtmikroskop. Daß dieser Umstand weitreichende Folgen für die Interpretation von Elektronenbildern hat, wurde bereits im Kapitel der Untersuchungsmethodik angeführt.

In die Genera *Cycloplacolithus* und *Ellipsoplacolithus* sind auch Abkömmlinge des placolithischen Typus einzubeziehen, sofern das Mittelstück erhalten geblieben ist. Es handelt sich hierbei um Formen der Genera *Tiarolithus* und *Tremalithus*. Eine gewisse Hilfe mag da oder dort die radiäre Streifung zu bringen, wie sie am Randscheibenapparat stets zu finden ist. Die Schiefstellung dieser Streifung steht sehr häufig mit der asymmetrischen Gestalt der Sägezähne, mit denen die Streifenelemente an der Peripherie endigen, in deutlicher Beziehung. Um dies zu begreifen, braucht man nur die Bilder von *Ellipsoplacolithus lacunosus*, *E. exsectus*, *E. productus*, *Cycloplacolithus amerensis*, ferner *Tiarolithus medusoides* und der Genera *Gephyrocapsa* und *Heli-*

*cosphaera* zu vergleichen. Auch *Cribrosphaera ehrenbergi*, deren Unterseite bei ARCHANGELSKY abgebildet ist (1912, tab. 6, fig. 20), gehört hierher.

Bei den Genera *Cycloplacolithus* und *Ellipsoplacolithus* handelt es sich um systematische Einheiten, die man als Paragenera auffassen kann. In dieser Veröffentlichung will ich es aber unterlassen, die Frage zu diskutieren, ob es überhaupt berechtigt ist, Paragenera zu unterscheiden, oder ob man sich damit begnügen sollte, die bislang aufgestellten Paragenera in die Gesamtheit der natürlichen Genera einzugliedern. Eine einschlägige Erörterung will ich auf einen späteren Zeitpunkt verschieben.

Die Elektronenbilder von *Cycloplacolithus laevigatus* und *C. foliosus* sind Beispiele dafür, wie aufschlußreich die elektronenoptische Durchleuchtung eines Materials sein kann, das man vorher seines Kalkgehaltes beraubt hatte. Die komplizierten Skulpturen beider Randscheiben zeigen sich deutlich in ihrer Eigenart. Der Aufbau dieser Kalkkörper erinnert nicht wenig an jenen von *Cyclococcolithus leptoporus*. Auch die Größe der beiden Exemplare liegt innerhalb der (sehr bedeutenden) Variationsbreite dieser Spezies. Mittels des planktologischen Zählmikroskops, bei welchem nur mittelstarke Objektive verwendet werden, wäre eine klare Trennung der genannten drei Arten keine leichte Aufgabe; das Elektronenmikroskop kommt jedoch mindestens vorläufig für einen solchen Zweck nicht in Frage.

Einem günstigen Zufall ist das Elektronen-Photogramm der Figur 36 (auf Taf. 6) zu verdanken. Es zeigt einen Placolithen der Gattung *Coccolithus* in Seitenansicht. Die Spezies läßt sich einstweilen nicht bestimmen. Der Kalkkörper ist im Längsprofil leicht aufgewölbt, wie ja dies bei Placolithen (übrigens auch bei Discolithen) häufig der Fall ist. Die Flanke der distalen Randscheibe ist ein wenig gerundet. Daher kann man die Form nicht zu *Coccolithus eopelagicus* stellen; und *Cocc. cretaceus* kommt wegen der oben geschilderten Eigentümlichkeit seines Profils gar nicht in Betracht.

Eine niedliche, morphologisch stark abgeleitete Form ist *Craspedolithus declivus*. Wir können nicht entscheiden, ob die dem Kalkring ansitzende Randscheibe mit der basalen oder der distalen Scheibe des manschettenknopfförmigen Typus homolog ist. Daß *Cr. declivus* aus diesem Typus stammesgeschichtlich herzuleiten ist, kann als sicher gelten. Wir haben es mit einem Entwicklungsgang zu tun, der sich auf einem ähnlichen Geleise bewegt, wie die Herausbildung der Genera *Rhabdosphaera* und *Discosphaera*, bei denen freilich die einseitige Entwicklung weiter vorgeschritten ist als bei *Craspedolithus*. Der wesentlichste Unterschied besteht im Schicksal des Mittelstückes. Bei *Craspedolithus* ist dieses ein niedriger Ring; bei *Rhabdosphaera* erscheint es zu einem Stab ausgewachsen, der bei manchen Arten, als letzten Rest der zentralen Durchbrechung des Placolithen-Typus, noch ein Lumen enthält. Bei *Discosphaera* trägt der Stab an seinem Ende eine trompetenförmige Erweiterung als Abkömmling der distalen Randscheibe, wobei das Lumen im Stiel bereits geschwunden erscheint. Nur um eine systematische Eingliederung von

*Craspedolithus* zu ermöglichen, wollen wir die Randscheibe als basal betrachten. Für diese Entscheidung spricht auch die Tatsache, daß bei der Mehrzahl der manschettenknopfartigen Typen die basale Randscheibe gegen die untere Seite dachartig abfällt.

