

K. PERCH-NIELSEN

DURCHSICHT TERTIARER COCCOLITHEN

Reprinted from

PROCEEDINGS OF THE II PLANKTONIC CONFERENCE, ROMA 1970

Edited by A. Farinacci

R O M A

1971

Edizioni Tecnoscienza
Via Tevere 48, 00198 Roma

K. PERCH-NIELSEN

Universitetets Institut for historisk Geologi og Palaeontology, Oster Voldgade 10, 1350 Kobenhavn K., Denmark

DURCHSICHT TERTIÄRER COCCOLITHEN

Mainly tertiary genera of 18 coccolithophorid families are reviewed. Over 500 species and genera are mentioned, about 400 of which are illustrated in the 22 figures. The object of the review is to give a general survey of the present «state of the art» to introduce beginners and non-Tertiary specialists to the forms so far described. It should not, however, be used as a reference for particular species and it does not replace the consultation of the original literature!

A key-plate (tab. 1) permits the determination of the family of a given coccolith. Within the family, the genera are described briefly in the text. At the «Round table on calcareous nannoplankton» held before this conference, some specialists (M.N. BRAMLETTE, B. HAQ, E. MARTINI, A. RAMSAY, W. WISE and the author) discussed the forms presented in figs. 1-22. A «v» was assigned to species that seem to be more or less well defined and recognizable; a «?» to species that seem of doubtful value and a «÷» to species which are badly defined and difficult to determine and which should not be used. In some instances, especially among the discoasters, small arrows were drawn to indicate possible synonymies. They point towards the species name which should replace the synonym.

INHALT

EINLEITUNG	940
BESTIMMUNGSSCHLÜSSEL FÜR FAMILIEN	942
FAMILIEN	942
<i>Braarudosphaeraceae</i> (Fig. 1)	942
<i>Calciosoleniaceae</i> (» 2)	944
<i>Calyptosphaeraceae</i> (» 3)	945
<i>Ceratolithaceae</i> (» 4)	945
<i>Coccolithaceae</i> (» 5, 6, 7)	947
<i>Discoasteraceae</i> (» 8, 9, 10)	951
<i>Fasciculithaceae</i> (» 11)	956
<i>Goniolithaceae</i> (» 12)	956
<i>Heliolithaceae</i> (» 11)	956
<i>Lithostromationaceae</i> (» 12)	956
<i>Pontosphaeraceae</i> (» 13, 14)	956
<i>Prinsiaceae</i> (» 15)	960
<i>Rhabdosphaeraceae</i> (» 16)	963
<i>Sphenolithaceae</i> (» 17)	963
<i>Syracosphaeraceae</i> (» 18)	965
<i>Thoracosphaeraceae</i> (» 19)	965
<i>Triquetrorhabdulaceae</i> (» 20)	967
<i>Zygodiscaceae</i> (» 13, 21)	967
Incertae Sedis (» 12, 19, 22)	969
BEMERKUNGEN ZU WEITEREN GATTUNGEN	969
INDEX	971
LITERATURVERZEICHNIS	975

EINLEITUNG

In den letzten Jahren wurde eine beträchtliche Anzahl neuer tertiärer Arten und Gattungen von Coccolithophoriden eingeführt. Gleichzeitig wurde jedoch nur sehr wenig über die Beziehungen zwischen verschiedenen Arten und Gattungen publiziert, und das Wenige ist über die ganze relevante Literatur zerstreut. Während einige Autoren die Gattungen, je nach ihrer momentanen Überzeugung, in höhere Einheiten einordnen, setzen sie andere in alphabetischer Reihenfolge nacheinander. Es kommt darin das Gefühl vieler Spezialisten fossilen Nannoplanktons zum Ausdruck, dass noch nicht genug über die Evolution von Coccolithophoriden bekannt sei, das erlauben würde, diese in höhere Einheiten als Arten und Gattungen zu stellen.

Im Folgenden werden die tertiären Formen 18 bereits beschriebenen Familien zugeteilt. Der Bestimmungsschlüssel für diese Familien ist in Tabelle 1 in Stichwortform wiedergegeben. Einige Gattungen verbleiben bei diesem Vorgehen in « *Incertae Sedis* », während für andere Gattungen am Schlusse des Textes begründet wird, weshalb sie nicht gebraucht werden. Innerhalb der Familien gibt der Text Auskunft über den Inhalt der Gattungen und deren Unterscheidung, sowie über Unterscheidungsmerkmale von Arten innerhalb der verschiedenen Gattungen. Für das Auffinden der Originalliteratur sei auf LOEBLICH & TAPPAN (1966, 1968, 1969, 1970, etc.), DEFLANDRE & DEFLANDRE-RIGAUD (1967, 1970), FARINACCI (1969, etc.) verwiesen. Die genannten Publikationen erübrigen ein weiteres Literaturverzeichnis.

Für die Ausdrücke, die zur Beschreibung der Coccolithen der behandelten Familien gebraucht wurden sei auf die von der « Round table on calcareous nannoplankton » zusammengestellte Terminologie (PERCH-NIELSEN, im Druck) verwiesen.

Die vorliegende Durchsicht der tertiären Coccolithen soll Anfängern und Nicht-Tertiärspezialisten helfen, leichter einen Überblick zu gewinnen, welche Formen aus dem Tertiär bereits näher bekannt sind, indem vor allem die bereits elektronenmikroskopisch bekannten Formen berücksichtigt wurden. Sie darf dem Spezialisten jedoch nicht als Referenz für eine bestimmte Art dienen und ersetzt das Studium der Originalliteratur nicht! Sie wird ihm jedoch auf den ersten Blick den Vergleich einer eventuellen neuen Form mit anderen Formen einer Gattung erleichtern. Ein Index aller genannten Arten befindet sich hinter dem Text.

ZU DEN FIGUREN 1-22

Mit Ausnahme der Arten in den Braarudosphaeraceae, Discoasteraceae, Lithostromationaceae und Thoracosphaeraceae, sind die Zeichnungen der meisten Arten und Gattungen auf Elektronenmikroskopuntersuchungen basiert.

Anlässlich der « Round table on calcareous nannoplankton » setzten sich M.N. BRAMLETTE, B. HAO, E. MARTINI, A. RAMSAY, W. WISE und die Autorin zusammen und kommentierten die in den Fig. 1-22 dargestellten Arten und Gattungen. Ich möchte es nicht verfehlen, den obgenannten hier für diese Zusammenarbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Mehr oder weniger gut definierte Arten und Gattungen wurden mit einem « v » versehen (obere rechte Ecke der Rechtecke). Fragwürdige Arten erhielten ein « ? » und Arten, die schlecht definiert sind und schwer unterscheidbar scheinen, erhielten ein « ÷ ». Sie sollten nicht mehr gebraucht werden. Mögliche Synonyme wurden mit einem kleinen Pfeil gekennzeichnet, der in Richtung der zu brauchenden Art weist. Dieses Vorgehen, obschon nicht « rechtsgültig », hat doch den Vorteil, dass Forscher, die mit tertiären Coccolithen weniger vertraut sind, gleich sehen können, welche Arten von Spezialisten allgemein als brauchbar und welche als fraglich oder ungenügend definiert angesehen werden.

Ein kleines b auf der linken Seite des Rechtecks kennzeichnet eine basale (proximale) Ansicht des Coccolithen, ein kleines d eine distale Ansicht. Bei einigen Formen ist zudem eine Seitenansicht gegeben, bei anderen nur die Seitenansicht. Wo proximale und distale Ansicht in einer Figur vereinigt sind, sind sie durch einen Strich getrennt und mit einem b resp. d gekennzeichnet.

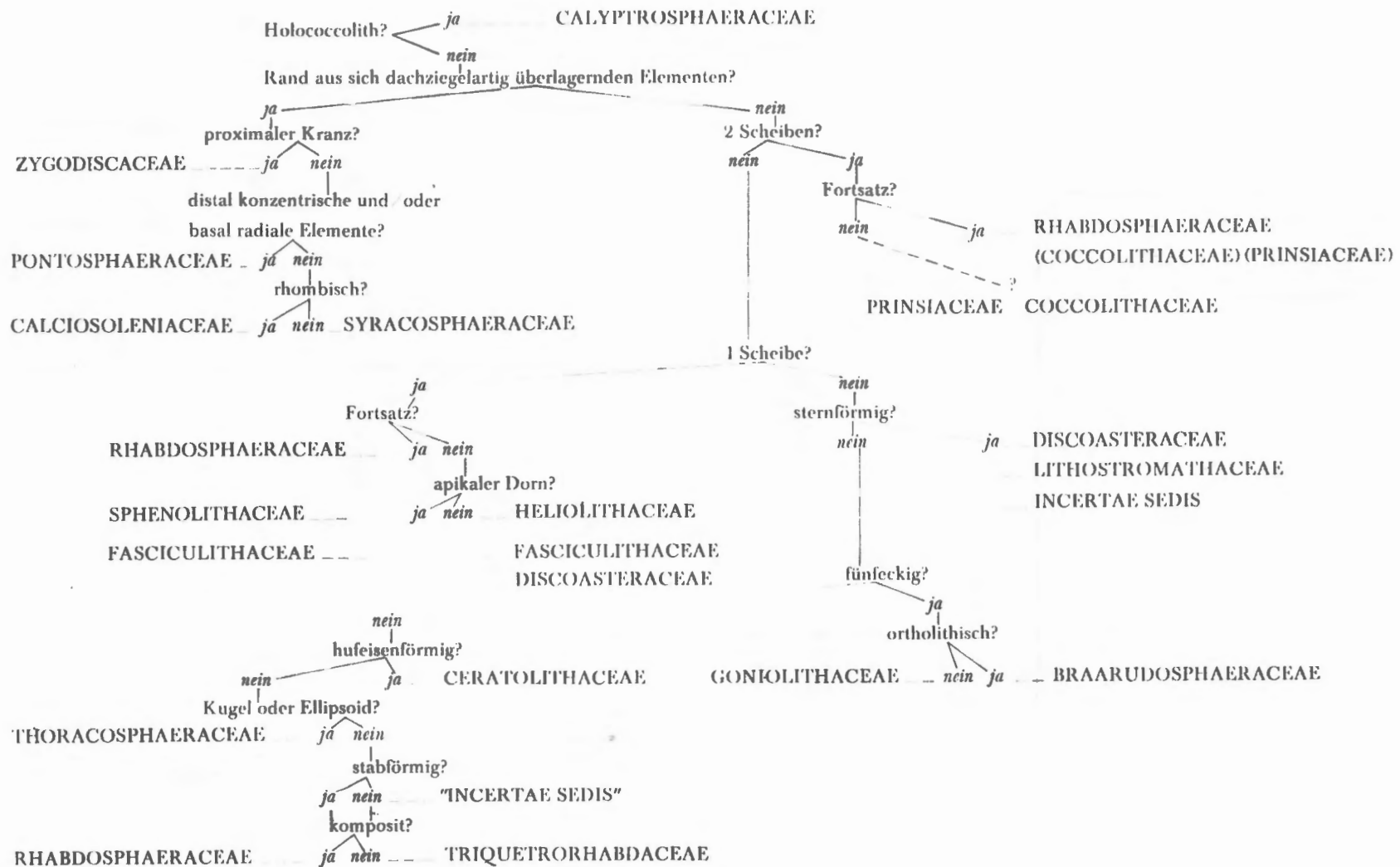


TABELLE 1 — Schlüssel zur Bestimmung von Familien.

