

**FOSSILE COCCOLITHINEEN-
SKELETTRESTE AUS
INSULINDE**

**EINE MIKROPALÄONTOLOGISCHE
UNTERSUCHUNG**

VON

ERWIN KAMPTNER

(Wien, Naturhistorisches Museum)

MIT 9 TAFELN

VERHANDELINGEN DER KONINKLIJKE NEDERLANDSE
AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN, AFD. NATUURKUNDE

TWEEDE REEKS, DEEL L, No. 2

1955

NORTH-HOLLAND PUBLISHING COMPANY
(N.V. Noord-Hollandsche Uitgevers Mij.)
AMSTERDAM

INHALTSÜBERSICHT.

EINLEITUNG	5
SPEZIELLER TEIL	
A. Vorbemerkungen	8
B. Aufzählung und Charakteristik der Formen	
a) Calyptrolithen	11
b) Discolithen (mit Einschluß des Genus <i>Pontosphaera</i>)	13
c) Lopadolithen (Genus <i>Scyphosphaera</i>)	22
d) Cyclolithen	27
e) Zygolithen	28
f) Tremalithen (mit Einschluß der Genera <i>Cyclococcolithus</i> , <i>Coccolithus</i> und <i>Helicosphaera</i>)	29
g) Genus <i>Thoracosphaera</i>	37
h) Rhabdolithen (mit Einschluß der Genera <i>Acanthoica</i> und <i>Rhabdosphaera</i>)	37
ALLGEMEINER TEIL	
A. Erläuterungen zur Morphologie, Systematik und Phylogenetik	39
B. Vergleiche mit Coccolithineen aus anderen Sedimenten und aus dem Plankton	74
ZUSAMMENFASSUNG	82
ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN	84
ALLGEMEINES ZU DEN FIGUREN-ERLÄUTERUNGEN	87

EINLEITUNG.

Im Jahre 1927 erschien die Inaugural-Dissertation des malayischen Bergingenieurs TAN SIN HOK im Druck (siehe das Schriften-Verzeichnis). Sie bringt das Ergebnis einer ausführlichen biostratigraphischen Bearbeitung vorzeitlicher Sedimentproben, die zu einem Teil im Jahre 1899 von Dr. R. D. M. VERBEEK, zum anderen Teil von der Ersten Niederländischen Timor-Expedition 1910–1912 (Leitung: Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF) aus dem ostindischen Inselreich eingebracht worden sind. Die Untersuchung geschah im besonderen Hinblick auf den Gehalt dieser Sedimente an Skelettresten von Radiolarien, Foraminiferen und Coccolithineen (Coccolithophoriden, Kalkflagellaten).

Die Gesteine, um die es sich hier handelt, sind weiße Kalke und Mergel. Die bald reichlicher, bald spärlicher vorhandenen Radiolarien- und Foraminiferen-Skelette liegen in einer Grundmasse von Calcit- und Aragonit-Fragmenten, Calcosphäriten, vulkanischen Aschenteilen und Coccolithen.

TAN SIN HOK unterscheidet an diesen Kalken, je nach dem Mengenverhältnis der angeführten Komponenten, drei fazielle Typen:

- 1) Globigerinen-Gestein,
- 2) Radiolarien-Coccolithen-Kalk,
- 3) Discoasteriden-Coccolithen-Kalk.

Den Typen 2 und 3 ist, wie bereits aus dem Namen derselben hervorgeht, ein hoher Gehalt an Coccolithineen-Skelettresten eigentümlich.

Bezeichnend für den Discoasteriden-Coccolithen-Kalk sind winzige, zumeist sternförmige Gebilde, die TAN SIN HOK als biogen deutet, und zwar als Skeletteile unbekannter mariner Mikroorganismen, denen offenbar einzelliger Bau und planktonische Lebensweise zuzuschreiben wären. Wesentliche, wenn auch quantitativ zurücktretende Komponenten sind außerdem noch Foraminiferen und Calcosphäriten. Das zweite coccolithenhältige Gestein, der Radiolarien-Coccolithen-Kalk, ist durch besonders reichliches Auftreten von Radiolarien-Skeletten gekennzeichnet, indes Calcosphäriten und Discoasteriden gänzlich fehlen.

TAN SIN HOK unterzog alle angeführten Bestandteile einer Betrachtung, vor allem jene, die er als biogen erkannte oder denen er wenigstens eine biogene Natur zuschreiben zu dürfen glaubt. Er ließ es sich angelegen sein, ihren jeweiligen Formenbestand festzustellen und aus den gewonnenen Resultaten auch Schlüsse auf die hydrographischen Faktoren zu ziehen, die bei der Sedimentation wirksam gewesen sein mögen.

Den Radiolarien ist eine sehr eingehende, geradezu erschöpfende Darstellung gewidmet; die Coccolithineen sind hingegen viel weniger ausführlich behandelt. Der Leser von TAN SIN HOK's Veröffentlichung könnte im ersten Augenblick geneigt sein, dies auf die schlechthin bestehende Verschiedenheit im Formenreichtum beider Organismengruppen zurückzu-

führen. Aber die Autopsie einiger Sedimentproben aus dem von TAN SIN HOK untersuchten Material zeigte mir sogleich, daß die Formenmenge der Coccolithineen-Hartteile hier eine weit bedeutendere ist, als es nach den Ausführungen des genannten Forschers anzunehmen wäre. Anscheinend war es die Winzigkeit der Objekte, die Schwierigkeit ihrer mikroskopischen Untersuchung, welche TAN SIN HOK abgehalten hat, sich eingehender mit diesen Fossilresten zu befassen. Und so mag es begründet sein, wenn ich in der folgenden Studie das Thema der Coccolithineen-Skelettreste der von TAN SIN HOK bearbeiteten Sedimente erneut aufgreife.

Herr Prof. H. A. BROUWER übermittelte mir zu diesem Zweck eine Serie jener Gesteinsproben, welche TAN SIN HOK bei seinen Studien vorgelegen hatten. Sie stammen durchwegs von den Inseln Timor und Rotti. Dazu ist folgendes zu bemerken. Die Gesamtheit der von diesem Autor untersuchten Proben verteilt sich über die Inseln Rendjoewa, Sawoe, Rotti, Timor, Jamdena und Halmaheira. Die reichlich coccolithenführenden faziellen Typen, Discoasteriden-Coccolithen-Kalk und Radiolarien-Coccolithen-Kalk, sind namentlich auf Timor und Rotti zu Hause. Der Reichtum dieser Sedimente an Coccolithen ist ein sehr ansehnlicher, und eine eingehende Würdigung des Formenbestandes wäre eine gar umfangreiche Aufgabe. Ich beschloß daher, schrittweise vorzugehen und wählte unter den einschlägigen Proben zunächst eine einzige, besonders geeignet erscheinende aus, um sie für sich allein zum Gegenstand der Untersuchung zu machen. Es ist dies die Probe Nr. 168* der MOLENGRAAFF'schen Aufsammlung von der Insel Rotti. Bereits TAN SIN HOK erkannte den großen Coccolithen- und Discoasteriden-Reichtum dieser Probe und veröffentlichte von ihr einige charakteristische Mikrophotogramme (1926, fig. 2 auf tab. 1, fig. 1 u. 2 auf tab. 3). Desgleichen lieferte er quantitative Angaben über den Gehalt der Probe an Coccolithen und anderen mikroskopischen Bestandteilen. Für den Kubikzentimeter berechnete er $69 \cdot 10^9$ Coccolithen und Calcosphäriten, ferner $55 \cdot 10^8$ Discoasteriden. Es handelt sich bei dieser Probe jedenfalls um einen typischen Vertreter der dritten von TAN SIN HOK unterschiedenen Gesteinskategorie, also um einen Discoasteriden-Coccolithen-Kalk.

Das Sediment ist fast rein weiß und ähnelt nach Aussehen und Konsistenz durchaus der europäischen Weißen Schreibkreide, wie sie von den Küstengebieten des Englischen Kanals sowie der Nord- und Ostsee allbekannt ist. Das Material läßt sich unschwer zerreiben und einem Schlämmverfahren unterwerfen. Feinere Schlämmfraktionen sind es, deren Coccolithen-Gehalt ich für meine Untersuchung verwerten konnte. Im allgemeinen vermag man ja abgelagerte Coccolithen nur bei lockerer Beschaffenheit des Sediments erfolgreich zu erforschen.

Bei der Darstellung der Coccolithineen-Reste begnügte sich TAN SIN HOK mit einer Auswahl besonders typischer Formen. Seine systematischen Bestimmungen stützen sich vor allem auf die bekannte Monographie H. LOHMANN's aus dem Jahre 1902. In dieser Veröffentlichung sind im

ganzen 22 Arten beschrieben, die sich auf 8 Gattungen verteilen. Sie bot die erstmalige Zusammenfassung jenes recht bescheidenen Wissens, das man damals von den Kalkflagellaten besaß; aber sie leitete einen bedeutenden Aufschwung in der Erforschung dieser Organismengruppe ein, so daß die Anzahl der bekannten Arten und Gattungen seither auf ein Vielfaches anwuchs. So hat man heute die Möglichkeit, eine Revision der Coccolithineen-Reste jener indonesischen Sedimente auf viel umfassendere Vergleiche zu gründen, als sie von TAN SIN HOK herangezogen worden sind.

Im Hinblick auf gewisse, weiter unten folgende Darlegungen mögen hier einige Worte auf die Frage des geologischen Alters der kreideartigen Sedimente des Timor-Archipels Bezug nehmen.

TAN SIN HOK (1927, Fußnote auf pag. 9) vertrat die Auffassung, daß die von ihm untersuchten Gesteine größtenteils jungtertiäres (wahrscheinlich pliocänes) Alter besitzen. Aber schon H. A. BROUWER (1922, pag. 74) betonte die Möglichkeit, daß ein Teil dieser von ihm während der Ersten Niederländischen Timor-Expedition auf Rotti gesammelten Gesteine mesozoisches Alter habe und daß erst eingehende Felduntersuchungen eine klare Trennung der mesozoischen Gesteine von den jungtertiären herbeiführen könnten. Eine briefliche Mitteilung Herrn Prof. J. WANNER's (vom 19. 5. 1948) belehrte mich, daß auch dieser Forscher manche der auf Timor und Rotti vorkommenden Radiolarien-Coccolithen-Kalke bei seiner Feldarbeit zunächst ohne Bedenken als Pliocän-Quartär kartiert hat, zumal diese Absätze äußerlich von gewissen Mergeln der pliocän-quartären Korallenkalk-Formation nicht zu unterscheiden sind. Erst auf Grund (einstweilen noch unpublizierter) mikroskopischer Untersuchung erkannte er ihre Zugehörigkeit zum Malm und zur unteren Kreide. WANNER weist in seinem Schreiben auch darauf hin, daß in der Tat TAN SIN HOK kein einziges Fossil anführt, aus dem ein jungtertiäres Alter mit Sicherheit hervorgehen würde. In einem später mir zugekommenen Brief (vom 13. 2. 1954) betont Prof. WANNER neuerlich das Vorkommen sowohl ganz junger wie auch mesozoischer Coccolithen-Gesteine auf Rotti; i. J. 1940 hatte derselbe Forscher mesozoische Coccolithen-Gesteine von Timor und Misol geschildert. Auf dem gleichen Standpunkt befindet sich in einer vor kurzem erschienenen Abhandlung (1953, pag. 805) W. R. RIEDEL, welcher mesozoische Radiolarien aus Rotti-Gesteinen beschreibt, deren mesozoisches Alter bereits BROUWER als möglich erachtet hatte.

Bei den folgenden Darlegungen handelt es sich um einen ersten Versuch, die Coccolithineen-Skelettreste jener kreideartigen Sedimente genauer in Augenschein zu nehmen. Die geschilderten Skelettreste bedeuten in ihrer Gesamtheit jedenfalls nur einen kleinen Ausschnitt aus dem ganzen Formenbestand der daselbst vorkommenden Coccolithen. Erst eine Ausdehnung der Untersuchung auf weitere einschlägige Ablagerungen des Archipels wird uns lehren können, ob sich diese winzigen Fossilien für den Zweck einer chronologischen Einstufung der dortigen Sedimente eignen.

SPEZIELLER TEIL.

A. VORBEMERKUNGEN.

Im ganzen werden in diesen Ausführungen 112 Coccolithen-Formen geschildert. Von ihnen sind 12 bereits bekannt, dagegen 100 für die Wissenschaft neu ¹⁾.

Wenn wir die Formen durchwegs nach den Grundsätzen einer natürlichen Systematik anordnen wollten, so würden wir gewisse Schwierigkeiten zunächst kaum überwinden können. Die Arten sind ja hier, wenn wir von einzelnen Ausnahmen absehen, nur in Gestalt der isolierten Gehäusebausteine gegeben. Diesen kommt zwar größte systematische Bedeutung zu. Aber wir wissen, daß die Art und Weise, in der sich die Coccolithen zum Gehäuse zusammenfügen, gleichfalls von nicht geringem systematischem Belang ist. Nur bei jenen Arten, die uns nach der Beschaffenheit der Coccolithen und auch nach dem Aufbau des Gehäuses bereits genau bekannt sind und an denen ein Dimorphismus der Gehäusebausteine fehlt, vermag man vom einzelnen Baustein einen sicheren Schluß auf den Bau des ganzen Gehäuses zu ziehen. Ebenso vermag man dies mit einiger Sicherheit bei nahe verwandten Formen. Aber in den übrigen Fällen wäre ein solcher Schluß ein unzulässiges Wagnis. Wir müssen uns infolgedessen damit begnügen, die isolierten Gehäusebausteine nach ihrer Organisationshöhe in ein (stark künstliches) System zu bringen, um wenigstens die Übersicht der Formenfülle zu wahren. Dann können wir abwarten, ob die künftige Forschung einmal Klarheit in Betreff der systematischen Zusammenhänge der Einzelformen bringen werde. Wo die Einverleibung einer Form in ein bestimmtes Genus noch nicht möglich ist, können wir mit Vorteil ein Verfahren anwenden, wie es in manchen Teilgebieten der Paläontologie üblich ist, indem wir die Formen in künstliche, rein morphologisch definierte Sammelgenera einschließen, welche über die Stellung der betreffenden Formen im natürlichen System keinerlei Aussage präjudizieren.

Für isolierte Gehäuseelemente, also Coccolithen im weitesten Sinn, wird in dieser Abhandlung das Sammelgenus *Coccolithites* aufgestellt. Es umfaßt sämtliche morphologischen Typen, also Calyptrolithen, Discolithen, Cycloolithen (Kalkkörper, welche eine sehr weite zentrale Durchbrechung aufweisen und daher förmlich einem kreisrunden bzw. elliptischen Ring gleichen), Zygolithen, Tremalithen (Placolithen) und Rhabdolithen. Freilich haben sich auch vielerlei Formen gezeigt, die sich nicht ohne weiters der Definition dieser morphologischen Einheiten fügen, aber selbstverständlich dem Sammelgenus *Coccolithites* zufallen ²⁾.

¹⁾ Eine der als bekannt bezeichneten Arten trat zwar im Material der Timor-Expedition erstmalig zutage; ich machte sie aber bereits zum Gegenstand einer vorläufigen Mitteilung (KAMPTNER 1946).

²⁾ Es wäre sicherlich von praktischem Vorteil, wenn wir die Rangstufen künst-

In meiner vorläufigen Mitteilung (1949) über den hier behandelten Stoff suchte ich der Formenfülle der Kalkkörper noch durch Schaffung einer Mehrzahl künstlicher Sammelgenera gerecht zu werden. Diese sollten sich so weit als möglich mit den angeführten morphologischen Kalkkörperptypen decken. In der Praxis begegnet ein solches Vorgehen jedoch mancherlei Hindernissen. Vor allem sind die Grenzen zwischen diesen Genera unscharf. Wir werden im Verlauf unserer Ausführungen das morphologische Verhältnis zwischen den Discolithen und den Tremalithen näher zu beleuchten haben. Da werden wir uns dessen erinnern, daß LOHMANN vor einem halben Jahrhundert zwischen den Discolithen (samt den Calyptrolithen) und den manschettenknopfartigen Formen eine tiefgreifende Verschiedenheit erblickte. Er teilte daher die damals bekannten Arten in zwei Hauptgruppen: *Syracosphaerinae*—*Coccolithophorinae*. Heute läßt sich ein solcher Gegensatz nicht mehr aufrecht erhalten; ja, wir erkennen es als ein vergebliches Bemühen, wenn wir daran gehen wollten, alle die genannten morphologischen Typen scharf gegeneinander abzugrenzen. Die geltende Unterscheidung solcher Typen ist auf alle Fälle nur eine vorläufige, und mit der Zeit wird sicherlich eine neue, den Fortschritten der Forschung rechnungstragende Einteilung platzgreifen. Daher ist es zweckmäßig, wenn wir bis auf weiters sämtliche isoliert aufgefundenen Kalkelemente, die sich nicht spezifisch oder wenigstens generisch bestimmen lassen, einem einzigen Gattungsnamen unterordnen.

Die folgenden Schilderungen der untersuchten fossilen Coccolithen sind im wesentlichen nach einem morphologischen Einteilungsgrund angeordnet. Da die Formen hierbei stufenweise von den primitiven zu den abgeleiteten fortschreiten, so spiegelt ihre Anordnung in gewissem Grade auch das natürliche System der Coccolithineae wider. An nicht wenigen Stellen sind generisch bestimmbare Einzelformen unter ihrem Gattungsnamen nach Maßgabe der angenommenen Verwandtschaft eingefügt. So ist unter den Discolithen eine Spezies der Gattung *Pontosphaera* zu

licher (morphologischer) Einheiten durch gesonderte Benennung vor jenen der natürlichen Systematik kennzeichnen wollten. In jüngster Zeit ist ein beachtenswerter, für unseren Zweck sicherlich brauchbarer Vorschlag aufgetaucht, der den Amerikaner C. CRONEIS zum Urheber hat (siehe: G. DEFLANDRE & M. DEFLANDRE-RIGAUD 1948). Der Genannte möchte für mikroskopisch kleine, nicht näher bestimmbare organische Skelettfragmente statt den Rangbezeichnungen der natürlichen Systematik (Klasse — Ordnung — Familie — Gattung — Art) die Namen der Einheiten des antiken römischen Heeres (Exercitus — Legio — Cohors — Manipulus — Centuria) eingeführt wissen.

DEFLANDRE bedient sich bereits ausgiebig dieses Verfahrens. Ich selber hätte in der vorliegenden Abhandlung genügende Veranlassung gehabt, das Beispiel dieses Forschers nachzuahmen. Das künstliche Genus *Coccolithites* müßte dabei den Rang eines Manipulus erhalten, die darunter fallenden Einzelformen, z. B. *C. tuberculatus*, den Rang einer Centuria. Aber ich bin der Meinung, daß es doch ratsam ist, bindende Beschlüsse einer internationalen Nomenklaturkonferenz abzuwarten. Und so sehe ich davon ab, den an sich gewiß sehr beherzigenswerten Vorschlag von CRONEIS gleich hier in die Tat umzusetzen.

nennen. Die Lopadolithen decken sich ganz mit der Gattung *Scyphosphaera*. Zu den Tremalithen gehören zahlreiche Formen des Genus *Coccolithus* sowie eine Form des Genus *Helicosphaera*. Die aberrante Gattung *Thora-cosphaera* habe ich unmittelbar hinter die Tremalithen gestellt; dieses Vorgehen entspringt einem rein praktischen und formalen Beweggrund und bedeutet keinerlei Aussage über verwandtschaftliche Beziehungen zu den Tremalithen. Was die Rhabdolithen anbetrifft, so zählt eine Spezies der Gattung *Rhabdosphaera* hierher; und der Bequemlichkeit halber sind auch verschiedene Typen von Polcoccolithen des Genus *Acanthoica* hier untergebracht, obwohl ein solches Vorgehen in streng systematischer Betrachtung inkonsequent erscheint.

Die in den Diagnosen verwendeten morphologischen Begriffe lehnen sich an die von mir in meiner Publikation „Die Coccolithineen der Südwestküste von Istrien“ (1941) verwendeten an. Der Leser sei besonders auf die in dieser Arbeit auf pag. 58 bis 62 befindlichen Ausführungen verwiesen, desgleichen auf jene der pag. 58 in Betreff der Prinzipien, welche dort, und in gleicher Weise auch hier, dem Entwurf der bildlichen Darstellungen zugrunde liegen.

Bei der Beurteilung morphologischer Einzelheiten ist auch der Umstand zu berücksichtigen, daß diese fossilen Coccolithen längere Zeit hindurch diagenetischen Einflüssen ausgesetzt waren und daher in der Regel einen bald größeren, bald geringeren Grad von Korrosion aufweisen. Ein solcher Substanzabbau fällt bei den zarten Coccolithen viel mehr ins Gewicht, als es z. B. bei den derberen Foraminiferen *ceteris paribus* der Fall ist. Das Ausmaß einer solchen Korrosion läßt sich nicht in allen Fällen sogleich überblicken, und dies gilt umso mehr, als ja die Erforschung der vorzeitlichen Coccolithen noch ganz in den Anfängen liegt. Erst eine fortgeschrittene Erfahrung, ebenso der eingehende Vergleich mit rezenten Coccolithen werden uns mit der Zeit erlauben, den Grad des Substanzabbaues im Einzelfall sicher zu beurteilen.

Für die vorliegende Untersuchung wählte ich aus der Fülle der größtenteils stark korrodierten Kalkkörper, wie sie uns im Gesichtsfeld des Mikroskops entgegentreten, solche Exemplare aus, an denen meiner Meinung nach keine nennenswerte Veränderung vor sich gegangen war, so daß man von einer normalen Gestalt sprechen konnte. Ausnahmen von dieser Regel sind namentlich als solche vermerkt und beziehen sich auf Fälle, bei denen umgekehrt die Korrosion geeignet schien, unseren Einblick in die Formverhältnisse des Kalkkörpers zu fördern.

Die in der Arbeit geschilderten Formen standen in der überwiegenden Mehrzahl nur in Gestalt je eines einzigen Exemplars zur Verfügung. Dieser Umstand ist in der Charakteristik der Spezies daran ersichtlich, daß die angeführten Abmessungen durch eine einzige Zahl, also ohne Variationsbreite, ausgedrückt sind. Die übrigen Arten waren in mehreren, manche derselben sogar in zahlreichen Exemplaren vertreten.

Bei einem weiter gesteckten Ziel der Untersuchung hätte ich zunächst

einmal die Coccolithineen-Skelettreste in ihrer Rolle als Komponente der Ablagerung betrachten können. Dazu wären allerlei quantitative Feststellungen durchzuführen gewesen, vor allem des Anteiles der Coccolithen am Sediment. Dann aber hätte ich wenigstens bei den auffälligsten taxonomischen Gruppen die Individuenzahl der Kalkkörper, und zwar unbekümmert um den Grad der Korrosion derselben, bestimmen sollen. Alle diese Schritte mußten jedoch äußerer Umstände halber unterbleiben; und so beschränkte ich mich auf eine rein qualitative Bewältigung meines Themas. Immerhin war es mir darum zu tun, eine Grundlage zu schaffen, auf der man in Betreff des im Sediment zutage getretenen Formenkreises bionomische und systematisch-phylogenetische Schlußfolgerungen aufbauen kann. Nur in zweiter Linie mögen die Resultate imstande sein, auch für die Kenntnis des Sediments als solchen einiges beizusteuern. Es war meine Aufgabe, jede vorgefundene Coccolithen-Form, ohne Rücksicht darauf, ob sie bloß in einem einzigen Exemplar oder in einer Mehrzahl solcher zu finden war, textlich und bildlich festzuhalten. Handelte es sich um eine noch unbekannte Form — wie dies bei der überwiegenden Mehrheit der geschilderten Arten der Fall ist —, so war sie als neue Spezies zu benennen. Die Frage, ob es angebracht sei, auf Grund eines einzigen Exemplars eine neue Spezies aufzustellen, ließ ich hier beiseite; sie ist aber bei einer weitergreifenden systematisch-phylogenetischen Auswertung des Tatsachenbestandes, wie sie künftig einmal im Rahmen der Coccolithineen-Paläontologie erfolgen wird, stets im Auge zu behalten.

B. AUFZÄHLUNG UND CHARAKTERISTIK DER FORMEN.

Das Formenmaterial ist gemäß seiner Zugehörigkeit zu den verschiedenen morphologischen Typen in 8 Gruppen (a bis h) aufgeteilt. Die Einzelformen sind ohne Rücksicht auf die Gruppen-Zugehörigkeit mit durchlaufenden Nummern (1—113) versehen. Bei der Benennung der Formen gelten in Berücksichtigung der pflanzlichen Natur der Coccolithineen die botanischen Nomenklaturregeln.

a) CALYPTROLITHEN.

Napf- oder mützenförmige Coccolithen, welche am lebenden Organismus derart orientiert sind, daß sie mit ihrer Höhlung nach unten der Zelloberfläche aufrufen.

Es sind hier 9 (neue) Arten beschrieben.

1. *Coccolithites leptos* n. sp. (Fig. 1).

Coccolith kreisrund, mit nach unten konisch sich verengender Seitenwand. Die Dachpartie ist oben schwach konvex. Der Durchmesser beträgt $3,8 \mu$, die Höhe $1,6 \mu$. Der Binnenraum hat einen Durchmesser von $2,6 \mu$. Die Dicke der Dachpartie entspricht etwa einem Viertel der Höhe des Kalkkörpers. Die Seitenwand scheint gekerbt zu sein; aber die Anzahl der skulpturellen Elemente war infolge der Zartheit derselben nicht festzustellen.

2. *Coccolithites crenulatus* n. sp. (Fig. 2).

Kreisrund, mit nach unten konisch sich verengender Seitenwand. Die Dachpartie ist leicht konvex. Der Durchmesser des Coccolithen beträgt $9,4 \mu$, seine Höhe $3,3 \mu$. Die Dicke der Seitenwand, ebenso jene der Dachpartie entspricht der halben Höhe des Kalkkörpers; auch der Binnenraum hat infolgedessen dieselbe Höhe. Die Seitenwand ist mit 20 Kerben verziert.

Infolge der Korrosion hatte der Umriß des untersuchten Exemplares an Exaktheit der Kreisform bereits eingebüßt.

3. *Coccolithites tholus* n. sp. (Fig. 3).

Der Grundriß ist normalelliptisch, die Gestalt kalottenförmig. Die Länge beträgt $3,3-3,6 \mu$, die Breite $2,5-2,8 \mu$, die Höhe $1,3-1,5 \mu$. Die Höhe des Binnenraumes entspricht etwa der halben Höhe des ganzen Kalkkörpers. Der Rand trägt zwei Dutzend Kerben.

4. *Coccolithites petasus* n. sp. (Fig. 4).

Der Coccolith ist normalelliptisch; er stellt eine mäßig konvexe, dicke Scheibe vor, an deren Unterseite eine den Binnenraum begrenzende Randpartie sich deutlich abhebt. Die Länge des Kalkkörpers beträgt $10,6 \mu$, die Breite $7,9 \mu$, die Höhe $3,3 \mu$. Der Binnenraum ist $5,5 \mu$ lang, $2,8 \mu$ breit, $0,7 \mu$ tief. Die Randpartie ist mit etwa 50 radialen Rillen verziert, die auch auf die Seite übergreifen, aber an der Oberseite zu fehlen scheinen.

5. *Coccolithites indicus* n. sp. (Fig. 15).

Coccolith normalelliptisch, mit nach der Basis konisch sich verengendem Profil. Seine Länge beträgt 5μ , seine Breite $3,9 \mu$, seine Höhe $1,7 \mu$. Die Dachpartie ist schwach konvex. Ihre sehr gleichförmige Dicke entspricht einem Fünftel der Höhe des Kalkkörpers. Der Binnenraum ist $3,7 \mu$ lang, $2,5 \mu$ breit, $1,3 \mu$ hoch. Die Seitenwand ist nur um wenig dicker als die Dachpartie; sie trägt 36 senkrechte Rillen.

6. *Coccolithites striatus* n. sp. (Fig. 8).

Der Coccolith ist normalelliptisch mit nach der Basis sich verengendem Profil. Seine Länge beträgt $10,8-11 \mu$, seine Breite $8,9 \mu$, seine Höhe $3,4 \mu$. Die Dachpartie ist schwach konvex; ihre Dicke entspricht einem Drittel der Höhe des Kalkkörpers. Der Binnenraum ist $5,9 \mu$ lang, $4,4 \mu$ breit. Die Seitenwand ist $2,5 \mu$ dick und ist mit einem Dutzend seichter Kerben verziert; überdies trägt sie eine schief gestellte, zarte Streifung. In der Ansicht der Unterseite entspricht die Schiefstellung dem Sinn des Uhrzeigers. Wenn man den Coccolithen von der Seite betrachtet, so verläuft die Streifung von links oben nach rechts unten.

7. *Coccolithites detorquatus* n. sp. (Fig. 10).

Der Coccolith ist beiläufig normalelliptisch, aber seine Ellipse ist nicht ganz regelmäßig. Die Länge beträgt $7,4 \mu$, die Breite $5,6 \mu$, die Höhe

2,2 μ . Die Dachpartie ist leicht konvex; ihre Dicke entspricht kaum einem Viertel der Höhe des Kalkkörpers. Der Binnenraum ist an seiner Basis 5 μ lang, 3,4 μ breit. Die Seitenwand trägt etwa zwei Dutzend Kerben. In der Ansicht der Unterseite ist die Kerbung auffälliger als an der Oberseite; sie ist auch einseitig gegen den Sinn des Uhrzeigers schief gestellt, weil sie in der Seitenansicht von links oben nach rechts unten mit einem Winkel von etwa 30° gegen die Senkrechte geneigt ist.

8. *Coccolithites tuberculatus* n. sp. (Fig. 6).

Der Kalkkörper ist breitelliptisch, nahezu halbkugelig; er ist 11,5 μ lang, 10 μ breit, 4,5 μ hoch. Im Zentrum des Hohlraumes ragt nach unten ein Buckel vor, der einen breitelliptischen Grundriß und einen halbkreisförmigen Aufriß besitzt. Seine Längsachse fällt mit derjenigen des Coccolithen zusammen. Die Länge des Buckels beträgt 6,5 μ , seine Höhe 2,7 μ . Er überragt anscheinend ein wenig den basalen Rand des Coccolithen. Auf dem Gipfel trägt er eine Längsraphe, von der jederseits ein Dutzend Rillen fiederartig ausstrahlen. Die sphärische Wand des Kalkkörpers ist mit etwa 80 radialen Rillen verziert.

9. *Coccolithites insectus* n. sp. (Fig. 7).

Der Coccolith ist breitelliptisch; seine Länge beträgt 13,5 μ , seine Breite 11 μ , seine Höhe 4,7 μ . Der Binnenraum ist 7,2 μ lang, 5 μ breit und 2,5 μ hoch. Der Kalkkörper ist durch eine horizontale Inzisierung in eine obere, 3 μ hohe und eine untere, 1,7 μ hohe Zone geschieden. Die erstere entspricht den angeführten horizontalen Dimensionen des Coccolithen, die untere ist ein wenig kürzer und schmaler. Die obere Partie ist kalottenförmig aufgewölbt, die untere hat als ganzes die Form eines ringförmigen basalen Wulstes. Die Basis des Coccolithen liegt anscheinend nicht in einer Ebene, sondern in einer nach der Längsrichtung leicht gekrümmten Fläche. Es sind etwa 80 zarte, senkrechte Rillen vorhanden, die sich von der Dachpartie aus über die Seitenteile bis an die Unterseite erstrecken.

b) DISCOLITHEN (MIT EINSCHLUSS DES GENUS PONTOSPHAERA).

Plattenförmige oder auch untertassen- bis napfförmige Kalkkörper, häufig von Poren durchbrochen; wenn untertassen- oder napfförmig, dann stets mit dem Binnenraum nach außen der Zelloberfläche aufliegend.

Im folgenden sind 40 Discolithen-Formen beschrieben, von denen eine bereits aus dem Schrifttum bekannt ist.

10. *Pontosphaera scutellum* KPT. (Fig. 12).

KAMPTNER 1952, pag. 233, Abb. 1.

Normalelliptische, einfache, ein wenig aufgewölbte Platte. Länge 9,5 μ , Breite 6,7 μ , Höhe 1,9 μ , Dicke 1,1 μ . Die Oberseite trägt eine Längsraphe, von der jederseits 9 Inzisuren fiederartig ausgehen. Die Randpartie ist mit etwa 50 Kerben versehen.

11. *Coccolithites sulcatus* n. sp. (Fig. 9).

Der Coccolith stellt eine normalelliptische dicke, solide, schwach aufgewölbte Platte vor, deren Profil sich gegen die Basis konisch verengt. Seine Länge beträgt $14,8 \mu$, seine Breite $10,6 \mu$, seine Höhe $5,3 \mu$. Er ist an der Oberseite wie an der Unterseite um $1,7 \mu$ aufgewölbt. Die Oberseite trägt eine schwach eingesenkte Längsraphe, von der jederseits 12 Inzisuren fiederartig ausgehen und über die Seitenpartie bis zur Basis übergreifen.

12. *Coccolithites pennatus* n. sp. (Fig. 11).

Normalelliptische, schwach aufgewölbte Platte, mit einer Länge von $10,2 \mu$, einer Breite von 7μ und einer Höhe von $2,3 \mu$; die Dicke beträgt $1,4 \mu$. Die Randpartie ist an der Oberseite ein wenig aufgewulstet. Das Seitenprofil verschmälert sich gegen die Basis. Die innerhalb des Randwulstes gelegene Oberfläche ist von einer Längsraphe durchzogen, von welcher jederseits etwa 15 Inzisuren fiederartig ausgehen und an der inneren Kontur der Randpartie ihr Ende finden.

13. *Coccolithites ellipticus* n. sp. (Fig. 13).

Normalelliptische, schwach aufgewölbte Platte. Ihre Länge beträgt $12,3 \mu$, ihre Breite $8,9 \mu$, ihre Höhe $3,6 \mu$, ihre Dicke 3μ . Die Randpartie ist an ihrer Oberseite um annähernd 1μ aufgewulstet. Die innerhalb dieses Randes gelegene Oberfläche ist von einer Längsraphe durchzogen, von der jederseits 11 Inzisuren fiederartig ausgehen. Die durch die letzteren abgegrenzten Leisten tragen je 4 bis 5 knopfartige Erhebungen. Dazu kommt noch eine Kerbung des Randwulstes; sie schließt sich in ihrer Anordnung unmittelbar den Fiedern an und setzt sich an der Seite bis zur Basis fort.

14. *Coccolithites lapillus* n. sp. (Fig. 19).

Normalelliptische, solide, gleichmäßig dicke, aufgewölbte Platte; Länge $11,9 \mu$, Breite 8μ , Höhe 5μ . Ober- wie Unterseite sind um je annähernd 1μ aufgewölbt. Die Oberseite trägt eine Längsraphe, von der jederseits 18 Inzisuren fiederartig ausgehen und über die Seite zur Basis übergreifen.

15. *Coccolithites australis* n. sp. (Fig. 18).

Normalelliptische solide, mindestens an der Oberseite aufgewölbte Platte; Länge $12,5 \mu$, Breite $8,9 \mu$, Höhe $3,6 \mu$. Es war nicht klar zu erkennen, ob auch die Unterfläche aufgewölbt ist. Die Platte ist von etwa zwei Dutzend Poren durchbrochen. Diese sind nicht durchwegs regelmäßig verteilt; immerhin erstreckt sich über den größeren Teil des Umkreises ein peripherer Porenkranz von 16 Elementen, während die übrigen 8 Poren über die Fläche innerhalb dieses Kranzes regellos verstreut sind. Die Oberseite trägt eine seichte Längsraphe, von der im ganzen 26 Inzisuren fiederartig ausgehen und über die Seitenpartie zur Basis übergreifen.

16. *Coccolithites pauciforatus* n. sp. (Fig. 14).

Normalelliptische, ein wenig aufgewölbte Platte; Länge $4,8 \mu$, Breite $3,8 \mu$, Höhe $1,8 \mu$. Eine $1,2 \mu$ breite, erhöhte Randpartie ist scharf abge-

grenzt. Die von dieser eingeschlossene Fläche enthält 8 unregelmäßig verteilte Poren. Diese Fläche ist in dem Maß aufgewölbt, daß sie die Randpartie um $\frac{1}{3} \mu$ überragt; dem entspricht eine Aufdellung an der Unterfläche. Die Seitenwand ist mit 36 senkrechten Rillen verziert.

17. *Coccolithites arcuatus* n. sp. (Fig. 16).

Normalelliptische, gleichmäßig dicke, stark aufgewölbte Scheibe. Sie ist 8μ lang, $5,6 \mu$ breit, $2,3 \mu$ hoch und 1μ dick. Eine 1μ breite Randpartie ist scharf abgegrenzt. Die Scheibe trägt eine Längsraphe, von der jederseits 9 Inzisuren fiederartig ausgehen. Sie ist von Poren durchsetzt, und zwar liegt gegen den Rand zu ein Porenkranz aus 18 Elementen; je eine Pore sitzt am Ende jeder Fieder-Inzisure; aber 4 Poren liegen in der Längsraphe gleichfalls an Stellen, wo je zwei Inzisuren zusammentreffen. Der deutlich abgesetzte Rand ist mit 40 Kerben versehen; je zwei derselben entsprechen ungefähr einer Inzisure des Mittelfeldes.

18. *Coccolithites circumvallatus* n. sp. (Fig. 20).

Normalelliptische, schwach aufgewölbte, gleichförmig dicke Platte; Länge $6,7 \mu$, Breite $4,7 \mu$, Höhe $1,8 \mu$. Eine 1μ breite, um $0,5 \mu$ aufgewulstete Randpartie umschließt das von einer Anzahl Poren durchbrochene Mittelfeld. Von diesen Poren bilden 11 einen peripheren Kranz, während 4 in der Längsachse der Coccolithen-Ellipse liegen. Die Randpartie ist mit 16 senkrechten, über die Seite zur Basis übergreifenden Inzisuren versehen.

19. *Coccolithites Martini* n. sp. (Fig. 17).

Normalelliptische, gleichförmig dicke, ein wenig (kaum $\frac{1}{2} \mu$) aufgewölbte Scheibe mit deutlich abgegrenzter Randzone. Das seitliche Profil verschmälert sich konisch gegen die Basis. Der Coccolith ist $7,6 \mu$ lang, $5,8 \mu$ breit und $2,1 \mu$ hoch. Der von der Randzone eingeschlossene Teil ist mit einer Anzahl Poren versehen; von diesen bilden 16 einen peripheren Kranz; 6 weitere liegen innerhalb dieses Kranzes in der Längsachse des Coccolithen. Die Randzone ist $0,5 \mu$ breit und um etwa $\frac{1}{4} \mu$ aufgewulstet.

20. *Coccolithites trematotes* n. sp. (Fig. 24).

Normalelliptische, anscheinend unterseits flache, aber an der Oberseite aufgewölbte Scheibe mit einer $0,5 \mu$ breiten und um denselben Betrag aufgewulsteten Randzone. Der Coccolith ist $8,3 \mu$ lang, $6,1 \mu$ breit und $2,8 \mu$ hoch. Der von der Randzone eingeschlossene Teil ist mit zahlreichen Poren versehen. Von ihnen bilden 22 einen peripheren Kranz, und innerhalb dieses Kranzes erstreckt sich eine Reihe von 6 Poren in der Längsachse der Coccolithen-Ellipse; beiderseits davon liegt je eine Reihe von 2, und peripher von diesen je eine Reihe von 7 Poren.

21. *Coccolithites pachymorphus* n. sp. (Fig. 27).

Normalelliptische, gleichförmig dicke, schwach aufgewölbte Platte; Länge $9,1 \mu$, Breite $6,4 \mu$, Höhe $2,5 \mu$ und Dicke 2μ . Die Platte ist von

zahlreichen Poren durchsetzt. Der äußerste, parallel zum Rand verlaufende Porenkranz besteht aus 19 Elementen. Die Poren dieses Kranzes haben einen größeren Durchmesser als die übrigen; ihr Querschnitt ist länglich und mit seiner Längsachse senkrecht zum Rand des Kalkkörpers orientiert. Die innerhalb des Kranzes gelegenen Poren sind enger, von kreisrundem Querschnitt und zeigen keinerlei regelmäßige Anordnung.

22. *Coccolithites Deflandrei* n. sp. (Fig. 141).