Ein Beispiel für das Schwinden der basalen Randscheibe ist hingegen *Coccolithus arrheniusi*. Die Scheibe bildet bei dieser Spezies nur mehr einen schmalen Saum an der Basis des Mittelstückes. Der Fall liegt ähnlich wie bei *Coccolithus tenuis* aus dem Ägäischen Meer (KAMPTNER 1937, pag. 311). Diese Art wurde von MARKALI & PAASCHE auf Grund elektronenoptischer Analyse mit einer im Golfstrom erbeuteten Form identifiziert und (zusammen mit einer ähnlich gebauten Spezies) zu einer besonderen Gattung (*Umbellosphaera* — *U. tenuis*) erhoben. Dieser Typus kann als Übergang zum Genus *Tremalithus* betrachtet werden.

Sehr merkwürdige Angehörige des Genus *Coccolithus* sind *C. lacunosus* und *C. exsectus*. *C. lacunosus* zeigt radiäre Durchbrechungen, die sich eine Strecke weit an der Grenze zwischen zwei benachbarten Scheibensektoren der distalen Randscheibe hinziehen. Solche Lücken sind im Umkreis der Scheibe an mehr als einem Dutzend Stellen, wenn auch in etwas unregelmäßigen Abständen, anzutreffen. Einen Schritt weiter in dieser Auflockerung der distalen Randscheibe geht die zweite Spezies, *C. exsectus*; hier reichen die Lücken bis zum Scheibenrand und öffnen sich an der Peripherie nach außen.

Schließlich ist zu erwähnen, daß es gelang, mehrere neue Arten des merkwürdigen Genus *Thoracosphaera* aufzufinden. Unter ihnen ist *Th. albatrosiana* dadurch ausgezeichnet, daß die Gehäusebausteine in der Draufsicht elliptisch erscheinen und ihr erhobener Rand eine regelmäßige Kerbung aufweist. Bei *Th. tuberosa* erhebt sich der Coccolith zu einem flachen Kegel. *Th. granulosa* ist wiederum durch die relative Kleinheit der Gehäusebausteine bemerkenswert.

### Literatur

- ARCHANGELSKY, A. D., (1912): Oberkreide-Ablagerungen des europäischen Rußland. — Mater. Geol. Rußl., vol. 25, pag. 1—631, tab. 1—10. St. Petersburg—Moskau. (Russisch).
- ARRHENIUS, G., (1950): The Swedish Deep-Sea Expedition. The geological material and its treatment with special regard to the Eastern Pacific. — Geol. Foren. Förhandl. vol. 72, pag. 185—191. Stockholm.
- (1952): Sediment cores from the East Pacific. — Reports of the Swedish Deep Sea Expedition 1947/1948, vol. 5, fasc. 1, und 2 (Appendix). Göteborg.
- & BLOMQUIST, N., (1956): Proportion of sedimentary components in the calcareous eupelagic area of the East Pacific. — Rep. Swed. Deep-Sea Exped. 1947/1948, vol. 5, fasc. 2, pag. 231—233. Göteborg.
- BLACK, M. & BARNES, B. (1959): The Structure of Coccoliths from the English Chalk. — Geol. Mag., vol. 96, pag. 321—328, tab. 8—12. London.
- (1961): Coccoliths and Discoasters from the floor of the South Atlantic Ocean. — J. Roy. Microsc. Soc., vol. 80, pag. 137—147, tab. 19—26. London.