ZU TAFEL 1 UND 2

In den beiden Tafeln sind Coccolithen dargestellt, die bisher elektronenmikroskopisch noch kaum bekannt sind, die jedoch in die Zusammenstellung mit einbezogen worden sind. Sie sollen den Bautypus der Familie, zu der sie gehören, illustrieren.

NEUE ARTEN

In die Zusammenstellung wurden mit der freundlichen Erlaubnis der Autoren auch neue Arten aufgenommen, die Arbeiten entstammen, die sich zur Zeit der Ablieferung dieses Manuskriptes noch im Druck befinden: HAQ (Oligozän), ROTH (Oligozän), PERCH-NIELSEN (Paleozän, Eozän).

BESTIMMUNGSSCHLÜSSEL FÜR FAMILIEN (TABELLE 1)

Die Zuordnung der Gattungen zu den verschiedenen Familien wurde in Rom nicht diskutiert, wohl weil dabei für gewisse Gattungen ebenso viele Meinungen geäußert worden wären, wie Diskussionsteilnehmer anwesend waren. Eine Bestandesaufnahme schien wichtiger. Als Arbeitsgrundlage war die Zusammenfassung ähnlicher Gattungen in Familien jedoch praktisch. Es wurden dabei nur bereits aufgestellte Familien verwendet und zudem mehr auf die charakteristischen Merkmale der Stammgattung geschaut als auf die Diagnose der Familie. Einige Familien wie die Sphenolithaceae, Fasciculithaceae und die Heliolithaceae einerseits und die Coccolithaceae und die Prinsiaceae andererseits könnten zusammengelegt werden.

Im Schlüssel zur Bestimmung von Familien (Tabelle 1) wurden, soweit definiert, die Ausdrücke verwendet, die an der « Round table » vorgeschlagen wurden. Coccolithen, die nur teilweise holococcolithisch sind (*Semihololithus*), werden hierbei gleichfalls zur Familie Calyptosphaeraceae gestellt. Sowohl in den Prinsiaceae (*Noelaerhabdus*) als eventuell auch in den Coccolithaceae (*Bramletteius* ?), findet sich je eine Gattung, die einen Fortsatz besitzt, deren andere Kennzeichen sie jedoch näher an diese Familien binden als an Rhabdosphaeraceae.

FAMILIEN

Braarudosphaeraceae DEFLANDRE, 1947

Die folgenden drei Gattungen können zur Familie der Braarudosphaeraceae gestellt werden:

Braarudosphaera
Micrantholithus
Pemma
 (*Eodiscoaster*)

Die Gattungen werden unterschieden durch die Form der Pentalithe und das Vorhandensein eines Loches im Segment. Ein Übergang besteht zwischen den Gattungen *Braarudosphaera* und *Micrantholithus*. Bei den Generotypen haben die Segmente von *Braarudosphaera* trapezoedrische Form, während diejenigen von *Micrantholithus* dreieckig sind.

Braarudosphaera

Die Gattung *Braarudosphaera* enthält die in Figur 1 illustrierten fossilen Arten. Arten wurden bisher durch die Form der Segmente und durch ihre Anordnung - Seite an Seite liegend oder sich leicht überlappend - unterschieden.

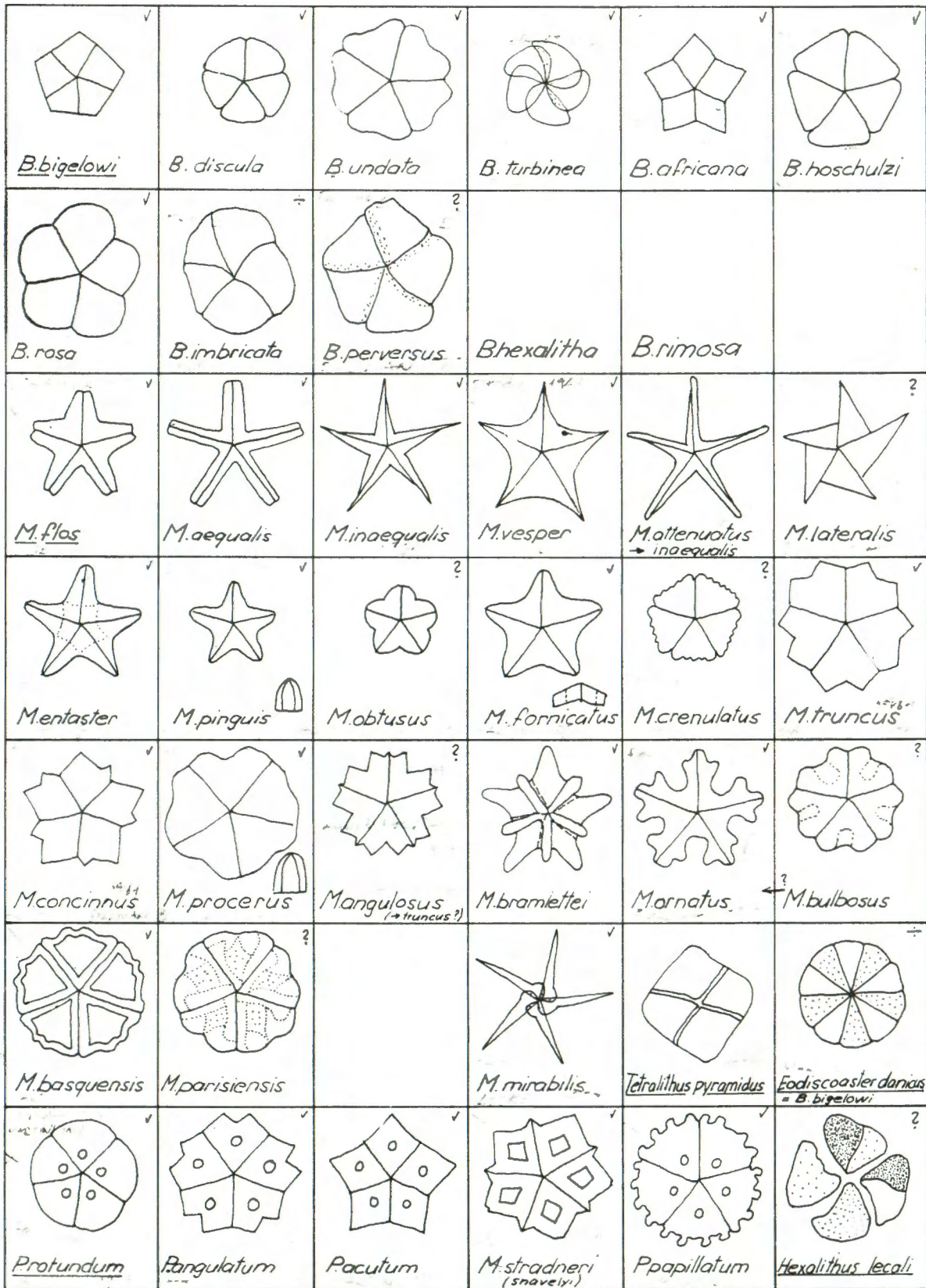


FIG. 1 — BRAARUDOSPHAERACEAE: *Braarudosphaera*, *Micrantholithus*, *Pemma*, *Eodiscoaster*; INCERTAE SEDIS: *Hexalithus*, *Tetralithus*.

M. altus
SMELL & GARTNER

P. serratum
(Chang)

Micrantholithus

In Fig. 1 sind die Arten der Gattung *Micrantholithus* illustriert. Die Arten werden allgemein durch die Form des Umrisses der Pentalithe bestimmt, sowie durch die Ornamentation auf den Segmenten.

Pemma

Die Arten der Gattung *Pemma* sind ebenfalls auf Fig. 1 illustriert; sie werden unterschieden wie bei *Micrantholithus*, wobei die Ornamentation ein Loch enthält, dessen Position und Form als bestimmend angesehen wird.

Eodiscoaster

Nach schriftlicher Mitteilung von E. MARTINI handelt es sich beim Generotypus dieser Gattung um ein kalzifiziertes Exemplar einer *Braarudosphaera*. Die Gattung sollte deshalb nicht mehr verwendet werden.

BEMERKUNGEN - Die Zuweisung der vielen Arten zu den genannten Gattungen wird von verschiedenen Autoren verschieden vollzogen und Übergänge zwischen den Gattungen sind vorhanden.

Calciosoleniaceae KAMPTNER, 1927

Die Familie der Calciosoleniaceae enthält verschiedene rezente Gattungen sowie die Gattung *Scapholithus*, die von DEFLANDRE (1954) zur Aufnahme aller fossilen Formen aufgestellt wurde. Im Folgenden wird nur die Gattung *Scapholithus* berücksichtigt, obwohl BUKRY (1969) kretazische Scapholithen der rezenten Art *Anoplosolenia brasiliensis* zugeordnet hat.

Scapholithus

Die bekannten Arten der Gattung *Scapholithus* sind in Fig. 2 zusammengestellt.