Normalelliptische, ziemlich gleichmäßig dicke, aufgewölbte Platte; Länge 8,3 μ , Breite 5,9 μ , Höhe 2,4 μ , Dicke 1,2 μ . Eine 0,7 μ breite, schwach erhobene Randpartie ist deutlich abgegrenzt. Das innerhalb dieser gelegene Feld ist von 27 Poren durchbrochen. 20 Poren von etwa 0,5 μ Durchmesser bilden einen peripheren Kranz, innerhalb dessen die übrigen, viel engeren Poren gelegen sind. Von den letzteren sind 7 in der Hauptachse der Ellipse angeordnet, und auf beiden Seiten dieser Achse befindet sich je eine Reihe von 5 Poren.

23. *Coccolithites anisotrema* n. sp. (Fig. 22).

Normalelliptische, gleichförmig dicke, aufgewölbte Scheibe; Länge 9,2 μ , Breite 6,7 μ , Höhe 2,2 μ , Dicke 1,4 μ . Eine 0,5 μ breite Randpartie ist ein wenig aufgewulstet. Der von ihr umschlossene Bereich ist von zahlreichen, in regelmäßigen Reihen angeordneten Poren durchsetzt. Ein peripherer Kranz wird von 2 Dutzend Elementen gebildet, die größer sind als die weiter einwärts gelegenen Poren. Diese letzteren sind symmetrisch zur Ellipsen-Hauptachse in je 3 konvexen Reihen aneinandergesetzt. Es ist nicht ganz sicher, ob es sich nicht vielleicht um winzige Erhebungen handelt; doch gestatten ihre geringen Dimensionen keine sichere Entscheidung in dieser Frage.

24. *Coccolithites excavatus* n. sp. (Fig. 23).

Coccolith normalelliptisch, äußerlich von der üblichen Gestalt eines napfförmigen Discolithen mit einem gegen die Basis sich verengenden Seitenprofil. Oberseite wie auch Unterseite sind jedoch eingesenkt. Der Kalkkörper ist 8,2 μ lang, 6,6 μ breit, 3 μ hoch. Die Tiefe der Einsenkungen entspricht je etwa einem Viertel der Höhe des Coccolithen. Von der oberen Einsenkung gehen etwa 2 Dutzend Inzisuren aus und greifen über die Seitenpartie auf die Unterfläche über.

25. *Coccolithites biperforatus* n. sp. (Fig. 21).

Normalelliptisch, äußerlich von der Gestalt eines napfförmigen Discolithen mit einem gegen die Basis sich verengenden Seitenprofil. Oberseite wie auch Unterseite sind eingedellt. Der Coccolith ist 17,5 μ lang, 12 μ breit und 7,4 μ hoch. Die Tiefe der beiden Einsenkungen beträgt je etwa $\frac{1}{6}$ der Höhe des Coccolithen. Die Oberseite trägt eine Längsraphe, deren Enden (bei'äufig in den Brennpunkten der Ellipse) durch je eine Pore markiert sind. Diese Poren verbinden die obere Einsenkung mit der

unteren. Von diesen Punkten aus und von der Raphe ziehen insgesamt 20 Inzisuren senkrecht zum Rand und setzen sich über die Seite hinweg auf die Unterfläche fort.

26. *Coccolithites convexus* n. sp. (Fig. 26).

Coccolith normalelliptisch, $16,1 \mu$ lang, 11μ breit, $8,1 \mu$ hoch. Eine tiefe horizontale Ringfurche gliedert den Kalkkörper in eine obere (der angegebenen Länge und Breite entsprechende) Zone von der Höhe $5,3 \mu$ und eine basale Zone von der Höhe $2,8 \mu$. Die Oberseite ist konvex und trägt eine 9μ lange, leicht eingesenkte Längsraphe, deren Enden durch je eine Pore gekennzeichnet sind. Diese Poren verbinden die obere Einsenkung mit der unteren, an der gleichfalls eine Längsraphe vorhanden ist. Die Gliederung in die beiden übereinanderliegenden Zonen verleiht dem Kalkkörper in der Seitenansicht förmlich das Aussehen eines manschettenknopfförmigen Tremalithen. Beide Zonen sind durch eine übergreifende senkrechte Kerbung ausgezeichnet, die von den beiden Raphen fiederartig ausgeht und deren Elemente in der Ringfurche zusammentreffen.

27. *Coccolithites sinuatus* n. sp. (Fig. 25).

Der Coccolith ist breitelliptisch; seine Länge beträgt $8,9 \mu$, seine Breite $8,1 \mu$. Er besteht aus zwei übereinanderliegenden Zonen, und zwar aus einer niedrigeren (Höhe $2,2 \mu$) basalen und einer mächtigeren (Höhe $3,4 \mu$) oberen Zone, die beide durch eine horizontale Furche geschieden sind. Beide Anteile haben ein konvexes Seitenprofil und sind oben wie auch unten je $1,4 \mu$ tief eingesenkt. Diese Eindellungen sind miteinander durch ein in der Hauptachse der Coccolithen-Ellipse orientiertes Porenpaar verbunden. Die Poren haben einen langgestreckten Querschnitt und konvergieren schwach nach unten.

Die Unterscheidung zwischen Oben und Unten an dieser Coccolithen-Type ist auf Grund des Verlaufes der Porenlumina getroffen. An porösen Coccolithen von genügender Höhe ist ja stets eine Konvergenz der Lumina gegen unten festzustellen.

28. *Coccolithites circumlatus* n. sp. (Fig. 30).

Kreisrunder, untertassenförmiger Discolith, mit nach unten konisch sich verengendem Seitenprofil. Der Durchmesser beträgt $5,8 \mu$, die Höhe $1,5 \mu$. Der Boden ist völlig eben; seine Dicke entspricht annähernd einem Drittel der Höhe des Kalkkörpers. Die Seitenwand trägt etwa 36 Kerben.

Die Dicke des Bodens war nicht mit völliger Zuverlässigkeit festzustellen. Ein Boden ist aber auf jeden Fall vorhanden, da in der Draufsicht einige scheinbar im Binnenraum freischwebende Fremdkörper zu sehen waren, die nur von einer durchsichtigen Quermembran in ihrer fixen Lage festgehalten werden konnten.

29. *Coccolithites glabrus* n. sp. (Fig. 31).

Normalelliptisch, untertassenförmig, mit nach der Basis konisch sich

verengendem Profil; Länge 6,3 μ , Breite 5 μ , Höhe 1,9 μ . Boden und Seitenwand haben eine identische und gleichförmige Dicke von 0,5 μ .

30. *Coccolithites lopadomorphus* n. sp. (Fig. 35).

Coccolith breitelliptisch, napfförmig, mit nach unten konisch sich verengendem Profil; Länge 12 μ , Breite 10 μ , Höhe 7,4 μ . Der Boden ist ein wenig aufgewölbt. Die Seitenwand trägt zwei Dutzend senkrechte Inzisuren. Infolge der im Binnenraum eingelagerten Schlammteilchen war nicht zu erkennen, ob der Boden eine Skulptur trägt; immerhin ist dies wahrscheinlich.

31. *Coccolithites pacificus* n. sp. (Fig. 33).

Coccolith normalelliptisch, napfförmig. Seitenprofil konvex, nach der Basis sich verengend. Die Seitenwand ist auch gegen innen konvex. Der Kalkkörper ist 9,6 μ lang, 7 μ breit, 5 μ hoch. Der Binnenraum erreicht eine Länge von 6 μ und eine Breite von 4 μ . Der Napfboden ist gleichförmig dick (1,4 μ) und mit seiner oberen Fläche bis zur halben Höhe des Coccolithen emporgewölbt. Die Seitenwand ist mit 20 senkrechten Rillen verziert.

32. *Coccolithites concameratus* n. sp. (Fig. 39).

Normalelliptischer, napfförmiger Coccolith, dessen seitliches Profil sich nach der Basis konisch verengt; Länge 4 μ , Breite 2,9 μ , Höhe 1,6 μ . Der Napfboden ist überaus stark emporgewölbt und überragt sogar die 1,3 μ hohe Seitenwand; auf seiner Höhe ist er $\frac{3}{4}$ μ dick.

33. *Coccolithites amplificatus* n. sp. (Fig. 32).

Coccolith breitelliptisch, napfförmig, mit nach der Basis konisch sich verengender Seitenwand, deren Oberrand ein wenig nach außen umgebogen erscheint. Der Kalkkörper ist 5,6 μ lang, 4,7 μ breit, 2,6 μ hoch. Die Wanddicke beträgt 0,5 μ . Der Napfboden ist vollkommen eben und trägt in der Mitte einen 1,7 μ langen Buckel, der fast bis zur halben Höhe des Kalkkörpers aufragt. Die Seitenwand ist mit 18 senkrechten Rillen verziert.

34. *Coccolithites campyloneis* n. sp. (Fig. 38).

Coccolith normalelliptisch, untertassenförmig, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil. Länge 16,8 μ , Breite 12,4 μ , Höhe 4,7 μ . Der Napfboden ist emporgewölbt und nimmt gegen die Mitte hin an Dicke zu. Seine obere Fläche erhebt sich bis über das zweite Drittel der Höhe des Kalkkörpers. Die Seitenwand ist 1,2 μ dick und mit mehr als 30 Rillen verziert, die sich bis auf den Boden fortsetzen, wo sie sich an einer Längsgrube fiederig anordnen.

35. *Coccolithites curvatus* n. sp. (Fig. 29).

Coccolith normalelliptisch, napfförmig, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge 7,2 μ , Breite 5,5 μ , Höhe 2,5 μ . Der

Napfboden ist gegen die Mitte zu stark verdickt (auf $1,3 \mu$) und mit seiner oberen Fläche fast bis zum Niveau des Oberrandes der Seitenwand emporgewölbt. Er ist mit einer Längsraphe versehen, von der jederseits $\frac{1}{2}$ Dutzend Fiedern paarig ausgehen und sich bis zur inneren Basis der Seitenwand erstrecken.

36. *Coccolithites alternans* n. sp. (Fig. 37).

Normalelliptisch, napfförmig; Länge $12,8 \mu$, Breite $9,7 \mu$, Höhe 5μ . Die Seitenwand ist sowohl gegen außen wie gegen innen im Profil konvex. Der Napfboden ist 2μ dick und mit seiner oberen Fläche bis zur halben Höhe des Kalkkörpers emporgewölbt. Er besitzt eine Längsraphe, von der jederseits 9–10 Inzisuren in unpaariger Anordnung ausgehen. Die Seitenwand ist mit 20 senkrechten Kerben verziert.

37. *Coccolithites multipunctatus* n. sp. (Fig. 41).

Normalelliptisch, napfförmig; mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge $7,7 \mu$, Breite $5,8 \mu$, Höhe 2μ . Der Napfboden ist mit parabolischem Profil fast bis an das Niveau des Oberrandes der Seitenwand aufgewölbt. In der Mitte ist er etwa 1μ dick. Er trägt eine Längsraphe, von der beiderseits je etwa 16 Riefen in paarig-fiederiger Anordnung ausstrahlen; jede derselben trägt 4 (jene der schmalen Ellipsenenden 1–3) winzige buckelartige Erhebungen. Die Seitenwand ist mit mehr als 30 senkrechten Rillen verziert.

38. *Coccolithites bucculentus* n. sp. (Fig. 44).

Normalelliptisch, untertassenförmig; Länge $13,3 \mu$, Breite $10,5 \mu$, Höhe $5,6 \mu$. Das Profil der Seitenwand ist sowohl außen wie auch innen stark konvex; die horizontale Dicke derselben beträgt 4μ . Der Boden ist konvex, und seine Oberseite ist bis über die halbe Höhe des Kalkkörpers emporgewölbt. Der Binnenraum hat im Niveau seiner geringsten Ausdehnung eine Länge von $2,8 \mu$ und eine Breite von 2μ ; nach unten erweitert er sich, und an seinem basalen Rand wird er $2,8 \mu$ tief. Die Seitenwand trägt 11 senkrechte Inzisuren. Die Unterfläche des Coccolithen scheint vollkommen eben zu sein.

39. *Coccolithites pusillus* n. sp. (Fig. 40).

Coccolith normalelliptisch, untertassenförmig, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; er ist $3,4$ – $4,7 \mu$ lang, $2,6$ – $3,6 \mu$ breit und $1,3$ – $1,4 \mu$ hoch. Die Länge des Binnenraumes an seiner Basis beträgt $1,8$ – 3μ , seine entsprechende Breite $1,1$ – $1,9 \mu$. Der Boden ist gleichförmig $0,5 \mu$ dick; mit seiner oberen Fläche ist er bis auf $\frac{2}{5}$ der Höhe des Kalkkörpers emporgewölbt. Die Seitenwand ist $\frac{1}{3} \mu$ dick und trägt 15–18 senkrechte Kerben.

40. *Coccolithites calathus* n. sp. (Fig. 34).

Coccolith breitelliptisch, napfförmig, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge 6μ , Breite $5,6 \mu$, Höhe $3,3 \mu$. Die

Unterfläche ist 4μ lang und völlig eben. Der Binnenraum ist $2,6 \mu$ lang, $2,3 \mu$ breit und $1,8 \mu$ tief; im ganzen ist er von zylindrischer Form. Die obere Fläche des Napfbodens ist schwach konkav. Die Seitenwand nimmt nach oben hin an Dicke zu und trägt 28 senkrechte Inzisuren.

41. *Coccolithites arachnoideus* n. sp. (Fig. 48).

Breitelliptisch, napfförmig, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge $6,3 \mu$, Breite $5,3 \mu$, Höhe $2,8 \mu$. Die Unterfläche ist bloß $3,4 \mu$ lang; die Seitenwand ist also stark geneigt. Die Tiefe des Binnenraumes entspricht der halben Höhe des Coccolithen. Auf dem Boden strahlen 11 Inzisuren von einem schwach eingesenkten Zentrum gegen die Seitenwand aus; diese letztere trägt 15 senkrechte Inzisuren.

42. *Coccolithites crassilabris* n. sp. (Fig. 36).

Normalelliptisch, untertassenförmig, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge $11,6 \mu$, Breite $9,2 \mu$, Höhe $3,4 \mu$. Die Seitenwand wird gegen oben hin dicker und springt insbesondere an der Innenseite stark vor. Demgemäß ist der Binnenraum unten am breitesten. Auf dem Niveau seiner geringsten horizontalen Ausdehnung ist er $6,7 \mu$ lang und $4,4 \mu$ breit; an seinem Rand ist er $1,2 \mu$ tief. Der Boden ist aufgewölbt und gegen die Mitte zu etwa doppelt so dick als am Rand. Seine obere Fläche erhebt sich fast bis zum Niveau des oberen Randes der Seitenwand. Diese letztere trägt 16 senkrechte Inzisuren, zwischen denen noch je 2 weitere, gleichlaufende, aber schwächere Linien eingeschaltet sind; sie alle finden an der oberen Fläche des Bodens ihre Fortsetzung, wo sie an einer Längsraphe fiederig angefügt sind.

43. *Coccolithites cristatus* n. sp. (Fig. 28).

Normalelliptisch, napfförmig; mit konvexem, nach der Basis sich verengendem Seitenprofil; Länge $7,9 \mu$, Breite $6,1 \mu$, Höhe 3μ . Der Boden ist kaum 1μ dick und schwach aufgewölbt. Die Seitenwand trägt 16 Inzisuren, die mit ebensovielen gegen den Binnenraum vorspringenden Leisten alternieren und mindestens an der oberen Wandpartie noch je 2 schwächere Inzisuren zwischen sich einschließen.

44. *Coccolithites Verbeeki* n. sp. (Fig. 47).

Normalelliptisch, untertassenförmig, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil. Der Coccolith ist $7,5-7,9 \mu$ lang, $5,8-6,1 \mu$ breit und $2,3-2,7 \mu$ hoch. Seine Unterseite ist $0,5 \mu$ tief aufgedellt. Er ist von 14 Poren durchbrochen; 12 derselben bilden einen peripheren Kranz, 2 weitere sind in der Mitte nach der Längsrichtung des Kalkkörpers angeordnet. Die Seitenwand ist auffallend dick ($2,1-2,3 \mu$); sie trägt 14 senkrechte Inzisuren.

45. *Coccolithites multiforatus* n. sp. (Fig. 52).

Normalelliptisch, untertassenförmig, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge $10,3 \mu$, Breite $8,1 \mu$, Höhe $3,3 \mu$. Die

Seitenwand ist $1\frac{1}{3} \mu$ dick. Der Boden ist mit seiner oberen Fläche bis zu $\frac{2}{3}$ der Höhe des Kalkkörpers aufgewölbt. Seine Dicke beträgt in der Mitte kaum die Hälfte der Höhe des Coccolithen. Er ist von zahlreichen (gegen 70) Poren durchbrochen; 23 größere Poren setzen einen peripheren Kranz zusammen, innerhalb dessen die übrigen, kleineren Poren in 3 konzentrischen Kränzen angeordnet sind. Die Seitenwand trägt etwa 28 senkrechte Inzisuren.

46. *Coccolithites attenuatus* n. sp. (Fig. 58).

Normalelliptisch, napfförmig, mit einer nach der Basis konisch sich verengenden Seitenwand; Länge $15,2 \mu$, Breite $11,2 \mu$, Höhe $6,1 \mu$. Die Dicke der Seitenwand beträgt 1μ . Der Napfboden ist schwach aufgewölbt; seine obere Fläche erhebt sich um $2,2 \mu$ über die Basis; überdies ist er in der Mitte ein wenig verdickt. Er ist von zahlreichen Poren durchbrochen, die in 3 konzentrischen Kränzen angeordnet erscheinen; der äußerste Kranz besteht aus etwa 30 Elementen.

47. *Coccolithites obliquus* n. sp. (Fig. 51).

Der Coccolith ist breitelliptisch. In seinem grundsätzlichen Bau erinnert er an die napfartigen Formen, weicht aber in manchen Merkmalen davon ab. So ist die Seitenwand an ihrer Basis außerordentlich verbreitert, und ihr Querprofil läuft gegen oben hin keilförmig zu. Außen ist das Profil unter einem Winkel von 45° geneigt, und zwar in der Hauptsache mit geraden Flanken; an der Innenseite ist es konvex und fällt an der Basis senkrecht zum Boden herab. Die Länge des Kalkkörpers beträgt $10,3 \mu$, die Breite $8,3 \mu$, die Höhe $2,9 \mu$. Der Binnenraum ist an seiner Basis $6,1 \mu$ lang und $4,1 \mu$ breit; seine Tiefe ist etwas größer als die halbe Höhe des Coccolithen. Im Zentrum trägt der Boden einen $1,8 \mu$ langen und 1μ hohen Buckel. Die überaus massive Seitenwand erscheint in der Draufsicht mit radialen, bogenförmigen Streifen verziert. Aber nicht alle Streifen, die vom Rand des Kalkkörpers ausgehen, erreichen die Grenze des Binnenraumes. Es sind über 30 solche Streifen vorhanden, wobei da oder dort 2 oder 3 von ihnen an ihren zentrumwärts gerichteten Basen verschmelzen. Die Streifen bedeuten wahrscheinlich leistenartige Verdickungen der Oberfläche.

48. *Coccolithites infralimbatus* n. sp. (Fig. 56).

Normalelliptisch, untertassenförmig; Länge $13,9 \mu$, Breite 10μ , Höhe 6μ . Boden und Seitenwand erscheinen im Profil stark bauchig verdickt. Im Niveau der stärksten Ausbauchung der Seitenwand ist der Binnenraum 7μ lang. Die Seitenwand ist dort, wo sie dem Boden aufgesetzt ist, an der Innen- wie an der Außenseite zu je einer Ringfurche eingezogen, durch die eine Basalzzone vom Körper des Coccolithen abgegrenzt wird. Diese basale Partie springt außen als Ringleiste vor. Der Boden reicht mit seiner oberen Fläche ungefähr bis zur halben Höhe des Kalkkörpers empor. An der Unterseite ist eine Aufdellung vorhanden; aber sie ist nur ganz geringfügig,

zumal die Dicke des Bodens gegen die Mitte zunimmt. Die Seitenwand ist mindestens an der Innenseite mit etwa einem Dutzend Einkerbungen versehen.

49. *Coccolithites cruciatus* n. sp. (Fig. 45).

Normalelliptisch, untertassenförmig, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge $4,5 \mu$, Breite $3,4 \mu$, Höhe $1,1 \mu$. Die Dicke der Seitenwand beträgt etwa 1μ . Der Boden ist durch ein $0,5 \mu$ dickes Kreuz vertreten, das von oben gesehen im Sinn des Uhrzeigers ein wenig verdreht erscheint und im Zentrum ein kurzes, senkrecht, über den Oberrand des Kalkkörpers etwas emporragendes Stäbchen trägt. Die Seitenwand ist mit annähernd 20 Inzisuren verziert.

c) LOPADOLITHEN.

Genus *Scyphosphaera* Lohm.

LOHMANN 1902; pag. 132, fig. 26—30 auf tab. 4.

OSTENFELD 1910.

BERNARD 1939; pag. 35, fig. 2 a.

DEFLANDRE 1942.

Gehäuse kugelförmig, ohne Mündung. Gehäusebausteine dimorph. Gehäusewand-Coccolithen untertassenförmig. Auf einem größten Kreis des Gehäuses sind abweichend gestaltete Coccolithen angeordnet. Diese sind tonnen-, ampullen-, birnen-, glocken- oder dütenförmig und setzen in ihrer Gesamtheit eine Art Schwebegürtel zusammen.

Die äquatorialen Schwebecoccolithen sind für das Genus sehr charakteristisch und lassen sich für eine systematische Gliederung desselben verwenden. Hier folgt nun der Versuch einer solchen Gruppierung, und zwar unter Mitverwendung der von DEFLANDRE aufgestellten Formen.

Unter den 19 hier aufgestellten Formen sind 12 neu.

1. Gruppe. *Lopadomorpha*.

Tonnenförmig; maximale Höhe gleich der doppelten Breite. Apex und Basis in ihrer Breite nur wenig voneinander verschieden. Profil im Oberteil stets konvex, im Unterteil meistens gleichfalls konvex, aber bei den einzelnen Formen geradlinig oder schwach konkav zur Ausbauchung emporsteigend.

50. *Scyphosphaera Apsteini* LOHM. (Fig. 109—112).

LOHMANN 1902; pag. 132, fig. 26—30 auf tab. 4.

DEFLANDRE 1942; pag. 6, fig. 10—15.

Die Höhe ist entweder größer oder kleiner als die Breite. Das seitliche Profil ist im ganzen parabolisch oder mehr einem Kreisbogen genähert. Die maximale Breite der Tonne ist entweder auf halber Höhe gelegen oder gegen die Basis, bzw. gegen den Apex verschoben. Die Breite des Apex ist entweder gleich derjenigen der Basis oder kleiner, bzw. größer.

Dimensionen: Höhe $8-14 \mu$,

Breite $10-13 \mu$,

Breite des Apex $7,2-8 \mu$,

Breite der Basis $5-7,3 \mu$.

51. *Scyphosphaera globulosa* n. sp. (Fig. 113).

Die Höhe ist nur um wenig größer als die Breite. Das seitliche Profil ist durchaus konvex, beiläufig kreisbogenförmig. Der Apex ist etwas schmaler als die Basis.

Dimensionen: Höhe 20 μ ,
 Breite 19 μ ,
 Breite des Apex 7 μ ,
 Breite der Basis 8 μ .

52. *Scyphosphaera procera* n. sp. (Fig. 108, 114).

Die Gestalt ist schlanker als bei der vorigen Form. Der Apex ist ebenso breit oder breiter als die Basis. Das Maximum der Breite ist in $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ der Höhe gelegen.

Dimensionen: Höhe 13,3—13,8 μ ,
 Breite 8,5—10,3 μ ,
 Breite des Apex 5,5—7 μ ,
 Breite der Basis 3—5,2 μ .

53. *Scyphosphaera recta* DEFL. (Fig. 115, 116).

Scyphosphaera Apsteini LOHM. var. *recta* DEFL.
 DEFLANDRE 1942, pag. 7, fig. 16.

Das seitliche Profil steigt am Unterteil bis zur Ausbauchung geradlinig auf. Der Apex ist ein wenig breiter als die Basis.

Dimensionen: Höhe 16,7—22 μ ,
 Breite 12—14,5 μ ,
 Breite des Apex 6—8 μ ,
 Breite der Basis 5—6,5 μ .

54. *Scyphosphaera piriformis* n. sp. (Fig. 117).

Gestalt birnförmig. Das seitliche Profil steigt im Unterteil bis zur Ausbauchung konkav empor. Der Apex ist breiter als die Basis.

Dimensionen: Höhe 20 μ ,
 Breite 15,2 μ ,
 Breite des Apex 10,8 μ ,
 Breite der Basis 4,8 μ .

55. *Scyphosphaera ampla* n. sp. (Fig. 118).

Die Breite übersteigt ein wenig die Höhe. Die maximale Breite ist in etwa $\frac{2}{3}$ der Höhe gelegen. Das seitliche Profil steigt im Unterteil bis zur Ausbauchung konkav empor.

Dimensionen: Höhe 21 μ ,
 Breite 24,3 μ ,
 Breite des Apex 17,8 μ ,
 Breite der Basis 9,6 μ .

2. Gruppe. *Marginatae*.

Gestalt birn- bis krugförmig. Öffnungsrand einwärts gebogen. Wand in der Gegend des Apex verdickt, aber gegen die Basis hin allmählich dünner werdend.

56. *Scyphosphaera recurvata* DEFL. (Fig. 121).*Scyphosphaera Apsteini* LOHM. var. *recurvata* DEFL.

DEFLANDRE 1942, pag. 8, fig. 17—20.

Die Gestalt ist birnförmig. Die maximale Breite liegt in $\frac{3}{4}$ bis $\frac{4}{5}$ der Höhe. Der Apex ist breiter als die Basis, die Öffnung aber schmaler. Es fanden sich zwei Exemplare. Das eine derselben kann nur mit Vorbehalt zu dieser Spezies gerechnet werden, da an ihm kein Boden vorhanden ist; doch scheint diese Eigentümlichkeit des Exemplars auf diagenetischem Substanzabbau zu beruhen.

Dimensionen: Höhe 17,5—24 μ ,
 Breite 15,8—21,3 μ ,
 Breite des Apex 10—13,5 μ ,
 Breite der Öffnung 3—8 μ ,
 Breite der Basis 5—7,5 μ .

3. Gruppe. *Pennaeformes*.

Zylindrisch, spulen- oder kannenförmig. An der Basis nur eine leichte oder gar keine Einziehung vorhanden.

57. *Scyphosphaera cylindrica* n. sp. (Fig. 119).

Gestalt zylindrisch. Flanken mehr oder weniger geradlinig und parallel. Höhe bedeutender als die Breite.

Dimensionen: Höhe 14 μ ,
 Breite 11 μ .

58. *Scyphosphaera canescens* n. sp. (Fig. 120).

Gestalt röhrenartig. Die Höhe beträgt etwa das vierfache der Breite. Die Basis ist ein wenig eingezogen, der Öffnungsrand ein wenig erweitert.

Dimensionen: Höhe 19,6 μ ,
 Breite 6,7 μ ,
 Breite des Apex 7 μ ,
 Breite der Basis 5,5 μ .

59. *Scyphosphaera penna* n. sp. (Fig. 122).

Gestalt nähspsulenförmig, d. h. Apex und Basis sind annähernd gleich breit, und das seitliche Profil ist beiderseits in identischem Ausmaß konkav. Somit ist eine im großen und ganzen horizontale Symmetrieebene vorhanden. Die Höhe ist bedeutender als die Breite des Apex, bzw. der Basis.

Dimensionen: Höhe 12 μ ,
 Breite in mittlerer Höhe 8,5 μ ,
 Breite des Apex, bzw. der Basis 10 μ .

60. *Scyphosphaera cantharellus* n. sp. (Fig. 123).

Gestalt kannenförmig. Von der breiten Basis aus steigt das seitliche Profil schwach konvex und konvergent auf. Unterhalb der erweiterten Öffnung liegt die halsartige engste Stelle des Lopadolithen. Die Breite des Apex ist geringer als jene der Basis.

Dimensionen: Höhe 18 μ ,
 Breite des Apex 8 μ ,
 Breite des Halses 7,3 μ ,
 Breite der Basis 10,6 μ ,
 Niveau des Halses über Basis 13,6 μ .

4. Gruppe. *Clavellosae*.

Gestalt schlank. Die Höhe beträgt das $2\frac{1}{2}$ - bis 3-fache der Breite. Das seitliche Profil ist im Unterteil konvex, steigt aber dann im Oberteil sanft konkav in die Höhe. Der Apex ist schmaler als die Basis.

61. *Scyphosphaera lagena* n. sp. (Fig. 124, 127).

Charakteristik wie bei der übergeordneten Gruppe.

Dimensionen: Höhe 14,4—23 μ ,
 Breite 6,5—9,5 μ ,
 Breite des Apex 3,7—4,3 μ ,
 Breite der Basis 4,2—6,8 μ .

5. Gruppe. *Corollatae*.

Gestalt tonnenartig. Öffnungsrand kragenförmig erweitert und vom tonnenförmigen Teil durch eine halsartige Verengung abgesetzt.

62. *Scyphosphaera amphora* DEFL. (Fig. 125, 126).

DEFLANDRE 1942; pag. 8, fig. 21, 22.

Die halsartige Einschnürung erscheint konkav gerundet.

Dimensionen: Höhe 14,6—18 μ ,
 Breite des tonnenförmigen Teils 10—14 μ ,
 Breite des Halses 7,4—11,8 μ ,
 Breite des Apex 9,2—13,5 μ ,
 Breite der Basis 6,5—9,5 μ ,
 Höhe des Halses über der Basis 11—12 μ .

63. *Scyphosphaera pulcherrima* DEFL. (Fig. 128, 129).

DEFLANDRE 1942; pag. 9, fig. 28—31.

Die halsartige Einschnürung ist mehr oder weniger scharf.

Dimensionen: Höhe 9,5—12,8 μ ,
 Breite des tonnenförmigen Teils 7,6—8,5 μ ,
 Breite des Apex 8,5—10,4 μ ,
 Breite der Basis 3,6—4,8 μ ,
 Höhe der halsartigen Einschnürung über der Basis
 7—10,5 μ .

6. Gruppe. *Elongatae*.

Hier ist eine sehr charakteristisch gebaute Basalzone vorhanden. Sie ist sehr niedrig, und ihre divergenten, nur schwach gekrümmten Flanken gehen an der oberen Grenze dieser Zone in die auffallend scharf gekrümmte breiteste Partie des Lopadolithen über. Von da an steigt das Profil gerade oder in sanfter Konkavität zum Apex empor. Dieser Oberteil ist kegel-

förmig, oder er geht entweder in ein gleichmäßig dickes Rohr oder in eine trichterförmige Erweiterung über.

64. *Scyphosphaera conica* n. sp. (Fig. 130, 131).

Profil im Oberteil geradlinig und konvergent aufsteigend. Die Breite des Apex ist gleich derjenigen der Basis, oder sie ist geringer. Die Höhe beträgt das $2\frac{1}{2}$ - bis 4-fache der Breite.

Dimensionen: Höhe 19,2—22 μ ,
 Breite 7—9 μ ,
 Breite des Apex 4,5—4,7 μ ,
 Breite der Basis 4,2—6 μ ,
 Höhe der Basalzzone 2 μ .

65. *Scyphosphaera turris* n. sp. (Fig. 132).

Profil im Oberteil in sanfter Konkavität und konvergent aufsteigend. Die Breite des Apex ist etwas geringer als jene der Basis.

Dimensionen: Höhe 21,2—24 μ ,
 Breite 7,1—9 μ ,
 Breite des Apex 4,2—5 μ ,
 Breite der Basis 5,8—6,9 μ ,
 Höhe der Basalregion 2,7 μ .

66. *Scyphosphaera tubifera* n. sp. (Fig. 133).

Der Oberteil geht in ein Rohr von gleichmäßiger Dicke aus. Dieses Rohr ist schmaler als die Basis.

Dimensionen: Höhe 22,2—23,3 μ ,
 Breite 6,3—8 μ ,
 Breite des Apex 2,8—5,6 μ ,
 Breite der Basis 3—4,6 μ ,
 Höhe der Basalregion 1,6 μ .

67. *Scyphosphaera campanula* DEFL. (Fig. 134).

DEFLANDRE 1942; pag. 10, fig. 23—27.

Gestalt glockenförmig. Profil von der Basalregion bis zur Apicalregion geradlinig und konvergent aufsteigend. Die Apicalregion besteht in einem erweiterten Mündungsrand, dessen Höhe beiläufig derjenigen der Basalregion entspricht.

Dimensionen: Höhe 24,5 μ ,
 Breite 15,5 μ ,
 Breite des Apex 15,5 μ ,
 Breite der Basis 11 μ .

68. *Scyphosphaera intermedia* DEFL. (Fig. 140).

DEFLANDRE 1942; pag. 10, fig. 32—36.

Der Oberteil ist gegen den Apex hin dütenförmig erweitert. Das Seitenprofil ist sanft konkav. Der Apex hat dieselbe Breite wie die Basis, oder er ist nicht weit davon verschieden.

Dimensionen: Höhe 13,3—30,5 μ ,
 Breite der Ausbauchung 6,8—10,6 μ ,
 Breite der engsten Stelle 3,9—6,9 μ ,
 Breite des Apex 7—10,4 μ ,
 Breite der Basis 5,6—8 μ .

d) CYCLOLITHEN.

Ringförmig; von einfachem, an die Discolithen sich anschließendem Aufbau.

Es werden 8 (neue) Formen dargestellt.

69. *Coccolithites pachys* n. sp. (Fig. 42).

Normalelliptisch, mit einem nach der Basis sich verengenden Seitenprofil. Länge 9,2 μ , Breite 7 μ , Höhe 2,8 μ . Der Binnenraum ist 3,6 μ lang, 2,7 μ breit. Die Breite des Ringquerschnittes entspricht also ungefähr seiner Höhe. Die Oberseite fällt gegen die Peripherie dachartig ab. Der Ring trägt 7 Kerben im Umkreis.

70. *Coccolithites lepidus* n. sp. (Fig. 46).

Normalelliptisch, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge 5,2 μ , Breite 3,7 μ , Höhe 1,4 μ . Der Binnenraum ist 2,6 μ lang, 1,5 μ breit. Die Breite des Ringquerschnittes entspricht ungefähr der Höhe desselben. Die Oberseite fällt gegen die Peripherie dachartig ab. Der Ring ist mit 16 Kerben im Umkreis verziert.

71. *Coccolithites multiradiatus* n. sp. (Fig. 49).

Normalelliptisch, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge 7,4 μ , Breite 6,3 μ , Höhe 2,2 μ . Der Binnenraum ist 3,3 μ lang, 2,9 μ breit. Die Breite des Ringquerschnittes entspricht ungefähr seiner Höhe. Die Oberseite fällt gegen die Peripherie dachartig ab. Der Ring trägt annähernd 30 Kerben im Umkreis.

72. *Coccolithites tornatus* n. sp. (Fig. 53).

Normalelliptisch, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge 7,1 μ , Breite 6,3 μ , Höhe 1,8 μ . Der Binnenraum ist 3,6 μ lang und 2,7 μ breit. Die Breite des Ringquerschnittes übertrifft ein wenig seine Höhe. Die Oberseite fällt gegen die Peripherie dachartig ab. Der Ring trägt 22 Inzisuren, die in der Draufsicht gegen die Richtung des Uhrzeigers verdreht erscheinen.

73. *Coccolithites cingulum* n. sp. (Fig. 50).

Coccolith normalelliptisch, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge 3,2 μ , Breite 2,2 μ , Höhe 1,3—1,4 μ . Im optischen Querschnitt wird der Ringkörper nach der Basis zu dünner; in der oberen, stärkeren Partie beträgt seine Dicke etwa $\frac{2}{3}$ μ .

74. *Coccolithites modestus* n. sp. (Fig. 43).

Normalelliptisch, Seitenprofil nach der Basis konisch sich verengend;

Länge 3,9 μ , Breite 2,8 μ , Höhe 1,7 μ . Der Ringkörper-Querschnitt ist etwa 0,5 μ dick; er trägt ungefähr zwei Dutzend senkrechte Kerben im Umkreis.

75. *Coccolithites imago* n. sp. (Fig. 60).

Breitelliptisch; seitliches Profil konvex. Der Apex ist ein wenig breiter als die Basis. Der Kalkkörper ist 10 μ lang, 8,7 μ breit, 5,6 μ hoch. Der Körper des Ringes ist oben 1,8 μ dick und wird gegen die Basis zu etwas dünner. Er trägt annähernd 50 senkrechte Kerben im Umkreis.

76. *Coccolithites acutus* n. sp. (Fig. 61).

Kreisrunder Ring. Der äußere Durchmesser ist 8,9 μ ; der innere beträgt oben 4,2 μ , unten 3,4 μ , die Höhe 3,3 μ . Der Querschnitt des Ringkörpers hat beiläufig den Umriß eines gleichseitigen Keiles, dessen Flanken konvex sind und dessen nach außen gewendete Kante etwas gerundet ist. Ober- und Unterseite tragen eine (von oben gesehen gegen den Uhrzeiger) schief gestellte Kerbung, die ungefähr 40 Elemente im Umkreis enthält.

e) ZYGOLITHEN.

Der Coccolith besteht aus einem elliptischen, nach unten konisch sich verengenden niedrigen Röhrenstück, an welchem die gegenüberliegenden Seitenteile durch ein brückenartiges Gebilde (Joch, Jugum) verbunden sind.

Es haben sich drei hieher gehörige (neue) Formen gefunden.

77. *Coccolithites sculptus* n. sp. (Fig. 66).

Normalelliptisch, seitliches Profil nach der Basis konisch sich verengend; Länge 10 μ , Breite 7,4 μ , Höhe 2,2 μ (mit Einschluß des Jugums 3,3 μ). Der Binnenraum ist 6,1 μ lang und 2,7 μ breit. Das Jugum hat eine Breite von 1,7 μ . Eine aus etwa 30 Elementen bestehende Randkerbung war festzustellen.

78. *Coccolithites sondanensis* n. sp. (Fig. 64).

Breitelliptisch, mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil; Länge 9,3 μ , Breite 8 μ , Höhe (mit Einschluß des Jugums) 3,7 μ . Der Binnenraum ist 6,2 μ lang und 4,4 μ breit. Das Jugum ist 2,6 μ breit. Der Kalkring trägt eine Kerbung, bestehend aus einem Dutzend Elementen im Umkreis; desgleichen eine einseitig geneigte Streifung aus etwa 3 Dutzend Elementen. Diese letztere tritt an der Unterseite viel deutlicher in Erscheinung als an der Oberseite; an der Unterseite ist sie gegen den Sinn des Uhrzeigers schief gestellt.

79. *Coccolithites caelatus* n. sp. (Fig. 5).

Normalelliptischer Kalkring; 8,7 μ lang, 6,9 μ breit, 2,4 μ hoch; mit einem nach der Basis konisch sich verengenden Seitenprofil. Am oberen Rand ist ein schwach emporgewölbtes Kreuz eingesetzt, dessen Balken in den Richtungen der beiden Ellipsenachsen liegen. In der Mitte desselben

erhebt sich ein winziger Buckel. Der Kalkring selbst trägt 16 senkrechte Kerben, zwischen denen wiederum je 2 zartere Kerben eingeschaltet sind.

f) TREMALITHEN (MIT EINSCHLUSS DER GENERA CYCLOCOCOLITHUS, COCCOLITHUS UND HELICOSPHERA).

Grundriß kreisrund, elliptisch oder spiralig. Aufbau häufig kompliziert, u. zw. manschettenknopfartig; oder er ist sekundär vereinfacht. Eine zentrale, mitunter sekundär verdoppelte Durchbrechung meist vorhanden.

Unter den 29 hierher gehörigen Formen, welche im folgenden dargestellt sind, befinden sich 26 neue. Bei den übrigen handelt es sich um Arten, die man aus dem rezenten Formenbestand her kennt. Von diesen gehört eine zum Genus *Coccolithus* (Manschettenknopfform von elliptischem Grundriß), eine weitere zum Genus *Cyclococcolithus* (Manschettenknopfform von kreisrundem Umriß); eine dritte endlich bildet das monotypische Genus *Helicosphaera* (Manschettenknopfform von spiraligem Bau).

80. *Cyclococcolithus Wanneri* n. sp. (Fig. 54).