- BRAARUD, T.—DEFLANDRE, G.—HALLDAL, P.—KAMPTNER, E., (1955): Terminology, nomenclature, and systematics of the Coccolithophoridae. — *Micropaleont.*, vol. 1, pag. 157—159. New York.
- — — (1956): Terminologie, nomenclature et systématique chez les Coccolithophoridés. — VIII. Congr. int. bot. Paris 1954, C.-R., sect. 17, pag. 69/70. Paris.
- BRAMLETTE, M. N., (1958): Significance of Coccolithophorids in calciumcarbonate deposition. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 69, pag. 121—126. New York.
- & RIEDEL, W. R., (1954): Stratigraphic value of Discoasters and some other microfossils related to recent Coccolithophores. — *J. Paleont.*, vol. 28, pag. 385—403. Tulsa (Oklahoma, USA).
- & SULLIVAN, F. R., (1961): Coccolithophorids and related Nannoplankton of the early Tertiary in California. — *Micropaleont.*, vol. 7, pag. 129—188, tab. 1—14. New York.
- DEFLANDRE, G., (1952): Classe des Coccolithophoridés. — *Traité de Zoologie* (P. P. GRASSÉ), vol. 1, pag. 439—470. Paris.
- (1959): Sur les Nannofossiles calcaires et leur systématique. — *Rev. Micropaléont.*, vol. 2, pag. 117—176, tab. 1—15. Paris.
- & FERT, CH., (1954): Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscope ordinaire et électronique. — *Ann. Paléont.*, vol. 40, pag. 117—176, tab. 1—15. Paris.
- GÓRKA, H., (1957): Coccolithophorides du Maestrichtien supérieur de Pologne. — *Acta Palaeont., Polon.*, vol. 2, pag. 235—284. Warszawa.
- HAECKEL, E., (1894): *Systematische Phylogenie*, vol. 1. Leipzig.
- HALLDAL, P. & MARKALI, J., (1955): Electron microscope studies on Coccolithophorids from the Norwegian Sea, the Gulf Stream and the Mediterranean. — *Avh. Norske Vidensk.-Akad. Oslo*, 1, mat.-naturv. Kl., Nr. 1, pag. 1—30, tab. 1—27. Oslo.
- HAMILTON, E. L. (1953): Upper Cretaceous, Tertiary, and recent planktonic Foraminifera from Mid-Pacific flat-topped seamounts. — *J. Paleont.*, vol. 27, pag. 204—237, tab. 29—32. Tulsa (Oklahoma, USA).
- HAY, W. W. & TOWE, K. M. (1962): Electron microscopic Examination of some Coccoliths from Donzacq (France). — *Ecl. Geol. Helv.*, vol. 55, pag. 497—517, 10 tab. Basel.
- KAMPTNER, E., (1927): Beitrag zur Kenntnis adriatischer Coccolithophoriden. — *Arch. Protistenkde.*, vol. 58, pag. 173—184. Jena.
- (1937): Neue und bemerkenswerte Coccolithineen aus dem Mittelmeer. — *Arch. Protistenkde.*, vol. 89, pag. 279—316, tab. 14—17. Jena.
- (1941): Die Coccolithineen der Südwestküste von Istrien. — *Ann. Naturhistor. Mus. Wien*, vol. 51, pag. 54—149, tab. 1—15. Wien.
- (1943): Zur Revision der Coccolithineen-Spezies *Pontosphaera huxleyi* Lohm. — *Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl.*, vol. 80, pag. 43—49. Wien.
- (1944): Coccolithineen-Studien im Golf von Neapel. — *Wiener bot. Z. (= Österr. bot. Z.)*, vol. 93, pag. 138—147. Wien.
- (1948): Coccolithen aus dem Torton des Inneralpinen Wiener Becken. — *S.-B. Österr. Akad. Wiss., math. naturwiss. Kl., Abt. 1*, vol. 157, tab. 1—16. Wien.
- (1949): Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus dem Molukken-Archipel. — *Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.*, vol. 86, pag. 77—80. Wien.
- (1952): Das mikroskopische Studium des Skelettes der Coccolithineen (Kalkflagellaten). Übersicht der Methoden und Ergebnisse. I. — *Mikroskopie*, vol. 7, pag. 232—244 (Die Gestalt des Gehäuses und seiner Bauelemente), pag. 375—386 (Der Feinbau der Coccolithen). Wien.
- (1954): Untersuchungen über den Feinbau der Coccolithen. — *Arch. Protistenkde.*, vol. 100, pag. 1—90. Jena.