Zur Definition einer Art wird die Form des Scapholithen herangezogen, vor allem die mehr oder weniger ausgeprägte Elongation. Weiter werden die Dicke des Randes, die relative Weite des Zentralfeldes, die Anordnung der Leisten und die Ausbildung der Mittelrippe zur Artsbestimmung

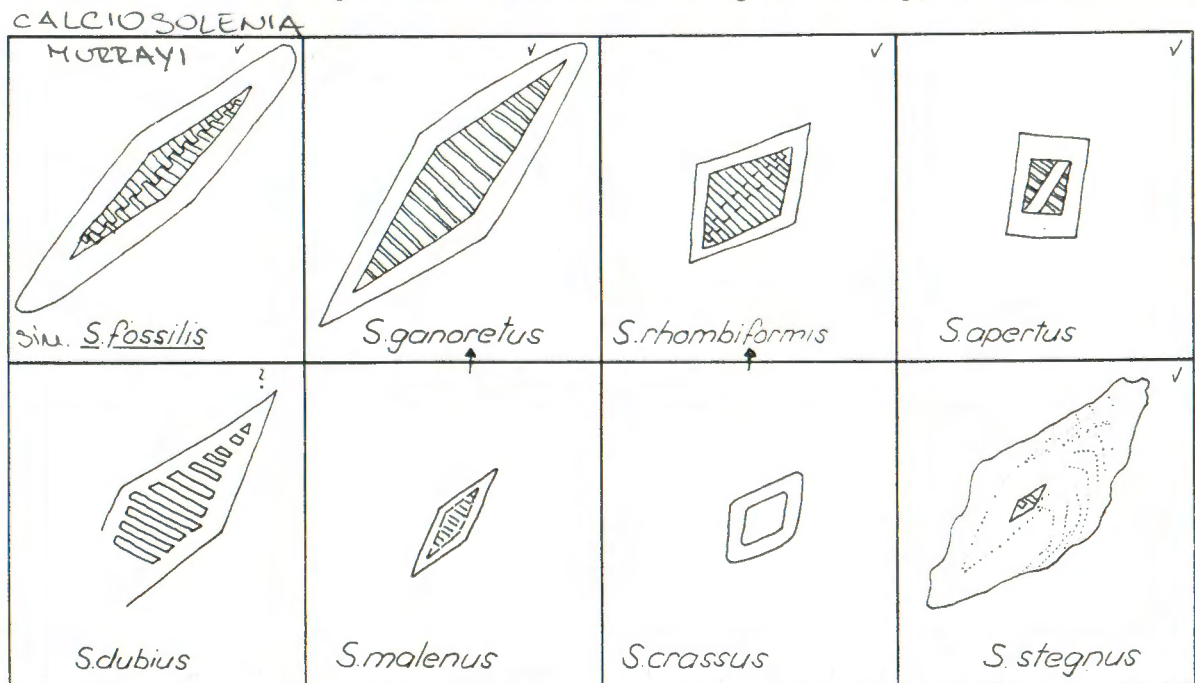


FIG. 2 — CALCIOSOLENIACEAE: *Scapholithus*.

zu Hilfe genommen. Die Leisten können wie bei *S. dubius* (scalae-Typ) oder wie in *S. rhombiformis* (alternans-Typ) angeordnet sein. *S. crassus* und *S. malenus* sind nur lichtoptisch untersucht worden. Erst wenn sie aus dem Originalmaterial elektronenmikroskopisch beschrieben sein werden kann mit Bestimmtheit gesagt werden, ob sie mit anderen Arten identisch sind.

Calyptosphaeraceae BOUDREAUX & HAY, 1969

Die Familie der Calyptosphaeraceae enthält diejenigen Coccolithophoren, die Holococcolithen tragen. Die folgenden, unten genannten und in Fig. 3 abgebildeten Gattungen wurden fossil gefunden:

Clathrolithus
Dakylethra
Hemihololithus
Holodiscolithus
Lanternithus
Orthozygus
Peritrachelina
Polycladolithus
Quinquerhabdus
Trochoaster
Zygosphaera
Zygrhablithus

Die meisten Gattungen besitzen nur eine oder wenige Arten. Die Gattungen werden meist durch die allgemeine Form des Körpers bestimmt, während die Arten auf kleinere Abweichungen in diesen Formen gegründet wurden. Die neue Gattung *Hemihololithus* aus dem oberen Paleozän ist teilweise wie ein Holococcolith, teilweise wie ein Heterococcolith aufgebaut und dürfte ein Vorläufer späterer tertiärer Holococcolithen sein.

Ceratolithaceae NORRIS, 1965

Die Familie der Ceratolithaceae enthält die drei Gattungen:

Ceratolithus
Ceratolithoides
Ceratolithina

Bei der Beschreibung der jüngsten der drei Gattungen, *Ceratolithina*, bemerkt MARTINI (1967) folgendes zur Unterscheidung der drei Gattungen:

- Ceratolithina* Zwei an einem Ende vereinigte, gekrümmte Arme. An den freien Enden sind die Arme hakenförmig nach innen umgebogen. Die Orientierung der optischen Achsen der Kalzitelemente der beiden Arme ist einheitlich (ortholithisch).
- Ceratolithus* Schmalere, schwächer gekrümmte Arme, die an den Enden nicht hakenförmig nach innen umgebogen sind. Auslöschung einheitlich.
- Ceratolithoides* Kürzere Arme, die etwa gleich lang sind. Die Kalzitelemente der beiden Arme sind optisch unterschiedlich orientiert.

In Fig. 4 sind die beschriebenen Arten der drei Gattungen skizziert, wobei zu bemerken ist, dass *C. kamptneri* und *C. hamata* aus der Kreide stammen, während *C. cristatus* und *C. telesmus* auch rezent vorkommen. Im Tertiär ist *Ceratolithus* aus dem Miozän und Pliozän bekannt, wobei er im Miozän zwischen gekreuzten Nicols keine Aufhellung zeigt, im unteren Pliozän kommen sowohl

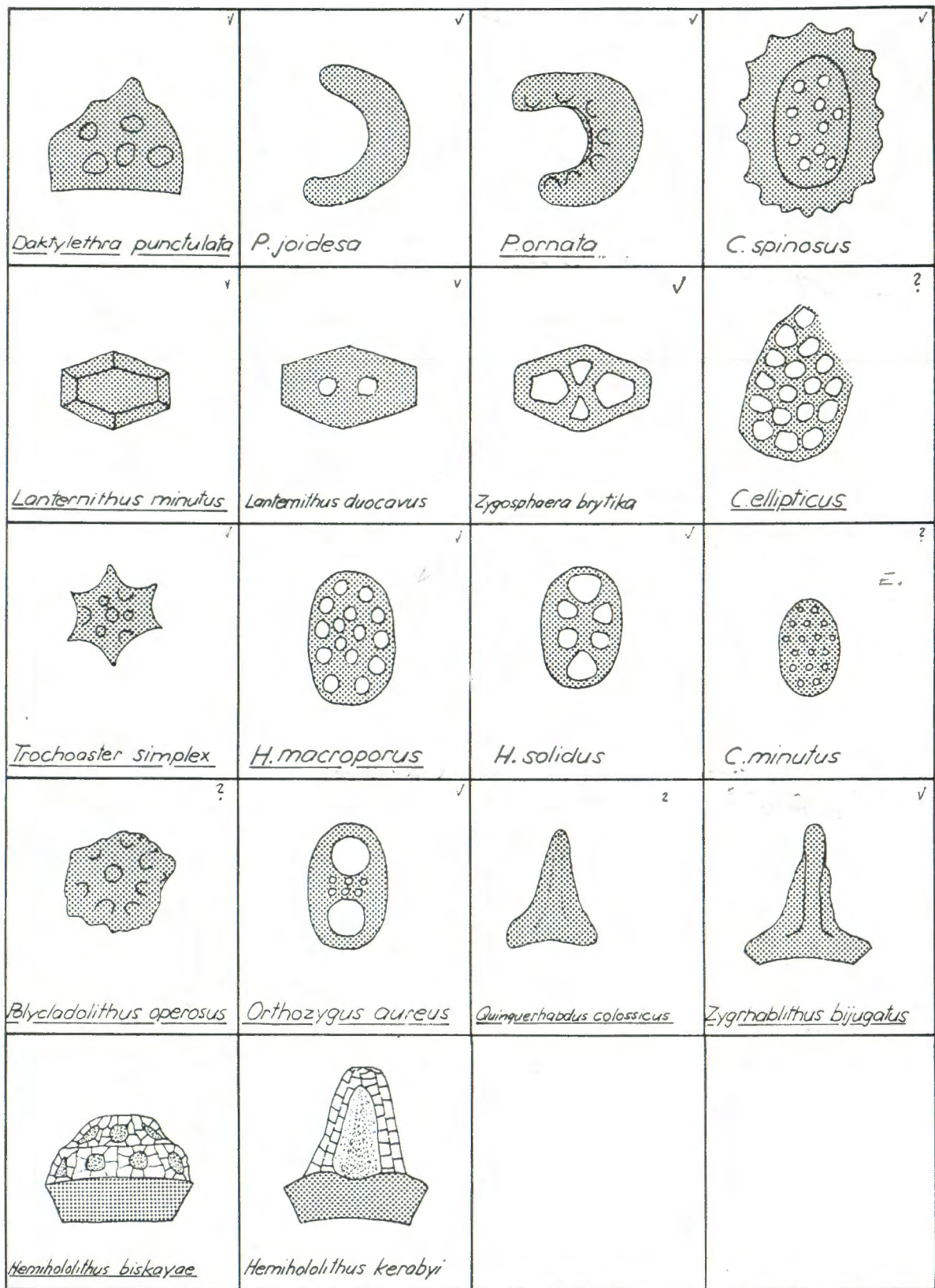


FIG. 3 — CALYPTROSPHAERACEAE: *Daktylethra*, *Peritrachelina*, *Clathrolithus*, *Lanternithus*, *Zygosphaera*, *Trochoaster*, *Holodisolithus*, *Polycladolithus*, *Orthozygus*, *Quinquerhabdus*, *Zygrablithus*, *Hemihololithus*.