Kreisrund, manschettenknopfartig. Die distale Randscheibe hat einen größeren Durchmesser als die proximale; die erstere mißt 4,1 μ , die letztere 3,7 μ . Die Höhe des Coccolithen beträgt 1,5 μ , die Höhe der distalen Randscheibe 0,8 μ , der äußere Durchmesser des Mittelstückes 3,3 μ , die Weite des Binnenraumes 2,4 μ . Beide Scheiben fallen gegen die Peripherie dachartig ab und sind mit je 22 radialen Kerben verziert.

81. *Cyclococcolithus pauciradiatus* n. sp. (Fig. 55).

Kreisrund, manschettenknopfartig. Die distale Randscheibe hat einen größeren Durchmesser als die proximale; die erstere mißt 4,5 μ , die letztere 3,5 μ im Durchmesser. Die Höhe des Coccolithen beträgt ca. 1,7 μ , der äußere Durchmesser des Mittelstückes ca. 1,5 μ , die Weite der Pore 0,8 μ . Beide Scheiben fallen mit konvexen Flanken gegen die Peripherie dachartig ab. Mindestens die distale Scheibe hat eine aus ca. 15 Elementen bestehende radiäre Kerbung.

82. *Cyclococcolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILL. (Fig. 65, 67—69, 72—74).

Coccosphaera leptopora MURRAY & BLACKMAN 1898, pag. 430—432, fig. 1, 3, 5, 5 a auf tab. 15. — *Coccolithophora leptopora* (MURR. & BLACKM.) LOHMANN 1902, pag. 138, fig. 52 u. 61—64 auf tab. 5. — *Coccolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILLER 1930, pag. 245.

Grundriß kreisrund; Aufbau manschettenknopfartig. Die distale Randscheibe besitzt einen größeren Durchmesser als die proximale. Die erstere hat einen Durchmesser von 4,4—11 μ und eine Höhe von 1—3,4 μ ; der Durchmesser der proximalen Scheibe beträgt 3,4—8,1 μ . Beide Scheiben fallen gegen die Peripherie mit konvexen Flanken dachartig ab. Durchmesser des Mittelstückes 1,4—3,8 μ ; Weite der zentralen Bohrung 0,5—1,7 μ ; Gesamthöhe des Kalkkörpers 1,6—4,5 μ . Mindestens die distale Scheibe ist mit bogenförmigen Inzisuren verziert, deren Konkav-

seite nach der Richtung der Uhrzeigerbewegung gewendet erscheint.

In korrodiertem Zustande zeigt die distale Randscheibe entweder gekrümmte oder gerade Rippen, die vom Zentrum zur Peripherie ziehen. Die gekrümmten sind in der Draufsicht mit ihrer Konkavseite gegen die Richtung des Uhrzeigers gewendet. Die geraden Rippen sind an den einen Individuen gleichfalls gegen den Uhrzeiger ein wenig schief gestellt, an anderen Individuen sind sie streng radial. Die Rippen können am peripheren Ende in der Richtung gegen den Uhrzeiger abgknickt sein, oder sie können hammerförmig verbreitert sein. Je nach der Größe des Tremalithen sowie der Korrosion schwankt die Zahl der Radien zwischen 14 und 44. Die verschiedenen Erscheinungsformen der Radien können an einem und demselben Kalkkörper miteinander kombiniert auftreten.

83. *Cyclococcolithus moluccensis* n. sp. (Fig. 62).

Kreisrund, manschettenknopfartig. Durchmesser der distalen Randscheibe 4,7—6,1 μ , Höhe derselben 1,2—2,8 μ . Der Binnenraum hat eine Weite von 1,2—4,4 μ , das Mittelstück einen Durchmesser von 2,6—5,8 μ . Die distale Randscheibe fällt mit geraden Flanken dachartig nach der Peripherie ab. Die proximale Randscheibe setzt am Mittelstück mit sehr breiter Basis an und ist gegen die Peripherie keilförmig zugespitzt, anstatt wie bei der distalen Scheibe der meisten manschettenknopfförmigen Tremalithen in beiläufig gleichbleibender Dicke dachartig abzufallen. Der Binnenraum ist an seiner Basis von einem gegen unten vorgewölbten Querseptum abgeschlossen. Beide Randscheiben tragen je nach der Größe des Exemplars 28—44 radiale Inzisuren.

Die Größe dieser Tremalithen unterliegt einer bedeutenden Variabilität. Die Art und Weise des Aufbaues ist nur an den größten Exemplaren zu erkennen; an den kleinsten sind Einzelheiten nicht mehr zu unterscheiden, und nur das Vorhandensein einer lückenlosen Reihe von Übergängen in der Größe macht es wahrscheinlich, daß auch die kleinsten den nämlichen grundsätzlichen Aufbau besitzen.

84. *Cyclococcolithus hemisphaericus* n. sp. (Fig. 57).

Kreisrund, manschettenknopfförmig. Der Durchmesser der distalen Randscheibe beträgt 6,3 μ , jener der proximalen Scheibe 5,8 μ , die Höhe der ersteren 2,4 μ . Die Gesamthöhe des Kalkkörpers erreicht 3,9 μ . Die Weite der zentralen Bohrung ist 0,5 μ . Die Wölbung der distalen Scheibe ist geradezu halbkugelig, jedenfalls viel stärker als bei *Cocc. leptoporus*. Mindestens die distale Randscheibe ist mit bogenförmigen Rillen verziert, deren Konvexeite in die Richtung des Uhrzeigers fällt. Es sind etwa 36 Rillen im Umkreis vorhanden.

85. *Coccolithites collaris* n. sp. (Fig. 76).

Kreisrund, mit starker Andeutung eines Aufbaues nach Art der manschettenknopfförmigen Typen. Eine distale Randscheibe ist deutlich ausgeprägt, während die proximale Scheibe nur durch eine Ausbiegung der

unteren Partie des Mittelstückes angedeutet erscheint. Der Durchmesser des Kalkkörpers beträgt $6,2 \mu$, die Höhe desselben $2,9 \mu$, die Höhe der distalen Randscheibe 1μ , der Durchmesser des Binnenraumes $3,8 \mu$. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß an der Basis des Coccolithen ein zartes horizontales Querseptum vorhanden ist, wenn es sich auch nicht deutlich sichtbar machen ließ. Seine Existenz ergibt sich aber aus der Anwesenheit von Fremdkörpern, die im Binnenraum förmlich zu schwebenscheinen und mit ihren abwärts gewendeten Seiten genau dem Niveau der Basis des Coccolithen entsprechen. Die distale Randscheibe hat geradlinige, gegen die Peripherie unter einem Winkel von 45° abfallende Flanken. Sie ist mit etwa 36, in der Draufsicht gegen den Sinn des Uhrzeigers gewendeten Rillen verziert; ebensolche Rillen setzen sich am Mittelstück zur Basis fort. Von der Seite gesehen verlaufen die Rillen allenthalben unter einem kleinen Winkel gegen die Senkrechte von links oben nach rechts unten.

86. *Coccolithites humilis* n. sp. (Fig. 59).

Kreisrund, manschettenknopfförmig. Die distale Randscheibe hat einen größeren Durchmesser als die proximale. Der Durchmesser der ersteren beträgt $4,4 \mu$, die Höhe des ganzen Kalkkörpers 1μ , der Durchmesser des Binnenraumes $3,1 \mu$. Die Grenze zwischen den beiden Randscheiben ist anscheinend nur durch eine sehr enge Ringfurche gekennzeichnet. Ein Querseptum scheint nicht vorhanden zu sein. Der Ring ist mit 28 Kerben im Umkreis verziert.

87. *Cyclococcolithus elatus* n. sp. (Fig. 78).

Der Kalkkörper ist kreisrund, manschettenknopfförmig. Der Durchmesser der distalen Randscheibe beträgt 6μ , jener der proximalen Scheibe 3μ . Die distale Scheibe ist $2,2 \mu$ hoch, der ganze Kalkkörper $2,5 \mu$, der Durchmesser des Mittelstückes $1,3 \mu$. Die distale Randscheibe zeigt eine auffallend hohe Wölbung. Eine Riefung ist deutlich festzustellen. Die Riefen heben sich in dunklem Farbton von den eingesenkten Zwischenpartien ab und sind als schmale, streng radiär gestellte, am peripheren Ende keulig angeschwollene Leisten ausgebildet.

88. *Cyclococcolithus Tanianus* n. sp. (Fig. 83).

Der Kalkkörper ist kreisrund. Nur die distale Randscheibe ist voll entwickelt; ihr Durchmesser beträgt $9,3 \mu$, ihre Höhe 2μ ; die Flanken fallen gegen die Peripherie konvex ab. Das Mittelstück hat einen Durchmesser von $2,4 \mu$, die zentrale Durchbohrung desselben eine Weite von $1,2 \mu$. An seinem basalen Rand trägt das Mittelstück eine Verbreiterung, die als Rudiment der proximalen Randscheibe zu deuten ist. Die distale Scheibe trägt eine bogige Streifung. Die Streifen gehen vom Zentrum (Pore) genau in radialer Richtung aus, um aber schon nach einem Viertel ihres Verlaufes eine Kurve einzuschlagen; in den letzten zwei Dritteln ziehen sie wiederum streng geradlinig bis an den Rand der Scheibe weiter, und zwar unter einem Winkel von 30° im Sinn des Uhrzeigers schief gestellt. Man zählt ungefähr 44 solche Streifen im Umkreis.

89. *Cyclococcolithus tropicus* n. sp. (Fig. 79).

Kreisrund; nur die distale Randscheibe voll entwickelt; diese mit einem Durchmesser von 11μ und einer Höhe von $3,4 \mu$. Durchmesser der proximalen Scheibe $7,2 \mu$; Weite der zentralen Durchbohrung $3,3 \mu$. Die proximale Scheibe ist geradezu nur als eine nach unten gerichtete, dünnwandige, gegen außen ein wenig trichterförmig erweiterte Fortsetzung des ziemlich dickwandigen Mittelstückes aufzufassen. Die distale Randscheibe ist mit 48 Inzisuren versehen, welche in der Draufsicht des Kalkkörpers unter einem Winkel von etwa 20° in die Bewegungsrichtung des Uhrzeigers schief gestellt sind. Gegen das Zentrum zu, an der Grenze des Mittelstückes, erfahren diese Linien einen stumpfwinkligen Knick, um sich dann im eigentlichen Bereich des Mittelstückes in einem gleich großen Winkel nach der Gegenseite zu wenden.

Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß die an der Oberseite sichtbaren Radien sich an der Unterseite in zarte vertikale blattartige Gebilde fortsetzen, etwa nach Art der Lamellen an der Unterseite des Hutes der Blätterpilze.

90. *Coccolithites unilimbatus* n. sp. (Fig. 80).

Kreisrund; nur proximale Randscheibe vorhanden. Durchmesser $4,8-7,5 \mu$, Durchmesser des Mittelstückes $3,9-5,6 \mu$, Weite des Binnenraumes $2,8-4,2 \mu$. Die Höhe des Kalkkörpers beträgt $1,7-2 \mu$. Randscheibe und Mittelstück sind gleicherweise mit annähernd 30 Inzisuren versehen. Der Binnenraum ist im Niveau der Randscheibe durch ein Querseptum abgeschlossen, das ebenso dick wie die Randscheibe ist. Dieses Septum darf als eine Art zentripetaler Fortsetzung der Scheibe angesehen werden.

91. *Cyclococcolithus crateriformis* n. sp. (Fig. 84).

Coccolith kreisrund, manschettenknopfförmig. Beide Randscheiben fallen gegen die Peripherie dachartig ab; die distale hat ein konvexes, die proximale ein geradliniges Profil. Der distalen Scheibe ist ein Ringwall aufgesetzt. Der Durchmesser dieser Scheibe beträgt $8,1 \mu$, der äußere Durchmesser des Ringwalls $3,6 \mu$, derjenige der proximalen Scheibe $6,9 \mu$. Der Durchmesser des Mittelstückes ist $3,1 \mu$, die Weite der zentralen Pore $1,6 \mu$. Gesamthöhe des Kalkkörpers 5μ . Beide Randscheiben sind (unter Einschluß des Ringwalles) mit 20 streng radialen Inzisuren verziert.

92. *Coccolithus Brouweri* n. sp. (Fig. 71, 75).

Das Gehäuse ist kugelförmig; sein Durchmesser beträgt $8,8 \mu$. Eine Gehäusemündung ist nicht vorhanden. Die Coccolithen stoßen an Randpunkten der distalen Scheiben aneinander.

Die Coccolithen sind normalelliptisch, manschettenknopfförmig. Die distale Scheibe ist $3,2 \mu$ lang, $2,7 \mu$ breit und $0,9 \mu$ hoch. Der Binnenraum ist $1,2 \mu$ lang und 1μ breit. Die Gesamthöhe des Kalkkörpers beträgt $1,4 \mu$.

Beide Randscheiben fallen gegen die Peripherie mit geraden Flanken dachartig ab. Mindestens die distale Scheibe ist mit 1 Dutzend radialen Inzisuren verziert.

93. *Coccolithus areolatus* n. sp. (Fig. 91).

Coccolith ein wenig breitelliptisch, manschettenknopfförmig. Die distale Randscheibe ist $8,9 \mu$ lang, $7,8 \mu$ breit und $2,9 \mu$ hoch; ihr seitliches Profil ist stark konvex und geht auch gerundet in die Unterseite über. Die proximale Scheibe ist 6μ lang, das Mittelstück $4,9 \mu$, der Binnenraum $3,6 \mu$. Dieser letztere ist an seiner Basis durch ein horizontales Querseptum, das gewissermaßen eine zentripetale Fortsetzung der proximalen Randscheibe bildet, abgeschlossen. In der Mitte ist das Septum von einer 1μ langen Pore durchbrochen. Die Gesamthöhe des Kalkkörpers beträgt $3,8 \mu$. Die distale Randscheibe ist mit 14 senkrechten Inzisuren verziert, die sich über das Mittelstück hinweg bis auf das Querseptum fortsetzen.

94. *Coccolithus membranaceus* n. sp. (Fig. 85).

Normalelliptisch, manschettenknopfförmig; Länge $9,3-12,6 \mu$, Breite $7,8-10 \mu$, Höhe $2,2-3,3 \mu$. Der Binnenraum ist $4,5-7,8 \mu$ lang und $3-5,9 \mu$ breit. Die beiden Randscheiben fallen mit geradem Profil dachartig gegen die Peripherie ab. Sie sind beide mit 40–44 radialen Inzisuren verziert. Der Binnenraum ist offenbar durch ein vollkommen durchsichtiges Querseptum abgeschlossen; dies ergibt sich aus dem Vorhandensein von Fremdkörpern, welche im Binnenraum frei zu schweben scheinen und nur von einem Septum in ihrer Lage festgehalten werden können.

95. *Coccolithus pelagicus* (WALL.) SCHILL. (Fig. 86, 87).

Coccosphaera pelagica WALLICH 1877, pag. 348, fig. 1, 2, 5, 11, 12 auf tab. 17.
— *Coccosphaera atlantica* OSTENFELD 1899, fig. 1. — *Coccolithophora pelagica* (WALL.) LOHMANN 1902 (pro parte), pag. 138, fig. 58 a und 58 c auf tab. 5. — *Coccolithus pelagicus* (WALL.) SCHILLER 1930, pag. 246 (pro parte).

Gehäuse ungefähr kugelig. Der Durchmesser beträgt $6,7-14,7 \mu$. Eine Gehäusemündung ist nicht vorhanden. Die Gehäuseelemente stoßen lückenlos zusammen und greifen auch mit den Randscheiben übereinander. Sie haben elliptischen Grundriß. Die distale Randscheibe ist $6-10 \mu$ lang, $4,8-9 \mu$ breit und $1,8-3 \mu$ hoch; die proximale Randscheibe ist $4,6-7,7 \mu$ lang. Die Gesamthöhe des Coccolithen beträgt $2,6-4,4 \mu$. Beide Randscheiben fallen nach der Peripherie mit geradem Profil dachartig ab. Das Mittelstück ist gegen die Basis hin ein wenig konisch verengt; es ist $3,4-5,6 \mu$ lang. An der Basis des Binnenraumes, d. h. im Niveau des Ansatzes der proximalen Randscheibe, befindet sich eine Querbrücke, die daselbst den Raum derart in zwei Teile teilt, daß er als ein in der Längsrichtung des Kalkkörpers orientiertes Porenpaar erscheint. Jede der beiden Randscheiben trägt eine Fiederstreifung, welche, von oben gesehen, in der Bewegungsrichtung des Uhrzeigers schief gestellt erscheint. Diese Streifung greift auch auf das Mittelstück über.

96. *Cyclococcolithus turgens* n. sp. (Fig. 77).

Normalelliptisch, manschettenknopfförmig. Die distale Randscheibe ist $8,9 \mu$ lang, $7,8 \mu$ breit und $2,8 \mu$ hoch. Die proximale Randscheibe ist $6,7 \mu$ lang und $4,7 \mu$ breit. Länge des Binnenraumes $4,2 \mu$, Breite $3,6 \mu$. Als zentripetale Fortsetzung der proximalen Randscheibe erscheint ein den Binnenraum gegen unten abschließendes Querseptum mit einer $0,8 \mu$ langen und $0,5 \mu$ breiten Pore im Zentrum. Die distale Randscheibe trägt 14 senkrechte Inzisuren.

97. *Coccolithites pinguis* n. sp. (Fig. 70).

Breitelliptische, ein wenig aufgewölbte, dicke Platte. Sie entspricht der distalen Randscheibe manschettenknopfförmiger Typen. Die Länge beträgt $6,7 \mu$, die Breite $5,9 \mu$, die Höhe $1,9 \mu$ und die Dicke $1,3 \mu$. Die Platte enthält im Zentrum eine Durchbohrung von länglichem Querschnitt. Diese Pore ist 1μ lang. An der Unterseite der Platte ist sie von einer vorspringenden Ringleiste eingefasst, die als Rudiment des Mittelstückes zu deuten ist. Eine proximale Randscheibe ist nicht einmal andeutungsweise vorhanden. Die Platte ist mit streng radialen Leisten (die als dunkle Streifen erscheinen), 28 an der Zahl, versehen.

98. *Coccolithus radiatus* n. sp. (Fig. 92).

Auffallend breitelliptische, fast kreisrunde Kalotte. Ihre Länge beträgt $9,3 \mu$, ihre Breite $8,9 \mu$ und ihre Höhe $2,8 \mu$. Die Dicke entspricht der halben Höhe. Nach unten ragt in der Mitte ein kurzes röhrenförmiges Gebilde vor, das dem Mittelstück entspricht; es ist $2,5 \mu$ lang und $2,2 \mu$ breit; die zentrale Durchbohrung hat die Abmessungen $1,7 : 0,6 \mu$. Der basale Rand dieses Rohres liegt genau im Niveau des äußeren Randes der Scheibe, die als distale Randscheibe anzusprechen ist. Irgend eine Andeutung der proximalen Randscheibe ist nicht festzustellen. Die Kalotte ist mit 26 in der Draufsicht dunkel erscheinenden erhabenen Rippen versehen, die der Mehrzahl nach geradlinig verlaufen, zum kleinen Teil aber schwach gebogen und einseitig (von oben gesehen gegen den Uhrzeiger) schief gestellt sind.

99. *Coccolithus decussatus* n. sp. (Fig. 88).

Normalelliptisch, manschettenknopfförmig. Die distale Randscheibe ist $8,5 \mu$ lang, $6,7 \mu$ breit und $2,3 \mu$ hoch. Die proximale Randscheibe ist $7,5 \mu$ lang. Der Binnenraum ist $4,4 \mu$ lang und $3,6 \mu$ breit. Der letztere ist unten durch ein Gebilde abgeschlossen, das als eine zentripetale Fortsetzung der proximalen Randscheibe aufzufassen ist. Es besteht aus einem peripheren Ring, dem ein in den beiden Ellipsenachsen gelegenes rechtwinkliges Kreuz (Balkendicke $0,8 \mu$) eingeschrieben ist. Beide Randscheiben tragen eine radiale Rillung aus 18 Elementen.

100. *Coccolithus cruciferus* n. sp. (Fig. 89).

Normalelliptisch, manschettenknopfförmig. Die distale Randscheibe ist $8,2 \mu$ lang, $6,9 \mu$ breit und $1,7 \mu$ hoch. Die proximale Scheibe ist 7μ lang.

Das Mittelstück ist 5μ lang und $3,3 \mu$ breit. An der Basis des Binnenraumes, gewissermaßen als zentripetale Fortsetzung der proximalen Randscheibe, liegt ein horizontales, etwas verdrehtes Kreuz, an welchem die jeweils einander gegenüberliegenden Balken parallel zu sich selbst ein wenig verschoben erscheinen. Beide Randscheiben tragen eine geradlinige Streifung, die in der Draufsicht gegen den Sinn des Uhrzeigers schief gestellt ist.

101. *Coccolithites Molengraaffi* n. sp. (Fig. 81).

Normalelliptisch, manschettenknopfförmig. Die distale Randscheibe ist $5,3 \mu$ lang, $4,4 \mu$ breit und $1,2 \mu$ hoch. Die Gesamthöhe des Kalkkörpers beträgt 2μ . Der Binnenraum ist $3,6 \mu$ lang und $2,6 \mu$ breit. Dieser ist oben durch ein rechtwinkliges Kreuz abgeschlossen, das als eine zentripetale Fortsetzung der distalen Randscheibe aufzufassen ist. Die Balken des Kreuzes liegen in den Achsen der Coccolithen-Ellipse. Die distale Randscheibe ist mit 16 Kerben verziert.

102. *Helicosphaera Carteri* (WALL.) KPT. (Fig. 94, 95).

Coccosphaera Carteri WALLICH 1877, pag. 348, fig. 3, 4 auf tab. 17. — *Coccosphaera pelagica* var. *carteri* OSTENFELD 1899, pag. 436. — *Coccolithophora pelagica* (WALL.) LOHMANN 1902 (pro parte), pag. 138, fig. 58 a und 58 c auf tab. 5; 1920 (pro parte), pag. 97. — *Coccolithus pelagicus* (WALL.) SCHILLER 1930 (pro parte), pag. 246. — *Coccolithus Carteri* (WALL.) KAMPTNER 1941, pag. 93, fig. 134 auf tab. 12, fig. 135 und 136 auf tab. 13; 1944, pag. 141.

Im wesentlichen zum Typus der manschettenknopfförmigen Tremalithen gehörig, u. zw. zu jenen von elliptischem Umriß. Die distale Randscheibe ist größer als die proximale; vor allem aber weist sie den Bau einer flachen Spirale auf. Diese Spirale entspringt an der Seite des Mittelstückes (zumeist an einer der beiden Schmalseiten), windet sich auf schwach geneigter Bahn empor und nimmt gleichzeitig an Breite zu. Dann behält sie die nunmehr erreichte Breite durch mehr als einen ganzen Spiralen-Umgang bei und findet schließlich an der anderen Schmalseite des Mittelstückes in Gestalt einer ungefähr quer zur Längsrichtung des Kalkkörperchens gewendeten weiten und runden Ausladung ihr äußeres (in vertikaler Richtung betrachtet, oberes) Ende.

Die distale Randscheibe ist $5,6$ — $13,9 \mu$ lang, die proximale Scheibe $3,3$ — $7,8 \mu$. Der Coccolith ist 2 — $5,6 \mu$ hoch. Beide Scheiben fallen gegen die Peripherie mit geraden Flanken dachartig ab. Sie besitzen eine anscheinend streng radiale Streifung, die an der proximalen Scheibe weniger als an der distalen ins Auge fällt.

In der Mitte des Coccolithen, ungefähr in der Längsachse desselben ausgerichtet, liegt ein Paar langgestreckter Poren. Nur ausnahmsweise ist eine einzige, ungeteilte (durch Verschmelzung der beiden Poren zustandegewordene) Pore vorhanden. Entsprechend dem asymmetrischen Aufbau des ganzen Kalkkörpers sind auch die Poren sehr häufig mehr oder weniger schief zueinander gestellt.

103. *Coccolithites timorensis* n. sp. (Fig. 82).

Kreisrunder Kegelstumpf. Der äußere Durchmesser beträgt an der Basis $4,8 \mu$, dagegen oben $2,3 \mu$. Die Höhe des Coccolithen ist $2,8 \mu$. Der Binnenraum hat an der Basis eine Weite von $2,3 \mu$ und verengt sich nach oben hin zu einem $1,4 \mu$ weiten Porus. Die basale Region trägt annähernd 30 radiale Inzisuren.

104. *Coccolithites tibia* n. sp. (Fig. 90).

Kreisrundes, von der Basis an nach oben sich verengendes Rohr. Im Aufriß beginnt dieses mit konvexem Profil und geht dann unter weiterer Verschmälerung in ein konkaves Profil über. Der äußere Durchmesser an der Basis beträgt $2,9 \mu$, am Apex 1μ . Die Dicke der Rohrwandung ist im optischen Schnitt $0,4 \mu$, die Höhe des ganzen Kalkkörpers $3,7 \mu$. An der Basis sind etwa 12 Randkerben sichtbar.

105. *Coccolithites rottinensis* n. sp. (Fig. 93).

Breitelliptisches Röhrenstück; Höhe 7μ , Länge (längerer Durchmesser) $9,2 \mu$, Breite (kürzerer Durchmesser) $8,4 \mu$. Der Binnenraum hat im Mittel den Querschnitt $4,4 : 3,9 \mu$. Eine ungefähr auf halber Höhe liegende Ringfurche gliedert das Röhrenstück in zwei Abschnitte; der breitere derselben hat einen äußeren Querschnitt von $9,2 : 8,4 \mu$, der schmalere einen solchen von $8 : 6,9 \mu$. Unter der Annahme, daß die Erweiterung des Lumens von der Basis aufwärts erfolge, ist das äußerlich schmalere Ende des Röhrenstückes als Basis aufzufassen. Die Querrfurche liegt demnach knapp oberhalb der Mitte des Coccolithen.

106. *Coccolithites tubiformis* n. sp. (Fig. 102).

Breitelliptisches kurzes Röhrenstück, dessen unteres Drittel gegen außen hin stark verdickt ist; an dieser Zone hat der äußere Querschnitt die Dimensionen $7 : 6,1 \mu$, am unverdickten Teil dagegen $5,5 : 4,7 \mu$. Der Binnenraum (Lumen) ist am verdickten Ende enger (Länge $3,7 \mu$) als am unverdickten (Länge $4,2 \mu$). Ein Querseptum scheint nicht vorhanden zu sein; doch ist eine sichere Entscheidung darüber nicht möglich, weil an dem einzigen untersuchten Exemplar der Binnenraum reichlich mit Schlammteilchen ausgefüllt war und eine genaue Untersuchung nicht zuließ. Der Coccolith trägt 15 Inzisuren, die sich über seine ganze Höhe erstrecken.

107. *Coccolithites obtusus* n. sp. (Fig. 96).

Breit-elliptischer Kegelstumpf, dessen schmalere Seite als Basis zu betrachten ist. An der Oberseite ist er außen $13,9 \mu$ lang und $12,2 \mu$ breit; seine Höhe beträgt $7,8 \mu$; die basale Querfläche hat ungefähr die halben entsprechenden Abmessungen der Oberseite. Der Binnenraum mißt oben $8,3 : 5,9 \mu$; er verengt sich nach der Basis hin zu einer $3,1 \mu$ weiten Pore. Der Coccolith ist außen mit ungefähr 50 radialen, d. h. der Erzeugenden des Kegelstumpfs entsprechenden Inzisuren verziert.

108. *Coccolithites discoideus* n. sp. (Fig. 97).

Kreisrunder, sehr dicker und enger Ring. Sein äußerer Durchmesser beträgt 7μ , seine Höhe 3μ . Das äußere Profil des Ringes ist an dem breiteren (oberen) Teil gleichmäßig konvex und verengt sich konisch gegen die Basis. Diese letztere stellt eine mehr oder weniger ebene Fläche vor, mit einem Durchmesser von $4,5 \mu$. Das Lumen ist an der Basis sehr eng ($0,7 \mu$), erweitert sich aber nach oben trompetenförmig entsprechend der Rundung des Ringprofils. An der oberen Hälfte sind im Umkreis 11 Inzisuren sichtbar.

g) GENUS THORACOSPHAERA KPT.

KAMPTNER 1927, pag. 180, fig. 6.

Gehäuse kugelförmig. Gehäuseelemente nach Art eines Pflasters lückenlos aneinandergesetzt und daher seitlich zu polygonalem Umriß abgeflacht; sie stellen somit polygonale Prismen vor. Der enge Zusammenschluß der Elemente gibt dem Gehäuse eine panzerartig feste Beschaffenheit. Die einzelnen Gehäuse sind teils rundherum geschlossen, teils besitzen sie eine kreisförmige Mündung am Geißelpol. Die Coccolithen sind entweder undurchbohrt oder enthalten eine axiale Pore.

109. *Thoracosphaera imperforata* KPT. (Fig. 98).

KAMPTNER 1946.

Durchmesser der Schale $12,5-18,3 \mu$. Die Coccolithen sind undurchbohrt, an der Unterseite und auch an der Oberseite konvex; sie sind $1-3 \mu$ breit und $1,4-3,6 \mu$ hoch. Die Gehäuse sind der Mehrzahl nach rundherum geschlossen; nur eine Minderzahl besitzt eine Mündung, und zwar mit einer Weite von $2,5-5,5 \mu$.

h) RHABDOLITHEN (SAMT ACANTHOICA UND RHABDOSPHAERA)

Stab- oder stachelförmige Gebilde, in der Regel mit basaler Verbreiterung.

110. Polcoccolithen von *Acanthoica* LOHM. (Fig. 99—101, 103, 104).

LOHMANN 1912, pag. 239, fig. 15.

Die Kalkkörper bestehen aus einem basalen, eigentlichen Coccolithen von der Bauweise der Calyptrolithen; aus seiner Mitte erhebt sich ein kürzerer oder längerer Stachel. Der basale Coccolith hat einen elliptischen Grundriß; er ist $2-3,9 \mu$ lang und $1-1,8 \mu$ hoch. Der stachelförmige Fortsatz ist an seiner Basis $0,5-1,7 \mu$ dick und erreicht eine Länge von $2,2-11 \mu$.

111. *Rhabdosphaera stylifer* LOHM. (Fig. 106).

LOHMANN 1902, pag. 143, fig. 65 auf tab. 5. KAMPTNER 1937, pag. 313, fig. 43—45 auf tab. 17; 1941, pag. 96, 115, fig. 149 auf tab. 15.

Basalscheibchen kreisrund, mit einem Durchmesser von $4,5 \mu$ und einer Höhe von $1,1 \mu$, gegen die Peripherie mit geradlinigem Profil dachartig

auf die halbe Höhe abfallend. Stäbchen stielrund, $1,5 \mu$ dick, samt dem Basalscheibchen $9,1 \mu$ hoch, mit einem engen axialen Lumen.

112. *Coccolithites debilis* n. sp. (Fig. 105).

Basalscheibchen mit einem Durchmesser von $3,1 \mu$ und einer Höhe von $1,7 \mu$. Es war nicht festzustellen, ob es kreisrund oder elliptisch ist. Die Gesamthöhe des Kalkkörpers samt dem Stab beträgt $11,6 \mu$. Der Stab hat eine gleichförmige Dicke von $0,7 \mu$.

113. *Coccolithites mystrion* n. sp. (Fig. 107).

Der Kalkkörper bildet, von einem schmalen basalen Stiel ausgehend, eine nach oben verbreiterte dünne Lamelle, die sowohl in ihrer Längserstreckung wie auch um die obere, kreisbogenartig abgerundete breiteste Partie herum von einem wulstig verdickten, $0,5 \mu$ breiten Rand eingefasst ist. Der basale Stiel ist $0,6 \mu$ dick. Die maximale Breite der Lamina beträgt $1,7 \mu$. Es ist wohl wahrscheinlich, daß das Kalkgebilde einem (abgebrochenen) verbreiterten basalen Coccolithen aufgesetzt war.

ALLGEMEINER TEIL.

A. ERLÄUTERUNGEN ZUR MORPHOLOGIE, SYSTEMATIK UND PHYLOGENETIK.

Die Kalkkörperformen, die uns aus dem Gesteinsmaterial der Insel Rotti entgegentreten, zeigen eine so große Mannigfaltigkeit, daß es uns zunächst schwer fällt, die verwandtschaftlichen Beziehungen, durch welche die Typen untereinander verbunden sind, klar zu überblicken und auf diesen Erkenntnissen eine systematische Gruppierung zu begründen, die man mit einiger Berechtigung als eine natürliche zu bezeichnen vermöchte.

Wir müssen uns vor Augen halten, daß es sich hier um ein Formenmaterial aus einer und derselben Altersstufe handelt. Da sind wir nur zum geringen Teil imstande, uns jener Hilfsmittel zu bedienen, welche uns im allgemeinen für die Unterscheidung ursprünglicher und abgeleiteter Merkmale organischer Formen zustatten kommen (ZIMMERMANN 1940, pag. 1001 ff.). Stünde uns ein chronologisch geordnetes Formenmaterial aus verschiedenen geologischen Altersstufen zu Gebote, so wären wir in der Lage, bestimmt gerichtete Entwicklungsvorgänge mit viel größerer Eindeutigkeit festzustellen. So aber bleibt es in sehr weitem Umfange unserem Belieben anheimgestellt, die verschiedenen Merkmale der Coccolithineen-Skelette hier als primitiv und dort als vorgeschritten anzusehen. Vor allem fällt der wichtige statistische Vergleich der fossil überlieferten Formen vollkommen fort. Der Mangel eines Einblicks in den ontogenetischen Entwicklungskreis macht die Verwendung ursprünglicher Merkmale, wie sie an den Jugendstadien organischer Formen auftreten, gleichfalls gegenstandslos. Und schließlich tut die relative Einfachheit der Kalkflagellaten-Organisation, die Eizelligkeit, ein übriges, um ein weiteres Hilfsmittel, dessen sich die Phylogenetik oft mit Vorteil zu bedienen vermag, nämlich die Merkmalskorrelation, in seinem Wert einzuschränken.

Immerhin können wir versuchen, gewisse hypothetische Grundsätze, die sich für andere Organismen zu bewähren scheinen, auf den hier betrachteten Formenkreis anzuwenden. Auf dem Wege der Intuition lassen sich verschiedene Richtungen der Formbildung ausfindig machen und als Grundlage der systematischen Anordnung verwenden. Aber wir werden bald dessen gewahr, daß die Aneinanderreihung der Formen in der verschiedensten Weise möglich ist, wenn wir versuchen, von primitiven Merkmalen zu abgeleiteten fortzuschreiten. Auf alle Fälle müssen wir trachten, Spezialisationskreuzungen zu vermeiden.

Ich bin geneigt, aus der gegebenen Formenfülle der Coccolithen folgende Entwicklungstendenzen herauszuheben:

- 1) Übergang vom kreisrunden zum elliptischen Grundriß;
- 2) Übergang vom elliptischen zum spiraligen Grundriß;
- 3) Steigerung der relativen Höhe des Kalkkörpers;
- 4) basale Verbreiterung des Kalkkörpers;
- 5) Ausbildung einer Konkavität an der Unterseite desselben;
- 6) Ausbildung einer solchen an der Oberseite;
- 7) Differenzierung einer Randpartie;
- 8) Ausbildung von Poren;
- 9) vollständiger Durchbruch des zentralen Teils;
- 10) Differenzierung einer horizontalen Ringfurche;
- 11) Entstehung von Riefen und Kerben.

So wollen wir uns auf den Standpunkt stellen, daß der kreisrunde Grundriß der Gehäusebausteine ein primitives Merkmal vorstelle und daß elliptische Coccolithen historisch auf den kreisförmigen Typus zurückzuführen sind.

Wir können uns nun fragen, welche Coccolithenformen unter den heute bekannten als die relativ ursprünglichsten zu betrachten seien. Das Schrifttum berichtet bereits über verschiedene Versuche, die man zur Beantwortung dessen anstellte, freilich auf der Basis der recht unzureichenden Kenntnisse, welche man jeweils zur Verfügung hatte. So betrachtete LOHMANN (1902, pag. 127) die untertassen- und napfartigen Discolithen, wie sie bei den Gattungen *Pontosphaera*, *Syracosphaera* und Verwandten auftreten, als die verhältnismäßig einfachsten. Damals kannte man nur 22 Arten und 8 Gattungen. Seither ist die Anzahl der publizierten Formen beträchtlich gestiegen, und indem SCHILLER i. J. 1930 als zweiter Autor eine ausführliche Zusammenfassung unseres gesamten damaligen Wissens von den Kalkflagellaten gab, konnte er auch Formen heranziehen, deren Schalenbausteine noch einfacher gebaut sind als die napfartigen Typen und daher jenen vorzeitlichen Formen, die historisch an der Wurzel der Kalkflagellaten gestanden haben mochten, noch viel näher zu sein scheinen. Es ist dies die Gattung *Acanthoica*. SCHILLER sieht die Schalenelemente derselben als einfache warzenförmige Gebilde an. Von diesen sollen sich alle übrigen Gebilde ableiten, vor allem jene zahlreichen, die man herkömmlich, aber in etymologischer Hinsicht keineswegs überall zutreffend, unter dem Sammelnamen „Discolithen“ zusammenzufassen pflegt. Meine eigenen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Schalenelemente von *Acanthoica* und jene von *Calyptrosphaera* im Prinzip gleichartig gebaut sind und insgesamt zum Grundtypus der Calyptrolithen gehören.

Im Bereich der rezenten Calyptrolithen und Discolithen hat man bislang noch keine Formen mit kreisrundem Grundriß beschrieben. Dagegen sind solche in fossilen Sedimenten vereinzelt bereits aufgetaucht; dies gilt auch für unser Gesteinsmaterial aus dem Ostindischen Archipel (Fig. 1, 2 und 30).

Als Ausgangspunkt für unsere systematisch-phylogenetischen Entwürfe

mag uns am besten eine kreisrunde Kalotte dienen, welche der Zelloberfläche mit der flachen Seite nach unten aufliegt. Die Figuren 1 und 2 bieten eine Wiedergabe dieser Ausgangstypen, so weit sie in unserem Material vertreten sind. Unter Anwendung der angeführten Entwicklungsprinzipien lassen sich von hier aus die meisten übrigen Kalkkörperformen ableiten, zunächst die übrigen Calyptrolithen, dann die Discolithen und endlich die Tremalithen. Die letztgenannten bilden eine Sammelgruppe, welche die verschiedensten Kalkkörperformen umfaßt und sich nur ganz unscharf von den Discolithen abgrenzen läßt. Ihren Anschluß finden dann auch die Rhabdolithen, eine morphologische Skelettkörper-Gruppe, die ebenso polyphyletisch ist wie jene der Tremalithen.

Bereits die kreisrunden Calyptrolithen sind in gewissem Sinn als vorgeschritten zu betrachten, denn an ihnen sind mancherlei Skulpturen ausgebildet (Fig. 2). Noch vorgeschrittener sind die elliptischen Calyptrolithen, vor allem jene, an denen sich eine Dachpartie von einer Seitenpartie deutlich abhebt (Fig. 1, 2, 4). Ein merkwürdiges Gebilde sehen wir an der Fig. 6, wo eine beiläufig halbkugelige, zierlich skulpturierte Erhebung in den Binnenraum des Calyptrolithen hineinragt.

Die Entstehung der Calyptrolithen aus ganz undifferenzierten Kalkgebilden bedeutet eine Manifestation der Entwicklungsrichtung Nr. 5, nämlich die Ausbildung einer Konkavität an der Unterseite. Wenn jetzt auch noch die Entwicklungsrichtung Nr. 10 hinzutritt, nämlich die Ausbildung einer Ringfurche, dann resultiert der Calyptrolith der Fig. 7 (*Coccolithites insectus*), der bereits eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit einem manschettenknopfförmigen Tremalithen aufweist.

Eine untertassenförmige Discolithenform von kreisrundem Grundriß hat sich in unserem Material gezeigt; es ist *Coccolithites circumlatus* (Fig. 30). Unter den plattenförmigen Discolithen ist bis jetzt noch kein kreisrunder aufgetaucht. Die plattenförmigen Typen finden daher ihren Anschluß am ehesten bei den elliptischen Calyptrolithen. Wenn man lediglich die äußere Gesamtgestalt in Betracht zieht, so bleibt es der Willkür überlassen, ob man die einfachsten unter den plattenförmigen elliptischen Discolithen noch zu den Calyptrolithen zählen will oder ob man sie als richtige, typische Discolithen betrachtet. Beispielsweise gilt dies für *Coccolithites scutellum* (Fig. 12). Die Oberflächenskulptur spricht freilich mehr für eine Zugehörigkeit zu den Discolithen, und zwar des Genus *Pontosphaera*. Bei diesen Kalkkörpern ist häufig eine deutliche Längsraphe mit Fieder-skulptur vorhanden. Dies erinnert mich daran, daß ich einmal, i. J. 1926, Gelegenheit hatte, eine solche Skulptur bei einer (unpubliziert gebliebenen) *Pontosphaera* in der südlichen Adria zu beobachten; es handelte sich um ein ganzes Gehäuse aus dem Plankton.