- KAMPTNER, E., (1955): Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus Insulinde. Eine mikropaläontologische Untersuchung. — Verh. kon. Nederl. Akad. Wet., Reihe 2, Teil 50, Nr. 2, pag. 1—87, tab. 1—9, Amsterdam.
- (1956 a): Zur Systematik und Nomenklatur der Coccolithineen. — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., vol. 93, pag. 4—11. Wien.
- (1956 b): Das Kalkskelett von *Coccolithus huxleyi* (Lohm.) Kpt. und *Gephyrocapsa oceanica* Kpt. (Coccolithineae). — Arch. Protistenkde., vol. 101, pag. 171—202, tab. 16. Jena.
- (1958): Betrachtungen zur Systematik der Kalkflagellaten, nebst Versuch einer neuen Gruppierung der Chrysomonadales. — Arch. Protistenkde., vol. 103, pag. 54 bis 116. Jena.
- (1962): Tertiäre und nach-tertiäre Coccolithineen-Skelettreste aus Tiefsee-Ablagerungen des östlichen Pazifischen Ozeans. — Palaeont. Z., vol. 36, pag. 13. Stuttgart.
- LECAL-SCHLAUDER, J., (1951): Recherches morphologiques et biologiques sur les Coccolithophorides nord-africains. — Ann. Inst. Océanogr. n. sér., vol. 26, pag. 255—362, tab. 9—13. Paris.
- LOHMANN, H., (1902): Die Coccolithophoridae, eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Mittelmeerauftriebs. — Arch. Protistenkde., vol. 1, pag. 89—165, tab. 4—6. Jena.
- (1920): Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton nach den Ergebnissen der Zentrifugenfänge während der Ausreise der „Deutschland“ 1911, zugleich ein Beitrag zur Biologie des Atlantischen Ozeans. — Arch. Biont., vol. 4, Heft 3, pag. 1—617. tab. 1—16. Berlin.
- MARTINI, E., (1961): Nannoplankton aus dem Tertiär und der obersten Kreide von SW-Frankreich. — Senckenbergiana Lethaea, vol. 42, pag. 1—41, tab. 1—5. Frankfurt a./M.
- OSTENFELD, C. H., (1899): Über *Coccosphaera* und einige neue Tintinniden im Plankton des nördlichen Atlantischen Ozeans. — Zool. Anz., vol. 22, pag. 433—439. Leipzig.
- SCHILLER, J., (1930): Coccolithineae. — Dr. RABENHORST's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, 2. Aufl., vol. 10 (Flagellatae), pag. 89—273. Leipzig.
- SCHWARZ, E. H. L., (1894): Coccoliths. — Ann. Mag. Natur.-History, Ser. 6, vol. 14, pag. 341—346. London.
- WALLICH, G. C., (1877): Observations on the Cocosphere. — Ann. Mag. Natur.-History, Ser. 4, vol. 19, pag. 342—349. tab. 17. London.

### Register der Gattungs-, Art- und Personennamen

- |   |  |
|---|--|
| <i>aequatorialis</i> ( <i>Scyphosphaera</i> ) 176, 177, 193 | <i>bifurcatus</i> ( <i>Zycolithus</i> ) 189, 190, 193, 195 |
| <i>albatrosiana</i> ( <i>Thoracosphaera</i> ) 177, 193, 199 | <i>bistriatus</i> ( <i>Discolithus</i> ) 170, 192, 195     |
| <i>amerensis</i> ( <i>Cycloplacolithus</i> ) 167, 192, 197  | BLACK 174, 175, 190, 199                                   |
| <i>aperta</i> ( <i>Gephyrocapsa</i> ) 173, 192, 194, 197    | BLACKMAN 162, 176  |
| ARCHANGELSKY 154, 155, 161, 198, 199                        | BLOMQUIST 142  |
| ARRHENIUS 140, 142, 199                                     | BRAARUD 146, 200   |
| <i>arrheniusi</i> ( <i>Coccolithus</i> ) 152, 191, 194, 199 | BRAMLETTE 140, 142, 154, 155, 156, 157,                    |
| <i>asellus</i> ( <i>Coccolithus</i> ) 153, 191, 194, 196    | 189, 200   |
| <i>asymmetricum</i> ( <i>Calcitrema</i> ) 148, 191, 194,    | <i>bramlettei</i> ( <i>Campylosphaera</i> ) 151, 152, 191, |
| 195   | 195, 196   |
|   | <i>bramletti</i> ( <i>Cyclolithus</i> ) 189                |
| BACHMAYER 140   |  |
| BARNES 174, 175, 190, 199                                   | <i>Calcidiscus</i> 147, 169, 180                           |

- Calcitrema* 148, 193, 195  
*Calyptrolithus* 150  
*Campylosphaera* 150, 193  
*carteri* (*Coccolithus*) 173  
*carteri* (*Coccosphaera*) 173  
*carteri* (*Helicosphaera*) 173, 174, 175, 192, 194  
*Ceratolithus* 152  
*claviger* (*Rhabdosphaera*) 176, 193, 194  
*Coccolithus* 145, 152, 193, 199  
*concinuus* (*Ellipsoplacolithus*) 171, 189, 192  
*Corisphaera* 190  
*Craspedolithus* 160, 193, 198, 199  
*cretacea* (*Coccolithophora*) 154, 155  
*cretaceus* (*Coccolithus*) 154, 155, 191, 195, 198  
*cribrosa* (*Pontosphaera*) 175, 176, 192, 195  
*Cribosephaera* 161  
*Cricolithus* 162  
*cristatus* (*Ceratolithus*) 152, 191, 194  
*curvidiscus* (*Coccolithus*) 156, 191, 194  
*Cyclococcolithus* 145, 162, 170, 187, 188, 193, 197  
*Cyclolithus* 166  
*Cycloplacolithus* 167, 194, 197, 198  
  