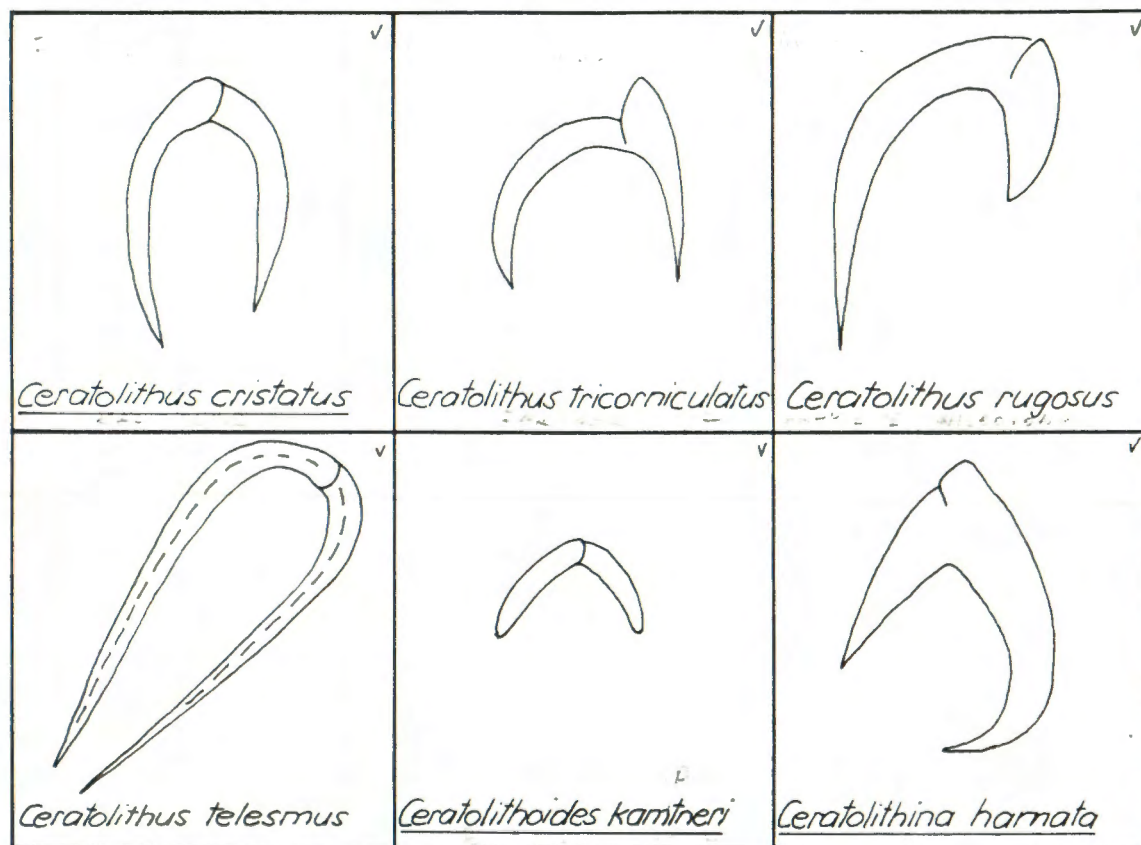


FIG. 4 — CERATOLITHACEAE: *Ceratolithus*, *Ceratolithoides*, *Ceratolithina*.

aufhellende als auch nicht aufhellende Formen vor und im oberen Pliozän sind alle Formen aufhellend. Die Form variiert stark und eine Bearbeitung der Gattung *Ceratolithus* mit Beobachtungen über die Variationsbreite der Arten ist notwendig, bevor neue Arten darin aufgestellt werden sollten.

Coccolithaceae KAMPTNER, 1928

Die Familie Coccolithaceae enthält einerseits eine Anzahl gut bekannte, rezente und fossile Formen, andererseits wurden und werden eine grosse Anzahl schlecht bekannte Formen zu *Coccolithus* oder anderen Gattungen der Familie gestellt. Die folgenden, grossenteils fossilen Gattungen und ihre Arten sind relativ gut bekannt und meist elektronenmikroskopisch untersucht worden und sind durch die unten genannten Merkmale unterscheidbar:

- Birkelundia* grosses Zentralfeld, das durch eine zentrale Struktur überdeckt werden kann; einfache proximale Scheibe.
- Chiasmolithus* grosses Zentralfeld, das durch eine X bis H-förmige zentrale Struktur überbrückt wird; elliptisch; proximale Scheibe aus zwei Zyklen aufgebaut.
- Cruciplacolithus* wie *Chiasmolithus*, jedoch mit + förmiger zentraler Struktur.
- Cruciolithus* Synonym von *Cruciplacolithus*.
- Cyclococcolithus* kleines Zentralfeld; rund; einfache oder doppelte proximale Scheibe ?
- Ericsonia* kleines Zentralfeld; elliptisch; doppelte proximale Scheibe.
- Cycloplacolithella* grosses Zentralfeld, rund.

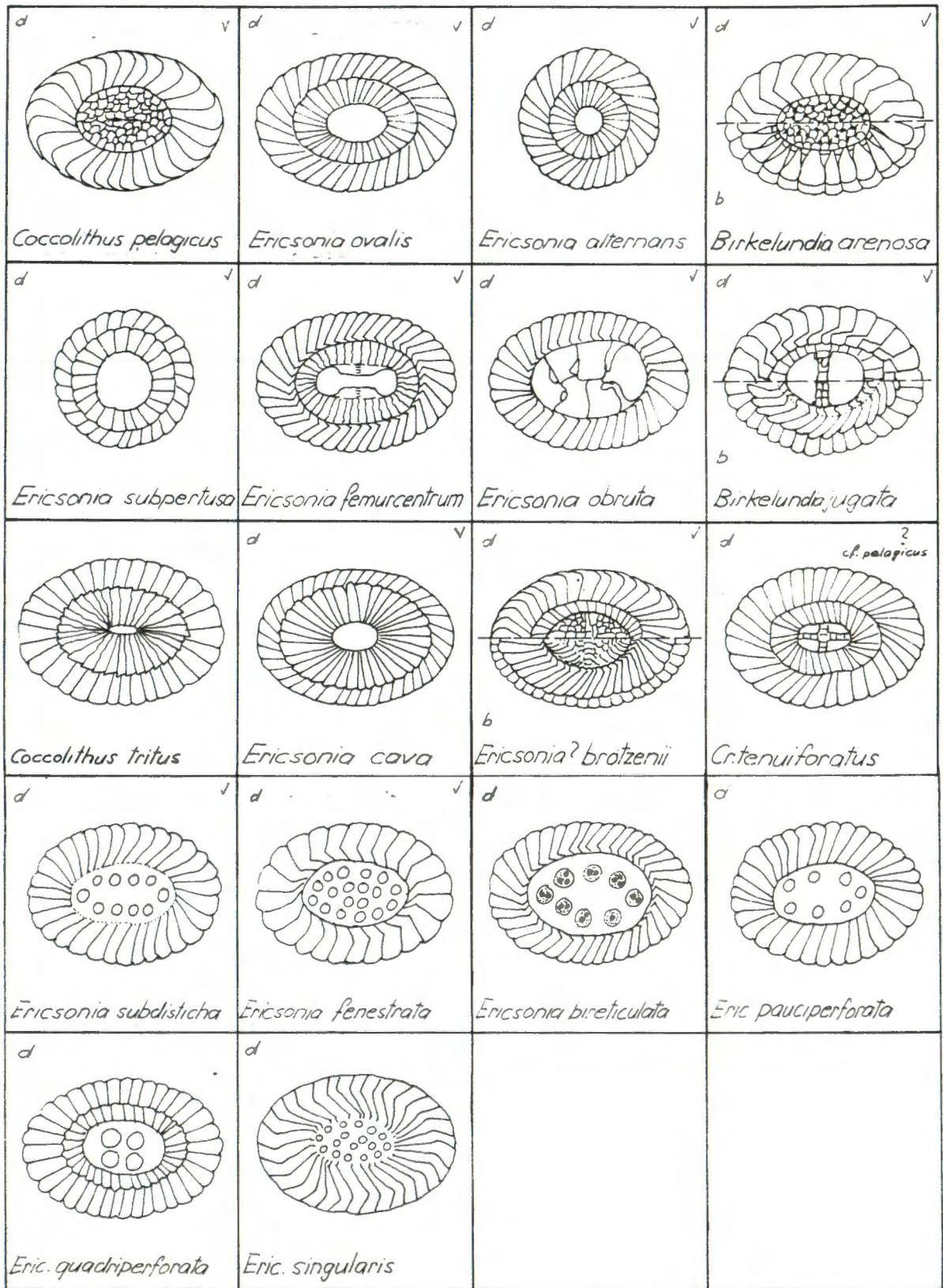
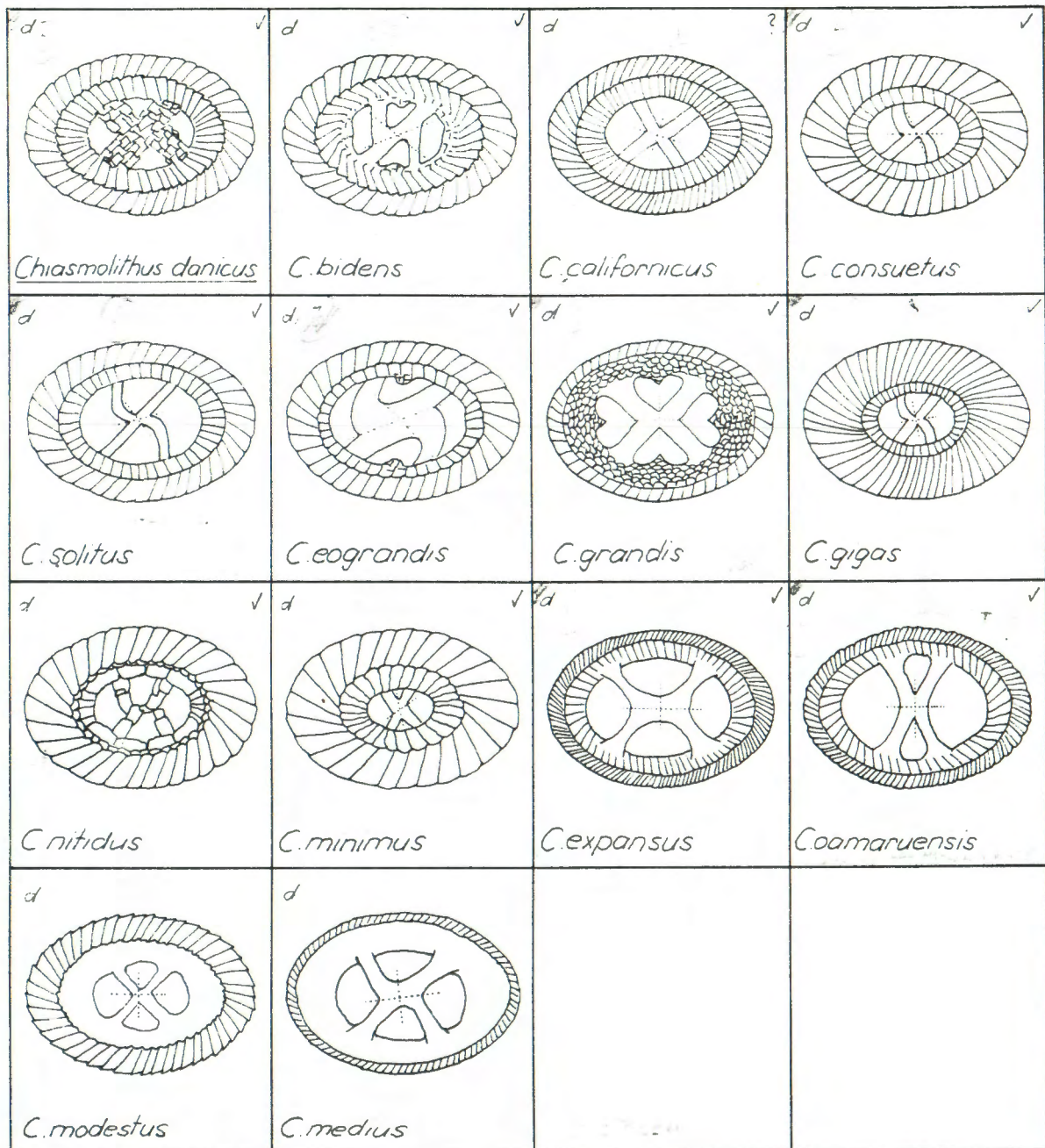