Wenn wir die plattenförmigen Discolithen noch weiter durchmustern, so sehen wir das Formbildungsprinzip Nr. 3 zur Geltung kommen (Steigerung der relativen Höhe des Coccolithen). Der Discolith wird zu einer hohen soliden Platte (*Coccolithites sulcatus*, Fig. 9; *C. lapillus*, Fig. 19).

Dann machen sich die Prinzipie Nr. 6 (Konkavwerden der Oberseite) und Nr. 7 (Differenzierung einer Randpartie) bemerkbar. Die Gestalt des Skelettkörpers nähert sich jener einer Untertasse oder eines Napfes. Es bildet sich eine Randzone aus, die sich scharf von der Binnenfläche absetzt (*C. pennatus*, Fig. 11; *C. ellipticus*, Fig. 13).

Die vorgeschrittenen Calyptrolithen, bei denen eine Differenzierung von Dachpartie und Seitenwand eingetreten ist, könnte man sich unschwer aus dicken, plattenartigen Discolithen hergeleitet denken, nämlich auf Grund des Formbildungsprinzips Nr. 5 (Ausbildung einer Konkavität an der Unterfläche); die Ähnlichkeit in der äußeren Gestalt würde zugunsten einer solchen Auffassung sprechen.

Die nächste Stufe in der Steigerung der Organisationshöhe ist die Ausbildung eines Porenapparates. Dieser Zug hat allenthalben eine ansehnliche Bedeutung für die Entwicklung der Kalkkörper. Wir kennen bereits rezente Calyptrolithen (*Calyptosphaera tholifera* KAMPTNER 1941, pag. 78¹⁾), wo eine blasenartig aufgewölbte Dachpartie zahlreiche Poren enthält. Aber Poren kommen erst beim Discolithen-Typus zu vermehrter Geltung; und der große Formenreichtum der Discolithen ist nicht zuletzt mitbedingt durch die Mannigfaltigkeit, in welcher Poren der verschiedensten Zahl und Anordnung die mittlere Partie, also bei den untertassen- und napfförmigen Typen den Boden, durchbrechen.

Was nun speziell die Arten aus dem kreideartigen Gestein der Insel Rotti anlangt, so sehen wir bei *Coccolithites australis* (Fig. 18) eine noch ziemlich unregelmäßige Anordnung der Poren. Dieser Zustand des Porenapparates mag wohl ein relativ ursprünglicher sein; zum mindesten ist es einstweilen — bis zum eventuellen Beweis des Gegenteils — zweckmäßig, dies anzunehmen. Bei den vorgeschrittenen Typen herrscht dagegen eine ziemlich strenge Regelmäßigkeit. (*C. arcuatus*, Fig. 16; *C. martini*, Fig. 17), bis sich sogar ein Dimorphismus der Poren einstellt (*C. anisotrema*, Fig. 22; *C. pachymorphus*, Fig. 27). Im letzteren Fall haben die Elemente des peripheren Porenkranzes einen größeren Durchmesser als jene der weiter nach innen gelegenen Reihen.

Wenn wir nun die Formenreihen der dick-plattenförmigen Discolithen weiter verfolgen, so wird unsere Aufmerksamkeit von großen Typen gefesselt, wo sowohl an der Oberseite wie auch an der Unterseite je eine Konkavität vorhanden ist (*C. excavatus*, Fig. 23; *C. biperforatus*, Fig. 21; *C. sinuatus*, Fig. 25). Und bei manchen derselben zeigt auch der Porenapparat eine ganz bemerkenswerte Entwicklung. So trägt *C. biperforatus*

¹⁾ DEFLANDRE berücksichtigte in jüngster Zeit (1952, pag. 452) den Umstand, daß innerhalb der von LOHMANN aufgestellten Gattung *Calyptosphaera* die einen Arten ein monomorphes, d. h. aus einerlei Coccolithen zusammengesetztes, andere wiederum ein dimorphes, aus zweierlei Coccolithen aufgebautes Gehäuse besitzen. Er trennt die Arten mit dimorphem Gehäuse als eigene Gattung (*Sphaerocalyptra*) von den übrigen Formen ab. Die angeführte *C. tholifera* würde zu dieser neuen Gattung gehören.

zwei beiläufig in den Brennpunkten der Coccolithen-Ellipse gelegene Poren, welche die obere Konkavität mit der unteren verbinden. Dies erinnert uns auffällig an gewisse Kalkkörper von manschettenknopfartigem Bau, nämlich bei *Coccolithus pelagicus* und *Helicosphaera Carteri*, wo ein solches Porenpaar überaus bezeichnend ist. Diese Ähnlichkeit war mir bereits aufgefallen, als ich den in Fig. 25 abgebildeten *Coccolithites sinuatus* noch gar nicht kannte. Bei letzterem ist die enge Vergleichbarkeit mit *Coccolithus pelagicus* eine noch weitergehende, so daß der Gedanke einer tatsächlichen phylogenetischen Verwandtschaft recht nahe liegt. Es ist überaus wahrscheinlich, daß sich der manschettenknopfartige, durchbohrte Tremalith letzten Endes aus einem plattenförmigen Discolithen durch Differenzierung einer oberen und einer basalen Konkavität, ferner eines Porenpaares und einer Ringfurche herausgebildet habe. Die Ringfurche war es, die durch ihre weitere Vertiefung zur Ausgestaltung der die Manschettenknopfform bedingenden beiden Randscheiben geführt hat. Diese ganze Entwicklung geschah sicherlich längs einer Mehrzahl von Linien, bei denen die verschiedenen Merkmale (obere und basale Eindellung, Porenapparat, Ringfurche) in einem sehr wechselndem Ausmaß eine Rolle gespielt haben mögen.

Eine weitere Typenreihe läßt sich aus plattenförmigen Discolithen durch Einsenkung der Oberseite gemäß dem Formbildungsprinzip Nr. 6 herleiten. Es handelt sich um jene Formen, die man seit langem als Discolithen s. str. bezeichnet. Im allgemeinen haben sie die Gestalt von Untertassen und Näpfen, meist mit einem nach der Basis konisch zulaufenden Seitenprofil. Im einfachsten Fall ist der Boden vollkommen eben (*Coccolithites circumlatus*, Fig. 30; *C. glabrus*, Fig. 31); bei den meisten anderen ist er mehr oder weniger aufgewölbt. Dieser Typus ist überaus reich an Varianten; Boden und Seitenwand erfahren die verschiedensten Abänderungen der Gestalt und Massenentwicklung. So sehen wir bei *C. bucculentus* (Fig. 44) und *C. crassilabris* (Fig. 36) eine starke Aufwölbung und Verdickung des Bodens, und ebenso ist das Profil der Seitenwand ausgebaucht; hier sind diese Charaktere bereits extrem geworden. Auch skulpturelle Verzierungen können in sehr verschiedener Weise auftreten. So trägt beispielsweise *C. amplificatus* (Fig. 32) eine kleine buckelartige Verzierung im Zentrum des Bodens, und bei *C. cristatus* (Fig. 28) sitzen an der Innenseite der Seitenwand rundherum eine Anzahl senkrechte Leisten in gleichen Abständen. Am merkwürdigsten ist aber *C. obliquus* (Fig. 51), der an der Basis am breitesten ist und dessen Seitenwand, von großer basaler Breite ausgehend, sich im Profil nach oben rasch verjüngt.

Auch hier, bei den napfartigen Formen, kennen wir ein Beispiel für Dimorphismus der Poren; es ist *C. multiforatus* (Fig. 52), dessen Porenapparat sehr an jenen von *C. pachymorphus* und *C. anisotrema* erinnert.

C. infralimbatus (Fig. 56) besitzt wiederum eine Ringfurche nahe der Basis in ähnlicher Weise, wie wir es bei *C. bipartitus* bereits kennen gelernt haben.

Bemerkenswert ist *C. cruciatus* (Fig. 45), dessen Napfboden zu einem Kreuz reduziert erscheint.

Nun sei hier an den kreisrunden *C. circumlatus* erinnert (Fig. 30), der die bezeichnenden Eigenschaften eines napfförmigen Discolithen aufweist, aber doch in seinem kreisrunden Umriß ein primitives Merkmal bewahrt hat. Dies ist einer der wenigen bislang bekannten Fälle kreisrunder Schalenelemente aus der Familie der *Syracosphaeraceae*. Sonst ist der kreisförmige Umriß offenbar im wesentlichen nur bei den manschettenknopfartigen Tremalithen und bei den Rhabdolithen erhalten geblieben.

Im Bereich der napfartigen Formen spielt das Formbildungsprinzip Nr. 3, nämlich die Steigerung der relativen Höhe des Napefes, eine namhafte Rolle und führt zur Entstehung der sogenannten Lopadolithen. Eine beachtliche Formenfülle ist das Resultat dieser Entwicklung, der wir eine eingehendere Betrachtung widmen wollen.

Es handelt sich hier um das Genus *Scyphosphaera*.

Bald nach Beginn unseres Jahrhunderts machte LOHMANN (1902, pag. 132) Mitteilung über die Existenz der eigentümlich gebauten Spezies *Scyphosphaera Apsteini*. Das Gehäuse derselben ist kugelig. Die elliptischen Gehäusebausteine berühren einander an Randpunkten. Eine Mündung des Gehäuses am Geißelpol ist nicht vorhanden.

Diese Merkmale hat die Spezies mit dem Genus *Pontosphaera* gemein. Darüber hinaus tritt aber ein Dimorphismus der Gehäuseelemente auffällig hervor. Die eigentlichen Gehäusewand-Coccolithen sind untertassenförmig; aber es existiert ein äquatorialer Kranz anders gestalteter, tonnenförmiger Elemente (Lopadolithen), die man, was die Funktion anbetrifft, in ihrer Gesamtheit als einen Schwebearrangement ansprechen darf. Unter sich zeigen diese Schwebeelemente eine sehr ungleiche Größe auch an einem und demselben Gehäuse; die größten unter ihnen übertreffen den Durchmesser des Gehäuses. LOHMANN fand diese Spezies zuerst im Mitteländischen Meer, später auch im Atlantischen Ozean. Er machte sogar die Wahrnehmung, daß die Größe der Schwebebecher in diesen beiden Meeresgebieten, entsprechend einer gewissen Verschiedenheit der Tragfähigkeit des Mediums, gleichfalls eine wechselnde ist.

Acht Jahre später, i. J. 1910, war es C. H. OSTENFELD, der einen Fundzutage förderte, an dessen nahen systematischen Zusammenhang mit *Scyphosphaera* zunächst niemand, am allerwenigsten der Autor selber, dachte. Es ist dies *Thorosphaera elegans* aus dem Mittelländischen Meer. Eine Ähnlichkeit mit *Scyphosphaera* ließ sich nur darin sogleich erkennen, daß auch hier ein Dimorphismus der Gehäusebausteine vorhanden ist, indem ein äquatorialer Kranz eigenartig gestalteter Coccolithen als Schwebearrangement fungiert. Diese Elemente sind anscheinend grundsätzlich verschieden von denjenigen der *Scyphosphaera*. Sie haben die Form hohler Stäbe, die sich gegen ihr distales Ende hin dütenartig erweitern. OSTENFELD glaubte, daß diese schmal-röhrenförmigen Gebilde an beiden Enden

offen seien. Später zeigte es sich (BERNARD 1939, fig. 2a), daß an der basalen Anheftungsstelle doch ein Boden vorhanden ist. Jedenfalls hielt man diesem Fund zunächst für ziemlich isoliert, und ein verwandtschaftliches Verhältnis mit anderen Coccolithineen, vor allem mit *Scyphosphaera*, war nur durch Vermittlung von *Pontosphaera* zu konstruieren, da die Gehäuseelemente mancher Arten dieses formenreichen Genus auffällig den gewöhnlichen Gehäusewand-Coccolithen von *Scyphosphaera* wie auch von *Thorosphaera* gleichen, wobei nur die äquatorialen Elemente einen wesentlich verschiedenen Bau in den beiden Genera aufzuweisen schienen.

Aber dem Scharfblick LOHMANN's (1913, pag. 156) waren gewisse Umstände, die für eine nahe Verwandtschaft von *Thorosphaera* mit *Scyphosphaera* sprechen, nicht entgangen. Auch ich selbst bekannte mich schon vor längerer Zeit zu einer näheren Verbindung der beiden Genera, und in dem von mir vorgeschlagenen erweiterten System der Coccolithineae (1928, pag. 34) stellte ich in Rahmen der Syracosphaeraceen-Familie das Genus *Thorosphaera* unmittelbar hinter die *Scyphosphaera*, ein Vorgehen, dem zwei Jahre später SCHILLER (1930, pag. 156, 195) gefolgt ist.

Die Probe zu dieser Auffassung lieferte erst G. DEFLANDRE, indem er die Lopadolithen aus rezentem wie auch fossilem marinem Bodenschlamm einem genauen Studium unterzog. In einer wichtigen Abhandlung (1942) führt er uns eine Reihe von Übergangsformen zwischen *Scyphosphaera* und *Thorosphaera* vor Augen und beweist dadurch den eindeutigen Zusammenhang dieser beiden Genera. Die äquatorialen Schwebeelemente sind ungeachtet ihrer auffällig verschiedenen äußeren Erscheinung hier wie dort morphologisch wesensgleich. DEFLANDRE zieht daraus auch in systematischer Hinsicht die Konsequenz, indem er *Scyphosphaera* und *Thorosphaera* unter dem erstgenannten (älteren) Namen zu einem einheitlichen Genus zusammenzieht. Die Unterschiede, die sich zwischen den beiden Typen feststellen lassen, sind für ihn eben nicht generischer, sondern nur spezifischer Natur.

In dem von ihm untersuchten Material aus dem Sahélien von El Medhi (Provinz Oran, französ. Nordafrika) vermochte DEFLANDRE 7 verschiedene Arten zu unterscheiden.

Wenn wir die verschiedenen äquatorialen Lopadolithen nun vergleichend betrachten, so steht es für uns außer Zweifel, daß sie aus dem Typus der niedrigen, untertassenförmigen Disolithen, wie sie den übrigen Teil des Gehäuses zusammensetzen, hervorgegangen sind. Wir werden also unter der Menge der uns entgegentretenden Lopadolithen-Formen jene als relativ ursprünglich anzusehen haben, die den untertassenförmigen Disolithen am ähnlichsten sind. Dafür kommen einfach tonnenförmige Lopadolithen von relativ geringer Höhe in Betracht, wie wir sie bei der typischen *Scyphosphaera Apsteini* antreffen. Hier zeigen die Skelettelemente sowohl hinsichtlich der absoluten Größe als auch der Gestalt eine nicht unbedeutliche Variabilität. Bei den einen Elementen liegt die maximale Ausbauchung der Tonne etwa auf halber Höhe, bei anderen bald mehr,

bald weniger oberhalb oder unterhalb dieses Niveaus. Dabei kann auch die Mündung eine entsprechende Erweiterung erfahren. Dieser an und für sich variable Typus ist derjenige, auf den sich die äquatorialen Skelettkörper der übrigen — selbst der spezialisiertesten — Formen durch Abwandlung gewisser miteinander kombinierter Merkmale zwanglos zurückführen lassen.

Bevor wir versuchen, die wechselseitigen Beziehungen der Formen festzustellen, müssen wir uns zunächst über die Voraussetzungen, auf die wir die Gruppierung zu gründen haben, einigermaßen klar werden.

Wir haben auf S. 8 ff. dargelegt, welche Grundsätze es sind, die wir als Unterlage für eine Gruppierung der Coccolithen heranziehen können. Für die spezielle Betrachtung der Lopadolithen kommen außerdem noch andere Formbildungsprinzipien in Frage, soweit sie sich auf die besondere Eigenart dieser Kalkkörper Typen beziehen.

Im ganzen werden daher folgende leitende Gesichtspunkte in Betracht kommen.

Merkmale von relativer Ursprünglichkeit:

- 1) einfache Tonnengestalt;
- 2) geringe Höhe im Vergleich zur Weite der Ausbauchung;
- 3) maximale Ausbauchung auf halber Höhe;
- 4) konvexer Verlauf des gesamten Seitenprofils;
- 5) Apex von durchschnittlicher Weite — etwa so weit wie die Basis;
- 6) große Variabilität der Abmessungen.

Abgeleitete Merkmale:

- 7) bedeutendere relative Höhe, also schlanke Gestalt;
- 8) Maximum der Ausbauchung stark gegen die Basis, bzw. gegen den Apex verschoben;
- 9) Unterteil, bzw. Oberteil mit geradlinigem oder konkavem Seitenprofil;
- 10) Basis stark verengt, bzw. (seltener) stark verbreitert;
- 11) Apex auffallend verengt, bzw. verbreitert;
- 12) Öffnungsrand kragenartig erweitert, bzw. einwärts gebogen;
- 13) Halspartie zu einem scharfen Winkel eingezogen;
- 14) Boden rückgebildet.

Auf der Basis dieser Gesichtspunkte sind wir imstande, die Formen in Reihen zu ordnen und damit eine Folge morphologischer Entwicklungsstufen aufzustellen. Wir erhalten dadurch eine beiläufige Vorstellung von den Veränderungen, unter denen ein herausgegriffener Typus aus einem geologisch älteren Vorgänger entstanden sein mag. Freilich handelt es sich dabei um bloße Denkmöglichkeiten, die wir dazu benützen, um einen horizontalen Schnitt durch das Geäst des Stammbaumes der Gruppe versuchsweise zu konstruieren. Auch hier kann es sich um keinerlei Ahnenketten handeln, weil das Moment einer zeitlichen Aufeinanderfolge der verglichenen Formen nicht gegeben erscheint. Die Mannigfaltigkeit des in sich gleich alten Formenmaterials läßt ohne weiters die Möglichkeit

offen, daß eine und dieselbe Entwicklungsstufe in mehreren parallelen Reihen durchlaufen worden sei.

Die Mannigfaltigkeit der Skelettkörper des äquatorialen Schwebegürtels ist eine überraschende. Sie erleichtert uns den Versuch, solche Formen gemäß ihrer Ähnlichkeit aneinander zu reihen und durch stufenweise Abänderung der Gestalt auseinander hervorgegangen zu denken.

Dabei müssen wir folgendes beachten.

Wenn es sich darum handelt, die Proportionen eines Lopadolithen richtig zu beurteilen und darzustellen, so sind wir genötigt, zwischen der Ansicht der Breitseite und jener der Schmalseite zu unterscheiden, denn die Lopadolithen haben ja stets einen elliptischen Umriß. Und zwar ist für morphologische Vergleiche die Ansicht der Breitseite in erster Linie maßgebend, ein Grundsatz, der überhaupt für elliptische Coccolithen Geltung hat. In der Praxis macht sich der Umstand, daß die isolierten Lopadolithen in den mikroskopischen Präparaten dem Beschauer gewöhnlich die Breitseite zuzuwenden pflegen, sehr willkommen bemerkbar. Die horizontalen Abmessungen, die wir der Breitseite des Lopadolithen entnehmen, entsprechen der morphologischen Länge (des Apex, der Basis, der maximalen Ausbauchung etc.) des Kalkkörpers.

Nicht unerwähnt sollen die Wandskulpturen bleiben, mit denen die Lopadolithen von *Scyphosphaera Apsteini* verziert erscheinen. Auch den übrigen Formen des Genus kommen solche zu; ja, bei der im Material der Timor-Expedition offenbar nicht vertretenen *Sc. (Thorosphaera) elegans* (OSTENF.) DEFL. erreichen sie eine große Kompliziertheit. DEFLANDRE stellt diese Skulpturen in seiner Veröffentlichung bei der Behandlung der einzelnen Formen ausführlich dar und benützt sie zur Charakterisierung der von ihm geschilderten Typen. Aber an einem aus marinen Bodensedimenten stammenden Material sind solche Einzelheiten meist nur undeutlich wahrzunehmen. In meiner Darstellung habe ich darauf verzichtet, sie mit zu berücksichtigen, da sie meines Erachtens für die Charakteristik der Formen von keiner wesentlichen Bedeutung sind. Nur bei einer der hier beigefügten Zeichnungen sind diese Merkmale in ihren Hauptzügen angedeutet.

DEFLANDRE hat sich bereits bemüht, die von ihm im nordafrikanischen Sahélien aufgefundenen Lopadolithen-Typen in eine natürliche systematische Anordnung zu bringen. Dabei betrachtete er *Sc. Apsteini*, also die Form mit den gedrunen tonnenförmigen äquatorialen Skelettelementen, als typische Spezies des Genus. *Sc. Apsteini* ist schon deshalb zu dieser Rolle geeignet, weil sie die zuerst entdeckte Form dieses Genus vorstellt und den Planktonforschern seit dem Erscheinen von LOHMANN'S Monographie der Kalkflagellaten (1902) aus verschiedenen Gebieten des Weltmeeres wohl bekannt ist.

Die gedrunen tonnenförmigen Lopadolithen von *Sc. Apsteini* sind an und für sich dazu angetan, den Anschluß an die übrigen Formen des Genus zu gewährleisten, weil ihre weitgehende Variabilität nach Größe und

Gestalt eine genügende Auswahl für zweckentsprechende Kombinationen zur Verfügung stellt. Auch manche andere in diesen Ausführungen unterschiedene Formen lassen eine ähnliche Variabilität erwarten für den Fall, daß man Gelegenheit haben sollte, die betreffenden Lopadolithen an intakten Gehäusen zu studieren.

Wir haben also die typische *Sc. Apsteini* als Ausgangsform für unseren Versuch einer systematischen Gliederung des ganzen Formenkreises zu betrachten. Die hierfür maßgebenden Eigentümlichkeiten der Spezies sind folgende: geringe Höhe; konvexe Flanken; Zone der maximalen Breite zwar in wechselnder Höhenlage, aber nur wenig von dem Niveau der halben Lopadolithen-Höhe sich entfernend.

Wenn wir nun daran gehen, den Formenschatz der Lopadolithen und ihrer Abkömmlinge systematisch zu gruppieren, so werden wir sogleich eines Umstandes gewahr, der für das befriedigende Gelingen einer solchen Aufgabe eine wesentliche Erschwernis bildet; es ist der Mangel einer eindeutigen Abgrenzbarkeit der Arten. DEFLANDRE hat zwar eine Reihe von Formen unterschieden, die er als gute Arten anspricht. Dies war ihm aber wohl nur deshalb möglich, weil die Zahl der Formen, um die es sich bei ihm handelt, eine relativ geringe ist. Es sei daran erinnert, daß im Organismenreich zur Genüge systematische Gruppen bekannt sind, wo eine Unterscheidung guter Arten im Sinn der üblichen Systematik auf Schwierigkeiten stößt. Als Beispiele können die Kalkschwämme und manche Gruppen der Kalkalgen angeführt werden. Über die Kalkschwämme sagt E. HAECKEL, der Monograph derselben, daß man bei ihnen von „guten Arten“ nicht sprechen könne, und daß es hier nur schwankende Formenreihen gibt, weil die Formen durch Anpassung an äußere Existenzbedingungen unaufhörlich abändern. Ähnliches läßt sich von den krusten- und knollenförmigen Kalkalgen der Genera *Lithophyllum* und *Lithothamnium* sagen, wenigstens, so weit es sich um die äußere Gestalt handelt, die ja für die älteren Systematiker die Grundlage zu jeglicher systematischen Beurteilung gewesen ist.

Ein ähnliches Verhalten zeigen auch die Lopadolithen von *Scyphosphaera*, sofern nur eine genügend reiche Auswahl von Formen zu Gebote steht, wie dies bei dem von mir untersuchten Material der Fall ist. Hier finden wir zahlreiche Übergänge zwischen jenen Formen, die DEFLANDRE als selbständige Arten unterschieden hat. Im Material von Rotti haben sich ohne Ausnahme alle DEFLANDRE'schen Arten wiedergefunden. Auch hier gibt es anscheinend nur fließende Formenreihen. Aber einstweilen können wir keine Entscheidung treffen in der Frage, ob konstante Typen vorliegen und die Unterschiede zwischen diesen Typen nur sehr gering sind oder ob man es vielleicht mindestens bei einem Teil der Formen mit guten Arten zu tun habe, die durch eine weitgehende Variabilität ausgezeichnet sind. Im letzteren Fall hätte man sich zu denken, daß eine solche Art um einen gewissen Mittelwert herum schwankt, wobei die extremen Varianten benachbarter Arten einander sehr nahe kommen oder sich sogar überdecken.

Im Bereich jener Formen, die DEFLANDRE einer Betrachtung unterzieht oder zumindest erwähnt, gibt es zwei, die auch aus dem Plankton des Weltmeeres der geologischen Gegenwart bekannt sind, es sind eben die bereits besprochenen Spezies *Sc. Apsteini* LOHM. und *Sc. (Thorosphaera) elegans* (OSTENF.) DEFL. Während die Schweborganelle eines und desselben Individuums bei der erstgenannten Art, wie schon gesagt, eine starke Variabilität zeigen, sind sie bei der zweitgenannten nach Gestalt und Länge auffällig konstant (OSTENFELD 1910, BERNARD 1939). Es sieht aus, wie wenn die zunehmende Ausgestaltung dieser Kalkkörper im Sinn der Schwebefunktion mit einer Verringerung der Variabilität verknüpft sei. Es wäre sicher sehr aufschlußreich, wenn es uns gelänge, von sämtlichen im Material der Timor-Expedition nachgewiesenen Lopadolithen-Typen die unversehrten, mit dem äquatorialen Schwebapparat ausgestatteten Gehäuse aufzufinden. Wir wären dann in der Lage, die Variabilität der Lopadolithen an jeder einzelnen Form genau zu studieren und mit den Resultaten ethologischer Erwägungen in Beziehung zu bringen.

Wir sind also noch nicht so weit, daß wir diesem Gegenstand auf exakter Grundlage näher treten könnten; vielmehr müssen wir uns mit dem Studium der isolierten Lopadolithen abfinden und daraus ein Maximum an Erkenntnissen zu gewinnen suchen. Wenn wir innerhalb des Genus *Scyphosphaera* von „Arten“ sprechen, wobei wir als Repräsentanten derselben die Elemente des äquatorialen Schwimmgürtels, die Lopadolithen, im Auge haben, so geschieht dies nur mit Vorbehalt, da wir einstweilen im Einzelfall nicht sicher entscheiden können, ob man es in der Tat mit erblich fixierten Typen zu tun hat.

Durch mancherlei Umstände sind systematisch-phylogenetische Erwägungen hier in hohem Grade erschwert. Vor allem ist es die geringe Zahl der trennbaren Merkmale, die den Lopadolithen zukommen. Obendrein sind uns die den bestimmten Lopadolithen jeweils zugehörigen Schalenwand-Coccolithen völlig unbekannt. Aus den Untersuchungen der Planktonforscher, vor allem LOHMANN's, wissen wir bereits, daß die Schalenwand-Coccolithen von *Sc. Apsteini* die Gestalt niedriger Untertassen haben. Sie sind so beschaffen wie die entsprechenden Elemente bei zahlreichen Arten der Gattungen *Pontosphaera*, *Syracosphaera* u. a. Auch bei *Sc. elegans* sind sie wenigstens im Prinzip ebenso gebaut. Daß den Gehäuseelementen der übrigen Formen von *Scyphosphaera* der nämliche Bau zukommt, ist zwar noch nicht streng bewiesen, aber doch sehr wahrscheinlich. Jene nachteiligen Umstände, mit denen die Forschung hier zu rechnen hat, lassen die wechselseitigen morphologischen Beziehungen der Lopadolithen-Typen in hohem Grade vieldeutig erscheinen, so daß unser Versuch einer systematischen Gruppierung auf einem gut Teil Willkür aufgebaut ist. Jedenfalls kommt bei einem solchen Versuch das Bedürfnis nach bloßer Übersicht der Formen weit mehr auf seine Rechnung als das Bestreben nach Einblick in die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse.

Die Annahme, daß die Formenmannigfaltigkeit der Lopadolithen auf

der Existenz einer Anzahl gesonderter Arten beruhe, wird durch folgende Überlegung gestützt. J. SCHILLER (1926, pag. 330) hat seinerzeit am Golf von Neapel bei mehreren Coccolithineen-Gattungen das Entstehen der Zoosporen verfolgt. Er hält es für wahrscheinlich, daß es sich hier durchwegs um Isogameten handle. Diesen Vorgang einer geschlechtlichen Fortpflanzung dürfen wir wohl auch für den ganzen übrigen Bereich der Coccolithineen der geologischen Gegenwart wie auch der jüngeren Vorzeit voraussetzen. Wenn wir also geschlechtliche Fortpflanzung auch bei *Scyphosphaera* annehmen, dann dürfen wir uns nicht etwa eine Promiskuität innerhalb dieses ganzen Formenkreises denken; vielmehr mag sich die Kreuzung nur im Rahmen gewisser genotypischer Einheiten, also Arten, abspielen. Beim Vergleich der Scyphosphaeren der Gegenwart, also *Sc. Apsteini* und *Sc. elegans*, werden wir schwerlich auf den Gedanken kommen, als könnte die Kreuzung zwischen diesen beiden Formen einen regelmäßig wiederkehrenden Vorgang bilden. Nicht nur die morphologische Verschiedenheit der beiden Formen, sondern auch Verschiedenheiten im chorologischen Verhalten würden dagegen sprechen.

Die Scyphosphaeren der jüngeren geologischen Vorzeit wie auch der Gegenwart sind also sehr wahrscheinlich selbständige Arten. Hinsichtlich ihrer vererblichen genotypischen Beschaffenheit mögen sie also wohl verschieden sein; aber in ihrer variablen phänotypischen Ausprägung kommen sie einander sehr nahe und überdecken sich sogar teilweise mit ihren extremen Varianten. Dies gilt besonders für die Lopadolithen, welche eine weitgehende Kontinuität der Formenmannigfaltigkeit vortäuschen können.

Derzeit ist es allerdings noch unmöglich, die Varianten der nämlichen Spezies in ihrer Zusammengehörigkeit zu erkennen. Abgesehen von den beiden oben genannten rezenten Arten sind uns keine vollständig erhaltenen Gehäuse bekannt, so daß es uns versagt ist, die Variabilität der Lopadolithen eines und desselben Gehäuses zu studieren und damit allmählich zu einer morphologischen Charakterisierung und Abgrenzung der einzelnen Arten vorzudringen. Eine auf solche Einsicht gegründete systematische Gliederung bleibt daher eine Aufgabe der Zukunft.

Es ist zweckmäßig, wenn wir hier einiges über gewisse, die Lopadolithen betreffende morphologische Begriffe und Kunstausdrücke bemerken und einige diesbezügliche Festsetzungen treffen. Der Eingang in den Innenraum der Lopadolithen ist nicht als „Mündung“, sondern als „Öffnung“ zu bezeichnen, denn der Ausdruck „Mündung“ ist für die coccolithenfreie Stelle, die das Gehäuse gewisser Kalkflagellaten-Genera auszeichnet, bereits vergeben. Von Vorteil für eine eindeutige Charakterisierung der Formen ist die scharfe begriffliche Trennung der verschiedenen Regionen des Lopadolithen. Vor allem ist zwischen „Unterteil“ und „Oberteil“ zu unterscheiden. Als „Unterteil“ möchte ich jene Region bezeichnen, die von der Unterfläche des Kalkkörpers, der „Basis“, bis zum Niveau des maximalen Durchmessers reicht. Als „Oberteil“ jene, die

sich von hier aus bis zum höchsten, die Öffnung umfassenden Teil, dem „Apex“, erstreckt. Allerdings gibt es bei *Scyphosphaera* auch äquatoriale Elemente, auf die sich diese Begriffe nicht ohne weiters anwenden lassen, da diese Kalkkörper in ihrem Bau in mancher Hinsicht vom Typus abweichen.

Schließlich möge auch noch eines bestimmten Formelementes der Lopadolithen, nämlich des Bodens, kurz gedacht werden. Es gibt Formen, bei denen ein Boden nicht nachzuweisen ist. Dieses Fehlen desselben verteilt sich auf die verschiedensten Teilgruppen des Genus *Scyphosphaera* (siehe Fig. 135—139), und daher ist dem Vorhandensein oder Fehlen eines Bodens keine besondere systematische Bedeutung beizumessen. In dieser Beziehung wird man an die bei den Coccolithen allenthalben vorkommenden Poren erinnert. Auch diese treten in den verschiedensten Teilgruppen der Kalkflagellaten auf und sind sicherlich gleichfalls unabhängig (polyphyletisch) entstanden. Gedanken über „Zweckmäßigkeit“ solcher Gebilde dürften wohl gegenstandslos sein. Die Rückbildung des Bodens ist grundsätzlich dasselbe wie die Entstehung der Poren; sie ist ein über das Stadium der Pore quantitativ hinausreichender Durchbruch an dem Kalkelement. In manchen Einzelfällen mag die Abwesenheit des Bodens auf diagenetischen Abbau zurückzuführen sein, weshalb man bei der Beurteilung der Coccolithen einige Vorsicht walten lassen muß. Man ist nicht in jedem Fall sogleich imstande zu sagen, ob der Durchbruch des Bodens ein natürliches Kennzeichen der betreffenden Kalkkörperart ist oder ob er nachträglich unter dem Einfluß lösender Agentien zustande gekommen sei.

Bei normal beschaffenen Lopadolithen darf man mit Sicherheit behaupten, daß der Boden die Unterseite des Skelettkörpers, also die Basis kennzeichnet. Wo er aber fehlt, da müssen wir trachten, aus der Gesamtgestalt des Skelettkörpers eine zutreffende Auffassung über das „Oben“ und das „Unten“ zu gewinnen. Und eine solche Auffassung reicht in ihrer Bedeutung über die jeweils betrachtete Einzelform hinaus und beeinflußt maßgeblich die Stellung der Form im Kreis der übrigen Angehörigen des Genus *Scyphosphaera*. Eine solche Beurteilung kann nur selten mit Sicherheit, in der Regel nur mit einer bald größeren, bald geringeren Wahrscheinlichkeit erfolgen, und manchmal wird man vergeblich versuchen, zwischen Oberseite und Unterseite des Lopadolithen eindeutig zu unterscheiden.

Nun folgt hier eine kurze Besprechung der systematischen Gruppierung der Lopadolithen, wie sie im speziellen Teil vorgenommen worden ist.

Die Gesamtheit der Lopadolithen s. l. zerfällt in 6 Teilgruppen: *Lopadomorphae*, *Marginatae*, *Pennaeformes*, *Clavellosae*, *Corollatae*, *Elongatae*.

Als *Lopadomorphae* werden jene Formen zusammengefaßt, die sich enge an *Sc. Apsteini* anschließen. Hier sind die Lopadolithen einfach tonnenförmig beschaffen oder weichen nur in untergeordneten Punkten davon ab. *Sc. Apsteini* selbst (Fig. 109—112) ist der Ausgangstypus und hat in formaler Hinsicht als die typische Art zu gelten. Wir kennen diese Form seit LOHMANN (1902, fig. 26—30 auf tab. 4). Die Exemplare des

Timor-Archipels scheinen von den rezenten nicht wesentlich verschieden zu sein. Wir sehen bei *Sc. Apsteini* eine große Variabilität der äquatorialen Skelettelemente an einer und derselben Zelle, und zwar nicht nur hinsichtlich der absoluten Abmessungen, sondern auch der Proportionen. Durchwegs besitzen sie die Gestalt einer Tonne mit einem allenthalben konvexen Seitenprofil. Bei manchen Exemplaren liegt das Maximum der Ausbauchung ungefähr auf halber Höhe, bei anderen ist es mehr oder weniger in distaler oder auch in proximaler Richtung verschoben. Die Höhe der größten Exemplare beträgt etwa das Doppelte der kleinsten.

Innerhalb der Gruppe sehen wir, wie sich die *Sc. procera* (Fig. 108, 114) von der *Sc. Apsteini* abzweigt; sie ist von dieser nur durch ihre auffallend größere Schlankheit verschieden. Durch Geradestreckung des basalen Seitenprofils geht daraus die *Sc. recta* (Fig. 115, 116) hervor und weiterhin die *Sc. piriformis* (Fig. 117), an welche letztere sich die durch ihre große Ausbauchung und den weiten Apex auffällige *Sc. ampla* (Fig. 118) anschließt.

Von *Sc. procera* ist die *Sc. recurvata* abzuleiten (Fig. 121), die bereits DEFLANDRE als Spezies unterschieden hat. Sie deckt sich mit unserer 2. Formengruppe (*Marginatae*). Bei ihr ist der Öffnungsrand weit einwärts gebogen. Gleichzeitig ist die Wand im Oberteil sowie an der Ausbauchung stark verdickt und wird gegen die Basis hin allmählich dünner.

Die 3. Gruppe, *Pennaeformes*, ist durch das Fehlen jeglicher Verengung des basalen Profils gekennzeichnet. Ein Unterteil läßt sich also hier nicht unterscheiden. Dieser ist gleichsam unter das Niveau der Basis abgesunken, was freilich für die *Sc. cylindrica* nicht gleich ersichtlich ist, da ihr selbst die Andeutung von Körperregionen völlig abgeht (Fig. 119). Sie ähnelt einem Zylinder von elliptischem Querschnitt.

Bei den *Clavellosae* (4. Gruppe) ragt ein sehr schlanker Oberteil in die Höhe. Der Unterteil ist in der gewöhnlichen Art und Weise tonnenförmig gestaltet.

Die *Corollatae* (5. Gruppe) tragen einen korollenartig erweiterten Öffnungsrand, der sich bei der *Sc. amphora* (Fig. 125, 126) durch eine mäßige Konkavität, bei der *Sc. pulcherrima* (Fig. 128, 129) aber durch eine scharfe Einschnürung von dem tonnenförmigen Teil des Lopadolithen abhebt.

Die 6. Formengruppe endlich wird von den *Elongatae* gebildet. Hier ist die Spezialisierung der Lopadolithen als Schwebeorganelle am weitesten gediehen. Ein bestimmtes Merkmal ist allen diesen Formen gemeinsam; es beruht in der Beschaffenheit des Unterteiles und der Ausbauchung. Der Unterteil ist auffallend niedrig im Verhältnis zum Durchmesser der Ausbauchung. Diese ist somit stark gegen die Basis verlagert, und die Basis selbst erfährt dadurch eine Erweiterung. Diese Art des Aufbaues fördert die Stabilität der Kalkkörper als Schwebeorganelle. Die Kalkkörper haften besser an der Zelloberfläche und können daher eine größere Höhe entwickeln und so den ganzen Schwebeapparat auf eine ansehnlichere Stufe

der Leistungsfähigkeit erheben. Die *Sc. intermedia* kann als Beleg für diese Auffassung gelten (Fig. 140). Das rezente Endglied dieser Typenreihe ist die *Sc. elegans*. Heute ist es noch unentschieden, ob diese Form bereits in jüngerer geologischer Vorzeit existiert habe oder ob sie erst ein Erzeugnis der allerletzten phylogenetischen Entwicklung vorstelle.

Die phylogenetische Bedeutung dieser Formenreihe, vor allem die Zusammengehörigkeit ihrer Glieder, hat bereits DEFLANDRE klar erkannt. In keiner der übrigen Formenreihen ist die Wandlung von ausgesprochen tonnenförmigen Elemente zu schlanken Schwebeorganellen eine so auffallende wie gerade hier. Zu dieser Gruppe zählen gewisse Typen, wo der Kalkkörper — vor allem bei der *Sc. campanula* (Fig. 134) — nach einer Ausdrucksweise DEFLANDRE's geradezu aus drei Kegelstümpfen aufgebaut ist, welche alternierend aneinandergesetzt sind, von denen der oberste sowie der unterste im identischen Sinn, d. h. mit der Divergenz der Flanken nach oben, orientiert erscheinen. Natürlich ist dieser Vergleich nicht buchstäblich im geometrischen Sinn aufzufassen, da die seitlichen Profile der Kegelstümpfe ja keineswegs geradlinig sind, wie es gemäß der Definition eines solchen stereometrischen Gebildes der Fall sein müßte. Die Formenreihe hat eine nicht geringe Analogie zur vorhergehenden, wo gleichfalls die Flanken nach oben konvergieren, so daß das Kalkelement hoch und schlank aufragt und in eine Art Schlot ausläuft.