*declivus* (*Craspedolithus*) 161, 191, 194, 198  
*decorus* (*Cycloplacolithus*) 163, 191, 194  
 DEFLANDRE 146, 154, 155, 156, 190, 200  
*deflandrei* (*Thoracosphaera*) 178  
*detorquatus* (*Calyptrolithus*) 150  
*detorquatus* (*Coccolithites*) 150  
*dilatata* (*Umbilicosphaera*) 187, 193, 195  
*disciformis* (*Cycloplacolithus*) 167, 192  
*Discolithus* 170  
*Discosphaera* 198  
*diversistriatus* (*Tiarolithus*) 180, 193, 194  
  
*ehrenbergi* (*Cribosephaera*) 198  
*Ellipsoplacolithus* 171, 194, 197, 198  
*eopelagicus* (*Coccolithus*) 156, 191, 195, 198  
*eopelagicus* (*Tremalithus*) 156  
*erectus* (*Zycolithus*) 190  
*exsectus* (*Ellipsoplacolithus*) 171, 192, 197, 199  
  
*fastigiatus* (*Zycolithus*) 190, 193, 195  
 FERT 190  
*fibula* (*Corisphaera*) 190  
*foliosus* (*Cycloplacolithus*) 167, 192, 198  
*formosus* (*Cyclococcolithus*) 163, 164, 191, 194  
  
*galapagensis* (*Cricolithus*) 162, 191, 195, 197  
*Gephyrocapsa* 173, 196, 197  
*glabrus* (*Coccolithites*) 170  
*glabrus* (*Discolithus*) 170  
 GÓRKA 190, 196, 200  
*grandis* (*Coccolithus*) 154  
*granulosa* (*Thoracosphaera*) 178, 193, 194, 195, 199  
  
 HAECKEL 176, 200  
 HALLDAL 146, 200  
 HAMILTON 200  
 HAY 189, 200  
*heimi* (*Syracosphaera*) 179  
*heimi* (*Thoracosphaera*) 177, 178, 179, 193  
*Helicosphaera* 173, 197  
*honestus* (*Tremalithus*) 183, 193, 194  
*humilis* (*Coccolithites*) 164  
*humilis* (*Cyclococcolithus*) 164, 191, 194  
*huxleyi* (*Coccolithus*) 157, 191, 194  
*huxleyi* (*Pontosphaera*) 157  
  
*imperfurata* (*Thoracosphaera*) 178, 179, 193, 194  
  
 KAMPTNER 146, 147, 149, 150, 152, 157, 159, 162, 164, 166, 170, 173, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 189, 199, 200, 201  
  
*lacunosus* (*Ellipsoplacolithus*) 172, 192, 197, 199  
*laevigatus* (*Cycloplacolithus*) 168, 192, 198  
*lagenae* (*Scyphosphaera*) 176  
*latifolius* (*Ellipsoplacolithus*) 172, 192, 194  
*laxus* (*Tiarolithus*) 181, 193  
 LECAL-SCHLAUDER 190, 201  
*leptopora* (*Coccosphaera*) 162  
*leptoporus* (*Cyclococcolithus*) 148, 162, 164, 168, 188, 198  
 LIPPERT 140  
*loculiferus* (*Coccolithus*) 157, 191, 195, 196  
 LOHMANN 157, 159, 173, 175, 176, 177, 179, 187, 201  
*longiporum* (*Calcitrema*) 148, 149, 191, 194  
  
*marginatus* (*Tremalithus*) 184, 193, 194  
 MARKALI 140, 177, 199, 200  
 MARTINI 189, 190, 201  
*medusoides* (*Calcidiscus*) 180, 182  
*medusoides* (*Tiarolithus*) 149, 180, 181, 182, 193, 194, 197

- melaniae* (*Tremalithus*) 196  
*minimus* (*Coccolithus*) 159, 191, 194  
*minutus* (*Cyclococcolithus*) 165, 192, 194  
*mirabilis* (*Umbilicosphaera*) 188  
*multiradiatus* (*Coccolithites*) 162  
*multiradiatus* (*Cricolithus*) 162, 191  
*multistriatus* (*Cyclococcolithus*) 165, 192, 194  
MURRAY 162, 176  
  