FIG. 5 — COCCOLITHACEAE: *Coccolithus*, *Ericsonia*, *Birkelundia*, *Cruciplacolithus*.

FIG. 6 — COCCOLITHACEAE: *Chiasmolithus*.

- Markalius* kleines Zentralfeld; rund; einfache proximale Scheibe.
Rotalithus bedecktes Zentralfeld; rund (*Markalius* ?).
Umbilicosphaera grosses Zentralfeld; rund oder elliptisch; einfache oder doppelte proximale Scheibe ?

Bei der Gattungszuweisung runder Formen herrscht grosse Unsicherheit, da sich der Inhalt der bestehenden Gattungen zum Teil überschneidet. Innerhalb der Gattungen werden die Arten, die auf den Figuren 5, 6 und 7 zusammengestellt sind wie folgt unterschieden:

- Birkelundia* zentrale Struktur.

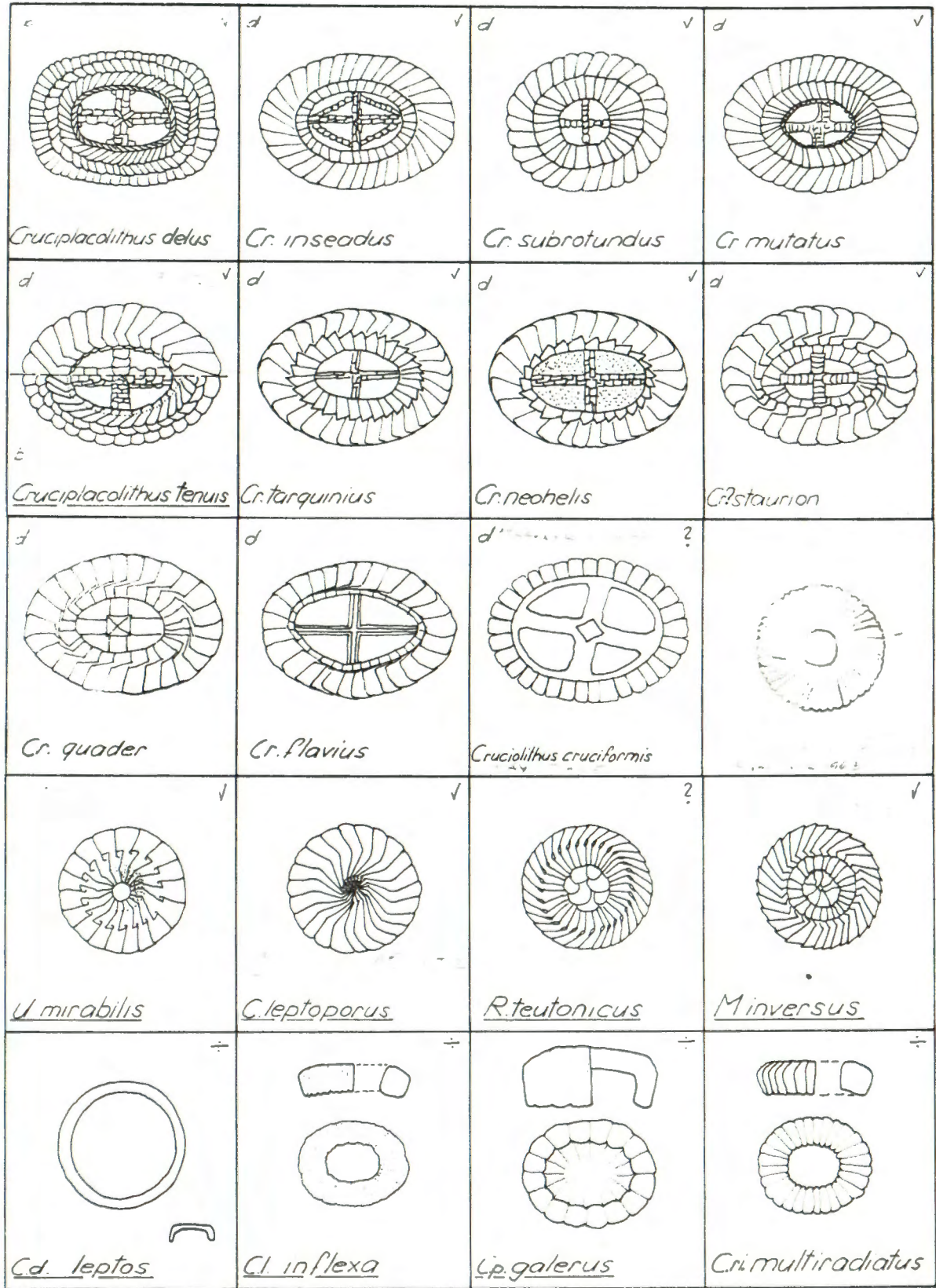


FIG. 7 — COCCOLITHACEAE: *Cruciplacolithus* (Cr), *Cruciolithus*, *Umblicosphaera*, *Rotalithus*, *Markalius*, *Cyclococcolithus*, *Cyclodiscolithus* (Cd), *Cyclolithella* (Cl), *Calyptrolithus* (Cp), *Cricolithus* (Cri).

<i>Chiasmolithus</i>	Feinbau der zentralen Struktur; Ausbildung der Wand.
<i>Cruciplacolithus</i>	Feinbau der zentralen Struktur; Ausbildung der Wand.
<i>Cyclococcolithus</i>	Aufbau der Scheiben; Grösse des Coccolithen; Grösse des Zentralfeldes.
<i>Cycloplacolithella</i>	?
<i>Markalius</i>	Aufbau des Zentralfeldes.
<i>Rotalithus</i>	?
<i>Umbilicosphaera</i>	Aufbau der Scheiben; Form (rund-elliptisch).
<i>Ericsonia</i>	Feinbau des Zentralfeldes.

Während die Form - rund oder elliptisch - bei *Ericsonia* und *Umbilicosphaera* als höchstens artsbestimmend gebraucht wird, wird sie bei anderen Gattungen auch zur Bestimmung der Gattung herangezogen. Die rezenten Formen der Gattung *Coccolithus* sind zum Teil ähnlich gebaut wie *Ericsonia*. *Coccolithus* enthält jedoch auch ungezählte nur lichtmikroskopisch untersuchte und zum Teil ungenügend illustrierte Arten. *Ericsonia ovalis* wird hier als Sammelname gebraucht für mehrere ähnliche Arten von *Ericsonia*, die sich von *E. ovalis* nur durch die Grösse und die Anzahl der Elemente in den Scheiben unterscheiden.

Die Gattungen *Cyclodiscolithus*, *Cyclolithella*, *Calyptrolithus* und *Cricolithus* sind lichtmikroskopisch sehr summarisch definiert. Ihre Familienzugehörigkeit zu den Coccolithaceae ist ebenso fraglich wie der Inhalt der Gattungen selbst.

Discoasteraceae VEKSHINA, 1959

In dieser Familie stehen eine Anzahl Gattungen, von denen jedoch nur wenige viel gebraucht werden, während die anderen eher in Vergessenung zu geraten scheinen.

Biantholithus *Catinaster*

Discoasteroides und *Discoaster* sind nahe verwandt - bei *Discoasteroides* ist der zentrale Stamm noch stärker entwickelt und dessen Kalzitkristalle sind optisch so orientiert, dass sie zwischen gekreuzten Nicols aufleuchten. Im Elektronenmikroskop ist dieses Merkmal nicht zu erkennen und die Gattungsunterscheidung ist nicht nötig. Übergänge mit wenig aufleuchtenden Stämmen zu dunkeln Stämmen sind vorhanden.

Innerhalb der Gattungen *Discoaster* und *Marthasterites* werden die Arten anhand von Unterschieden in der Ausbildung der Zweige, der Knoten, des zentralen Knopfes, der Suturen, der Strahlen und der Gräte bestimmt.

Eudiscoaster, *Gyrodiscoaster*, *Helioldiscoaster* und *Hemidiscoaster* unterteilen die Gattung *Discoaster*, wie sie allgemein heute gebraucht wird und haben sich bis jetzt nicht durchgesetzt.

Imperiaster. Diese Gattung umfasst eine Form aus zwei um 60° gegeneinander gedrehten Dreisternen, die durch einen kurzen Stiel verbunden sind.

Marthasterites wird für dreistrahlige Sterne gebraucht und für Formen, die von solchen ableitbar sind.

Ellipsodiscoaster. Ähnliche Formen wie der Generotypus, *E. lidzi*, wurden als Micrococcolithen von *Umbellosphaera irregularis* erkannt. Die Unterschiede von *E. lidzi* zu diesen Formen bestehen nur aus einer Art Verstärkungsleisten, sodass die Gattung *Ellipsodiscoaster* sehr wohl auf einem Micrococcolithen einer anderen Art beruhen könnte.