Wenn es weder DEFLANDRE noch mir bisher gelungen ist, äquatoriale Schwebeelemente der *Sc. elegans* in Sedimenten nachzuweisen, so ist damit die Möglichkeit eines Irrtums nicht ganz ausgeschlossen. Man kann sich ja unschwer denken, daß ein so lang-schlotförmiges Kalkgebilde, wie das in Fig. 132 wiedergegebene, eigentlich ein solches der *Sc. elegans* vorstelle; nur sei die apikale Partie an der Stelle des geringsten Halsdurchmessers abgebrochen. Man bedarf in jedem Einzelfall einer genauen Untersuchung des Öffnungsrandes, um ein Urteil darüber zu gewinnen, ob ein Bruch stattgefunden hat oder ob der Öffnungsrand ein natürlicher ist. An den von mir abgebildeten Exemplaren liegt bestimmt kein Bruchrand vor.

Scyphosphaera Apsteini lenkt unsere Aufmerksamkeit auf das Genus *Lohmannosphaera* SCHILLER (1913, pag. 608, fig. 23, 24 auf tab. 3; 1925, pag. 13, fig. 7 a, 7 b, 8 a, 8 b auf tab. 1) aus dem adriatischen Meer. Bei dieser rezenten Form sind sämtliche Gehäuseelemente lopadolithisch ausgebildet. DEFLANDRE ist der Ansicht, daß eine enge systematische Beziehung zwischen dieser Gattung und der *Sc. Apsteini* zu verneinen sei. Mir selbst war noch keine Gelegenheit zu einer Untersuchung der Lopadolithen von *Lohmannosphaera* gegeben, und ich bin bei jeglichem Versuch, mit dieser Form gedanklich zu operieren, ganz auf die einschlägige Publikation SCHILLER's angewiesen. SCHILLER (1930, pag. 193) betont ausdrücklich die enge morphologische Verbundenheit von *Lohmannosphaera* mit *Scyphosphaera*. Von dieser Vorstellung aus könnte die phylogenetische Herleitung beider Genera aus dem Genus *Pontosphaera* keinen besonderen Schwierigkeiten begegnen. Aber die beiden Arten, die SCHILLER vom Genus

Lohmannosphaera beschrieben hat, bedürfen einer genauen Nachuntersuchung, bevor man in der Lage ist, darüber das letzte Wort zu sprechen. Es ist übrigens an die Möglichkeit zu denken, daß unter der Menge der in den Sedimenten vorgefundenen Lopadolithen auch solche von *Lohmannosphaera* enthalten seien, ohne daß wir einstweilen die Möglichkeit besitzen, ihre Zugehörigkeit zu diesem Genus zu erkennen.

Mit der Besprechung des Genus *Scyphosphaera* ist in unseren Darlegungen die Fülle der Calyptrolithen, ferner der plattenförmigen und der mit einem Napfboden ausgestatteten napf- oder untertassenförmigen Discolithen, die in dem ostindischen Material zum Vorschein kamen, nunmehr erschöpft, und wir wenden uns jenen Formen zu, wo die Durchbrechung des Napfbodens, bzw. des Calyptrolithen-Daches so weit geht, daß nur mehr ein einfacher Kalkring als Homologon zur Seitenwand der Calyptrolithen und der Discolithen bestehen bleibt. Diese Typen mögen die Bezeichnung „Cyclolithen“ erhalten.

Bei manchen dieser Formen ist der Ring sehr dick, und die zentrale Durchbrechung macht im horizontalen Schnitt durch den Kalkkörper etwa einen Drittel seines ganzen Durchmessers aus. So verhält sich dies an den in den Figuren 46 und 49 dargestellten Formen (*Cyclolithus lepidus*, *C. multiradiatus*). Es gibt aber auch Cyclolithen, wo der Ringkörper sehr dünn ist. Hier gleicht das Kalkelement äußerlich einem napf- oder untertassenartigen Discolithen etwa der Fig. 43. Man wird durch solche Gestalten sehr an die Süßwasser Coccolithinee *Hymenomonas danubiensis* KPT. erinnert, die aus der „Alten Donau“ bei Wien ausführlich beschrieben vorliegt (KAMPTNER 1928a). An eine nähere phylogenetische Verwandtschaft braucht man dabei gar nicht zu denken, denn solcherlei Ringe oder konische Röhrenstücke mögen sich in nicht geringer Zahl polyphyletisch aus verschiedenen, aber doch einander ähnlichen Ausgangsformen entwickelt haben.

Zu diesem Formenkreis stehen die „Zycolithen“ in näherer Beziehung. Den Typus der Zycolithen habe ich i. J. 1937 an einem Coccolithineen-Material aus dem Mittelländischen Meer aufgefunden (1937, pag. 286). Der Zycolith besteht aus einem horizontalen elliptischen, nach der Basis mehr oder weniger konisch sich verengenden Ring (Röhrenstück), an welchem die Längsseiten durch ein emporgewölbtes brückenartiges Gebilde verbunden sind. Ein solches Joch (Jugum) vermag bei den (hier nicht besprochenen) komplizierten Abkömmlingen dieses Bauplanes die mannigfachsten Differenzierungen einzugehen und auf diese Weise eine namhafte phylogenetische Bedeutung zu erlangen. Vielleicht ist das Jugum keine sekundäre Zutat, sondern ein Überrest, der bei der Rückbildung des dachartigen Teiles einer calyptrolithenartigen Form übriggeblieben ist. Wenigstens in gewissen Fällen mag diese Vorstellung einige Berechtigung haben. Als eine Übergangsstufe auf diesem Weg kann man

vielleicht *Coccolithites caelatus* betrachten (Fig. 5), wo gewissermaßen zwei einander rechtwinkelig kreuzende Juga vorhanden sind. Schließlich mag das in der Längsrichtung verlaufende Jugum, also der längere Kreuzbalken, verloren gegangen und das der kurzen Ellipsenachse entsprechende Gebilde allein übrig geblieben sein. Bereits F. BERNARD beschrieb 1939 (fig. 1a auf pag. 38) aus dem westlichen Mittelmeer eine Form (*Corisphaera Fagei*), wo das Jugum die Längsrichtung des Zygolithen einnimmt. Auch J. LECAL-SCHLAUDER gab aus demselben Meeresgebiet zwei weitere derartige Formen an (1945, pag. 27, Abb. 23 auf pag. 28, *C. magnifica*; 1951, pag. 304, Abb. 40, *C. amplior*). Eine analoge Reduktion zu einem Kreuz kann übrigens auch der Boden eines napfartigen Discolithen erfahren, wie dies aus Fig. 45 hervorgeht; und vielleicht wird man bald einmal ein querliegendes Jugum in basaler Lage antreffen, wo es als Rest eines Napfbodens aufzufassen sein wird. Die Fig. 45 kann man als Vorstufe zu einer solchen Entwicklung deuten.

Nun gelangen wir zur Behandlung der kompliziertesten Kalkkörper, die unser Untersuchungsmaterial aufweist, nämlich der manschettenknopfförmigen Tremalithen.

Auch hier ist die kreisrunde Gestalt als ein primitives Merkmal aufzufassen.

Eine typische kreisrunde Form ist *Cyclococcolithus Wanneri* (Fig. 54). Die distale Randscheibe hat einen größeren Durchmesser als die proximale. Beide Scheiben fallen nach der Peripherie dachartig ab. Der Binnenraum hat einen Durchmesser, der etwa halb so groß ist als der Durchmesser der distalen Randscheibe.

Von dieser durchschnittlich gebauten Form läßt sich, rein morphologisch zunächst, eine ganze Reihe von Tremalithen-Typen durch stufenweise Abänderung der einzelnen wesentlichen Charaktere herleiten. So gilt dies für *Cyclococcolithus Tanianus* (Fig. 83), wo die distale Randscheibe kalottenartig geformt ist, während die proximale Scheibe zu einer basalen Randverbreiterung des ziemlich engen Mittelstückes reduziert erscheint. Bei *C. turgens* (Fig. 77) ist die basale Randscheibe etwa halb so breit wie die distale; die Form ist also in diesem Hinblick eine Übergangsstufe zwischen *C. Wanneri* und *C. Tanianus*.

Eine merkwürdige Differenzierung besitzt *C. crateriformis* (Fig. 84). Hier ist der distalen Randscheibe ein hoher Ringwall aufgesetzt.

Diese eben angeführten Formen sind verhältnismäßig seltene Vorkommnisse. Viel häufiger, ja massenhaft in den Bodenablagerungen der Meere wie auch im Plankton ist *Cyclococcolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) KPT. Diese Art hat auch im Meer der jüngeren geologischen Vorzeit eine quantitativ nicht unerhebliche Rolle gespielt, da die Skelettreste derselben in den entsprechenden kalkigen Sedimenten überaus zahlreich sind und überhaupt hier zu den häufigsten Vertretern der Coccolithineen zählen.

Das Bild, das diese Skelettelemente hier bieten, ist durch den diagenetischen Abbau sehr wesentlich verändert. Die Versuche zur Rekonstruktion haben daher von Feststellungen auszugehen, die man von den verschiedenen Stadien der diagenetischen Veränderung zu gewinnen imstande ist. Diese Stadien sind nicht nur zahlreich, sondern es ist auch schwierig, ihre zeitliche Reihenfolge richtig zu erfassen; ja, es ergeben sich bei einem solchen Versuch die mannigfachsten Widersprüche. Beim ersten Anblick der vielen, diagenetisch in verschiedener Weise veränderten Tremalithen hat man zunächst den Eindruck, daß es sich doch nur um eine Mehrzahl artlich verschiedener Formen handeln könne. Bei näherer Betrachtung findet man aber, daß nicht nur mancherlei Übergangsstufen zwischen benachbarten Formen existieren, sondern daß die verschiedenen Bauweisen in diesem oder jenem Modus miteinander kombiniert auftreten. Es zeigen sich also Formen von komplexem Aufbau. Man darf es wohl für das Wahrscheinlichste halten, daß alle jene Tremalithen, die auf solche Weise morphologisch verbunden sind, auch wirklich zur nämlichen Spezies *C. leptoporus* gehören.

Was den Aufbau des rezenten *C. leptoporus* anlangt, so sei auf die im speziellen Teil angeführte Charakteristik hingewiesen. Hier aber wollen wir die Formen aus dem Kreidemergel des Timor-Archipels im einzelnen betrachten, also jene Formen, von denen wir eine spezifische Zusammengehörigkeit annehmen.

Nach ihrer typischen Beschaffenheit vermag man die Formen zunächst in zwei Hauptgruppen einzuteilen:

- 1) mit bogig gekrümmten Rippen;
- 2) mit geraden, streng radialen Rippen;

Diese beiden Gruppen sind aber nicht scharf voneinander geschieden; es kommen folgende Übergänge vor:

- a) bogige und gerade (radiale) Rippen finden sich an der distalen Randscheibe eines und desselben Individuums kombiniert vor;
- b) Das Individuum trägt gerade Rippen, die aber eine einseitig verwendete Stellung aufweisen;
- c) die distale Randscheibe trägt bogige Rippen, die proximale Scheibe dagegen gerade Rippen.

Es ist zweckmäßig, wenn wir folgende Formen herausgreifen, um sie im einzelnen zu schildern. Vorerst sollen die Formen mit geraden Rippen betrachtet werden.

Die Fig. 55 zeigt uns ein kleines Exemplar, wo 15 Radian zu unterscheiden sind, die durchwegs die Gestalt lückenlos aneinanderschließender Sektoren besitzen. Auf der Fig. 67 ist ein größeres Exemplar abgebildet, wo die Sektoren schmaler und daher zahlreicher sind.

An dem Tremalithen der Fig. 68 bestehen die Radian aus lauter teils vollkommen geraden, teils ein wenig gekrümmten (dunkleren) Stäben, die an ihren peripheren Enden zumeist eine hammerförmige Verbreiterung besitzen. Einzelne dieser Radian haben an Stelle der hammerförmigen

Verbreiterung bloß eine Verbiegung. Die Krümmung und die Verbiegung des Endes erfolgen am abgebildeten Exemplar in der Draufsicht gegen die Richtung des Uhrzeigers.

Wir betrachten nun Fig. 73, wo vom Mittelstück bogenförmige Rippen zur Peripherie ziehen, aber auf diesem Weg ein wenig an Dicke zunehmen. Die Rippen erscheinen hier teils hell, teils dunkel, und jede dunkle Rippe ist beiderseits von je einer helleren, etwas schmälere flankiert, so daß es aussieht, als würden alle drei Bestandteile zusammen eine Einheit bilden. Man kann auch gewissermaßen sagen, daß gekrümmte Sektoren vorhanden seien, deren jeder eine dunkle Mittelrippe enthält.

Einen Tremalithen von ähnlicher Beschaffenheit (den ich unbenannt gelassen habe) zeigt Fig. 63. Er wendet offenbar dem Beschauer seine Unterseite zu. Sein Binnenraum hat eine größere Weite als bei *C. leptoporus*. Es lassen sich an ihm 14 gekrümmte Sektoren zählen, die der Länge nach je in eine helle und eine dunkle Partie geteilt sind.

An dem kleinen Tremalithen der Fig. 65 sind die Rippen zwar gerade, aber doch einseitig gegen die Richtung des Uhrzeigers schief gestellt.

Es sei auch auf das Exemplar der Fig. 72 hingewiesen, wo dunkel gefärbte gekrümmte Rippen in einer nicht ganz regelmäßigen Verteilung auftreten. An den Stellen mit größeren Zwischenräumen sind offenbar solche Rippen einstmals vorhanden gewesen, aber später der Zerstörung anheimgefallen. Was aber an diesem Stück besonders lehrreich ist, das ist die Verletzung, die es erlitten hat. Ein gutes Drittel der distalen Randscheibe ist abgebrochen, so daß die proximale Scheibe für sich allein an dieser Stelle anschaulich wird. Aber an der proximalen Scheibe sind auffallenderweise die Rippen vollkommen gerade, und sie liegen auch streng radial.

Ein weiterer Fall führt uns eine Kombination gerader Rippen mit gekrümmten vor Augen; er ist in der Fig. 74 wiedergegeben. Hier kann man eine beträchtliche Zahl dünner gerader Rippen unterscheiden, so wie wir es bereits bei der Fig. 67 gesehen haben. Nur an einer bestimmten Stelle sind zwei gekrümmte Rippen darübergelagert. Offenbar war einstmals am intakten Tremalithen diese Überlagerung der geraden Rippen durch gekrümmte über die ganze Scheibe hinweg vorhanden, und infolge des diagenetischen Substanzabbaues sind die Bogenrippen bis auf die beiden hier eingezeichneten verloren gegangen. Fig. 69 zeigt einen derartig beschaffenen Tremalithen in Seitenansicht. Hier sieht man rechts an der distalen Randscheibe die gegen die Richtung des Uhrzeigers verbogenen wulstigen Rippen. An der linken Seite derselben Scheibe fehlen die Rippen infolge der diagenetischen Zerstörung. Hier erkennt man die Tatsache, daß die Scheibe nicht aus den gebogenen Rippen allein besteht, sondern daß diese vielmehr einer Unterlage aufsitzen. Vielleicht sind beide Komponenten in chemischer Hinsicht ein wenig voneinander verschieden. Die Unterlage ist auf jeden Fall der widerstandsfähigere Teil. Diese Erkenntnis kann man zur Deutung der Fig. 74 verwenden, indem man annimmt, daß

die Unterlage aus den geraden Rippen zusammengesetzt sei und daß die gekrümmten Rippen darüber lagern. Wir hätten danach eine Zweischichtigkeit der distalen Randscheibe anzunehmen. Allerdings bleiben noch mancherlei Tatsachen übrig, die mit dieser Vorstellung nicht recht in Einklang zu bringen sind, und man wird noch intensiver Bemühung bedürfen, um einwandfrei die Frage zu beantworten, ob denn alle diese Formen zur nämlichen Spezies gehören und nur durch den ungleichen Grad der diagenetischen Veränderung ein so verschiedenes Aussehen erhalten hätten.

Zum Vergleich möchte ich anführen, daß im rezenten Globigerinenschlamm die Schalenbausteine von *C. leptoporus* in der Regel so ausgezeichnet erhalten sind, daß sie sich in keiner Weise von jenen der im Nannoplankton erbeuteten Individuen unterscheiden. Abbaustadien, wie sie in den Sedimenten des Timor-Archipels eine gewöhnliche Erscheinung sind, scheinen im Globigerinenschlamm selten zu sein.

Die Skizze, welche TAN SIN HOK in seiner fig. I (1) von *C. leptoporus* entwarf, gehört zu dem Typus mit geraden und streng radialen Rippen an der distalen Randscheibe; sie ist mit unserer Fig. 67 zu vergleichen.

Dies alles war über *C. leptoporus* zu sagen. Und nun betrachten wir noch einige bemerkenswerte kreisrunde Tremalithen-Formen, zunächst einmal *C. moluccensis* (Fig. 62). Hier fällt die distale Randscheibe, so wie bei den meisten übrigen typisch manschettenknopfartigen Formen, zwar nach der Peripherie dachartig ab. Aber die distale Randscheibe hat einen ganz abweichenden Bau. Sie ist am Mittelstück mit sehr breiter Basis angefügt, und ihr Profil läuft gegen die Peripherie keilförmig zu. Der Binnenraum ist ziemlich weit, und man könnte zunächst meinen, daß er völlig offen sei und keinerlei Querseptum enthalte. Aber bei vielen Individuen sind Anzeichen zu sehen, die an dem Vorhandensein eines Querseptums keinen Zweifel übrig lassen. Man beobachtet nämlich in der Draufsicht oft kleine Fremdkörper, die im hellen Binnenraum frei zu schweben scheinen. Diese Partikel müssen also einem sehr dünnen, strukturlosen Querseptum aufliegen. Betrachtet man nun den Tremalithen von der Seite, so sieht man deutlich, daß seine ganze Unterfläche von einer nach unten konvex vorgewölbten Membran gebildet wird, die in der Mitte, wo sie am tiefsten eingesenkt ist, eine Art Sammelbecken für allerlei von oben in den Binnenraum geratene Fremdkörper, z. B. Schlammteilchen, darstellt. Es sieht wohl nicht sehr gezwungen aus, wenn wir uns einen derartigen Tremalithen phylogenetisch hervorgegangen denken aus einem kreisrunden napfförmigen Discolithen, an welchen eine horizontale Ringfurche die Sonderung einer oberen Region (distale Randscheibe) von einer basalen Region (proximale Randscheibe samt Querseptum) bewirkt habe. Das Querseptum wäre unter dieser Annahme ein Homologon zum Napfboden des als Ausgangsform gedachten napfförmigen Discolithen.

Ein Fund aus dem Jungtertiär Niederösterreichs, *Coccolithites circumcicus* KAMPTNER (1948, pag. 6, fig. 6), ist sehr geeignet, uns in solchen

Vorstellungen zu bestärken. Es handelt sich hier um eine napffartige elliptische Form, die knapp über der Basis von einer horizontalen Ringfurche eingeschnürt erscheint. An diesem Discolithen ist also die Sonderung in eine proximale Randscheibe und eine distale ausladende Partie, wie dies in typischer Weise die manschettenknopfartigen Tremalithen zeigen, bereits angebahnt.

Eine elliptische Tremalithenform, *Coccolithus membranaceus* (Fig. 85) ist mit *Cyclococc. moluccensis* insofern vergleichbar, als auch bei ihr ein undurchbohrtes Querseptum vorhanden ist. Dieses ist allerdings nicht nach unten vorgewölbt, sondern liegt als vollkommen ebenes Gebilde weiter oben und bildet eine zentripetale Fortsetzung der unteren Randscheibe. Auch im heutigen Weltmeer und in dessen Bodenablagerungen gibt es in weiter Verbreitung und großer Häufigkeit eine Coccolithinee, *Coccolithus Huxleyi* (Lohm.) Kpt., an deren manschettenförmigen Tremalithen ebenfalls ein Querseptum im Niveau der proximalen Randscheibe vorhanden ist. Anscheinend fehlt diese Form in den Sedimenten des Timor-Archipels. Im Lauf des letzten Decenniums untersuchten mehrere Autoren (BRAARUD-GAARDER-MARKALI-NORDLI 1952, DEFLANDRE 1935, KAMPTNER 1952) die Gehäuseelemente dieser Spezies im Elektronen-Mikroskop. Dabei offenbarte das Querseptum einen submikroskopischen Aufbau, wie ich ihn mittels des gleichen Instrumentes an gewissen typischen scheibenförmigen Discolithen (anscheinend der Gattung *Pontosphaera* zugehörig) feststellen konnte. Der Gedanke, daß beide Gebilde zu einander homolog seien, drängt sich beim Vergleich geradezu auf.

Wir haben oben (S. 42 u. 43) über gewisse Kalkkörper gesprochen, die zwar in ihrer Gesamtform durchaus den Discolithen entsprechen, während aber manche von ihnen ein Porenpaar in den Brennpunkten der Coccolithen-Ellipse aufweisen. Die betreffenden Typen sind durch bemerkenswerte Abwandlungen ausgezeichnet. So hat *Coccolithites excavatus* (Fig. 23) an der Ober- und Unterseite je eine Einsenkung; ein Porenpaar ist noch nicht vorhanden. *C. biperforatus* (Fig. 21) ist grundsätzlich ebenso gestaltet, besitzt aber bereits das Porenpaar. Und *C. sinuatus* (Fig. 25) endlich vermittelt den Übergang zu den manschettenknopfförmigen Tremalithen mit durchbohrtem Septum.

Es lassen sich also an dem Material, das uns hier vorliegt, im ganzen zwei morphologische Typenreihen unterscheiden, welche von den typischen Discolithen zu den manschettenknopfartigen Tremalithen hinüberleiten. Bei der einen Reihe fehlt der Porenapparat, bei der anderen ist er bereits vorhanden. Immerhin ist zu bedenken, daß das in Vergleich gezogene Formenmaterial einer und derselben Altersstufe angehört, weshalb für die Aneinanderreihung der Formen auch noch andere Denkmöglichkeiten existieren; doch scheinen mir die angeführten die meiste Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Sollte uns künftig einmal eine reichere und auch verschiedene Altersstufen umfassende Kenntnis des Formenbestandes jene vermuteten Zusammenhänge bestätigen, so wird sich uns damit das Bild

einer durchaus polyphyletischen Herausbildung des manschettenknopfartigen Kalkkörpertypus bieten.

Es ist bekannt, daß an gewissen rezenten Tremalithen die proximale Randscheibe in der Phylogenese gänzlich oder zum großen Teil verloren gegangen ist. Ähnliches treffen wir auch in den Sedimenten des Timor-Archipels. Beispiele dafür sind hier *Coccolithites pinguis* (Fig. 70) und *Cyclococcolithus Tanianus* (Fig. 83). Unter rezenten Coccolithen besteht ein derartiger Aufbau bei dem kreisrunden *Calcidiscus medusoides* Kpt., ebenso bei dem elliptischen *Coccolithus tenuis* Kpt. Ein Beispiel für den umgekehrten Fall, wo nämlich die distale Randscheibe fehlt und nur die proximale allein vorhanden ist, haben wir in *Coccolithites unilimbatus* (Fig. 80). Das Mittelstück stellt hier einen nur ganz niedrigen Rand vor; die proximale Randscheibe ist vollkommen horizontal und eben und findet jenseits des Mittelstückes als dünne ebene Membran (Querseptum) ihre zentripetale Fortsetzung. In jüngster Zeit fand J. LECAL-SCHLAUDER (1949, pag. 163) eine rezente Form, die mit *C. unilimbatus* wohl sehr nahe verwandt zu sein scheint; es ist dies *Neosphaera coccolithomorpha*¹⁾ aus dem westlichen Mittelmeer. Die basale Randscheibe ist an dieser Form gut entwickelt, während die distale nur durch eine randliche Verbreiterung des Mittelstückes angedeutet wird. Auch ein horizontales undurchbrochenes Septum gibt die Autorin an (Abb. 6 auf pag. 165). Die Rückbildung des distalen Scheibe ist also, wie wir sehen, keine so völlige wie bei *C. unilimbatus*. Das den beiden Formen gemeinsame vollständige horizontale Querseptum ist nach unserer Auffassung ein primitives Merkmal, ein Homologon zu der Bodenpartie der untertassenförmigen Discolithen. Ein ähnliches Septum haben wir ja bei *Cyclococcolithus moluccensis* bereits kennen gelernt, auch bei dem elliptischen *Coccolithus membranaceus*.

Von Tremalithen mit elliptischem Umriß ist außer dem erwähnten *Coccolithus membranaceus* auch *C. Brouweri* (Fig. 71 und 75) anzuführen. Es gelang mir, ein trefflich erhaltenes ganzes Gehäuse dieser Spezies aufzufinden, wo die Gehäusebausteine die Fähigkeit besitzen, fest und dauernd aneinanderzuhaften. Dann ist noch *Coccolithus cruciferus* (Fig. 89) zu nennen, an welchem in Analogie zu manchen Calyptrolithen und Discolithen das Querseptum in ein Kreuz aufgelöst erscheint. Hier mag ein Seitenblick auf *Coccolithus oceanicus* (Synonym: *Gephyrocapsa oceanica* KAMPTNER 1943) geworfen werden, dessen typisch manschettenknopfartige

¹⁾ G. DEFLANDRE (briefliche Mitteilung vom 8.9.1951) äußerte die Meinung, daß man es bei *Neosphaera coccolithomorpha* nur mit einer *Umbilicosphaera mirabilis* Lohm. zu tun habe, also einer wohl bekannten, weit verbreiteten Form. Mme LECAL-SCHLAUDER hätte also die Merkmale ihres Fundes zum Teil erkannt und wäre auf diese Weise zu der Auffassung gelangt, eine neue Gattung vor sich zu haben; insbesondere hätte sie irrtümlich das Vorhandensein eines zentralen Querseptum angenommen. Ich selber habe auch den Eindruck einer auffallenden habituellen Ähnlichkeit beider Formen und halte die Identität für wahrscheinlich. Unabhängig von dieser Frage gehört *Neosphaera* wohl zur Gattung *Cyclococcolithus*, der übrigens meiner Meinung nach auch die *Umbilicosphaera* auf alle Fälle einzuverleiben ist,

Tremalithen von jenen der recht ähnlichen Spezies *C. Huxleyi* (LOHM.) KPT. durch den Besitz eines schief zu den Ellipsenachsen orientierten, über den Oberrand aufragenden Jugums verschieden sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dieses Jugum gleichfalls ein phylogenetischer Rest eines ehemaligen Querseptums ist oder vielleicht ein Rest der Dachpartie des Calyptrolithen-Typus.

An *Coccolithites pinguis* (Fig. 70) ist die proximale Randscheibe gänzlich ausgefallen und auch das Mittelstück weitgehend reduziert. Der ganze Tremalith stellt eine dicke elliptische Platte dar, die an der Unterseite das Rudiment des Mittelstückes als kragenartige Einfassung der zentralen Pore aufweist. Hier ist die Ähnlichkeit mit dem rezenten Genus *Calcidiscus* eine bemerkenswerte, wenn auch dieses letztere einen kreisrunden Umriß und eine zartere Beschaffenheit hat.

Zu den elliptischen Tremalithen gehört *Coccolithus pelagicus*, eine geradezu als klassisch zu bezeichnende Coccolithinee, die zu den am längsten bekannten gehört und der ganzen systematischen Gruppe der Coccolithineae den Namen gegeben hat. Die Gehäuseelemente zeigen hier eine weitgehende Variabilität der Dimensionen, wie dies ja bereits LOHMANN festgestellt hat. Allerdings hat dieser Forscher manche kleine Formen, die wohl Selbständigkeit beanspruchen können, unter dem Namen dieser seiner Spezies, *Coccolithophora pelagica*, mit zusammengefaßt. Bei *Coccolithus pelagicus* s. str. ist ein sehr bezeichnendes Porenpaar vorhanden. Man wird lebhaft an das Porenpaar erinnert, wie es gewisse oben besprochene Discolithen (*Coccolithites sinuatus*, *C. biperforatus*) besitzen; und der Gedanke, daß *Coccolithus pelagicus* mit jenen Discolithen näher verwandt sei, ist keineswegs ganz abzuweisen. Ja, es mag als Willkür erscheinen, wenn wir die einfacheren unter diesen Kalkkörpern zu den Discolithen und nicht zu den Tremalithen stellen, da sie an der fließenden Grenze dieser beiden Kalkkörpertypen stehen. Die von mir getroffene Maßnahme ist nur eine vorläufige, und die künftige Revision der morphologischen Begriffe und ihres jeweiligen Umfangs dürfte manche Änderung im Gefolge haben.

Auch bei *Coccolithus pelagicus* hängen die Gehäuseelemente in situ so knapp und obendrein elastisch aneinander, daß ganze, unversehrte Gehäuse in den Bodenproben, vor allem in den rezenten, eine häufige Erscheinung sind.

In einem engeren Zusammenhang mit *C. pelagicus* steht eine andere Art, die aber infolge gewisser tiefgreifender Eigentümlichkeiten eine selbständigere Stellung im Bereich der tremalithischen Formen beanspruchen darf. Es ist *Helicosphaera Carteri* (WALL.) KPT., die G. C. WALLICH im Jahre 1877 aus dem Plankton des Atlantischen Ozeans (unter dem Namen *Coccosphaera Carteri*) beschrieben hat. Hier ist im Gegensatz zu *Coccolithus pelagicus* das Gehäuse nicht kugelig, sondern eiförmig und besitzt an dem breiteren Ende eine Mündung, die am lebenden Individuum ein Geißelpaar trägt. Den spiraligen Bau der Tremalithen erkannte der Entdecker

ebensowenig wie LOHMANN, der die Spezies sogar mit *C. pelagicus* vereinigte, und zwar auf Grund der Meinung, daß die Gestalt der Schale den einzigen Differenzpunkt der beiden Arten vorstelle und überhaupt als unwesentlich zu betrachten sei. Man kann sich unschwer davon überzeugen, daß die spezifischen Unterschiede der Schalenelemente an den unverletzten Individuen, an denen sie sich in situ befinden, in der Tat kaum wahrzunehmen sind und ohne eingehende Untersuchung leicht der Aufmerksamkeit zu entgehen vermögen. Anscheinend verzichteten beide Untersucher darauf, die Tremalithen der Spezies einzeln, losgelöst aus dem Verbands der Schale, genau zu prüfen.

Der eigentümliche spiralförmige Aufbau unterscheidet die Kalkkörper der *H. Carteri* weitgehend von den übrigen manschettenknopfartigen Tremalithen, so daß es gerechtfertigt ist, wenn wir die Spezies durch Zuerkennung des Gattungsranges in systematischer Hinsicht aus der Menge der *Coccolithus*-Arten herausheben. Da es sich um ein monotypisches Genus handelt, so deckt sich die Diagnose des Genus mit derjenigen der Spezies *H. Carteri*.

Die Gehäuseelemente von *H. Carteri* aus Rotti zeigen sich genau so gebaut wie die rezenten, so daß an der artlichen Identität beider nicht zu zweifeln ist. Sowohl in den kalkigen Bodenablagerungen der heutigen Meere wie auch im kreidigen Mergel der Probe 168* der Timor-Expedition sind diese Kalkkörper überaus reichlich anzutreffen. Ihr spiralförmiger Aufbau ist unter der Menge der Typen, welche man von den Coccolithineen-Hartteilen bislang kennt, ohne Parallele, weshalb die systematische Heraushebung dieser Form als eigenes Genus durchaus gerechtfertigt erscheint. Wenn wir die für gewundene Gastropoden-Schalen übliche morphologische Terminologie auf diese Coccolithen anwenden wollen, so müssen wir sie als „rechts gewunden“ bezeichnen. Links gewundene Exemplare sind mir weder in rezentem, noch in vorzeitlichem Material jemals begegnet.

Hier ist es angebracht, wenn wir eine allgemeine Bemerkung über die Tremalithen einschalten. Ich halte es nämlich für wünschenswert, daß wir wenigstens vorläufig den Begriff der Tremalithen nicht in einem allzu engen Sinn umgrenzen. Seit LOHMANN versteht man darunter lauter manschettenknopfförmige Typen, die in der Mitte durchbohrt sind. Die Durchbohrung ist es ja, die diesen Kalkkörpern den Namen gegeben hat. Man kennt aber bereits manschettenknopfförmige Formen, wo von einer zentralen Durchbohrung keine Rede ist, wo also der Name „Tremalithen“ hinsichtlich seiner allgemeinen Wortbedeutung eigentlich keine Berechtigung haben sollte. Solche Formen sind *Coccolithus membranaceus* und *Cyclococcolithus moluccensis* aus dem vorliegenden Material, ferner *Coccolithus placomorphus* aus dem Torton (II. Mediterranstufe) des Inneralpinen Wiener Beckens, endlich auch *Coccolithus Huxleyi*, bei dem das Elektronenmikroskop die Abwesenheit eines zentralen Porenapparates dokumentierte. Es hätte jedoch keinen Zweck, schon jetzt nur um der Durchbohrung willen den offenbar enger zusammengehörigen Formenkreis der Manschettenknopfförmigen zu zerreißen, solange nicht eine weit bedeu-

tendere Formenfülle uns vor Augen liegt und zu einem klareren Urteil über das taxionomische Gewicht der einzelnen Merkmale verhilft.

Schon seit langem wissen wir, daß es auch Discolithen mit Poren gibt. Aber es wäre verfehlt, den Tremalithen-Begriff auch auf diese Formen in ihrer Gesamtheit ausdehnen zu wollen. Denn die Poren weisen hier alle möglichen Varianten der Größe und Anordnung auf und finden sich bei den verschiedensten Typen dieser Kalkkörper. Dazu kommt noch der Umstand, daß die Poren in ihrer Größe bis an die untere Grenze der Sichtbarkeit sinken können oder sogar diese Grenze unterschreiten. Sie können sich so mit Leichtigkeit der Beobachtung entziehen, so daß es vom Grad der Analyse eines solchen Kalkkörpers abhängen würde, ob man ihn zu den Discolithen oder bereits zu den Tremalithen zu stellen hätte.

Aber wir kennen, wie bereits oben ausgeführt wurde, unter den Discolithen auch Formen, deren Porenapparat eine engere morphologische Beziehung zu gewissen manschettenknopfförmigen Tremalithen (vom Typus des *Coccolithus pelagicus*) erkennen läßt; es sind jene mit einem auffälligen Porenpaar in den Brennpunkten der Coccolithen-Ellipse. Man kann, wenn man die Gesamtgestalt der einzelnen Arten berücksichtigt, unter ihnen geradezu Übergangsformen zu den mit einem Porenpaar ausgestatteten Tremalithen feststellen, und es ist Sache der persönlichen Auffassung, ob man hier noch von Discolithen sprechen will oder ob man geneigt ist, diese Formen zu den Tremalithen zu stellen. Aber in diesen Ausführungen möchte ich keineswegs künftigen Entscheidungen vorgeifen, sondern will mich begnügen, die letztangeführten Kalkkörpertypen bei den Discolithen stehen zu lassen, weil ihr sonstiger Aufbau einen engen Anschluß an dieselben begründet.

Wir werden gut daran tun, gewisse Kalkkörper, wie sie durch *Coccolithites rottinensis*, *C. tubiformis*, *C. tibia* etc. repräsentiert sind, in den Kreis der Tremalithen einzubeziehen, obwohl hier engere verwandtschaftliche Beziehungen weder zu den typischen Discolithen noch zu den manschettenknopfförmigen Tremalithen augenfällig sind. Erst in der Zukunft werden wir vielleicht Übergänge zu den einen oder zu den anderen kennen lernen.

Die Entwicklungswege, auf denen die Kalkkörpergestalten, die wir bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt kennen gelernt haben, zustande gekommen sind, lassen sich aus dem uns zu Gebote stehenden Tatsachenmaterial noch keineswegs erschließen. Hypothetische Konstruktionen müssen in starkem Ausmaß helfend eingreifen. Und für eine größere Sicherheit der Resultate bedarf es reichlicher paläontologischer Belege, die auch den Prüfstein für die Berechtigung und zweckmäßige Abgrenzung der Begriffe „Discolithen“ und „Tremalithen“ liefern müssen. Hier haben wir also eine wichtige Aufgabe künftiger Forschung vor uns, für die der Umstand, daß Poren in den verschiedensten, voneinander unabhängigen Entwicklungslinien der Coccolithineen zustande gekommen sind, eine erhebliche Erschwernis bedeutet.

Es sind hier noch einige Kalkkörper zu besprechen, die der Einfachheit halber zu den Tremalithen gezählt werden mögen. Bei ihnen sind weder zu den Discolithen noch zu den manschettenknopfförmigen Tremalithen nähere Beziehungen sicher erweisbar. Aber ihnen allen ist der Besitz einer zentralen Durchbohrung gemeinsam, wenn sie auch im übrigen unter sich mancherlei tiefgreifende Verschiedenheiten zeigen.

Vor allem sind es zwei dickwandige Formen von der Gestalt eines Kegelstumpfes. Die eine ist kreisrund, die andere breitelliptisch. Der Binnenraum verengt sich nach dem schmälere Ende des Kegelstumpfes hin und geht in eine dünne Pore über. Es handelt sich um *Coccolithites timorensis* (Fig. 82) und *C. obtusus* (Fig. 96). Ich halte es für das Richtigeste, wenn wir das schmalere Ende des Kalkkörpers als Basis annehmen.

Eine weitere Form entspricht einem kurzen Röhrenstück mit sockelartig verbreiteter Basis (*C. tubiformis*, Fig. 102); der Grundriß ist breitelliptisch. Einen seltsamen Typus, *C. tibia*, gibt Fig. 90 wieder; hier erhebt sich der Coccolith aus breiter Basis zu einem konvexen Seitenprofil und verjüngt sich dann nach oben hin, wobei das Profil konkav wird.

Schließlich mag noch eine Form angeführt werden, die man als einen sehr dicken, kreisrunden Ring bezeichnen kann oder als eine dicke, kreisförmige, rundkantige Scheibe mit zentraler, trichterförmig erweiterter Bohrung (*C. discoideus*, Fig. 97). Die Zugehörigkeit dieser Form zu den Coccolithineen-Hartteilen kann hier wohl nicht als gesichert gelten, denn es ist möglich, daß es sich doch nur um eine anorganische Bildung handelt.

Manche der im Vorstehenden besprochenen Tremalithen muten uns neu und fremdartig an. Wir kennen sie einstweilen nur im isolierten Zustande und haben noch keine Gelegenheit gehabt, dieselben in situ, in ihrer Anordnung an der Oberfläche der Zelle, zu beobachten. Bei nicht wenigen von ihnen werden wir darüber im Zweifel sein, welchen Teil wir als Oberseite und welchen wir als Unterseite zu betrachten haben. An den rezenten Kalkflagellaten, soweit wir sie aus dem Plankton kennen und ihre unversehrten Schalen studieren konnten, wissen wir aus Erfahrung zwischen diesen beiden Seiten zu unterscheiden. Ebenso ist uns dies bei fossilen Formen möglich, soweit diese eine ähnliche Bauweise wie die rezenten aufweisen. Wo aber eine solche Ähnlichkeit fehlt, dort gelingt die Deutung nur mit bald größerem, bald geringerem Vorbehalt, und bei manchen Formen ist jeder derartige Versuch illusorisch, so daß nur Überlegungen ethologischer Art vielleicht zum Ziel führen können.

Analoge Verhältnisse existieren auch bei manchen anderen Kalkkörpergruppen.