*nitescens* (*Umbilicosphaera*) 187, 193, 194  
  
*oceanica* (*Gephyrocapsa*) 173, 192, 194, 197  
OSTENFELD 173, 201  
  
PAASCHE 199  
*pachypleurus* (*Tremalithus*) 184, 193, 194  
*pacificus* (*Tiarolithus*) 182, 193, 194  
*pelagica* (*Coccolithophora*) 159  
*pelagica* (*Coccosphaera*) 159  
*pelagicus* (*Coccolithus*) 159, 191, 194  
PETTERSSON 139  
*petterssoni* (*Coccolithus*) 159, 160, 191, 194  
*planus* (*Cycloplacolithus*) 169, 192  
*ponticulifera* (*Corisphaera*) 190  
*Pontosphaera* 175  
*praeceps* (*Calcidrema*) 149, 191, 194  
*productus* (*Ellipsoplacolithus*) 172, 192, 197  
*prominens* (*Cycloplacolithus*) 169, 192, 194  
*pulchra* (*Syracosphaera*) 177, 193  
  
*quadriforatus* (*Calcidiscus*) 147, 191  
*quadrifurcatus* (*Tremalithus*) 185, 193, 195  
  
RAJEWSKY 140  
*rectilineatus* (*Tiarolithus*) 182, 183, 193, 194  
*Rhabdosphaera* 176, 198  
  
RIEDEL 142, 154, 155, 156, 157  
*rotundus* (*Coccolithites*) 166  
*rotundus* (*Cycloolithus*) 166  
  
SCHILLER 159, 201  
SCHWARZ 152, 201  
*sculptus* (*Coccolithites*) 189  
*sculptus* (*Zygoolithus*) 189  
*Scyphosphaera* 176, 177  
*sejunctus* (*Cycloplacolithus*) 169, 192  
*spatiosus* (*Cyclococcolithus*) 166, 192  
*subtilis* (*Calyptrolithus*) 150, 191, 194  
SULLIVAN 189  
*Syracosphaera* 177  
  
*tenuis* (*Coccolithus*) 199  
*tenuis* (*Umbellosphaera*) 199  
*tenuissimus* (*Cycloolithus*) 166, 192, 195, 197  
*tenuistriatus* (*Coccolithus*) 160, 191, 194  
*theta* (*Discolithus*) 190  
*Thoracosphaera* 177, 193, 194, 199  
*Tiarolithus* 169, 180, 194, 197, 199  
TOWE 189, 200  
*Tremalithus* 183, 195, 197  
*tuberosa* (*Thoracosphaera*) 179, 193, 199  
*turgida* (*Cribrosphaera*) 161, 191, 195, 197  
  
*Umbellosphaera* 199  
*Umbilicosphaera* 168, 187, 188, 189, 197  
*umbrella* (*Tremalithus*) 183  
*uniforatus* (*Calcidiscus*) 147, 191, 194  
  
WALLICH 159, 173, 201  
  
ZAPFE 140  
ZEISS 201  
*Zygoolithus* 189

#### Tafelerklärungen

Die Mikrophotogramme wurden auf Film Adox R 14 aufgenommen. Das Mikroskop war dabei ausgerüstet mit Apochromat 100 $\times$ , num. Ap. 1,32, kombiniert mit Komplan-Okular 8 $\times$ , beides von C. ZEISS. Die Aufnahme geschah in 1500-maliger Vergrößerung; nachher wurden die Bilder auf ihre endgültige Größe, Maßstab 3000 $\times$ , gebracht. Dieser Maßstab ist der gleiche wie bei den Textbildern (ausgenommen Abb. 10 und 27). Dadurch ist ein bequemer Vergleich von Textbildern und Mikrophotogrammen möglich.

Die Elektronenbilder haben davon abweichende, individuelle Abbildungsmaßstäbe, die in den Legenden jeweils angeführt sind.

## Tafel I

Fig. 1. *Coccolithus cretaceus* (ARCHANGELSKY) DEFLANDRE. Mikrophotogramm — Oberseite. Probe 24 (Eocän). (Seite 154).

Fig. 2. *Calyptrolithus subtilis* nov. spec. Mikrophotogramm — Oberseite. Probe 25 (Paläocän). (Seite 150).

Fig. 3. *Coccolithus petterssoni* nov. spec. Mikrophotogramm. Probe 24 (Eocän). (Seite 159).