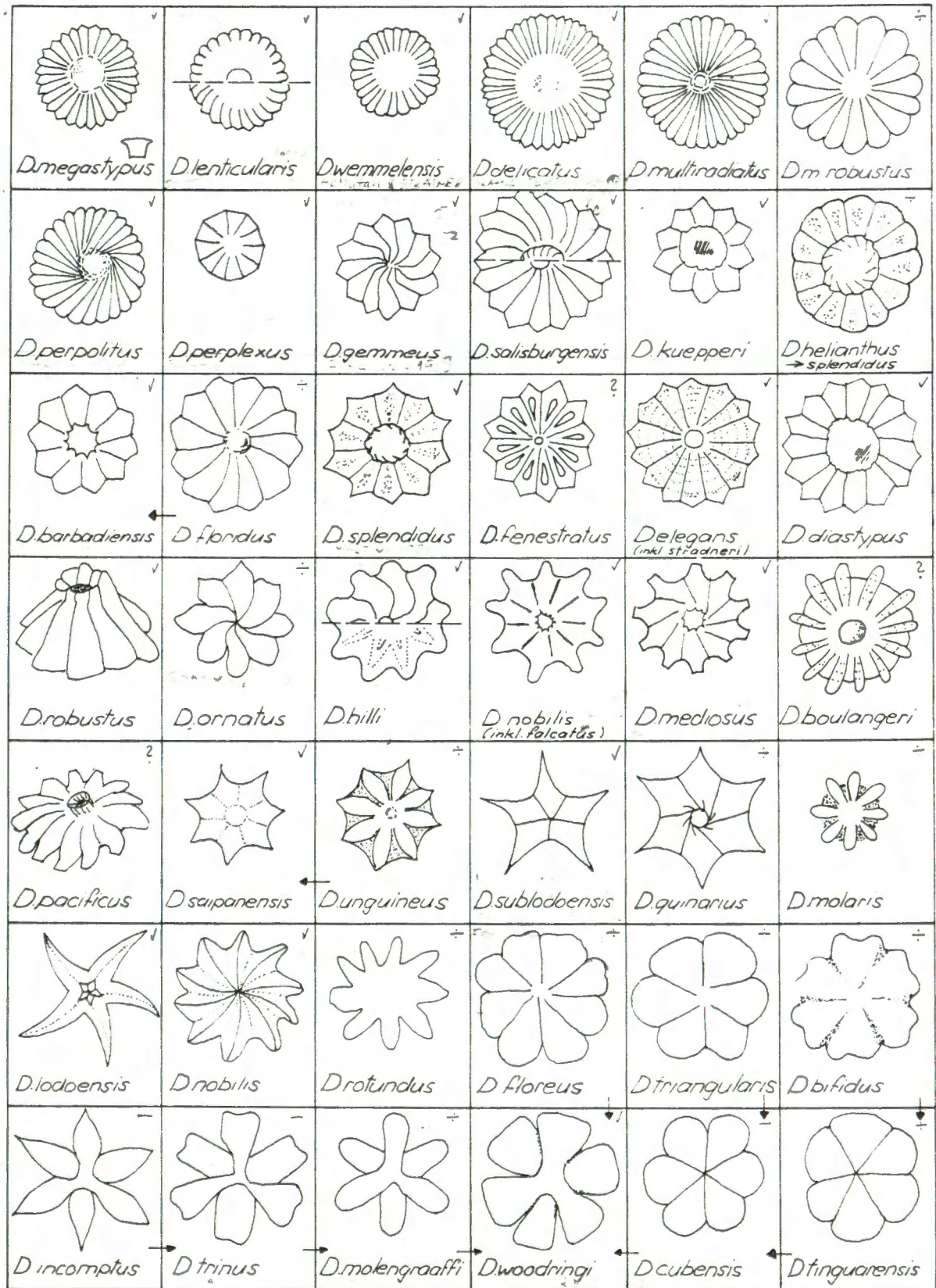


FIG. 8 — DISCOASTERACEAE: *Discoaster*, *Discoasteroides*.

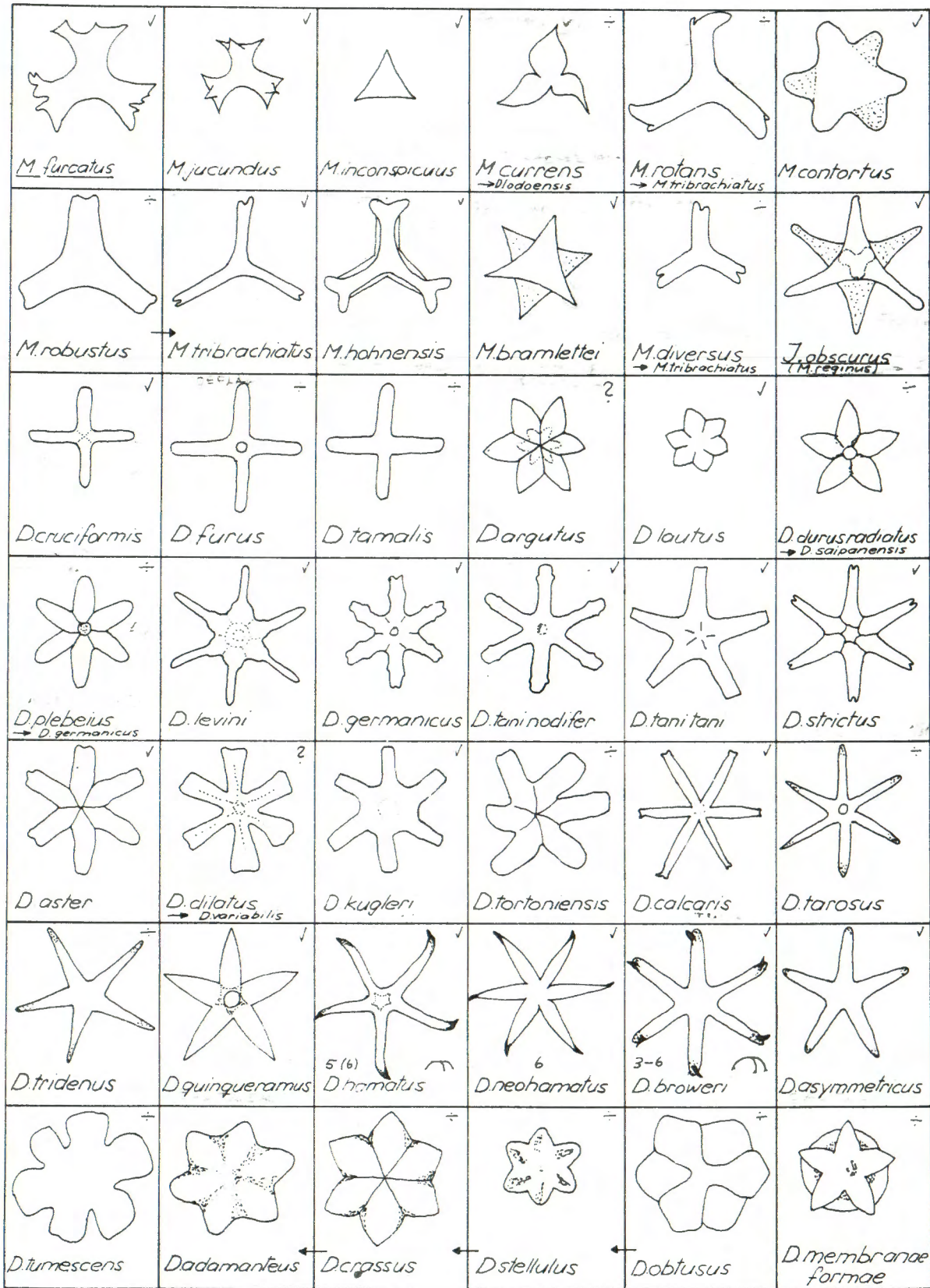


FIG. 9 — DISCOASTERACEAE: *Marthasterites*, *Discoaster*, *Imperiaster*.