Erstaunlich ist die Formenmannigfaltigkeit, die uns bei Durchmusterung der Sedimentprobe 168* aus Rotti entgegentritt. Und nicht gering ist die Schwierigkeit, die wir zu meistern haben, wenn wir eine Gruppierung der Formen im Sinn eines natürlichen Systems vornehmen wollen. Denn die isolierten Kalkkörper allein bieten uns nicht in der erforderlichen Vollständigkeit alle jene Merkmale, deren Vorhandensein erst die sichere

Einordnung einer Form in das System begründet. Viele dieser Merkmale betreffen eben nicht den Coccolithen-Typus als solchen, sondern vielmehr die Art und Weise, in der sich die Kalkkörper zum ganzen Gehäuse zusammenfügen. Ein Beispiel einer solchen Schwierigkeit sind die untertassenförmigen Discolithen. Bei den Gehäuseformen, an denen sie auftreten, besteht meist Dimorphismus der Bauelemente. Die Untertassenförmigen bedecken als „Gehäusewand-Coccolithen“ die Zelle ringsherum; sie bilden also die eigentliche Bekleidung derselben. Aber am Geißelpol besteht bei gewissen Gattungen eine Gehäuse-Mündung, durch welche die Zoosporen in das Freie austreten. Diese Mündung ist dann meist von abweichend gebauten, komplizierteren Elementen, den „Mündungs-Coccolithen“ umsäumt, welche ihrerseits von systematischer Wichtigkeit sind. Und so bilden die Untertassenförmigen selten allein, fast immer nur im Verein mit den zugehörigen Mündungs-Coccolithen das Charakteristikum der betreffenden Gattung oder Art. Ein isoliert aufgefundener untertassenförmiger Coccolith ist also in Betreff der generischen Zuweisung zunächst mehrdeutig; er kann a priori in gleicher Weise den Genera *Pontosphaera*, *Syracosphaera*, *Scyphosphaera*, *Zygosphaera* oder *Michaelsarsia* zugerechnet werden. Wir betrachten es nur als eine vorläufige praktische Maßnahme, wenn wir einen derartigen Kalkkörper dem Begriff einer künstlichen, rein morphologisch definierten Gattung („Hilfsgattung“) unterordnen, um ihn für die künftige Einfügung in eine „natürliche“ Gattung bereitzuhalten. Analog haben wir mit gewissen Zygolithen zu verfahren, wie sie bei den Gattungen *Zygosphaera*, *Corisphaera* und *Helladosphaera* zuständig sind.

Günstiger ist die Sachlage, wenn das Genus, welchem man den fraglichen Coccolithen einreihen möchte, ein monomorphes Gehäuse besitzt. Dann darf man die Zuweisung unbedenklich ausführen und die geringe Eventualität einer späteren Versetzung des Coccolithen in eine andere Gattung ruhig in Kauf nehmen. Als Beispiele einschlägiger Gattungen sind *Pontosphaera* und *Coccolithus* zu nennen.

In dieser Weise verhalten sich die Dinge bei rezenten Materialien. An fossilen Formen ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß eine endgültige systematische Zuordnung sogleich erfolgen kann, natürlich eine geringere; sie nimmt mit dem Alter der Ablagerung ab, weil die Formen mit zunehmendem Alter im allgemeinen von jenen der Gegenwart immer mehr abweichen und fremdartiger werden. Die Aussicht dafür, daß wir in die Lage kommen, ganze, wohlerhaltene Gehäuse studieren zu können, ist schon für die jüngste Vorzeit, wenn wir von gewissen Einzelfällen wie *Thoracosphaera imperforata* und *Coccolithus pelagicus* absehen, kaum nennenswert, und so findet man sich der bloßen Übersicht halber genötigt, zu einer künstlichen Gruppierung zu greifen und den Augenblick abzuwarten, wo es gelingt, diese oder jene Form einem der geläufigen natürlichen Genera zuzuweisen.

Beim Studium isolierter Coccolithen, seien sie rezent oder fossil, ist man nicht selten in der günstigen Lage, eine solche Zuweisung sogleich

vornehmen zu können. Die 9 Calyptrolithen der Ersten Timor-Expedition mußten durchwegs in die Sammelgattung *Coccolithites* eingereiht werden; und von den 28 zentral durchbohrten Kalkkörpern (Tremalithen s. l.) wurden 17 als zur Gattung *Coccolithus* gehörig erkannt. Einige Schwierigkeiten bereiten uns die Cyclolithen. Rezente Formen dieses Kalkkörper-typus und Gehäuse, die sich aus solchen Elementen aufbauen, sind bislang nicht bekannt geworden, so daß man nicht weiß, ob die Elemente an dem Gehäuse monomorph oder dimorph zu denken sind. Das erstere scheint mir die größere Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Die 40 typischen Discolithen sind fast durchwegs generisch vieldeutig und müssen daher in dem künstlichen Genus *Coccolithites* verbleiben. Die 3 Zygolithen endlich bieten eine analoge Schwierigkeit, da für jeden von ihnen mehrere rezente Genera gleicherweise in Betracht kommen.

Eine ausführlichere Würdigung erheischt *Thoracosphaera imperforata*, eine Spezies, die nicht nur wegen ihres nicht seltenen Vorkommens in der Probe 168*, sondern auch im Hinblick auf ihre eigenartige morphologische Beschaffenheit unsere Aufmerksamkeit erweckt*).

In enger systematischer Beziehung steht *Th. imperforata* zu *Th. Heimi* (LOHM.) KPT., die sich von der erstgenannten allein durch den Besitz einer zentralen Coccolithen-Pore unterscheidet. *Th. Heimi* ist weltweit über alle tropischen und warm-gemäßigten Meeresgebiete verbreitet. Nach E. HENTSCHEL (1936, pag. 58 u. 219) hat sie im atlantischen Ozean ihre Südgrenze bei 35° Südbreite. Sie erweist sich als eine Tiefenform, die nur stellenweise die Oberfläche berührt. Es handelt sich um bedeutende Tiefen, in denen sie gefunden wurde, wobei allerdings zu beachten ist, daß leere Gehäuse (infolge der geringen Durchsichtigkeit überhaupt) nur schwer von den lebenden Individuen zu unterscheiden sind. So konnte der

*) DEFLANDRE (1952, pag. 461) hat die Darlegungen, die ich i. J. 1946 den phylogenetischen Beziehungen der beiden *Thoracosphaera*-Arten widmete, nicht ganz in meinem Sinn aufgefaßt. Er meint, ich hätte die Erwerbung der Gehäuse-Mündung (ouverture buccale) als einen relativ jungen, erst bei *Th. Heimi* sichtbar gewordenen Entwicklungsvorgang bezeichnet; die *Th. imperforata* habe noch keine solche Mündung besessen. Mein Gedankengang war indes ein anderer. Auf pag. 101 sagte ich, daß die jüngere Form (*Th. Heimi*) aus der älteren (*Th. imperforata*) durch eine Veränderung der Gehäuse-Elemente, nämlich durch Erwerbung einer zentralen Pore an denselben, entstanden sei. An das Vorhandensein oder Fehlen der Gehäuse-Mündung aber knüpfte ich keinerlei Gedanken über den historischen Zusammenhang der beiden Arten. Ich stellte bloß die Tatsache fest, daß bei *Th. imperforata* die Anzahl der mündungslosen Gehäuse im Verhältnis zu jenen, denen eine Mündung zukommt, viel bedeutender ist als bei *Th. Heimi*. Fraglos ist die Mündung ein älteres Merkmal als die Pore der Coccolithen, und sie ist anscheinend im Begriff, ihren zeitlichen Anteil an der Ontogenie des Gehäuses zu vergrößern. Ich habe also *Th. imperforata* keineswegs als mündungslos bezeichnet; und der von mir eingeführte Name der Spezies bezieht sich nicht auf die Gehäuse-Mündung, sondern auf das Fehlen der für *Th. Heimi* bezeichnenden Coccolithen-Pore. DEFLANDRE's Bemerkung, daß meine Schlußfolgerung verfrüht sei, ist hiemit gegenstandslos.

genannte Forscher auf der „Meteor“-Expedition zwischen 15° südl. Breite und dem Äquator ein gut besiedeltes Gebiet in 100—1000 m Tiefe mit einem Maximum in 200 m feststellen.

Wir dürfen wohl annehmen, daß *Th. imperforata* seinerzeit, auf der Höhe ihrer typischen Ausgestaltung, gleichfalls eine weltweite Verbreitung besessen habe. Wahrscheinlich waren die klimatisch bedingten Verbreitungsgrenzen ebenso wie die Grenzen des bathymetrischen Vorkommens bei beiden Arten durchaus analog. Es ist zumindest zweckmäßig, diese Hypothese aufzustellen und für die weiteren Schlußfolgerungen mitzuverwenden.

Die phylogenetische Verwandtschaft zwischen den beiden Arten ist ohne Frage eine sehr enge. Es ist wahrscheinlich, daß *Th. imperforata* eine direkte Ahnenform von *Th. Heimi* vorstellt. Die zweitgenannte Form hätte sich unter Erwerbung einer Coccolithenpore aus der anderen herausentwickelt.

Zu der Zeit, als die vorliegende Untersuchung bereits abgeschlossen vorlag, kannte ich *Th. imperforata* nur aus dem Sediment des Timor-Archipels. Aber im Winter 1954 fand ich diese Spezies überraschenderweise gelegentlich der Untersuchung der Lotprobe 61 der Schwedischen Tiefsee-Expedition (zentraler Pacifischer Ozean, 0° 06' S—135° 58' W, Meerestiefe 4437 m); und zwar 550 cm unterhalb der Schlammoberfläche. Die andere Spezies, *Th. Heimi*, scheint in diesem Niveau zu fehlen, tritt aber sowohl im Hangenden wie auch im Liegenden auf.

Von vornherein hätte man vom Studium eines solchen Lotröhrenprofils mancherlei wertvolle Aufschlüsse in Betreff der Morphologie und Stammesgeschichte der Gattung *Thoracosphaera* zu erwarten. Der vertikale Vergleich würde vor allem erlauben, die Herausbildung der Coccolithenpore in ihrem ganzen Ablauf zu verfolgen. Noch größeren Wert hätte aber das vergleichende Studium zahlreicher, über weite ozeanische Kalkschlammgebiete verteilter Profile. Meine im Gang befindliche Bearbeitung der Coccolithineen-Skelettreste zentralpazifischer Grundproben ist aber noch nicht über die ersten Anfänge hinausgekommen; daher liegen noch keine Resultate vor, welche im angegebenen Sinn nutzbar gemacht werden könnten. Es sei hier angeführt, daß *Th. heimi* heute nicht mehr als eine ausschließlich rezente Spezies gelten kann, da sie sich auch in einem Sediment miocänen Alters gezeigt hat (DEFLANDRE 1952, pag. 458, Abb. 357).

Th. imperforata rollt von neuem eine Frage physiologischer Natur auf; sie betrifft die eventuelle Bedeutung der Coccolithen-Pore von *Th. Heimi* für das Leben der Zelle. Man kann hier folgende Erwägung anstellen. Die Zelle, als lebender Organismus, bedarf des Stoffaustausches an ihrer Oberfläche. Auf den ersten Blick will es nicht recht einleuchten, wie eigentlich an den mündungslosen Individuen von *Th. imperforata* das Wandern der Stoffe quer durch das festgefügte Mauerwerk des Gehäuses vor sich gehen könne, da anscheinend nicht der geringste freie Raum zwischen den Coccolithen vorhanden ist, um dies zu ermöglichen. Man

vermag keinerlei durchgängige Stellen ausfindig zu machen, die einem solchen Erfordernis entsprechen könnten. Besonders jene Individuen von *Th. imperforata*, wo eine Schalenmündung fehlt, stellen uns vor dieses Problem. Aber bei näherem Zusehen hat man fast den Eindruck, als wären die Gehäusebausteine doch nicht so knapp aneinandergesetzt, daß sie flüssigen Stoffen jeglichen Durchtritt verwehren müßten. Vielleicht sind schmale Zwischenzonen an den Grenzen der Schalenelemente mit einer Kittsubstanz ausgefüllt, die befähigt ist, wenigstens als semipermeable Membran zu fungieren. Bei Gehäusen von *Th. imperforata*, denen eine polare Mündung fehlt, ist das Vorhandensein solcher Stellen geradezu ein Postulat, wenn man nicht annehmen will, daß die Schalenelemente selbst einigermaßen durchgängig für die in Betracht kommenden Lösungen sind. Wo indes eine Gehäusemündung vorhanden ist, da enthebt uns diese des Nachdenkens in dieser Frage. Und bei *Th. Heimi* sind es erst recht die Coccolithenporen, die man für geeignet halten darf, die geforderte Funktion zu übernehmen.

Nun mögen hier noch einige Erörterungen systematischer Natur über das Genus *Thoracosphaera* folgen, und zwar mit besonderer Rücksicht auf den Einfluß, den die Auffindung von *Th. imperforata* auf die Stellung des Genus im System der Coccolithineae ausübt.

Dazu sei folgendes vorausgeschickt.

Die rezente *Th. Heimi* ist bereits vor mehreren Jahrzehnten beim Studium mariner Bodenablagerungen angetroffen worden. Es waren zuerst J. MURRAY und A. F. RENARD (1891), die diese Spezies in einer von der „Challenger“-Expedition eingebrachten Grundprobe (Station 338, südl. Atlantischer Ozean) bereits sahen. Mehrere Jahre nachher brachten G. MURRAY und V. H. BLACKMAN (1898) gleichfalls ein Bild des Bodenschlammes derselben „Challenger“-Station, wo auch wiederum eine Schale von *Thoracosphaera* zu erkennen ist. Aber in keiner der beiden Veröffentlichungen findet sich irgend eine Textbemerkung, aus der man schließen könnte, daß die Forscher diese Objekte näher beachtet und als Kalkflagellaten-Gehäuse erkannt hätten. Dies ist freilich nicht sehr verwunderlich, wenn man bedenkt, daß die Coccolithineen-Forschung damals noch nicht über ihre ersten Anfänge hinausgelangt war. Erst viele Jahre später tauchten im meeresbiologischen Schrifttum wiederum Angaben und Abbildungen auf, die man mit *Thoracosphaera* in Beziehung bringen darf. So befaßte sich LOHMANN in den Ergebnissen seiner Reise auf der „Deutschland“ (Deutsche Antarktische Expedition; Leitung: W. FILCHNER) mit dieser Form im Rahmen seiner Nannoplankton-Studien (1920, pag. 117). Er erklärte sie zwar für eine Coccolithinee, aber er erkannte nicht einwandfrei den Bau der Gehäuseelemente und war daher nicht in der Lage, ihre systematische Stellung richtig zu beurteilen. Er hielt die Spezies für eine *Syracosphaera* (*S. Heimi* LOHM.). Ihm waren vor allem die mit einer Mündung ausgestatteten Gehäuse aufgefallen, und es entging ihm anscheinend, daß auch solche ohne Mündung existieren. Ein analoges

Mißverständnis begegnete J. SCHILLER (1925, pag. 11) auf den Terminfahrten des österreichischen Forschungsschiffes S. M. S. „Najade“ in der Adria, als er mündungslose Individuen unter dem Namen *Pontosphaera Hartmanni* beschrieb. Auch hier hielt der Autor die Gehäuseelemente für undurchbohrt; die Poren erschienen ihm als buckelartige Erhebungen.

Im Jahre 1926 gelang es mir (1927, pag. 180), die Spezies vom neuen, und zwar in der südlichen Adria, aufzufinden. So war mir Gelegenheit gegeben, sie einer genaueren Untersuchung zu unterziehen. Vor allem erkannte ich das Vorkommen zweier Schalenformen, die sich nur durch den Besitz, bzw. das Fehlen einer polaren Mündung unterscheiden. Ich sah auch die zentrale Pore an den Gehäusebausteinen und erklärte die letzteren für Tremalithen von sehr ursprünglicher Beschaffenheit. Die Spezies erhielt von mir den Namen *Th. pelagica*. Als ich i. J. 1928 daranging, ein dem damaligen Stand unserer Kenntnisse entsprechendes System der Coccolithineen zu entwerfen, schuf ich für die Gesamtheit jener Formen, deren Schale aus Tremalithen oder deren Abkömmlingen aufgebaut ist, die Familie der *Coccolithaceae*, und an die Spitze derselben stellte ich das Genus *Thoracosphaera* mit dem Rang einer eigenen Unterfamilie (*Thoracosphaeroideae*). Die Coccolithen von *Thoracosphaera* hielt ich nämlich für homolog zum Mittelstück der manschettenknopfartigen Schalenelemente der Gattung *Coccolithus*. Die Randscheiben der letzteren sollten demnach später hinzugekommene Differenzierungen sein.

Schon seit langem vermutete ich, daß LOHMANN's *Syracosphaera Heimi* und SCHILLER's *Pontosphaera Hartmanni* mit der von mir aufgefundenen Spezies identisch seien. Aber erst in jüngster Zeit, nach eingehender Prüfung der Sachlage, entschloß ich mich, die drei Arten zu vereinigen. Dies geschah gemäß den Nomenklaturregeln unter Verwendung des (ältesten) Speziesnamens *Th. Heimi* (LOHM.) KPT. Übrigens bekannte sich SCHILLER bereits i. J. 1930 (pag. 188) zu meiner Auffassung, indem er sagte, daß seine *Pont. Hartmanni* wahrscheinlich zu *Thoracosphaera* gehöre und daß die Coccolithen eher mit Poren als mit Buckeln versehen seien.

Ein auffälliges Merkmal vieler Individuen von *Thoracosphaera* ist eine kreisrunde Gehäusemündung. Anfänglich fehlte mir jegliche Erklärung für die Tatsache, daß nicht sämtliche Individuen mit einer solchen ausgestattet sind. Bald aber erkannte ich, daß sich dieser Unterschied als Ausdruck eines verschiedenen individuellen Lebensalters der Zellen deuten läßt. Ich nahm nunmehr provisorisch an, daß die Gehäuse an den jungen Individuen rundherum geschlossen seien und daß erst im weiteren Verlauf der Ontogenese ein Einbruch der Mündung erfolge, durch deren Vermittlung dann die Zoosporen in das Freie gelangen.

Die Mündung entspricht zweifellos dem vorderen Gehäusepol, an welchem bei der Mehrzahl der Coccolithineen-Arten ein Paar gleichgestalteter Geißeln angebracht ist. Unter den Coccolithineen gibt es zwar Genera, in deren Stammesentwicklung offenbar die Bewegungsorganelle verlorengegangen sind, da sich hier niemals welche nachweisen ließen. Es sind

durchwegs Formen, denen eine Gehäusemündung gänzlich abgeht. Andererseits gibt es auch mündungslose Arten, an denen das Geißelpaar zuverlässig gesehen worden ist. Wo aber eine Mündung vorhanden ist, da existiert sicher ein Geißelpaar auch dann, wenn es noch nicht de facto nachgewiesen werden konnte. Einen solchen Fall bedeuten die mit Schalenmündung versehenen Individuen von *Th. Heimi*. Bei *Pontosphaera Hartmanni* hat SCHILLER das Geißelpaar angegeben; diese Form darf ja mit *Th. Heimi* identifiziert werden.

Der Name *Thoracosphaera* deutet auf die panzerartig starre Beschaffenheit des Gehäuses, wie sie durch den lückenlosen Zusammenschluß der Gehäuseelemente zustande gekommen ist. Ein derartiger Aufbau ist eine seltene Ausnahme im Bereich der Kalkflagellaten. Denn im allgemeinen pflegen die zumeist elliptischen oder kreisrunden Coccolithen fast stets nur an Randpunkten einander zu berühren oder randlich ein wenig zu überdecken, so daß zwischen ihnen zwickelförmige Flächenstücke frei bleiben. In diesen Fällen bleibt das Gehäuse formveränderlich und zerfällt nach dem Absterben der Zelle zumeist in die einzelnen Bausteine. Aber bei *Thoracosphaera* findet ein derartiger Zerfall nicht statt, und daher sind von diesem Genus stets ganze Gehäuse oder größere Bruchstücke solcher in den marinen Bodenablagerungen anzutreffen.

Seinerzeit war ich der Meinung, daß bei *Thoracosphaera* die Poren älter seien als die panzerartige Verfestigung der Schale. Die primitive Natur der Schalelemente erschien mir überaus wahrscheinlich. Heute, nach der Auffindung der *Th. imperforata*, ist mein Standpunkt ein gegenteiliger. Vielleicht war mit dem dichten Zusammenschluß der porenlosen Coccolithen und der augenscheinlich damit einhergegangenen Erschwerung des Stoffdurchtrittes ein Nachteil für das Leben der Zelle verbunden; und die Ausgestaltung des Porenapparates bei *Th. Heimi* bot hierfür eine Kompensation, wodurch es dieser jüngeren Form nicht schwer fiel, ihre weniger lebensfähige Vorgängerin schließlich aus dem Feld zu schlagen.

Immerhin bleibt die Möglichkeit offen, daß es sich bei den mündungslosen und den mit Mündung ausgestatteten Erscheinungsformen der beiden Thoracosphaeren nicht um verschiedene ontogenetische Stadien, sondern doch um lauter verschiedene Arten handle. Wir hätten also in diesem Fall im ganzen 4 Arten von *Thoracosphaera* zu unterscheiden, von denen wir einmal die mit Mündung versehenen unter sich, dann wieder die mündungslosen unter sich im Sinn einer direkten Abstammung der porösen Formen von den porenlosen aneinanderreihen könnten. Den Namen *Th. Heimi* (LOHM.) KPT. müßte die mündungstragende rezente Art (früher *Syracosphaera Heimi* LOHM.) erhalten; die mündungslose rezente Art würde *Th. Hartmanni* (Schill.) KPT. heißen. Was die beiden fossilen Formen anlangt, so stünde es im Belieben des revidierenden Autors, den Namen *Th. imperforata* der einen oder der anderen von ihnen zuzuerkennen.

Die Gehäuseelemente von *Thoracosphaera* haben schon im Hinblick auf

ihren äußeren Bau keine näheren morphologischen Beziehungen zu anderen Coccolithen-Formen. In noch höherem Grade gilt dies für den submikroskopischen räumlichen Aufbau aus den doppelbrechenden Kalkkristalliten, die sogenannte Textur, wie sie sich bei der Untersuchung mittels polarisierten Lichts offenbart (KAMPTNER 1952, pag. 383, Abb. 25 und 26). Die *Thoracosphaera*-Coccolithen sind eben Gebilde sui generis. Zu beachten ist bei *Thoracosphaera* die bedeutende Höhe der Coccolithen im Verhältnis zu ihrer Breite. Diese Hartteile leiten sich zweifellos von einem Typus mit rundem (wahrscheinlich kreisrundem) Grundriß her. Es ist wohl kein sehr naher Zusammenhang mit den Hartteilen der rezenten *Syracosphaeraceae* zu vermuten, denn hier sind dieselben fast durchwegs elliptisch und überhaupt weitgehend spezialisiert. In unserem Material hat sich eine kreisrunde Discolithenform gefunden, die in Bezug auf dieses Merkmal als primitiv anzusehen ist. Wir können vielleicht an einen Zusammenhang von *Thoracosphaera* mit gewissen Arten des (sicher nicht natürlichen) Genus *Rhabdosphaera* denken. So zeigt die von SCHILLER (1926, pag. 339) im Golf von Neapel entdeckte und von mir später auch in der Adria nachgewiesene *Rh. nigra*, ebenso die mit dieser zunächst verwandte (vielleicht identische) *Rh. erinaceus* gleichfalls pflasterartig aneinander gefügte und zu polygonalem Umriß seitlich abgeflachte, allerdings mit einem senkrechten Stäbchen verzierte Gehäuseelemente. Einstweilen muß die systematische Eingliederung eine bewußt provisorische bleiben, und vielleicht wird sich die Aufstellung einer besonderen Familie nicht umgehen lassen.

Bereits SCHILLER (1930, pag. 156) übrigens hat es unternommen, eine eigene Familie, *Thoracosphaeraceae*, zu begründen, allerdings von ganz anderen Erwägungen ausgehend, nämlich im Hinblick auf die von diesem Gelehrten vermutete nahe Verwandtschaft der *Thoracosphaera* mit der bereits oben angeführten Süßwasser-Coccolithinee *Hymenomonas danubiensis* Kpt. SCHILLER schloß sich meiner damals geäußerten Anschauung an, daß diese Spezies zumindest im grundsätzlichen Aufbau des Gehäuses der von F. v. STEIN (1878) aufgefundenen *H. roseola* sehr nahe stehe. Als Gattungscharakter von *Hymenomonas* können Schalenelemente von der Gestalt eines elliptischen, ziemlich hohen Kegelstumpfes gelten, die nun SCHILLER seinerseits mit den durchbohrten Coccolithen von *Th. Heimi* in phylogenetischen Zusammenhang brachte. *Hymenomonas* stellte er demnach unmittelbar hinter *Thoracosphaera* in die Familie der *Thoracosphaeraceae*. Schon damals vermochte ich nicht dieser Auffassung beizupflichten, und nach den durch die Auffindung von *Th. imperforata* gegebenen Erkenntnissen fällt diese Kombination nunmehr ganz außer Betracht.

Erst in einer künftigen Veröffentlichung, in der ich das System und die Phylogenie der Coccolithineae auf Grund der neuesten Funde und theoretischen Erwägungen wieder einmal zu behandeln gedenke, werde ich auch auf die Frage der systematischen Stellung des Genus *Thoracosphaera* näher eingehen können.

Zum Schluß sehe ich mich veranlaßt, auf gewisse merkwürdige Körperchen welche in der Probe 168* massenhaft vorkommen, mit einigen Worten Bezug zu nehmen. Es sind die von TAN SIN HOK (1927a; 1927b; 1927c, pag. 114—122) aus diesem Sediment näher beschriebenen *Discoasteridae*, lauter winzige sternförmige Gebilde, über deren Natur noch immer keine volle Sicherheit besteht. TAN SIN HOK sieht in ihnen aragonitische Skeletteile unbekannter Protisten. Sie sollen, ähnlich den Coccolithen, ein Gehäuse um die Zelle herum aufbauen und nach dem Absterben des Individuums sich den Bodenablagerungen beimengen.

Der Mikroskopiker CHR. G. EHRENBERG war der erste, der die Sternchen sah und (unter dem Namen *Actiniscus*) beschrieb. Er hielt sie für anorganisch entstanden, eine Auffassung, der sich auch spätere Forscher, z. B. SORBY, anschlossen. Zunächst schenkte man den Sternchen keine besondere Beachtung, bis vor einem Vierteljahrhundert TAN SIN HOK die Untersuchung der indonesischen Gesteine aufnahm. Die Massenhaftigkeit, in der die Gebilde, vorzüglich in der Probe 168*, auftreten, gab diesem Forscher Gelegenheit, sich mit ihnen eingehender zu befassen. Er unterschied drei Genera mit einer Anzahl von Arten. G. DEFLANDRE akzeptiert in seiner jüngst erschienen Darstellung der Kalkflagellaten (1952, pag. 467) durchaus die Anschauungen TAN SIN HOK's; ja, er geht sogar noch ein Stück weit darüber hinaus, indem er die *Discoasteridae* zu einer Teilgruppe dieser Flagellaten macht.

Meistens handelt es sich um sechsstrahlige Sternchen von streng regulärer Anordnung der Arme. Nicht selten findet man aber auch fünfstrahlige Exemplare, bei denen die Stellung der Arme anscheinend von einer einzigen Symmetrieebene beherrscht wird.

Mir selber erschien die biogene Herkunft der Sternchen keineswegs als etwas Sicheres. Ich hielt es für möglich, daß es sich um sogenannte Skelettkristalle handle, wie sie uns aus der Kritallwelt als Produkte eines raschen Wachstums wohlbekannt sind und dadurch entstehen, daß die Kristallflächen im Wachsen hinter den Kanten zurückbleiben. Die Schneekristalle sind ein sehr bekanntes Beispiel solcher Bildungen. E. JOUKOWSKY & J.-PH. BUFFLE (1938, pag. 434) betonten bereits die Ähnlichkeit der Discoasteriden mit solchen und dachten an die anorganische Herkunft der ersteren. Man kann auch darauf hinweisen, daß stern- und radförmige Gebilde, ähnlich jenen, wie sie TAN SIN HOK beschrieb, sehr häufig als Produkte mikrochemischer Reaktionen aufzutreten pflegen.

Die Discoasteriden-Sternchen weisen im allgemeinen eine sphärische Gestalt auf. Nach TAN SIN HOK's Anschauung, der auch DEFLANDRE (1934; 1952, pag. 467) beipflichtet, soll dies mit der Rolle der Sternchen als Bauelemente des zellulären Außenskelettes der betreffenden Protisten in Zusammenhang stehen. In der Tat ist diese Wölbung ein auffälliger Umstand, der für die biogene Natur der Gebilde ins Gewicht fällt.

Die Discoasteriden sind in den verschiedensten marinen Bodenablagerungen tertiären, quartären und holocänen Alters anzutreffen. Und wenn

es sich in allen diesen Fällen um abgesunkene biogene Hartteile handeln sollte, so mußte es zunächst unverständlich erscheinen, daß die eingehende Durchforschung der Meeresräume von seiten der Planktologen keine Spur irgendwelcher Mikroorganismen, denen man die Discoasteriden als Skelettkörper zuschreiben konnte, zutage gefördert hatten. Glaubte man an ihre Existenz, so war man genötigt, sie für überaus seltene Lebewesen zu halten; man stand aber damit in Widerspruch zu der nicht unbeträchtlichen Häufigkeit jener sternförmigen Körperchen.

Vor kurzer Zeit jedoch erschien eine Publikation von Mme J. LECAL (1952) über einen Fund, der nach Ansicht der Autorin geeignet ist, die bestehende Lücke in unserer Kenntnis der kleinsten Planktonformen auszufüllen. Im Mittelländischen Meer, und zwar südlich von Toulon, wurde ein Individuum einer Protistenform erbeutet, wo die Zelloberfläche rundherum von einem aus sternförmigen Gebilden zusammengefügtten Außenskelett gebildet ist. Mme LECAL hält diese Sternchen für identisch mit den Discoasteriden, denen sie nach Gestalt und Größe weitgehend gleichen. Die Autorin untersuchte die Gebilde in polarisiertem Licht und meint nun, sie für amorph halten zu müssen. Ich selber hatte die Discoasteriden aus der Probe 168* der Ersten Niederländischen Timor-Expedition schon längst polarisationsoptisch geprüft und war zu Befunden gelangt, die mit dem Gedanken einer amorphen Beschaffenheit der Sternchen in völligem Widerspruch stehen. Bereits TAN SIN HOK hatte das gleiche Ergebnis.

Im Einzelnen zeigten sich mir folgende Befunde.

Liegt der Stern horizontal auf dem Objektträger, so bewirken gekreuzte Nicols an ihm eine durchgehende Auslöschung. Bringt man jedoch das Sternchen durch Druck der Präpariernadel auf das Deckglas auch nur wenig in eine geneigte Lage, und zwar in der Weise, daß die vertikale Ebene, in welcher sich die Schiefstellung vollzieht, zu den Nicols diagonal liegt, so tritt Aufhellung ein, welche ihr Maximum erreicht, wenn die Ebene des Sternchens vertikal steht. Wendet man nun das vertikal stehende Sternchen azimuthal um 45° , so daß seine Ebene mit dem Hauptschnitt eines Nicols zusammenfällt (orthogonale Stellung), so erfolgt totale Auslöschung. Schiebt man das Gipsplättchen ein, und bringt man die Sternchenebene in eine zur α -Richtung des Plättchens senkrechte Stellung, so bewirkt dies ein Steigen der Farbe (die infolge des langen Weges, den das Licht im Sternchenkörper zu durchlaufen hat, und des entsprechend bedeutenden Gangunterschiedes, ein Blau höherer Ordnung vorstellt).

Aus allen diesen Befunden geht zur Genüge hervor, daß die Sternchen aus einer doppelbrechenden Substanz bestehen. TAN SIN HOK meint, daß es sich um Aragonit handle; meiner Meinung nach ist auch Calcit in Betracht zu ziehen. Jedenfalls ist die Doppelbrechung eine sehr hohe. Das polarisierte Licht ist für sich allein nicht imstande, eine Entscheidung zwischen anorganischer und biogener Abkunft der Gebilde herbeizu-

führen. Sind es Skelettkristalle anorganischer Entstehung, so hat man es bei den sechsstrahligen Formen mit Individuen von wirtelsymmetrischem Bau zu tun, wie dies ja dem trigonalen Calcit entspricht; die optische Achse steht dann senkrecht zur Ebene des Sternchens. Sind aber die Sternchen biogene Skelettgebilde, dann kann man sie sich, ähnlich den Coccolithen, aus anisotropen Feinbauteilchen zusammengesetzt denken, deren optische Achsen ebenfalls senkrecht zur Sternchenebene orientiert sind. Der optische Charakter ist nach diesen Achsen negativ.

Die Zeichnung, welche Mme LECAL von ihrem Fund bringt, spricht in der Tat dafür, daß die sternförmigen Gehäuseelemente identisch sind mit Discoasteriden. Das polarisationsoptische Resultat, das Mme LECAL mitteilt, ist jedoch anders beschaffen als jenes, das ich von den Discoasteriden im Polarisationsmikroskop erhalten hatte. Jedenfalls ist dieser planktonische Fund sehr beachtenswert; doch bedarf er einer Bestätigung durch weitere derartige Funde, nicht zuletzt auch einer Prüfung in polarisiertem Licht.

Es ist übrigens nicht ausgeschlossen, daß die verschiedenen Formen, welche TAN SIN HOK und DEFLANDRE zur Familie der *Discoasteridae* zusammenfassen, teils biogener, teils anorganischer Abkunft sind. Für die biogene Abkunft der einschlägigen Gebilde läßt sich ins Treffen führen, daß die Größe derselben eine verhältnismäßig geringe Variabilität aufweist und daß verzerrtes Wachstum, wie es bei anorganischer Entstehung reichlich eingetreten sein müßte, weitgehend fehlt.

Angesichts der Schilderungen, welche bereits TAN SIN HOK von den Discoasteriden gegeben hat, sehe ich davon ab, mich mit diesem Thema eingehender zu befassen. Dieser Autor betonte zwar gewisse Momente, die eine mindestens äußere Annäherung an die Coccolithen bedeuten mögen. Die systematische Zuweisung zu den Coccolithineae, wie sie DEFLANDRE vornimmt, ist einstweilen als eine provisorische Maßnahme zu betrachten. Ich selber begnüge mich mit den obigen allgemeinen Bemerkungen.

B. VERGLEICHE MIT COCCOLITHINEEN AUS ANDEREN SEDIMENTEN UND AUS DEM PLANKTON.

Bei dem hier untersuchten kreideartigen Gestein handelt es sich um eine marine Ablagerung, welche in unverfestigtem Zustande eine ähnliche Konsistenz wie der rezente Globigerinenschlamm besessen haben mag. Die Frage, welche faziellen Unterschiede (besonders in Bezug auf die Ablagerungstiefe) zwischen diesen beiden Sedimenten wohl existiert haben, ist in unserem Fall von geringerer Bedeutung, weil die Coccolithineen-Reste im großen und ganzen für keine bestimmten Tiefen und Küstentfernungen bezeichnend sind. Es scheint unter den Coccolithineen keine ausgesprochen neritische Formen zu geben. An der Küste kommen dieselben Arten vor, die auch in der Hochsee einen Bestandteil des Nanoplanktons bilden. Dies hängt wohl mit dem kosmopolitischen Charakter der meisten Coccolithineen zusammen und erleichtert uns das Vergleichen

des im ostindischen Material vorhandenen Formenbestandes mit jenem des rezenten Bodenschlammes und des Nannoplanktons. Auch der ganze fazielle Charakter jenes coccolithenhältigen Gesteins des Timor-Archipels läßt sich durch solche Gegenüberstellungen leichter beurteilen.

Bei solchen Vergleichen drängt sich uns zunächst eine allgemeine Frage meereskundlicher Natur auf; es ist die Frage, ob das im Bodenschlamm enthaltene Material an Skelettresten von Einzellern und anderen winzigen Organismen uns ein zutreffendes Abbild gibt von dem Formenbestand, wie er im Plankton des betreffenden Meeresgebietes vorhanden ist. Die Antwort fällt verneinend aus, sobald wir der Beurteilung der Planktonformen die Angaben der Literatur zugrundelegen. Über die Coccolithen der Bodenablagerungen liegen noch keinerlei wirklich eingehende Veröffentlichungen vor, ja nicht einmal aus dem Atlantischen Ozean, der doch bereits der Schauplatz weit ausgreifender Studien über den Bestand an Coccolithineen des Nannoplanktons gewesen ist (vor allem durch LOHMANN und HENTSCHEL auf den Expeditionen der „Deutschland“ bzw. des „Meteor“). Es besteht jedoch kein Zweifel, daß selbst in den relativ bestdurchforschten Gebieten dieser Bestand heute immer noch in einem sehr ungenügenden Maß bekannt ist. Denn wenn wir Bodenproben des Atlantik durchmustern, so zeigt es sich, daß die Formenmenge der Coccolithen weitaus größer ist, als man nach den am Nannoplankton gewonnenen Erfahrungen erwarten zu dürfen glaubt. Eine nicht geringe Zahl von Coccolithineen ist also bislang der Aufmerksamkeit der Planktonforscher entgangen. Darunter gibt es auch Formen, die in Bodenschlamm keineswegs selten sind und daher auf ein häufiges Vorkommen der betreffenden Arten im Plankton der darüber liegenden Wasserschichten schließen lassen. Freilich ist die mitunter sehr ausgiebige horizontale Verschleppung der Skelettreste durch die Wasserströmungen dabei mit in Rücksicht zu ziehen.

Von einem analogen Standpunkt aus müssen wir also die Coccolithen von Rotti betrachten. Ein Vergleich dieses Sedimentes mit dem rezenten ozeanischen Bodenschlamm zeigt uns auf den ersten Blick, daß zwar eine gewisse Anzahl von Spezies beiden Absätzen gemeinsam sind; aber die überwiegende Mehrheit der Formen erweist sich doch als verschieden. Im Kalk von Rotti kommen nicht wenige Typen vor, zu denen es im rezenten Bodenschlamm keine Parallele gibt. Ich vermag dies wenigstens so weit zu behaupten, als ich rezente Bodenproben der Tiefsee aus eigener Anschauung kennen gelernt habe. Eine eingehendere Analyse solcher Proben würde sicherlich den Abstand derselben gegenüber dem im Gestein von Rotti vorhandenen Formenbestand nach und nach verringern. Jedenfalls möchte ich annehmen, daß der Unterschied kein tiefgreifender ist. Innerhalb der geologisch verschieden alten Formenbestände haben wir zu unterscheiden zwischen den persistenten Typen und solchen, welche jedem der Zeitabschnitte gesondert eigentümlich sind.

Wenn wir nun die Coccolithineen-Reste der Gesteinsprobe Nr. 168* des Timor-Archipels mit den rezenten Formen des marinen Planktons

vergleichen, so gelangen wir zu folgendem Ergebnis, wobei freilich nur das Wichtigste und Auffälligste herausgegriffen ist.

Im Gestein von Rotti sind nur wenige Formen vorhanden, welche uns an solche des rezenten Planktons näher erinnern. Umgekehrt kennen wir aus dem rezenten Formenschatz, wie bereits angeführt, bislang noch keine Discolithen und Calyptrolithen von kreisrundem Umriß. Die Zahl der porösen Discolithen ist auf Rotti ansehnlicher als bei den Formen des Planktons. Dazu muß bemerkt werden, daß auch die rezenten Bodenablagerungen weit mehr poröse Discolithen-Typen (plattenförmige wie auch untertassen- und napfförmige) aufweisen, als es uns an dem Formenschatz des Nannoplanktons bis heute geläufig ist. So kennen wir aus dem Plankton noch keinerlei Formen, deren Gehäuseelemente derart durchbrochen sind, daß ein zentrales Kreuz übrigbleibt.

Eine etwas größere Ähnlichkeit mit Gehäuseelementen rezenter Cocolithineen weisen folgende der hier beschriebenen Formen auf: *Pontosphaera scutellum*, *Coccolithites indicus*, *C. tholus*, *C. glabrus*.

Coccolithites anisotrema erinnert durch seinen Porenkranz an die *Pontosphaera verruca* LECAL-SCHLAUDER (1951, fig. 1 auf pag. 266). Die Autorin der zweitgenannten Spezies sagt zwar, es handle sich um einen Kranz von Buckeln; ich aber halte es für wahrscheinlich, daß sie die Poren-Natur dieser Gebilde verkannt hat. Ferner enthält unser Material mehrere Formen, die über die ganze Fläche hinweg von regelmäßig oder auch unregelmäßig verteilten Poren durchbrochen erscheinen; sie haben in *Pontosphaera caelamenisa* LECAL-SCHLAUDER (1951, Abb. 2 auf pag. 266) ein Analogon; und auch hier hat, wie ich annehmen möchte, die Entdeckerin Poren für Buckel gehalten.

Nicht unbedeutend ist im Gestein von Rotti die Formenmenge der Lopadolithen, jener äquatorialen Skelettelemente, wie sie für das Genus *Scyphosphaera* charakteristisch sind. Aber aus dem Plankton des rezenten Meeres kennen wir nur eine einzige dieser Arten, nämlich *Sc. Apsteini* mit den einfach tonnenförmigen Elementen.