Fig. 4. *Calcitrema asymmetricum* nov. spec. Mikrophotogramm — Flächenansicht. Probe 24 (Eocän). (Seite 148).

Fig. 5. *Umbilicosphaera nitescens* nov. spec. Mikrophotogramm. Probe 22 (Miocän). (Seite 187).

Fig. 6. *Campylosphaera bramlettei* nov. gen. nov. spec. Mikrophotogramm — Unterseite. Probe 24 (Eocän). (Seite 152).

Fig. 7. *Calcitrema praeceps* nov. spec. Mikrophotogramm — Unterseite. Probe 23 (Oligocän). (Seite 149).

## Tafel 2

Fig. 8. *Cyclococcolithus formosus* nov. spec. Mikrophotogramm. Probe 24 (Eocän). (Seite 163).

Fig. 9. *Cyclococcolithus humilis* (KAMPTNER) nov. comb. Mikrophotogramm. Probe 24 (Eocän). (Seite 164).

Fig. 10. *Coccolithus asellus* nov. spec. Mikrophotogramm eines vollständig erhaltenen Exemplars. Unterseite. Probe 24 (Eocän). (Seite 153).

Fig. 11. *Tiarolithus rectilineatus* nov. spec. Mikrophotogramm. Oberseite. Probe 11 (jüng. Quartär). (Seite 182).

Fig. 12. *Tremalithus quadrirugestus* nov. spec. Mikrophotogramm. Probe 24 (Eocän). (Seite 185).

Fig. 13. *Tiarolithus diversistriatus* nov. spec. Mikrophotogramm eines Placolithen. Unterseite. Probe 15 (mittl. Quartär). (Seite 180).

Fig. 14. *Coccolithus tenuistriatus* nov. spec. Mikrophotogramm. Flächenansicht. Probe 22 (Miocän). (Seite 160).

Fig. 15. *Coccolithus tenuistriatus* nov. spec. Mikrophotogramm, Seitenansicht. Probe 22 (Miocän). (Seite 160).

Fig. 16. *Craspedolithus declivus* nov. gen. nov. spec. Mikrophotogramm — Oberseite. Probe 15 (mittl. Quartär). (Seite 161).

Fig. 17. *Calcidiscus uniforatus* nov. spec. Mikrophotogramm. Oberseite. Probe 24 (Eocän). (Seite 147).

Fig. 18. *Cycloolithus tenuissimus* nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm. (Frankfurt a. M.). Probe 25 (Paläocän). 10.000 × (Seite 166).

## Tafel 3

Fig. 19. *Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER. Elektronen-Photogramm (Frankfurt a. M.) eines entkalkten Placolithen. Unterseite. Probe 15 (mittl. Quartär). 10.000 ×. (Seite 173).

Fig. 20. *Cribrosphaera turgida* nov. spec. Mikrophotogramm. Oberseite. Probe 25 (Pläocän). (Seite 161).

Fig. 21. *Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER. Mikrophotogramm. Unterseite. Probe 15 (mittl. Quartär). (Seite 173).

Fig. 22. *Coccolithus oculiferus* nov. spec. Mikrophotogramm. Unterseite. Probe 24 (Eocän). (Seite 157).

Fig. 23. *Coccolithus eopelagicus* (BRAMLETTE & RIEDEL) nov. comb. Mikrophotogramm. Oberseite. Probe 24 (Eocän). (Seite 156).

Fig. 24. *Tremalithus marginatus* nov. spec. Mikrophotogramm. Oberseite. Probe 22 (Miocän). (Seite 184).

Fig. 25. *Discolithus bistriatus* nov. spec. (paraspec.) Mikrophotogramm. Probe 25 Paläocän). (Seite 170).

## Tafel 4

Fig. 26. *Thoracosphaera tuberosa* nov. spec. Mikrophotogramm eines Gehäuses bei mittelhoher Einstellung des optischen Schnittes. Probe 15 (mittl. Quartär). (Seite 179).

Fig. 27. *Tiarolithus diversistriatus* nov. spec. Mikrophotogramm eines Gehäuses in hoher (tangentialer) Einstellung des optischen Schnittes. Probe 15 (mittl. Quartär). (Seite 180).

## Tafel 5

Fig. 28. *Thoracosphaera granulosa* nov. spec. Mikrophotogramm eines Gehäuses bei hoher (tangentialer) Einstellung des optischen Schnittes. Probe 25 (Paläocän). (Seite 178).

Fig. 29. *Thoracosphaera imperforata* KAMPTNER. Mikrophotogramm eines Gehäuses bei mittelhoher Einstellung des optischen Schnittes. Links oben Durchschnitt der Gehäusemündung sichtbar. Probe 15 (mittl. Quartär). (Seite 179).