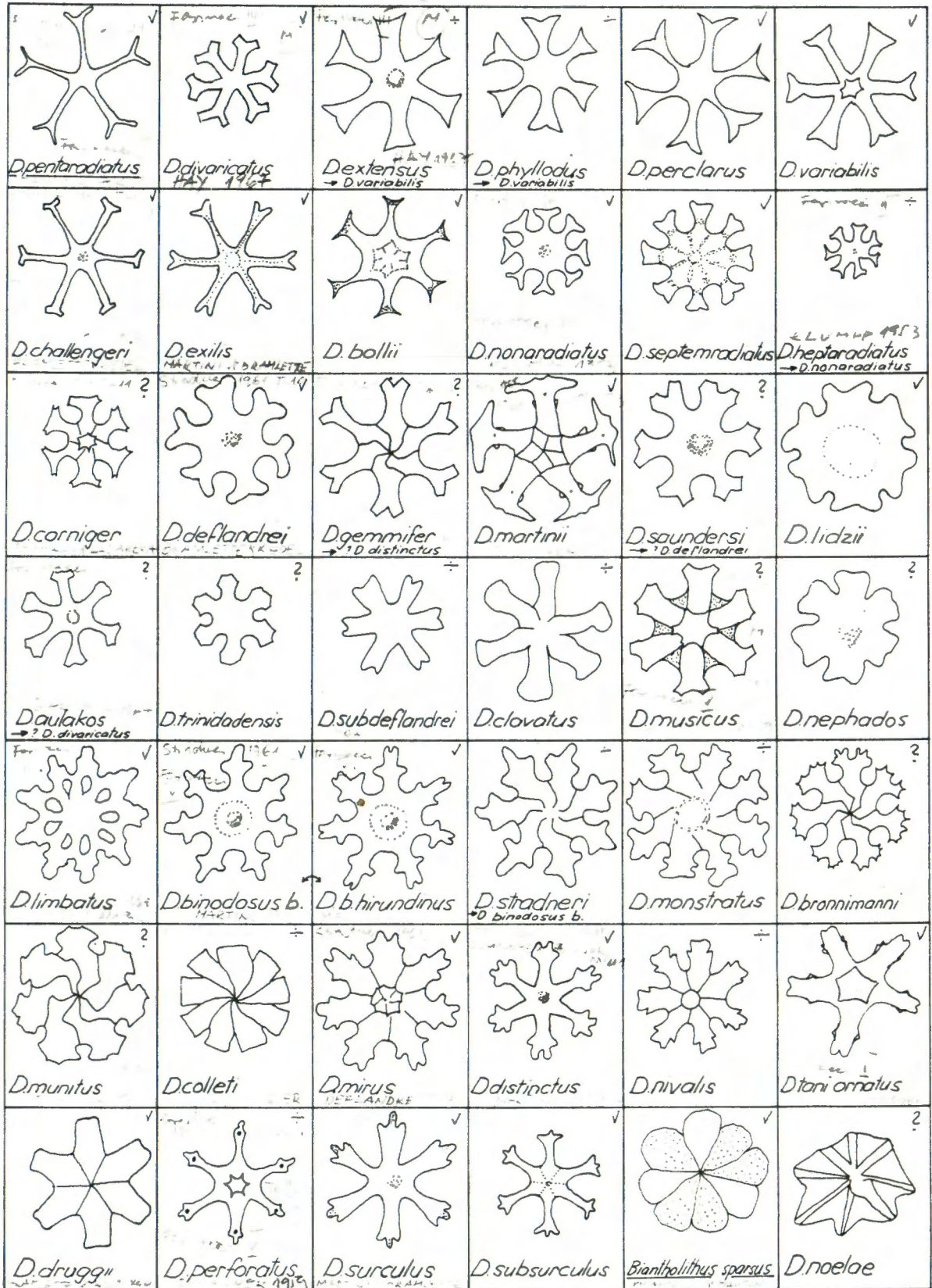


FIG. 10 — DISCOASTERACEAE: *Discoaster*, *Biantholithus*.

Oolithotus. Der Generotypus von *Oolithotus*, *O. antillarum*, wurde von McINTYRE & BÉ (1967) als *Cyclococcolithus fragilis* bestimmt. *Cyclococcolithus* scheint jedoch einen symmetrischen Aufbau zu haben - *Oolithotus* wurde als asymmetrisch definiert.

In den Fig. 8-10 sind die Arten der Gattungen *Biantholithus*, *Discoaster*, *Discoasteroides*, *Imperiaster* und *Marthasterites* skizziert. Innerhalb der Gattung *Discoaster* sind die Arten nach Ähnlichkeit angeordnet. Dabei ist deutlich zu sehen, dass etliche Arten Synonyme darstellen - auch die originalen Abbildungen sind jedoch oft weder gut genug um eine Synonymie wirklich zu erkennen noch um zu bestimmende Formen danach bestimmen zu können. Die Zusammenstellung möge helfen, auf einen Blick die Möglichkeiten der Bestimmung aufzuzeigen.



FIG. 11 — FASCICULITHACEAE: *Fasciculithus*; HELIOLITHACEAE: *Heliolithus*.

Fasciculithaceae HAY & MOHLER, 1967

Die Familie der Fasciculithaceae, die mit den Discoasteraceae, Heliolithaceae und Sphenolithaceae eng verwandt ist, enthält nur eine Gattung: *Fasciculithus*.

Nur sehr wenige elektronenmikroskopische Beobachtungen an Fasciculithen sind bisher publiziert worden. Neue Untersuchungen haben neue Aspekte gezeigt und die neuen Arten wurden in die Figur 11, in der alle Arten von *Fasciculithus* zusammengestellt sind, aufgenommen.

Um die Arten zu unterscheiden, benützt man beim lichtmikroskopischen Arbeiten am besten polarisiertes Licht. An SEM- und TEMbildern können folgende Merkmale zur Artbestimmung herangezogen werden: Feinbau der proximalen Säule, Aufbau des distalen Zentralfeldes, Vorhandensein eines apikalen Dorns und dessen Feinbau.

Goniolithaceae DEFLANDRE, 1957

Die Familie der Goniolithaceae enthält nur eine Gattung, die ihrerseits nur eine Art, *Goniolithus fluckigeri*, enthält. Der Feinbau der Pentagolithe ist verschieden von allen anderen tertiären und kretazischen Coccolithen. STRADNER & EDWARDS (1968) bemerken Beziehungen zu den mesozoiischen Gattungen *Cribrosphaerella*, *Ethmorhabdus*, *Rhabdolithina*, *Rhagodiscus*, die alle ein Zentralfeld besitzen, das durch kleine Elemente überdeckt wird. Die Coccusphaere von *Goniolithus* besteht aus 12 Pentagolithen, die ein Pentagondodekaeder bilden, wie es auch von den Pentolithen der Familie Braarudosphaeraceae gebildet wird.

Heliolithaceae HAY & MOHLER, 1967

Auch die Familie der Heliolithaceae besitzt zur Zeit nur eine Gattung, *Heliolithus*. Die Gattung *Hayella*, die unter « *Incertae sedis* » eingeordnet wurde, gehört möglicherweise ebenfalls hierher.

Die Arten - zur Zeit vier, nachdem *H. helianthus* zu *Toweius* gestellt wurde, werden durch die Höhe der proximalen Säule sowie die Grösse der Flansch bestimmt.

Lithostromationaceae HAQ, 1967

Die Familie Lithostromationaceae enthält vorläufig nur eine Gattung, *Lithostromation*. Im Laufe der Zeit wurden verschiedentlich Arten in diese Gattung gestellt und dann wieder daraus entfernt. Tatsächlich wissen wir sehr wenig über diese Gattung, was grossenteils daran hängt, dass die Tiefenschärfe des Lichtmikroskopes zu schlecht ist, um gute Lichtmikroskopbilder zu erhalten und dass die Arten von *Lithostromation* meistens in den untersuchten Proben eher selten sind. Es sind deshalb nur einzelne Elektronenmikroskopbilder veröffentlicht worden. Das Scanningelektronenmikroskop ist das ideale Instrument zur Untersuchung dieser Formen; neue Informationen werden deshalb erwartet. Bis dann seien in Fig. 12 die beschriebenen Formen skizziert. Auf derselben Figur, finden sich die Arten der Gattungen *Trochoaster* und *Martiniaster*, über deren Aufbau wir ebenfalls schlecht orientiert sind, die aber im Lichtmikroskop ähnlich erscheinen.

Die Gattung *Trochoaster* enthält möglicherweise Holococcolithen; ihr Holotypus, *T. simplex*, wurde deshalb auch in der Familie der Calyptosphaeraceae angeführt.

Pontosphaeraceae LEMMERMANN, 1908

Der Familie der Pontosphaeraceae können folgende auch fossil auftretende Gattungen zugeordnet werden:

Crepidolithus

Lophodolithus

Pontosphaera (inkl. *Crassapontosphaera*, *Discolithina*, *Koczyia*)

Scyphosphaera

Transversopontis

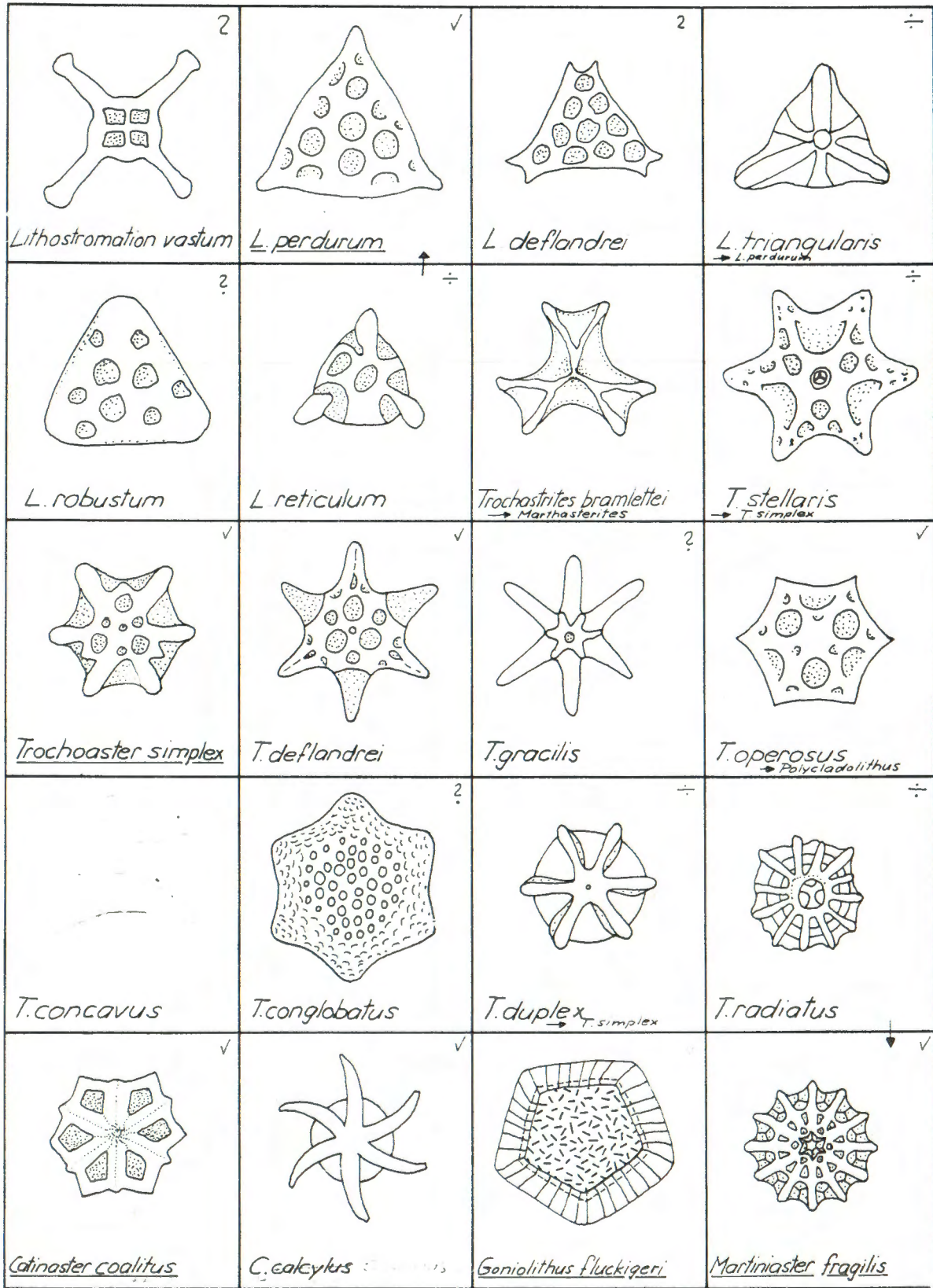


FIG. 12 — LITHOSTROMATIONACEAE: *Lithostromation*; INCERTAE SEDIS: *Trochoaster*, *Martiniaster*, *Catinaster*, *Trochastrites*; GONLIOLITHACEAE: *Goniolithus*.