Die Zygolithen der Figuren 64 und 66 stehen jenen der rezenten Zygosphaeren überaus nahe.

Was die manschettenknopfartigen Tremalithen anlangt, so sind auf Rotti auch solche vorhanden, deren Träger im heutigen Plankton eine auffällige Rolle spielen. Namentlich ist hier *Coccolithus pelagicus* zu nennen. Diese Art ist wohl die bekannteste und typischste unter den Kalkflagellaten. Ihre Schalenbausteine zeichnen sich durch eine seltene Variabilität der Größe aus. Ferner ist *Cyclococcolithus leptoporus* anzuführen, endlich *Helicosphaera Carteri* mit einem spiraligen Aufbau der Gehäuseelemente.

Im rezenten Plankton ebenfalls gut bekannt sind die Arten von *Acanthoica* mit stachelförmigen Bildungen auf den Schalenelementen. Besonders *Ac. quattrosipina* LOHM. trägt an jedem der beiden Gehäusepole mehrere solche Stacheln. Diese Art dürfte es wohl sein, zu der die recht häufigen Stachelkörper von Rotti gehören. Die Form der Fig. 105, *Coccolithites*

debilis, einen Stab von gleichmäßiger Dicke mit einem Basalkörperchen vorstellend, ist im rezenten Formenschatz der Rhabdosphaeren nicht vertreten; vielleicht handelt es sich um die stabförmigen Elemente des oralen Schwebearrates einer Form, wie sie sich in *Thalassopappus pellucidus* der nördlichen Adria gefunden hat (KAMPTNER 1941, pag. 117). Im rezenten Bereich unbekannt ist auch der merkwürdige, spatelförmige *Coccolithites mystrion* (Fig. 107), den man sich mit großer Wahrscheinlichkeit durch ein Basalstück ergänzt zu denken hat.

Rhabdosphaera styliifer LOHM., eine im heutigen Plankton sehr gemeine Art, findet sich in ganz identischer Ausgestaltung auch im Gestein von Rotti.

Nun wollen wir auch umgekehrt jene wichtigsten Typen des rezenten Formenschatzes aufführen, denen eine Parallele in den Kalken von Rotti völlig abgeht; nur so können wir einen zutreffenden Vergleich der Coccolithineen-Floren dieser beiden Sedimente gewinnen.

Da sind zunächst *Syracosphaera binodata* KPT. und *S. mediterranea* LOHM. anzuführen. Beide besitzen Coccolithen vom Napftypus. Bei der erstgenannten Art haben diese in der Mitte des Bodens zwei in der Längsrichtung des Kalkkörpers knapp aneinander gereimte, prägnante buckelförmige Erhebungen; bei der zweiten ist bloß eine längliche Aufwölbung des Bodens vorhanden. Dann ist *S. Schilleri* KPT. zu nennen, wo die Gehäuseelemente dicke, äußerlich napfartige, poröse Platten vorstellen. Es ist dies eine Spezies, die auch fossil vorkommt, denn sie ist von A. BERSIER (1937, pag. 240, fig. 33) aus dem Oligocän angegeben. Weiters ist *S. quadriperforata* KPT. zu nennen, wo die Poren in der Vierzahl disymmetrisch angeordnet erscheinen. Kalkkörper, wie sie durch *S. Molischi* SCHILL. und *S. nodosa* KPT. repräsentiert werden, sind gleichfalls im Material von Rotti nicht zum Vorschein gekommen, ebensowenig diejenigen von *Anthosphaera robusta* (LOHM.) KPT., die man in den modernen Meeresablagerungen nicht selten trifft. Von der Gattung *Calypptosphaera* sind *C. quadridentata* SCHILL. und *C. tholifera* KPT. dem Kalk von Rotti durchaus fremd. Dasselbe ist auch von den parallelogrammförmigen Plättchen der Gattung *Calciosolenia* zu sagen. Alle in diesem Absatz angeführten Arten sind in meiner Publikation vom Jahre 1941 dargestellt.

So kommen wir schließlich zu den Tremalithen. Auf Rotti fehlt der kreisrunde *Cyclococcolithus mirabilis* LOHM., an welchem die basale Randscheibe völlig horizontal verläuft. Es fehlt auch der elliptische *Coccolithus tenuis* KPT. (1937, pag. 311, fig. 41 und 42 auf tab. 17).

Was die Rhabdolithen anbetrifft, so ist zwar *Rhabdosphaera styliifer*, wie erwähnt, auf Rotti vorhanden; aber eine im rezenten Globigerinenschlamm sehr auffällige Form, *Rh. claviger* MURR. & BLACKM., ist mir aus dem Jungtertiär von Rotti nicht vor Augen gekommen. Und endlich haben wir noch der merkwürdigen *Discosphaera tubifer* (MURR. & BLACKM.) LOHM. zu gedenken, die zwar in den heutigen marinen Bodenablage-

rungen in weiter Verbreitung vorkommt, aber im Material von Rotti noch nicht gefunden werden konnte. Wenn TAN SIN HOK (1926, fig. 7; 1928, fig. I/7) eine mit ihr nahe verwandte Form, *D. Thomsoni* OSTENF., angibt, so dürfte dies wohl auf Irrtum beruhen. In einer solchen Sedimentprobe vermag man unter den unzähligen, verschieden geformten anorganischen Partikelchen leicht solche zu finden, die eine gewisse Ähnlichkeit mit so einfach gebauten Körpern wie die von TAN SIN HOK abgebildeten aufweisen. Übrigens ist die Existenz von *D. Thomsoni* selber durchaus nicht unbestritten. Diese Form hat man zum erstenmal gelegentlich der „Challenger“-Expedition beobachtet, und manche spätere Forscher wollten sie gleichfalls gesehen haben; aber eine zuverlässige Untersuchung der Spezies ist bisher nie erfolgt.

TAN SIN HOK ist ferner im Irrtum, wenn er seine fig. 6 als *Pontosphaera Huxleyi* bezeichnet. Diese Art besitzt elliptische Schalenelemente, während TAN SIN HOK ein kreisförmiges Gebilde skizziert. Ich halte es für höchst wahrscheinlich, daß es sich hier um ein kleines Exemplar von *Cyclococcolithus moluccensis* handelt. Auch TAN SIN HOK's fig. 2 möchte ich hierher stellen. Diese Spezies ist in der Probe 168* ungemein häufig, und man kann damit rechnen, daß sie im Gesichtsfeld des Mikroskops stets in mehreren Exemplaren auftaucht. Gehäusebausteine, die man mit Sicherheit als *Coccolithus Huxleyi* ansprechen könnte, sind mir in der Probe von Rotti bisher nicht begegnet; offenbar ist diese Art darin nicht vertreten. Im heutigen Weltmeer spielt sie eine tonangebende Rolle. Oft tritt sie in solchen Massen auf, daß sie alle übrigen Kalkflagellaten quantitativ weit hinter sich läßt. Das Vorkommen von *C. Huxleyi* erstreckt sich von den Tropen bis in die polaren Breiten, und demgemäß sind die Schalenbausteine in den kalkigen marinen Bodenablagerungen universal verbreitet. Ihr Fehlen in der Probe 168* rührt vielleicht keineswegs von lokalen Umständen her. Auch im Amphisteginen-Mergel und im Badener Tegel der II. Mediterranstufe des Wiener Beckens vermochte ich die Spezies trotz eifrigen Suchens nicht nachzuweisen. Es ist somit nicht ganz ausgeschlossen, daß *C. Huxleyi* nicht eine alte, sondern vielmehr eine sehr junge Form vorstellt, die sogar zur Zeit des jüngeren Tertiärs noch nicht existiert hat. Selbstverständlich müßte sich diese Auffassung durch eine genügende Anzahl von Stichproben weiter belegen lassen. LOHMANN (1902, pag. 130) hat die Schalenelemente der Spezies als elliptische Scheibchen mit aufgewulstetem Rand beschrieben. Er nannte sie *Pontosphaera Huxleyi*. In letzter Zeit hat sich aber herausgestellt, daß die Schalenelemente den Bau manschettenknopfförmiger Tremalithen besitzen; daher war die Versetzung der Spezies zur Gattung *Coccolithus* notwendig geworden (KAMPTNER 1943).

Noch eine weitere Angabe von TAN SIN HOK bedarf einer kurzen Bemerkung. Der Genannte zeichnete im Bild 12 der Textfigur I einen Rhabdolithen von *Rhabdosphaera claviger* MURR. & BLACKM. Im Text, desgleichen in der Beschriftung, unterließ er zwar die Anführung des

Artnamens; aber seine Skizze läßt keinen Zweifel übrig an der Identität des ihm vor Augen gekommenen Objektes mit dieser Spezies. Wie ich bereits gesagt habe, ist mir kein Exemplar der Spezies in der Probe von Rotti begegnet. Und wenn die Abbildung TAN SIN HOK's zutreffen sollte, dann müßte *Rh. claviger* in diesen Sedimenten sehr selten sein.

Der Vergleich unserer Befunde mit den Angaben von TAN SIN HOK gibt uns Anlaß, auch manche Abbildungen fossiler Coccolithen aus der älteren Literatur heranzuziehen, um sie auf morphologische Ähnlichkeit mit den einschlägigen Fossilresten aus Rotti zu überprüfen. Eine solche Übereinstimmung kann sich in der Regel nicht auf Artmerkmale erstrecken, sondern bleibt auf die Merkmale der höheren systematischen Einheiten beschränkt. Dennoch vermag sie heute, wo die Kenntnis fossiler Coccolithen noch eine sehr dürftige ist, unser Interesse zu gewinnen. Die Zahl der betreffenden Veröffentlichungen ist eine recht bescheidene, und die meisten derselben bringen nur die Ergebnisse gelegentlicher Untersuchungen, während eine weit ausgreifende Bearbeitung fossiler oder auch rezenter Meeresablagerungen in Bezug auf Coccolithineen-Gehäuse und deren Bauelemente noch nicht vorliegt. Die publizierten Abbildungen sind zumeist nur flüchtige Skizzen; auch sind sie in einem so unzureichenden Abbildungsmaßstab ausgeführt, daß die Artmerkmale an ihnen nur selten zum Ausdruck kommen, wobei auch genügende Hinweise im Text zu vermissen sind. Manche dieser Arbeiten stammen aus einer Zeit, in der jene stark auflösenden optischen Hilfsmittel, deren der Mikroskopiker bei der Untersuchung der Coccolithineen-Hartteile unbedingt bedarf, noch nicht vorhanden waren.

Dennoch möchte ich nicht versäumen, manche Abbildungen namhaft zu machen, welche an verschiedene auf Rotti vorkommende Formen erinnern, wenn sie auch nur in den für Gattungen und höhere Einheiten giltigen Charakteren eine gewisse Ähnlichkeit aufweisen.

H. C. SORBY (1861) skizziert auf fig. 4 (pag. 197) seiner die Oberkreide betreffenden Publikation einen Coccolithen, an welchem die mittlere Area eine Kreuzgestalt aufweist. Man kann aber nicht erkennen, ob es sich um eine napfartige oder manschettenknopfartige Form handelt. Ähnliche Abbildungen bringen A. J. JUKES-BROWNE & J. B. HARRISON (1892, fig. 7 auf pag. 178), ferner C. E. MC CLUNG (1898, fig. 10 auf tab. 85) und A. D. ARCHANGELSKIJ (1912, fig. 13 auf tab. 6) aus Gesteinen desselben geologischen Alters. Alle diese Bilder erinnern an unsere Figuren 5, 45, 81, 88 und 89. Unter den aus dem Nannoplankton bekannten rezenten Coccolithineen kennt die Literatur keinerlei ähnliche Formen.

Es sei auch auf die Abbildungen hingewiesen, die sowohl SORBY wie auch MC CLUNG von porösen Coccolithen entworfen haben und die mit manchen unserer Figuren bedeutende habituelle Ähnlichkeit aufweisen. Einzelne der Abbildungen mögen sich vielleicht auch auf Tremalithen beziehen.

Die fig. 21 auf tab. 6 in ARCHANGELSKIJ's Abhandlung (1912) zeigt auffallende Ähnlichkeit mit jenen gewissen dick-plattenförmigen Discolithen, wo ungefähr in den Brennpunkten der Ellipse je eine Pore den Kalkkörper fast lotrecht durchbricht, so wie dies in unseren Figuren 21, 25 und 26 wiedergegeben ist.

Coccolithen, die nur aus einem einfachen Kalkkring bestehen, wo also die mittlere Partie im Lauf der Phylogenese verloren gegangen ist, stellen vielleicht die fig. 4a, 4b bei G. MURRAY & V. H. BLACKMAN (1898) und die fig. 22 auf tab. 6 sowie fig. 12 auf tab. 7 bei A. D. ARCHANGELSKIJ (1912) vor. Wenn diese Deutung zutreffen sollte, würden diese Bilder mit meinen Figuren 60 und 61 in Parallele zu bringen sein. Freilich besteht auch da die Möglichkeit, daß der Durchbruch bloß auf diagenetischen Abbau der Coccolithen-Substanz zurückzuführen ist.

Zyolithenartige Typen sind bei MURRAY & BLACKMAN (1898, fig. 2a) und MC CLUNG (1998) abgebildet und haben Ähnlichkeit mit unseren Figuren 64 und 66.

Abbildungen von *Coccolithus pelagicus* finden sich bei den meisten älteren Autoren, die sich mit fossilen Coccolithineen-Resten befaßt haben. Diese Spezies ist im Meer der Gegenwart sehr weit verbreitet und auffällig. Ihre Reste sind in ziemlicher Menge in die marinen Bodensedimente eingebettet. So verhielt es sich sicherlich auch zu jener Zeit, als das kreideartige Gestein auf Rotti abgesetzt wurde. Obendrein sind die Skelettreste dieser Spezies relativ gut erhaltungsfähig, so daß sie den Untersuchern nicht entgehen konnten. Wahrscheinlich zählt SORBY's fig. 1 hierher. Ferner gibt es derartige Abbildungen bei O. SCHMIDT (1870, tab. 1, fig. 20, 21), JUKES-BROWNE & HARRISON (1898, fig. 8), MURRAY & BLACKMAN (1898, fig. 1, 3b, 3d, 4), A. VON VOELTZKOW (1901, fig. 6). Auch L. DANGEARD (1932, Textfig. 1 auf pag. 69, fig. 1 auf tab. 6) bildet einschlägige Kalkkörper aus dem Oligocän der Limagne ab. Auch das Teilbild 17 der Textabbildung 1 von ZB. SUJKOWSKI sieht aus wie ein kleines Exemplar von *C. pelagicus* (Oberkreide von Lublin in Polen).

Die Gehäuseelemente von *Helicosphaera Carteri* scheinen bei SCHMIDT (1870, fig. 7—11 auf tab. 2) wiedergegeben zu sein.

Rhabdolithen von *Rhabdosphaera styliifer* sind bei O. SCHMIDT (fig. 28) und bei VOELTZKOW (fig. 22) abgebildet. Der zweitgenannte Autor zeichnet auch Coccolithen mit Schwebestachel in der Weise, wie sie im Genus *Acanthoica* zu finden sind (fig. 28—30). DEFLANDRE's *Rhabdosphaera hirsuta* (1952, Abb. 362 H auf pag. 465) ist ohne Frage zum Genus *Acanthoica* zu rechnen; es handelt sich um langgestreckte Polcoccolithen, ganz ähnlich unserer Figur 105.

Meine Abhandlung über Coccolithen aus dem Torton (II. Mediterranstufe) des Inneralpinen Wiener Beckens enthält ebenfalls die Beschreibung mancher Formen, die mit solchen von Rotti bald größere, bald geringere Ähnlichkeit aufweisen. So ist die Ähnlichkeit des Baues des dort angeführten *Coccolithites (Discolithus) circumcissus* (fig. 6) mit *C. infralim-*

batus (Fig. 56) eine auffallende. Ferner hat *C. (Cyclolithus) rotundus* (fig. 19) ein beiläufiges Gegenstück in *C. acutus* (Fig. 61), ebenso in einigen anderen ostindischen Formen.

Auch unter den Tremalithen finden sich einander ähnliche Formen in beiden Sedimenten, so im Wiener Jungtertiär *Coccolithites umbrella* (fig. 17) und *C. agariciformis* (fig. 21)¹⁾, auf Rotti *Cyclococcolithus Tanianus* (Fig. 83) und *C. tropicus* (Fig. 79); bei ihnen allen ist die basale Randscheibe gänzlich oder fast gänzlich reduziert. *Coccolithus placomorpha* (fig. 11) aus dem Wiener Becken, mit einer undurchbohrten horizontalen Membran ausgestattet, ist auf Rotti durch *C. membranaceus* (Fig. 85) vertreten.

Unter den insgesamt 20 neuen Arten aus dem Wiener Jungtertiär gibt es plattenförmige wie auch napfförmige poröse Discolithen; auch auf Rotti haben sich derartige Formen mehrfach gefunden.

Die Vergleichbarkeit aller dieser Formen aus dem Wiener Becken und von der Insel Rotti erstreckt sich bloß bis zu den Gattungscharakteren. Aber es lassen sich auch Arten anführen, welche beiden Gebieten gemeinsam zukommen: *Scyphosphaera Apsteini*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera Carteri*. Diese Formen sind übrigens auch im heutigen Meer kosmopolitisch verbreitet.

Zum Schluß sei in Bezug auf das geologische Alter des Gesteins von Rotti eine Bemerkung angefügt. Wir erinnern uns der Tatsache, daß die von DEFLANDRE im nordafrikanischen Pliocän aufgefundenen Schwebegürtel-Lopadolithen von *Scyphosphaera* auch im Timor-Archipel vorkommen und daß sich auch mehrere andere Arten gleichfalls dort finden, nämlich *Coccolithus pelagicus* (WALL.) SCHILL., *Cyclococcolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILL., *Helicosphaera Carteri* (WALL.) KPT. und *Rhabdosphaera styliifer* LOHM. Die Mehrzahl dieser Formen scheint ebenso wie die Scyphosphaeren jüngerer (nachmiocäner) Entstehung zu sein. Sie verleihen daher der Coccolithineen-Flora der Gesteinsprobe Nr. 168* einen jugendlichen Anstrich. Freilich sind unsere derzeitigen Kenntnisse, die wir über die Kalkflagellaten der geologischen Vorzeit besitzen, zu gering, als daß wir heute bereits imstande wären, hier ein endgültiges Urteil abzugeben. Jedenfalls aber spricht der erwähnte Eindruck dafür, daß das Gestein der Probe 168* unter den Sedimenten des Timor-Archipels zu jenen zu zählen sein wird, für welche ein jungtertiäres Alter wahrscheinlich ist.

¹⁾ In meiner Publikation über Coccolithen aus dem Torton (II. Mediterranstufe) des Inneralpinen Wiener Beckens (1948) sind die manschettenknopfartigen neuen Formen durchwegs unter dem Gattungsnamen *Tremalithus* angeführt. In den vorliegenden Ausführungen habe ich indes eine Reihe von Tremalithen sogleich in die Genera *Coccolithus* und *Cyclococcolithus* einreihen können.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Veröffentlichung bringt die Darstellung von insgesamt 112 Formen. Fast durchwegs lagen diese nur als isolierte Gehäuseelemente und bloß in einigen wenigen Fällen als ganze Gehäuse vor. Von all den Formen sind 100 als neu anzusprechen. Viele derselben weichen von den uns geläufigen rezenten Typen, auf die wir das System der Coccolithineae zu gründen pflegen, in so hohem Grade ab, daß es zweckmäßig ist, eine natürliche systematische Gruppierung zunächst beiseite zu lassen und die Formen so zu reihen, daß wenigstens ihre Übersicht gewährleistet ist. Freilich soll diese Gruppierung so beschaffen sein, daß sie einer natürlichen Systematik, wie sie sich auf Grund verbesserter Einsicht in der Zukunft ergeben dürfte, nicht in schädlicher Weise vorgreift.

Die festgestellten Formen verteilen sich zahlenmäßig wie folgt:

Auf die provisorische Gattung *Coccolithites* entfallen 9 Calyptrolithen, 39 Discolithen, 8 Cyclolithen, 3 Zygolithen, 11 Tremalithen, 2 Rhabdolithen. Es handelt sich hier durchwegs um neue Formen. Von Angehörigen natürlicher Genera fanden sich: 1 *Pontosphaera*, 19 *Scyphosphaera* (davon 12 neu), 10 *Cyclococcolithus* (davon 9 neu), 7 *Coccolithus* (davon 6 neu), 1 *Helicosphaera*, 1 *Rhabdosphaera*. Das Genus *Helicosphaera* wurde für eine auch aus dem Meer der geologischen Gegenwart bekannte Spezies, die man bislang zum Genus *Coccolithus* rechnete, neu aufgestellt. Die *Rhabdosphaera*-Art gehört gleichfalls der Jetztzeit an. Stachelförmige Kalk-elemente (Polcoccolithen) von *Acanthoica* waren keine Seltenheit, ließen sich aber nicht spezifisch bestimmen. Zu all dem kommt noch das Genus *Thoracosphaera* mit 1 Spezies.

Ein Abschnitt über Morphologie, Systematik und Phylogenetik bringt zunächst allgemeine Erörterungen über die verschiedenen feststellbaren Entwicklungsrichtungen und ihre Bedeutung für die systematische Gruppierung der Formen. Im besonderen seien folgende bemerkenswerte Tatsachen aus der Reihe der Ergebnisse herausgegriffen: Das Vorkommen kreisrunder Coccolithen in der Familie der Syracosphaeraceen, wo man bislang nur elliptische Kalkkörper kannte; discolitische Formen, die sich in ihrer Bauart jedoch auffallend an die manschettenknopfförmigen „Tremalithen“ anschließen und den Gedanken einer phylogenetischen Herleitung der letzteren von platten- und napfförmigen Discolithen nahelegen; eine nicht unerhebliche Bereicherung der Zahl der bekannten Typen von äquatorialen Skelettelementen bei *Scyphosphaera*, so daß eine Gliederung aller dieser Formen in 6 Teilgruppen notwendig wurde; die Auffindung der Cyclolithen, d. i. von Kalkkörpern mit weiter zentraler Durchbrechung, offenbar von Discolithen abzuleiten; die Auffindung verschiedener, morphologisch abseits stehender, zentral durchbohrter Kalkkörper, die vorläufig unter die Tremalithen eingereiht werden; die Ent-

deckung einer *Thoracosphaera* mit undurchbohrten Gehäuseelementen, offenbar einer unmittelbaren Stammform der rezenten Vertreter desselben Genus. *Thoracosphaera* wird einer eingehenden Betrachtung unterzogen. Zum Schluß werden Vergleiche des Coccolithen-Bestandes der ostindischen Proben mit jenem der rezenten marinen Bodenablagerungen und des Planktons angestellt; auch die Angaben, welche über fossile Coccolithen in der Literatur vorliegen, werden in einem analogen Sinn herangezogen. Es wird auf das Vorkommen rezenter Arten im ostindischen Gestein besonders hingewiesen und dabei der geologisch jugendliche Habitus betont, den diese Arten dem Coccolithen-Bestand als ganzem aufprägen.

ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN.

- ARCHANGELSKIJ, A. D. (1912): Oberkreide-Ablagerungen des osteuropäischen Rußland. — Mater. Geol. Rußl., vol. 25, pag. 1—631, tab. 1—10. St. Petersburg—Moskau. (Russisch).
- BERNARD, F. (1939): Coccolithophorides nouveaux ou peu connus observés à Monaco en 1938. — Arch. Zool. expér., vol. 81, pag. 33—44. Paris.
- BERSIER, A. (1939): Discoastéridées et Coccolithophoridées des Marnes oligocènes vaudoises. — Bull. Soc. vaud. Sci. natur., vol. 60, 1937, pag. 229—248. Lausanne.
- BRAARUD, T.,—GAARDER, K. R.—MARKALI, J.—NORDLI, E. (1952): Coccolithophorids Studied in the Electron Mikroscope. Observations on Coccolithus Huxleyi and Syracosphaera Carterae. — Nytt Mag. Bot., vol. 1, pag. 129—134, tab. 1 u. 2. Oslo.
- BROUWER, H. A. (1922): Geologische onderzoekingen op het eiland Rotti. — Jaarb. Mijnwezen, vol. 49, Verhandl. 3. T., pag. 35—106, tab. 3—13. Leiden.
- DANGEARD, L. (1932): Les craies et les calcaires à Coccolithes de la Limagne. — Bull. Soc. géol. France. 5. Ser., vol. 2, pag. 67—82. Paris.
- DEFLANDRE, G. (1934): Les Discoastéridés, microfossiles calcaires incertae sedis. — Bull. Soc. franç. Microsc., vol. 3, pag. 59—67. Paris.
- (1942): Coccolithophoridées fossiles d'Oranie. Genre Scyphosphaera Lohmann et Thorosphaera Ostenfeld. — Bull. Soc. Histoire natur. Toulouse, vol. 77, pag. 1—13. Toulouse.
- (1952): Classe des Coccolithophoridées (Coccolithophoridae Lohmann 1902). — P. P. GRASSÉ, Traité de Zoologie, vol. 1, fasc. 1, pag. 439—470. Paris.
- & FERT, CH. (1953): Application du microscope électronique à l'étude des Coccolithophoridés. — Bull. Soc. Histoire natur. Toulouse, vol. 88, pag. 301—313, tab. 1—4. Toulouse.
- & M. DEFLANDRE-RIGAUD (1949): La nomenclature des fragments fossiles (organites et sclérites) d'invertébrés. — C. R. XIII. Congr. int. zool. Paris 1948, pag. 576. Paris.
- HAECKEL, E. (1894): Systematische Phylogenie, vol. 1. Leipzig.
- HENTSCHEL, E. (1936): Allgemeine Biologie des Südatlantischen Ozeans. — Wiss. Ergebn. Dtsch. Atlant. Exped. „Meteor“ 1925—1927, vol. 11. Berlin—Leipzig.
- JUKES-BROWNE, A. J. & HARRISON, J. B. (1892): The Geology of Barbados. Part 2. The Oceanic Deposits. — Quart. J. Geol. Soc. London, pag. 170—226, 1 Karte. London.
- KAMPTNER, E. (1927): Beitrag zur Kenntnis adriatischer Coccolithophoriden. — Arch. Protistenkde., vol. 58, pag. 173—184. Jena.
- (1928 a): Über eine Coccolithophoride aus der „Alten Donau“ bei Wien, nebst einigen systematischen Bemerkungen. — Ibidem, vol. 61, pag. 38—44.
- (1928 b): Über das System und die Phylogenie der Kalkflagellaten. — Ibidem, vol. 64, pag. 19—43.
- (1937): Neue und bemerkenswerte Coccolithineen aus dem Mittelmeer. — Ibidem, vol. 89, pag. 279—316, tab. 14—17.
- (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. 81, pag. 43–49. Wien.
- (1944): Coccolithineen-Studien im Golf von Neapel. — Wiener bot. Z. (Österr. bot. Z.), vol. 93, pag. 138–147. Wien.
- (1946): Zur Kenntnis der Coccolithineen-Gattung *Thoracosphaera*. — Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., pag. 100–103. Wien.
- (1948): Coccolithen aus dem Torton des Inneralpinen Wiener Beckens. — S.-B. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I, vol. 157, pag. 1–16, tab. 1 u. 2. Wien.
- (1949): Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus dem Molukken-Archipel. — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., pag. 77–80. Wien.
- (1952): Das mikroskopische Studium des Skelettes der Coccolithineen (Kalkflagellaten). Übersicht der Methoden und Ergebnisse. I. Die Gestalt des Gehäuses und seiner Bauelemente. II. Der Feinbau der Coccolithen. — Mikroskopie, vol. 7, pag. 232–244, 375–386. Wien.
- LECAL-SCHLAUDER, J. (1949): Notes préliminaires sur les Coccolithophoridés d'Afrique du Nord. — Bull. Soc. Histoire natur. Afr. Nord, vol. 40, pag. 160–167. Alger.
- (1951): Recherches morphologiques et biologiques sur les Coccolithophoridés nord-africains. — Ann. Inst. océanogr., n. sér., vol. 26, fasc. 3, pag. 255–362, tab. 9–13. Paris.
- (1952): Sur un protiste pélagique rattachable aux Discoastéridés. — Arch. zool. expér., vol. 89, notes et revue, Nr. 2, pag. 51–55. 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.
- (1912): Beiträge zur Charakterisierung des Tier- und Pflanzenlebens in den von der „Deutschland“ während ihrer Fahrt nach Buenos Aires durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans. II. Teil. — Int. Rev. Hydrobiol., vol. 5, pag. 185–250. Leipzig.
- (1913): Über Coccolithophoriden. — Verh. dtsch. zool. Ges., pag. 143–164. Berlin.
- (1920): Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton nach den Ergebnissen der Zentrifugenfänge während der Ausreise der „Deutschland“ 1911. — Arch. Biont., vol. 4, Heft 3, pag. 1–617, tab. 1–16. Berlin.
- MC CLUNG, C. E. (1898): Microscopic Organisms of Upper Cretaceous. — Univ. geol. Surv. Kansas, vol. 4, Paleont., I, Upper Cretaceous, pag. 415–427, tab. 85. Topeka.
- MURRAY, G. & BLACKMAN, V. H. (1898): On the Nature of the Coccospheres and Rhabdospheres. — Philos. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B, vol. 190, pag. 427–441, tab. 15 u. 16. London.
- MURRAY, J. & RENARD, A. F. (1891): Deep Sea Deposits. — Challenger-Report. London-Edinburgh-Dublin.
- OSTENFELD, C. H. (1899): Über *Coccosphaera* und einige neue Tintinniden im Plankton des nördlichen Atlantischen Ozeans. — Zool. Anz. vol. 22, pag. 433–439. Leipzig.
- (1910): *Thorosphaera*, eine neue Gattung der Coccolithophoriden. — Ber. dtsch. bot. Ges. vol. 28, pag. 397–400. Berlin.
- SCHILLER, J. (1913): Vorläufige Ergebnisse der Phytoplankton-Untersuchungen auf den Fahrten S. M. S. „Najade“ in der Adria 1911/12. — S.-B. k. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., vol. 122, Abt. 1, pag. 597–617, tab. 1–3. Wien.

- (1925): Die planktonischen Vegetationen des adriatischen Meeres. A. Die Coccolithophoriden-Vegetation in den Jahren 1911–14. — Arch. Protistenkde., vol. 51, pag. 1–130, tab. 1–9. Jena.
- (1926): Über Fortpflanzung, geißellose Gattungen und die Nomenklatur der Coccolithophoraceen. — Ibidem, vol. 53, pag. 326–342.
- (1930): Coccolithineae. — L. RABENHORST's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, 2. Aufl., vol. 10 (Flagellatae), pag. 89–273. Leipzig.
- SCHLAUDER, J. (1945): Recherches sur les Flagellés calcaires de la Baie d'Alger. Paris.
- SCHMIDT, O. (1870): Über Coccolithen und Rhabdolithen. — S.-B. k. Akad. Wiss. Wien, vol. 62, Abt. 1, pag. 669–682, tab. 1 u. 2. Wien.
- SORBY, H. C. (1861): On the Organic Origin of the so-called Crystalloids of the Chalk. — Ann. Mag. natur. History, vol. 8, Ser. 3, pag. 193–200. London.
- STEIN, F. (1878): Der Organismus der Infusionsthier. III. Abt. Flagellaten und Geißelinfusorien, 1. Hälfte. Leipzig.
- SUJKOWSKI, ZB. (1931): Petrografia kredy Polski. Kreda z głębokiego wiercenia w Lublinie w porównaniu z kredą niektórych innych obszarów Polski. — Bull. Serv. Géol. Pologne, vol. 6, pag. 485–614, französ. Résumé pag. 615–628, tab. 6–13. Warszawa.
- TAN SIN HOK (1927): Over de samenstelling en het ontstaan van krijt- en mergelgesteenten van de Molukken. — Jaarb. Mijnwezen Nederlandsch-Indie, vol. 1926, Verh., 3. Teil, pag. 1–165, tab. 1–16. 's Gravenhage.
- (1927 a): On a Young-Tertiary Limestone of the Isle of Rotti with Coccoliths, Calci- and Manganese-peroxyde-Spherulithes. — Proc. Kon. Acad. Wetensch. Amsterdam, vol. 29, pag. 1095–1105. Amsterdam.
- (1927 b): Discoasteridae incertae sedis. — Ibidem, vol. 30, pag. 411–419.
- THOMSON, WVE. (1875): Preliminary notes on the Sea-bottom procured by the Soundings of H. M. S. „Challenger” during the cruise in the „Southern Sea” in the early part of the year 1874. — Proc. Roy. Soc. London., vol. 23, pag. 32–49, tab. 1–4. London.
- VOELTZKOW, A. VON (1901): Über Coccolithen und Rhabdolithen nebst Bemerkungen über den Aufbau der Aldabra-Inseln. — Abh. Senckenberg. naturforsch. Ges., vol. 26, pag. 465–537. Frankfurt a/M.
- WANNER, J. (1940): Gesteinsbildende Foraminiferen aus Malm und Unterkreide des östlichen Ostindischen Archipels. Nebst Bemerkungen über Orbularia Rhumbler und andere verwandte Foraminiferen. — Palaeont. Z., vol. 22, pag. 75–99, tab. 1 u. 2. Berlin.
- ZIMMERMANN, W. (1940): Arbeitsweise der botanischen Phylogenetik und anderer Gruppierungswissenschaften. — Handb. biol. Arbeitsmeth., herausg. v. E. ABDERHALDEN, Abt. IX, Teil 3, pag. 941–1053. Wien-Berlin.

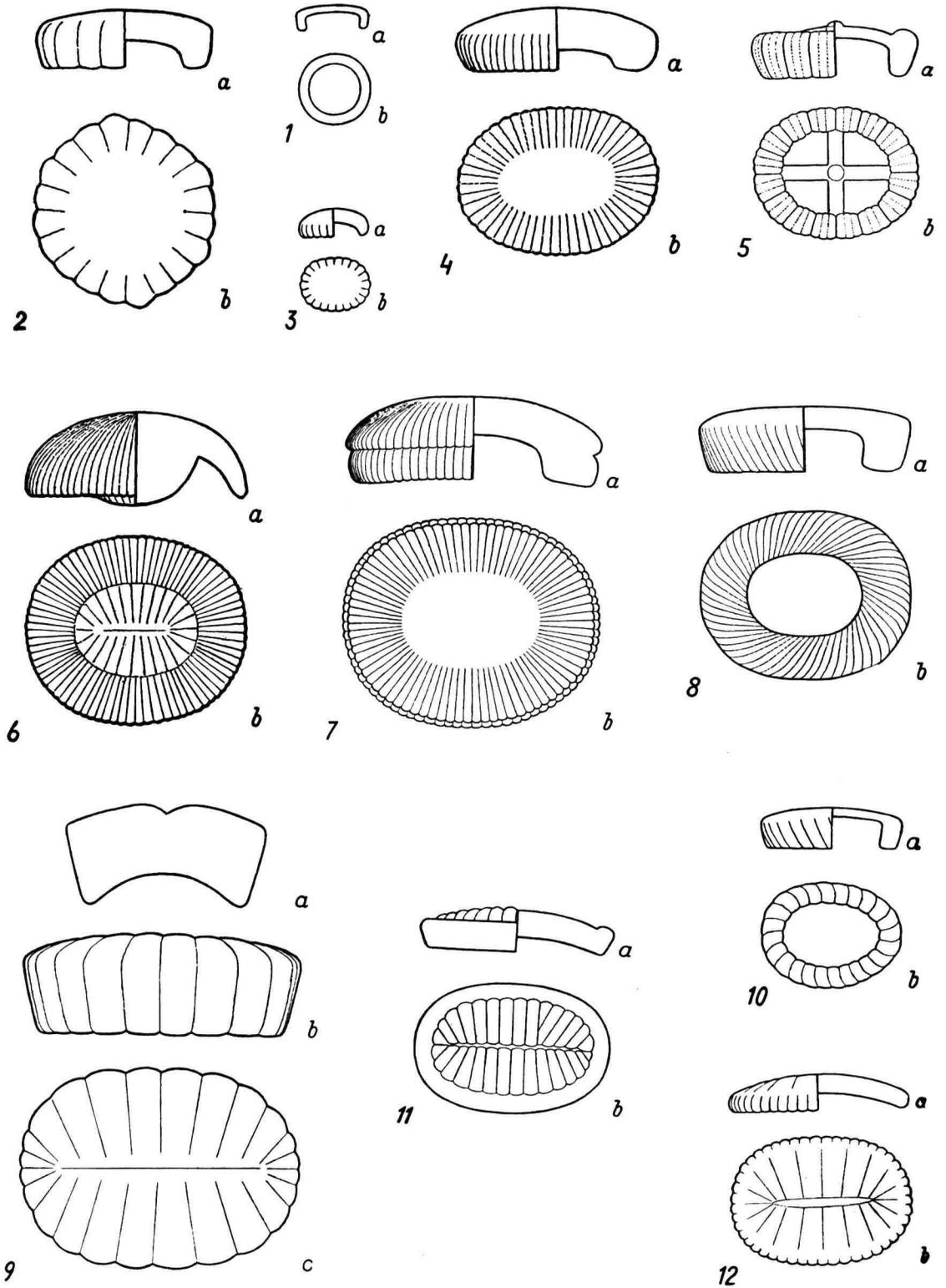
ALLGEMEINES ZU DEN FIGUREN-ERLÄUTERUNGEN.

Die Figuren sind nicht die Wiedergabe eines bestimmten Exemplares; vielmehr veranschaulichen sie den typischen Aufbau der betreffenden Form an einem konstruktiven Bild. Unter den 141 Figuren, die sich auf den beigegebenen Tafeln finden, bringen nur 3 je ein ganzes Gehäuse. Von allen übrigen Formen sind bloß die isolierten Gehäusebausteine (Coccolithen s. l.) abgebildet, da sich davon allein solche im Gestein vorgefunden haben. An zahlreichen Figuren ist das Objekt einerseits (Teilbild a) in aufrechter Stellung, anderseits (Teilbild b) in der Ansicht der Oberseite bzw. der Unterseite wiedergegeben. Dabei zeigt das Teilbild a an der einen (meist linken) Hälfte die Seitenansicht, an der anderen Hälfte aber den aufrechten Durchschnitt. In manchen weiteren Fällen bietet das Teilbild a in seiner ganzen Breite die Seitenansicht, bzw. den aufrechten Durchschnitt. An zahlreichen Figuren ist überhaupt nur der aufrechte Durchschnitt dargestellt. Dies gilt vor allem für die Bilder der *Scyphosphaera*-Lopadolithen (Fig. 108—140), wo der bezeichnete Umstand in der Beschriftung nicht eigens angeführt erscheint.

Die Figuren 1—107 und 141 besitzen durchwegs den 3000-fachen Abbildungsmaßstab. Es ist dies eine passende Vergrößerung, die es erlaubt, feinere Skulpturen noch mit genügender Deutlichkeit abzubilden. Infolge der identischen Vergrößerung aller dieser Coccolithenformen ist ein bequemer und anschaulicher Vergleich derselben möglich. Die Figuren 108—140 haben ebenso einheitlich den halben Abbildungsmaßstab der vorigen, nämlich den 1500-fachen, weil hier der einfache Aufbau der dargestellten Objekte ein Heruntergehen im Maßstab ohne weiters gestattet.