Fig. 30. *Thoracosphaera albatrosiana* nov. spec. Mikrophotogramm eines Gehäuses bei hoher (tangentialer) Einstellung des optischen Schnittes. Probe 15 (mittl. Quartär). (Seite 177).

Fig. 31. *Thoracosphaera imperforata* KAMPTNER. Mikrophotogramm eines Gehäuses bei hoher (tangentialer) Einstellung des optischen Schnittes. Probe 15 (mittl. Quartär). (Seite 179).

## Tafel 6

Fig. 32. *Gephyrocapsa aperta* nov. spec. Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo) eines entkalkten Placolithen. Oberseite. Probe 15 (mittl. Quartär).  $47.500\times$ . (Seite 173).

Fig. 33. *Cricolithus galapagensis* nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm. (Frankfurt a. M.). Probe 25 (Paläocän).  $21.000\times$ . (Seite 162).

Fig. 34. *Cycloplacolithus amerensis* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Frankfurt a. M.). Probe 25 (Paläocän).  $12.700\times$ . (Seite 167).

Fig. 35. *Gephyrocapsa aperta* nov. spec. Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo). Unterseite. Probe 15 (mittl. Quartär).  $18.400\times$ . Seite 173).

Fig. 36. *Coccolithus* spec. Elektronen-Photogramm (Frankfurt a. M.) der Breitseite eines Placolithen. Probe 23 (Oligocän).  $5400\times$ . (Seite 198).

Fig. 37. *Coccolithus cretaceus* (ARCHANGELSKY) DEFLANDRE. Elektronenphotogramm. (Frankfurt a. M.). Oberseite. Probe 24 (Eocän).  $5650\times$ . (Seite 154).

## Tafel 7

Fig. 38. *Cycloplacolithus foliosus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo) eines entkalkten Placolithen. Probe 15 (mittl. Quartär).  $33.000\times$ . (Seite 167).

Fig. 39. *Cycloplacolithus disciformis* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo). Probe 15 (mittl. Quartär).  $13.500\times$ . (Seite 167).

Fig. 40. *Cycloplacolithus prominens* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo). Probe 13 (mittl. Quartär).  $8600\times$ . (Seite 169).

## Tafel 8

Fig. 41. *Ellipsoplacolithus concinnus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo) eines entkalkten Placolithen. Probe 15 (mittl. Quartär). 12.000 $\times$ . (Seite 171).

Fig. 42. *Ellipsoplacolithus productus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo) eines entkalkten Placolithen. Probe 15 (mittl. Quartär). 21.100 $\times$ . (Seite 172).

Fig. 43. *Cycloplacolithus sejunctus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo). Probe 15 (mittl. Quartär). 12.000 $\times$ . (Seite 169).

Fig. 44. *Ellipsoplacolithus productus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo). Probe 15 (mittl. Quartär). 20.000 $\times$ . (Seite 172).

Fig. 45. *Ellipsoplacolithus latifolius* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo). Probe 21 (Pliocän). 18.300 $\times$ . (Seite 172).

Fig. 46. *Cycloplacolithus planus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo). Probe 21 (Pliocän). 9900 $\times$ . (Seite 169).

## Tafel 9

Fig. 47. *Cycloplacolithus laevigatus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo) eines entkalkten Placolithen. Kleine Randscheibe vollständig erhalten. Probe 15 (mittl. Quartär). 9500 $\times$ . (Seite 168).

Fig. 48. *Cycloplacolithus laevigatus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo) eines entkalkten Placolithen. Kleine Randscheibe zur Hälfte erhalten. Probe 15 (mittl. Quartär). 9500 $\times$ . (Seite 168).

Fig. 49. *Cycloplacolithus laevigatus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo) eines entkalkten Placolithen. Kleine Randscheibe gänzlich in Verlust geraten. Probe 15 (mittl. Quartär). 6750 $\times$ . (Seite 168).

Fig. 50. *Ellipsoplacolithus leucosus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo). Probe 15 (mittl. Quartär). 12.000 $\times$ . (Seite 172).

Fig. 51. *Ellipsoplacolithus exsectus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo). Probe 15 (mittl. Quartär). 9900 $\times$ . (Seite 171).

Fig. 52. *Cycloplacolithus laevigatus* nov. gen. (paragen.) nov. spec. (paraspec.) Elektronen-Photogramm (Blindern-Oslo) eines entkalkten Exemplars. Probe 15 (mittl. Quartär). 14.000 $\times$ . (Seite 171).