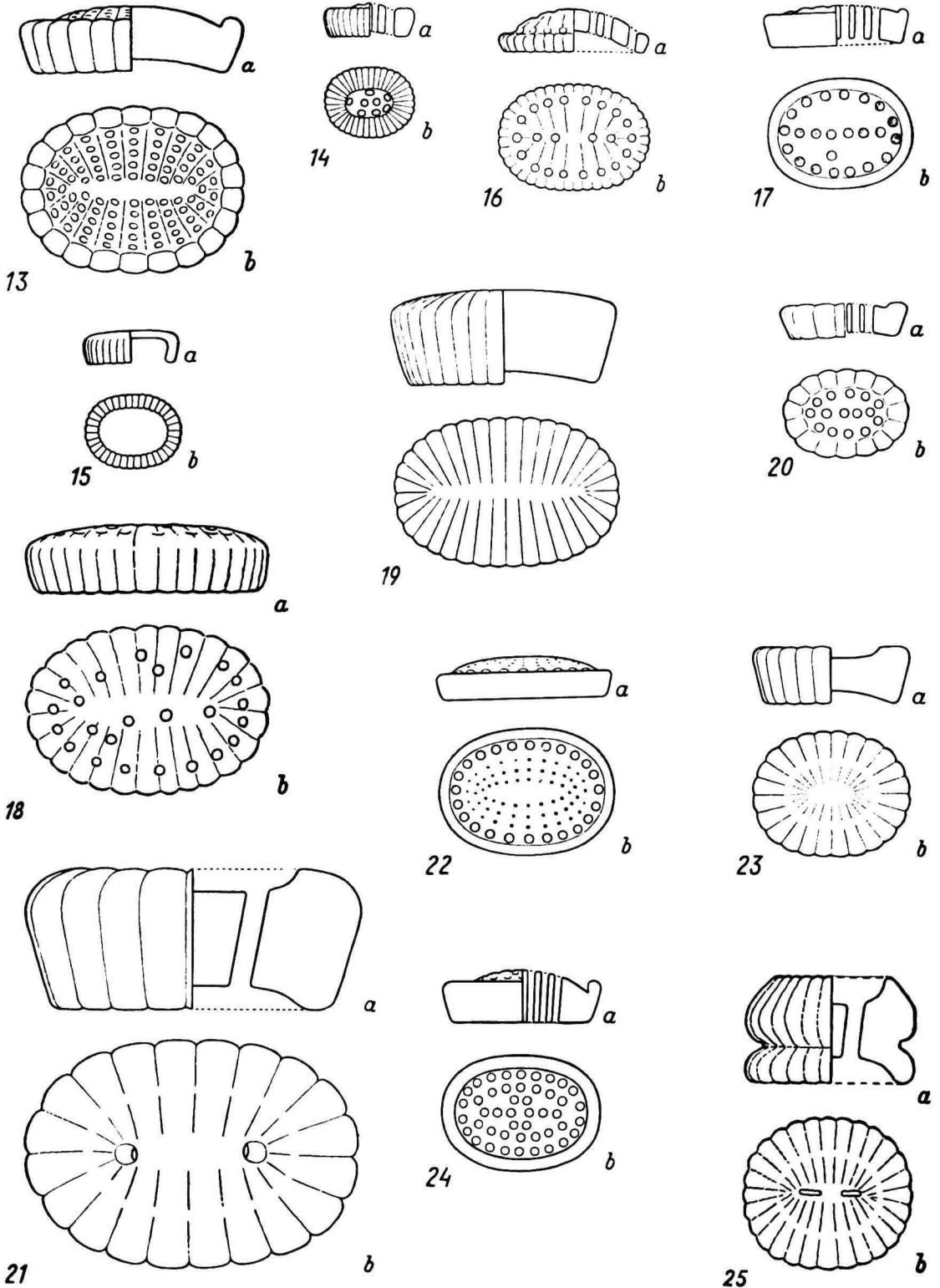
Jeder Figuren-Erläuterung ist in Klammern die Verweisung auf Nummer und Seitenzahl der im Speziellen Teil des Textes befindlichen Artdiagnose beigelegt.

- Fig. 1. *Coccolithites leptos* n. sp. (1 — Seite 11).
a) Axialschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 2. *Coccolithites crenulatus* n. sp. (2 — Seite 12).
a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 3. *Coccolithites tholus* n. sp. (3 — Seite 12).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 4. *Coccolithites petasus* n. sp. (4 — Seite 12).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 5. *Coccolithites caelatus* n. sp. (79 — Seite 28).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 6. *Coccolithites tuberculatus* n. sp. (8 — Seite 13).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 7. *Coccolithites insectus* n. sp. (9 — Seite 13).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 8. *Coccolithites striatus* n. sp. (6 — Seite 12).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 9. *Coccolithites sulcatus* n. sp. (11 — Seite 14).
a) Aufrechter Querschnitt,
b) Breitseite,
c) Oberseite.
- Fig. 10. *Coccolithites detorquatus* n. sp. (7 — Seite 12).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 11. *Coccolithites pennatus* n. sp. (12 — Seite 14).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 12. *Pontosphaera scutellum* KPT. (10 — Seite 13).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.



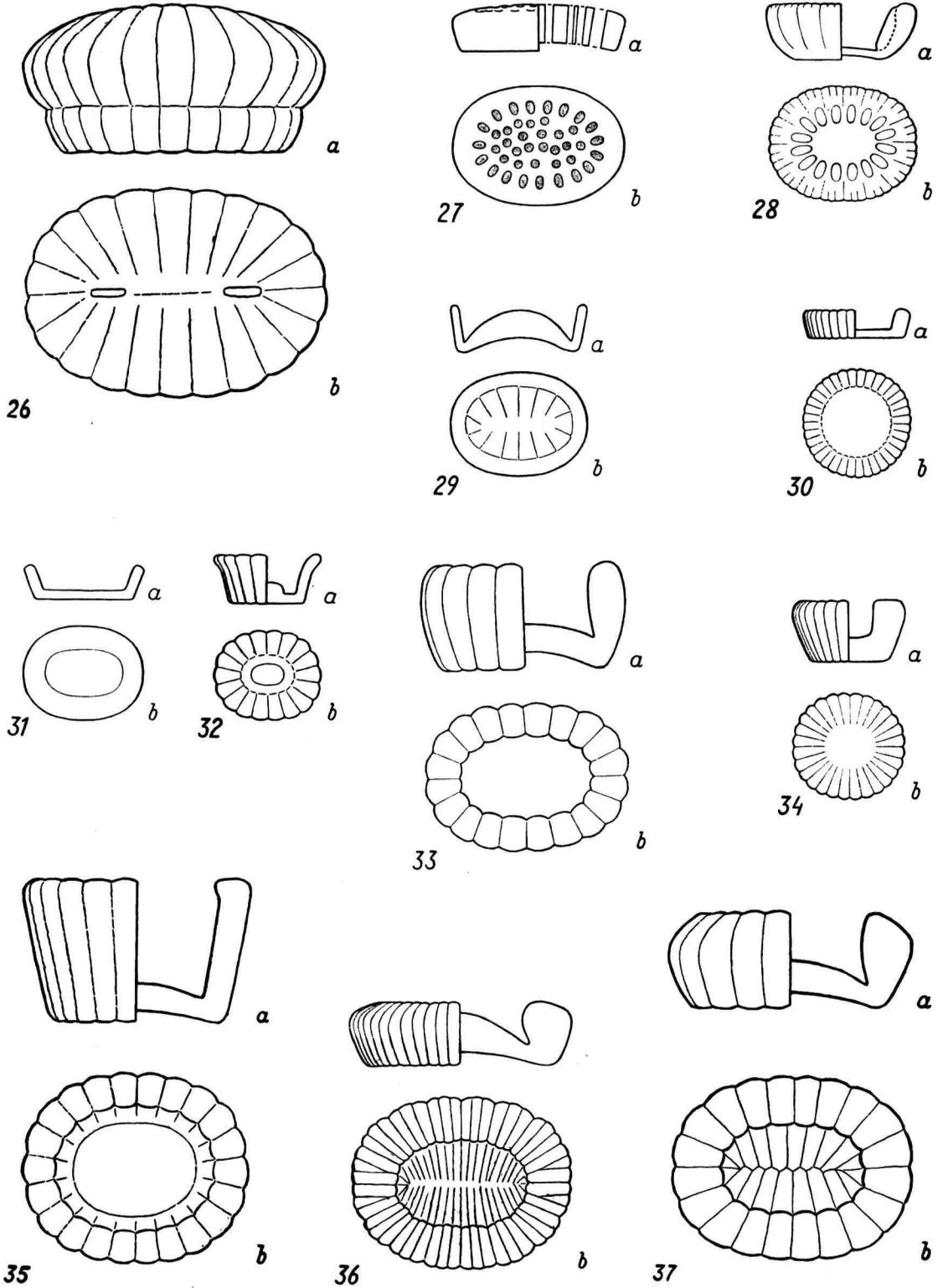
Taf. 1.

- Fig. 13. *Coccolithites ellipticus* n. sp. (13 — Seite 14).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 14. *Coccolithites pauciforatus* n. sp. (16 — Seite 14).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 15. *Coccolithites indicus* n. sp. (5 — Seite 12).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 16. *Coccolithites arcuatus* n. sp. (17 — Seite 15).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 17. *Coccolithites Martini* n. sp. (19 — Seite 15).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 18. *Coccolithites australis* n. sp. (15 — Seite 14).
a) Breitseite,
b) Oberseite.
- Fig. 19. *Coccolithites lapillus* n. sp. (14 — Seite 14).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 20. *Coccolithites circumvallatus* n. sp. (18 — Seite 15).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 21. *Coccolithites biperforatus* n. sp. (25 — Seite 16).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 22. *Coccolithites anisotrema* n. sp. (23 — Seite 16).
a) Breitseite,
b) Oberseite.
- Fig. 23. *Coccolithites excavatus* n. sp. (24 — Seite 16).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 24. *Coccolithites trematotes* n. sp. (20 — Seite 15).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 25. *Coccolithites sinuatus* n. sp. (27 — Seite 17).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.



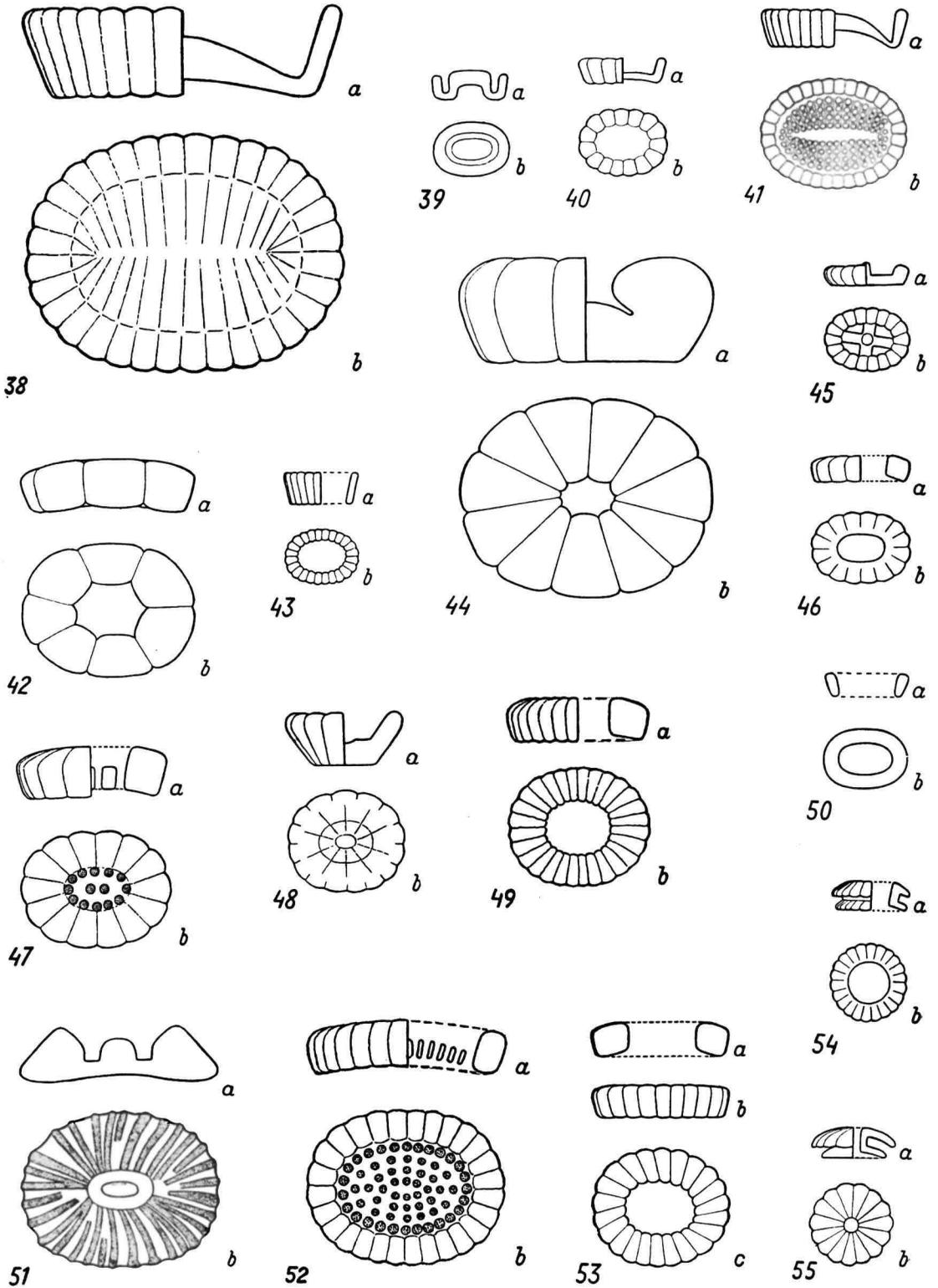
Taf. 2.

- Fig. 26. *Coccolithites convexus* n. sp. (26 — Seite 17).
a) Breitseite,
b) Oberseite.
- Fig. 27. *Coccolithites pachymorphus* n. sp. (21 — Seite 15).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 28. *Coccolithites cristatus* n. sp. (43 — Seite 20).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 29. *Coccolithites curvatus* n. sp. (35 — Seite 18).
a) Aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 30. *Coccolithites circumlatus* n. sp. (28 — Seite 17).
a) Linke Hälfte Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 31. *Coccolithites glabrus* n. sp. (29 — Seite 17).
a) Aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 32. *Coccolithites amplificatus* n. sp. (33 — Seite 18).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 33. *Coccolithites pacificus* n. sp. (31 — Seite 18).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 34. *Coccolithites calathus* n. sp. (40 — Seite 19).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 35. *Coccolithites lopadomorphus* n. sp. (30 — Seite 18).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 36. *Coccolithites crassilabris* n. sp. (42 — Seite 20).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 37. *Coccolithites alternans* n. sp. (36 — Seite 19).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt
b) Oberseite.



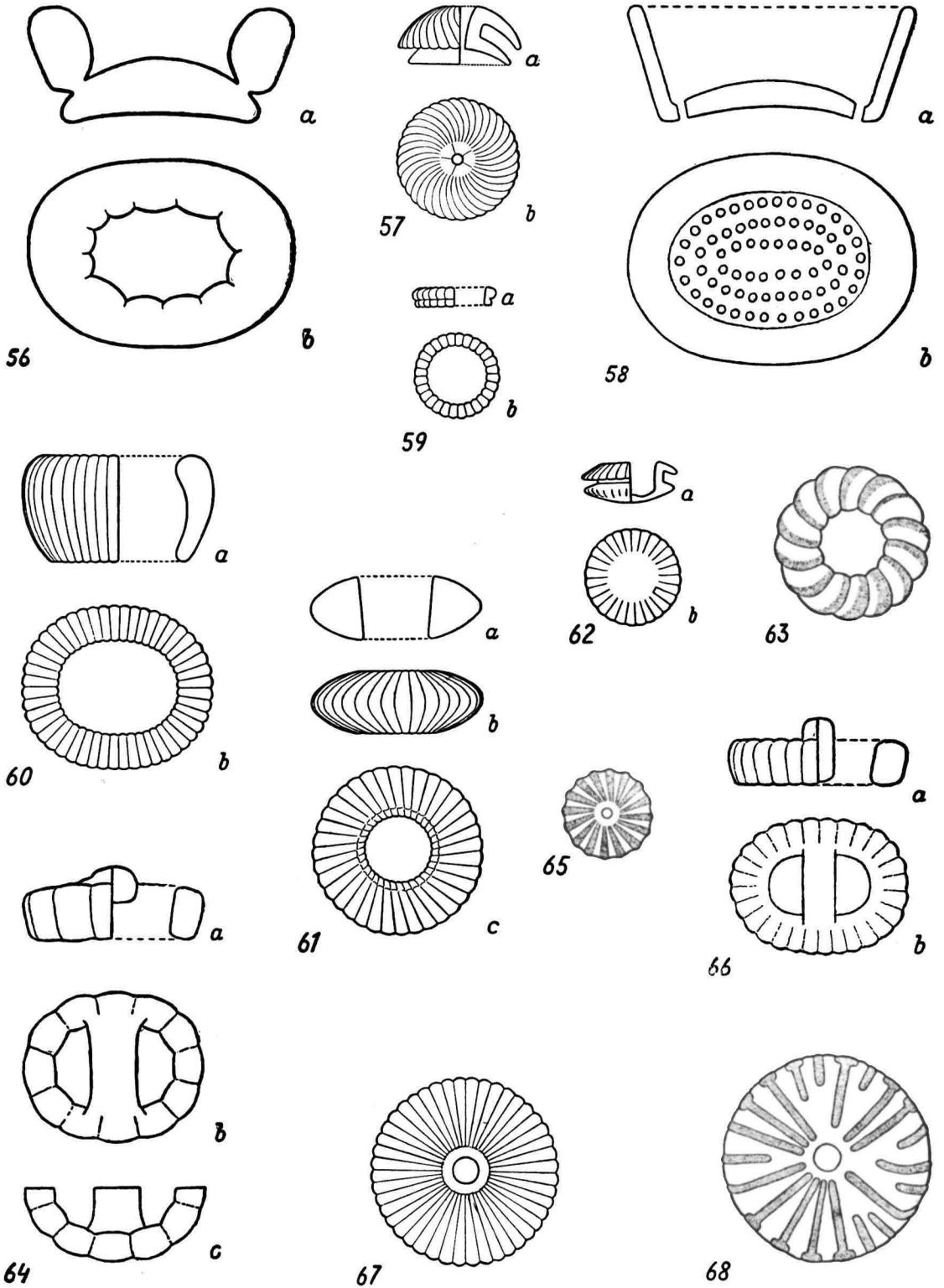
Taf. 3.

- Fig. 38. *Coccolithites campyloneis* n. sp. (34 — Seite 18).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 39. *Coccolithites concameratus* n. sp. (32 — Seite 18).
 a) Aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 40. *Coccolithites pusillus* n. sp. (39 — Seite 19).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 41. *Coccolithites multipunctatus* n. sp. (37 — Seite 19).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 42. *Coccolithites pachys* n. sp. (69 — Seite 27).
 a) Breitseite,
 b) Oberseite.
- Fig. 43. *Coccolithites modestus* n. sp. (74 — Seite 27).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 44. *Coccolithites bucculentus* n. sp. (38 — Seite 19).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 45. *Coccolithites cruciatus* n. sp. (49 — Seite 22).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 46. *Coccolithites lepidus* n. sp. (70 — Seite 27).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 47. *Coccolithites Verbeeki* n. sp. (44 — Seite 20).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 48. *Coccolithites arachnoideus* n. sp. (41 — Seite 20).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 49. *Coccolithites multiradiatus* n. sp. (71 — Seite 27).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 50. *Coccolithites cingulum* n. sp. (73 — Seite 27).
 a) Aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 51. *Coccolithites obliquus* n. sp. (47 — Seite 21).
 a) Aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 52. *Coccolithites multijoratus* n. sp. (45 — Seite 20).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 53. *Coccolithites tornatus* n. sp. (72 — Seite 27).
 a) Aufrechter Längsschnitt,
 b) Breitseite,
 c) Oberseite.
- Fig. 54. *Coccolithus Wanneri* n. sp. (80 — Seite 29).
 a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 55. *Coccolithus pauciradiatus* n. sp. (81 — Seite 29).
 a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
 b) Oberseite.



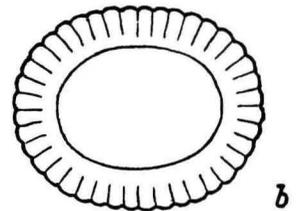
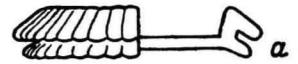
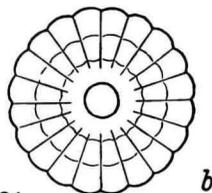
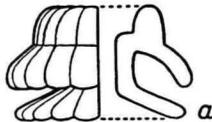
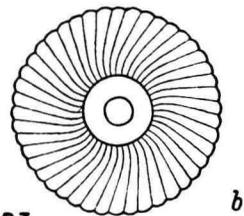
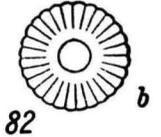
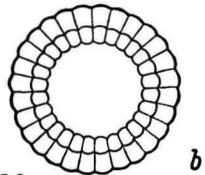
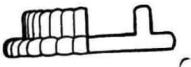
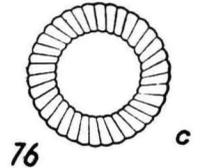
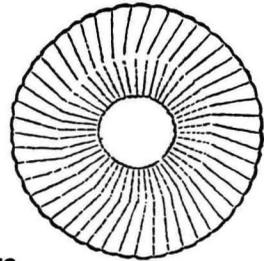
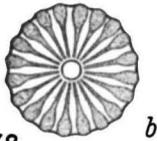
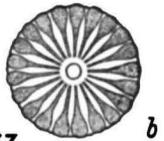
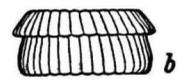
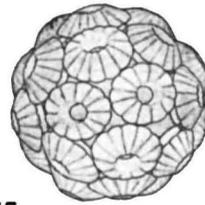
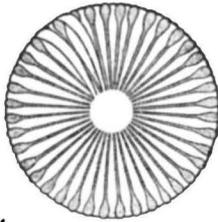
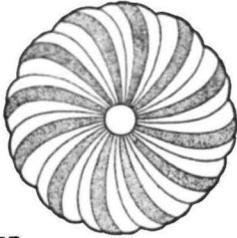
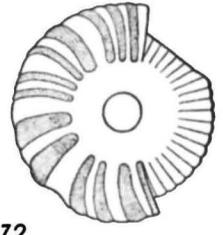
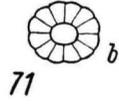
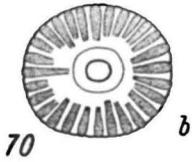
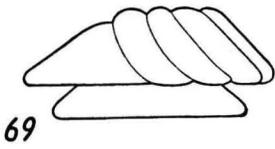
Taf. 4.

- Fig. 56. *Coccolithites infralimbatus* n. sp. (48 — Seite 21).
 a) Aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 57. *Coccolithus hemisphaericus* n. sp. (84 — Seite 30).
 a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 58. *Coccolithites attenuatus* n. sp. (46 — Seite 21).
 a) Aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 59. *Coccolithites humilis* n. sp. (86 — Seite 31).
 a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 60. *Coccolithites imago* n. sp. (75 — Seite 28).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt
 b) Oberseite.
- Fig. 61. *Coccolithites acutus* n. sp. (76 — Seite 28).
 a) Axialschnitt,
 b) Seitenansicht,
 c) Flächenansicht.
- Fig. 62. *Coccolithus moluccensis* n. sp. (83 — Seite 30).
 a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 63. *Coccolithites* sp. Flächenansicht (Unterseite).
- Fig. 64. *Coccolithites sondanensis* n. sp. (78 — Seite 28).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite,
 c) Ansicht der (halben) Unterseite.
- Fig. 65. *Coccolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILL. Kleines Exemplar in
 Flächenansicht. (82 — Seite 29).
- Fig. 66. *Coccolithites sculptus* n. sp. (77 — Seite 28).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 67. *Coccolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILL. (82 — Seite 29).
 Flächenansicht.
- Fig. 68. *Coccolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILL. Oberseite. Stark
 korrodiertes Exemplar. (82 — Seite 29).

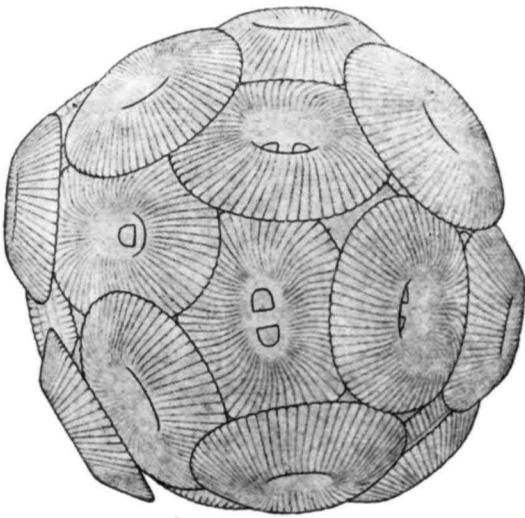


Taf. 5.

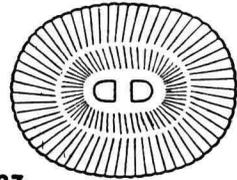
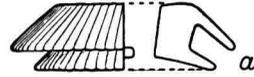
- Fig. 69. *Coccolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILL. (82 — Seite 29).
Seitenansicht. Links sind die Radien der distalen Randscheibe zerstört.
- Fig. 70. *Coccolithites pinguis* n. sp. (97 — Seite 34).
a) Aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 71. *Coccolithus Brouweri* n. sp. (92 — Seite 32).
Schalenbaustein.
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 72. *Coccolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILL. (82 — Seite 29).
Oberseite. Distale Randscheibe teilweise abgebrochen; in diesem Bereich ist die proximale Scheibe in Flächenansicht frei zu sehen.
- Fig. 73. *Coccolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILL. (82 — Seite 29).
Oberseite. Je ein dunkler Radius und ein Paar helle Radien wechseln regelmäßig ab.
- Fig. 74. *Coccolithus leptoporus* (MURR. & BLACKM.) SCHILL. (82 — Seite 29).
Oberseite. Die distale Scheibe besteht aus geraden Radien, über denen zwei gekrümmte liegen.
- Fig. 75. *Coccolithus Brouweri* n. sp. (92 — Seite 32).
Gehäuse.
- Fig. 76. *Coccolithites collaris* n. sp. (85 — Seite 30).
a) Axialschnitt,
b) Seitenansicht,
c) Oberseite.
- Fig. 77. *Coccolithus turgens* n. sp. (96 — Seite 34).
a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 78. *Coccolithus elatus* n. sp. (87 — Seite 31).
a) Axialschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 79. *Coccolithus tropicus* n. sp. (89 — Seite 32).
a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 80. *Coccolithites unilimbatus* n. sp. (90 — Seite 32).
a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 81. *Coccolithites Molengraaffi* n. sp. (101 — Seite 35).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 82. *Coccolithites timorensis* n. sp. (103 — Seite 36).
a) Linke Hälfte: Axialschnitt — rechte Hälfte: Seitenansicht,
b) Unterseite.
- Fig. 83. *Coccolithus Tanianus* n. sp. (88 — Seite 31).
a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 84. *Coccolithus crateriformis* n. sp. (91 — Seite 32).
a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 85. *Coccolithus membranaceus* n. sp. (94 — Seite 33).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.



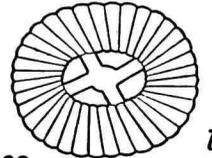
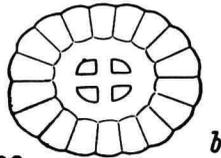
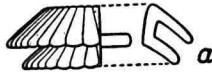
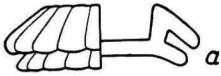
- Fig. 86. *Coccolithus pelagicus* (WALL.) SCHILL. (95 — Seite 33).
Gehäuse.
- Fig. 87. *Coccolithus pelagicus* (WALL.) SCHILL. (95 — Seite 33).
Gehäusebaustein.
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 88. *Coccolithus decussatus* n. sp. (99 — Seite 34).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 89. *Coccolithus cruciferus* n. sp. (100 — Seite 34).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 90. *Coccolithites tibia* n. sp. (104 — Seite 36).
a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
b) Unterseite.
- Fig. 91. *Coccolithus areolatus* n. sp. (93 — Seite 33).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 92. *Coccolithus radiatus* n. sp. (98 — Seite 34).
a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: aufrechter Durch-
schnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 93. *Coccolithites rottinensis* n. sp. (105 — Seite 36).
a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
b) Oberseite.
- Fig. 94. *Helicosphaera Carteri* (WALL.) KPT. (102 — Seite 35).
Kleines Exemplar. Unterseite.
- Fig. 95. *Helicosphaera Carteri* (WALL.) KPT. (102 — Seite 35).
a) Seitenansicht,
b) Oberseite,
c) Unterseite.



86



87

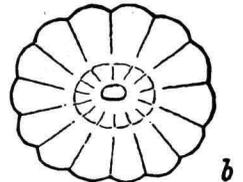


88

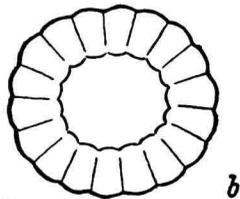
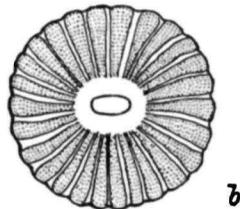
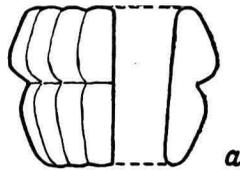
89



90

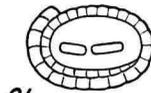


91

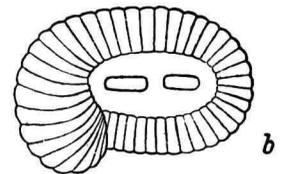


92

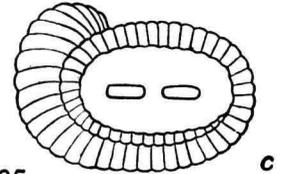
93



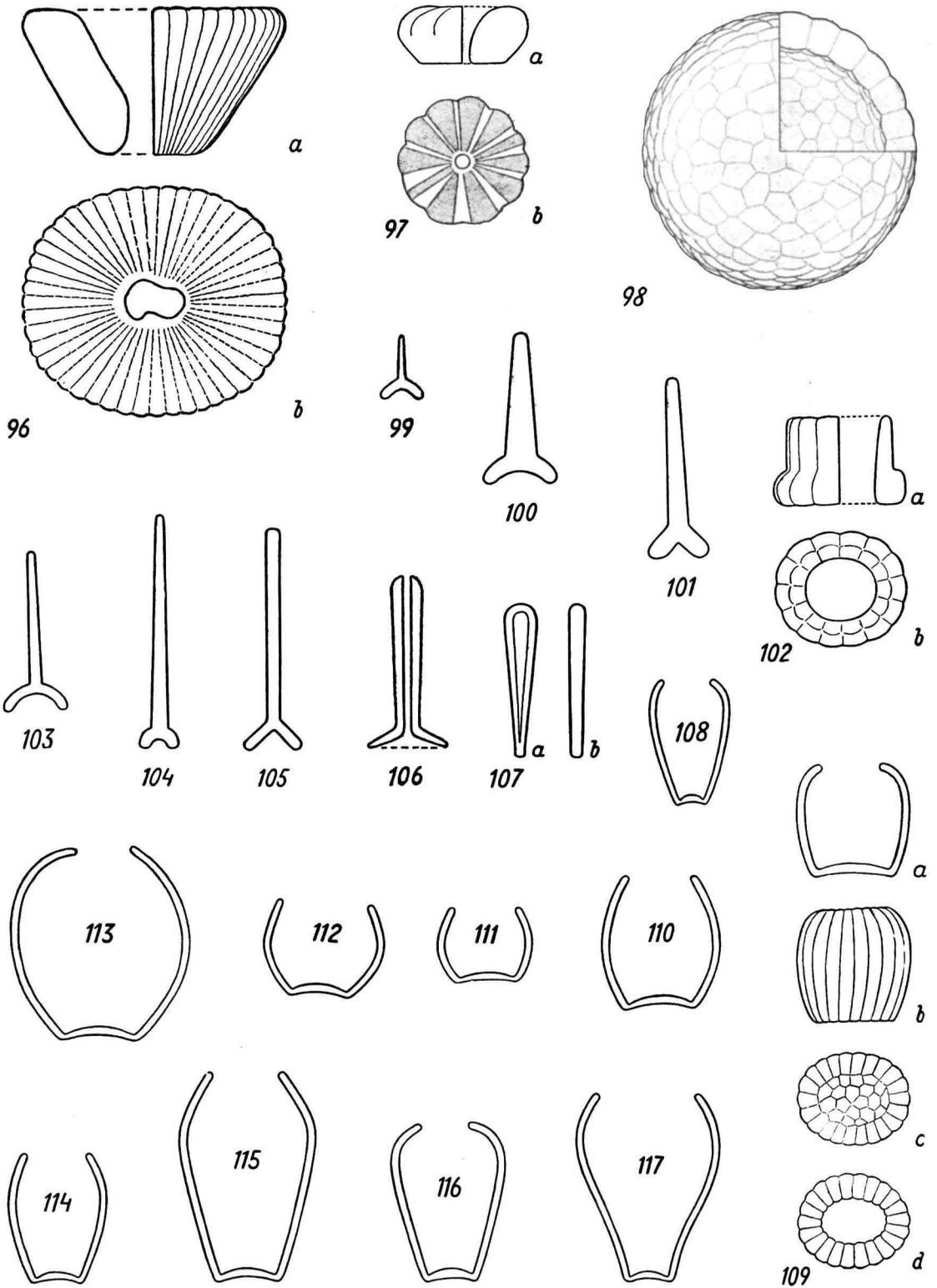
94



95

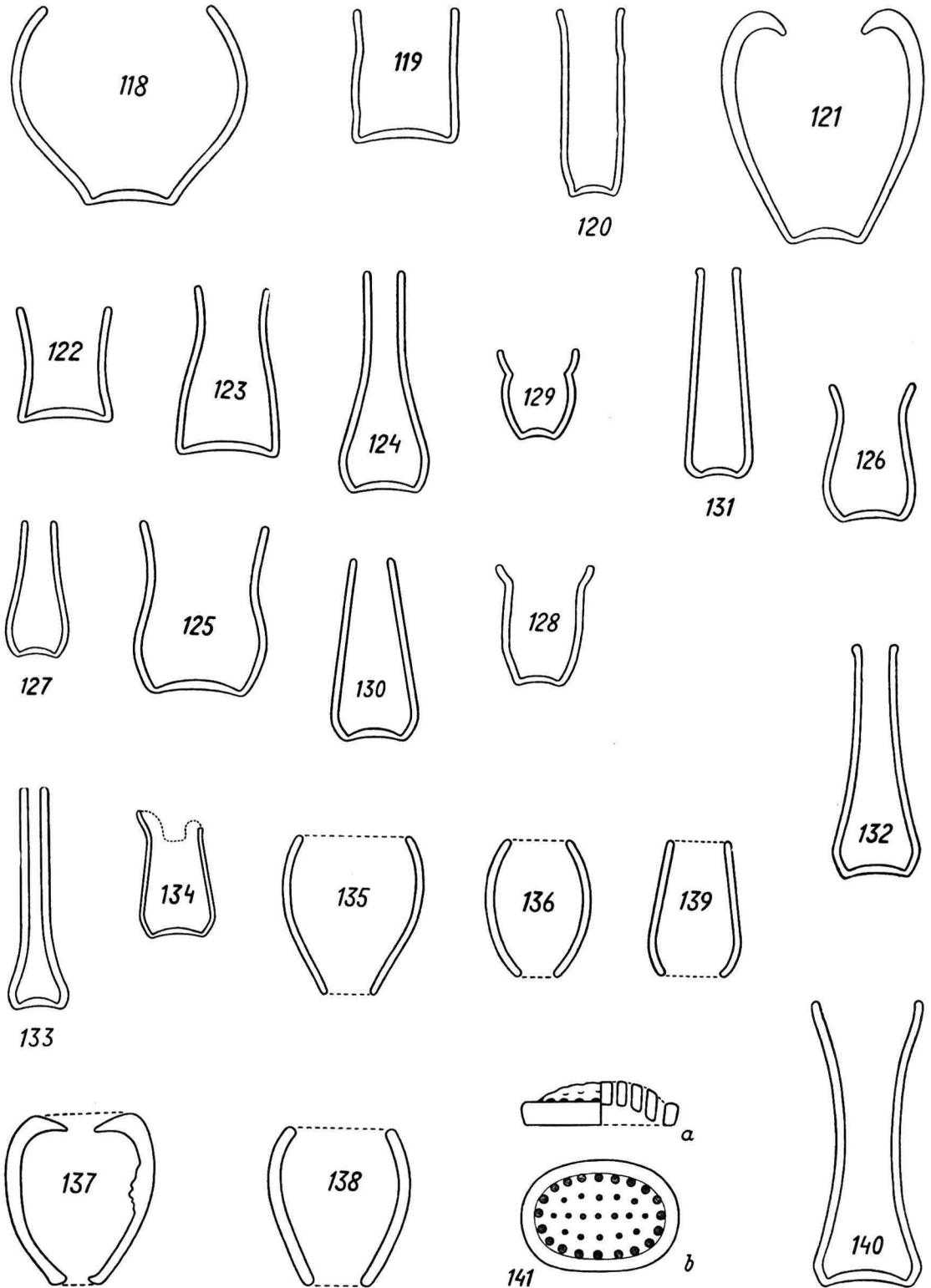


- Fig. 96. *Coccolithites obtusus* n. sp. (107 — Seite 36).
 a) Linke Hälfte: aufrechter Längsschnitt — rechte Hälfte: Breitseite,
 b) Oberseite.
- Fig. 97. *Coccolithites discoideus* n. sp. (108 — Seite 37).
 a) Linke Hälfte: Seitenansicht — rechte Hälfte: Axialschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 98. *Thoracosphaera imperforata* KPT. (109 — Seite 37).
 Gehäuse (mündungslose Form). Der rechts-oben-vorn gelegene Oktant ist weggelassen, damit der Querschnitt durch die Wand des Gehäuse anschaulich wird.
- Fig. 99 bis 101. *Acanthoica* LOHM. Polcoccolithen. (110 — Seite 37).
- Fig. 102. *Coccolithites tubiformis* n. sp. (106 — Seite 36).
 a) Linke Hälfte: Breitseite — rechte Hälfte: aufrechter Längsschnitt,
 b) Oberseite.
- Fig. 103 und 104. *Acanthoica* LOHM. Polcoccolithen. (110 — Seite 37).
- Fig. 105. *Coccolithites debilis* n. sp. (112 — Seite 38).
- Fig. 106. *Rhabdosphaera stylifer* LOHM. Rhabdolith. (111 — Seite 37).
- Fig. 107. *Coccolithites mystrion* n. sp. (113 — Seite 38).
- Fig. 108. *Scyphosphaera procera* n. sp. (52 — Seite 23).
- Fig. 109. *Scyphosphaera Apsteini* LOHM. (50 — Seite 22).
 a) Aufrechter Längsschnitt,
 b) Breitseite,
 c) Unterseite,
 d) Oberseite.
- Fig. 110 bis 112. *Scyphosphaera Apsteini* LOHM. (50 — Seite 22).
- Fig. 113. *Scyphosphaera globulosa* n. sp. (51 — Seite 23).
- Fig. 114. *Scyphosphaera procera* n. sp. (52 — Seite 23).
- Fig. 115 und 116. *Scyphosphaera recta* n. sp. (53 — Seite 23).
- Fig. 117. *Scyphosphaera piriformis* n. sp. (54 — Seite 23).



Taf. 8.

- Fig. 118. *Scyphosphaera ampla* n. sp. (55 — Seite 23).
Fig. 119. *Scyphosphaera cylindrica* n. sp. (57 — Seite 24).
Fig. 120. *Scyphosphaera canescens* n. sp. (58 — Seite 24).
Fig. 121. *Scyphosphaera recurvata* DEFL. (56 — Seite 24).
Fig. 122. *Scyphosphaera penna* n. sp. (59 — Seite 24).
Fig. 123. *Scyphosphaera cantharellus* n. sp. (60 — Seite 24).
Fig. 124. *Scyphosphaera lagena* n. sp. (61 — Seite 25).
Fig. 125 und 126. *Scyphosphaera amphora* DEFL. (62 — Seite 25).
Fig. 127. *Scyphosphaera lagena* n. sp. (61 — Seite 25).
Fig. 128 und 129. *Scyphosphaera pulcherrima* DEFL. (63 — Seite 25).
Fig. 130 und 131. *Scyphosphaera conica* n. sp. (64 — Seite 26).
Fig. 132. *Scyphosphaera turris* n. sp. (65 — Seite 26).
Fig. 133. *Scyphosphaera tubifera* n. sp. (66 — Seite 26).
Fig. 134. *Scyphosphaera campanula* DEFL. (67 — Seite 26).
Fig. 135 bis 139. Lopadolithen ohne Boden.
Fig. 140. *Scyphosphaera intermedia* DEFL. (68 — Seite 26).
Fig. 141. *Coccolithites Deflandrei* n. sp. (22 — Seite 16).



Taf. 9.