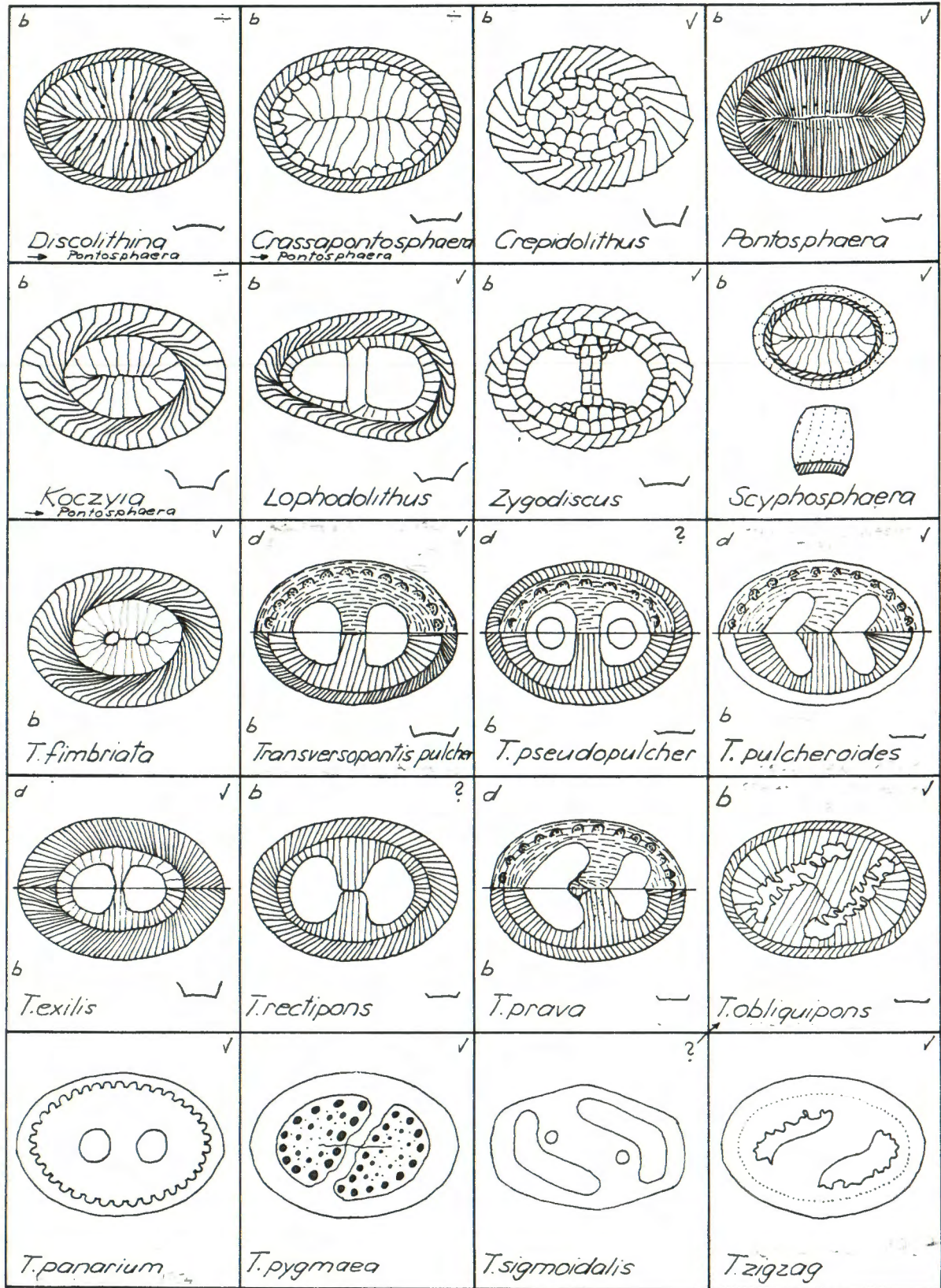


FIG. 13 — PONTOSPHAERACEAE: *Discolithina*, *Crassapontosphaera*, *Crepidolithus*, *Pontosphaera*, *Koczyia*, *Lophodolithus*, *Transversopontis*, *Scyphosphaera*; ZYGODISCACEAE: *Zygodiscus*.

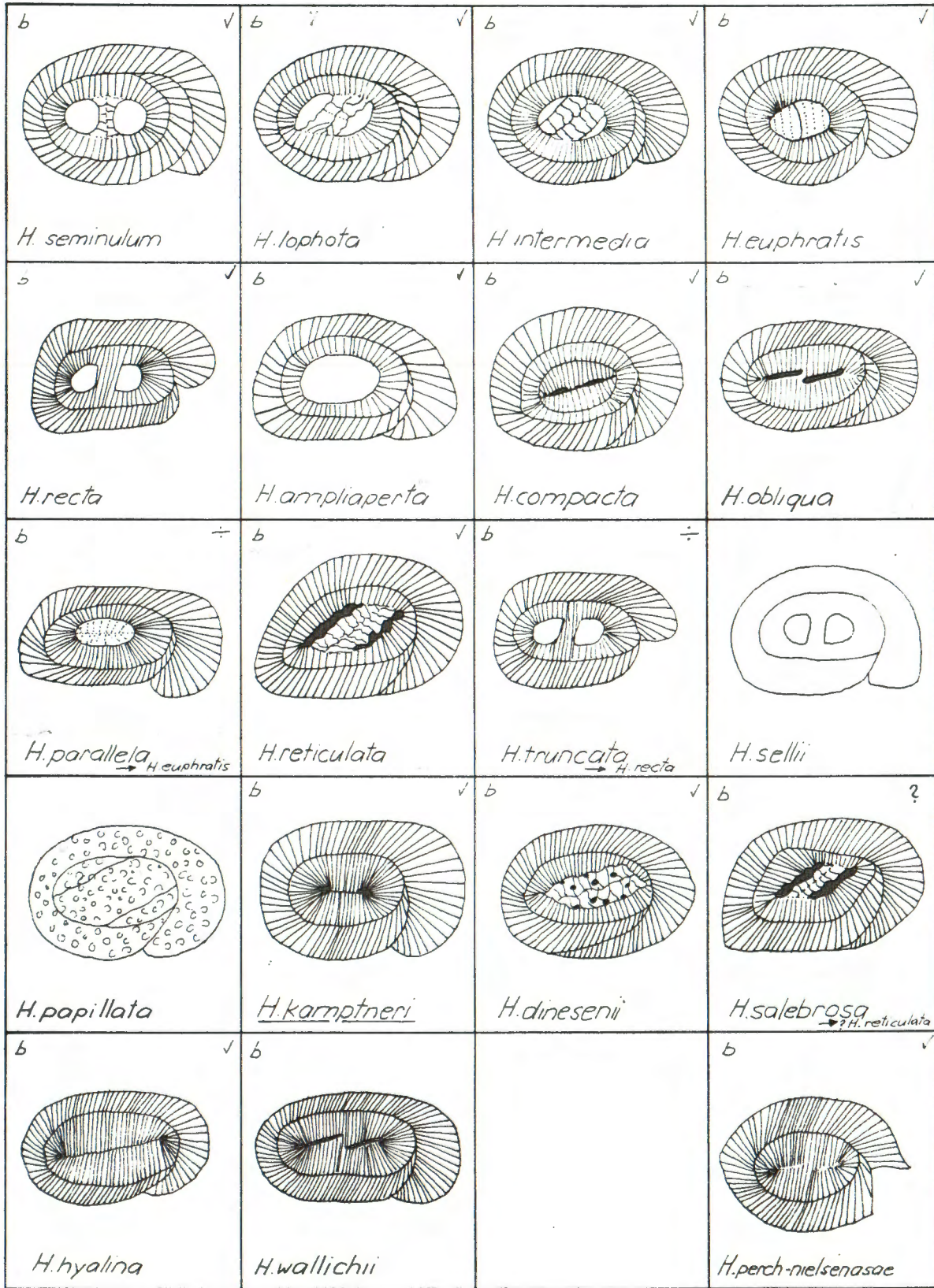


FIG. 14 — PONTOSPHAERACEAE: *Helicopontosphaera*.

Noch unpublizierte elektronenmikroskopische Beobachtungen am Holotypus von *Pontosphaera*, *P. syracusana* LOHMANN, 1902, zeigen, dass die bisher für fossile Formen gebrauchten Gattungen *Discolithus*, *Discolithina*, *Crassapontosphaera* und *Koczyia* überflüssig sind. Da Coccusphaeren von *Scyphosphaera* verschiedene Coccolithen tragen - tonnenförmige, die, aus fossilem Material stammend in *Scyphosphaera* eingeordnet werden - und flache Formen, die wir zu *Pontosphaera* stellen würden, ist auch diese Unterteilung fragwürdig. *Lophodolithus* endlich unterscheidet sich von *Pontosphaera* durch seinen asymmetrischen Umriss und das zweigeteilte Zentralfeld, das auch die elliptische Gattung *Transversopontis* von *Pontosphaera* unterscheidet.

Helicopontosphaera wird vorläufig ebenfalls hierhergestellt, da deren Feinbau dem von *Pontosphaera* sehr ähnlich ist. Verschiedentlich ist jedoch auch deren Ähnlichkeit mit den Formen der Coccolithaceae hervorgehoben worden.

Es würde zu weit führen, hier alle Arten, die je in *Discolithus* oder *Pontosphaera* und *Scyphosphaera* eingeordnet wurden, darzustellen. In Fig. 13 sind deshalb nur die Gattungen skizziert, sowie die Arten der Gattung *Transversopontis*. Die Arten der Gattung *Helicopontosphaera* sind in Fig. 14 zusammengestellt. *Discolithus* enthält, wie *Coccolithus*, eine grosse Zahl nur schlecht bekannter Coccolithen, die näherer Beschreibung bedürfen, bevor sie in die Gattung *Pontosphaera* gestellt werden dürfen.

In den obgenannten Gattungen werden die Arten wie folgt unterschieden:

<i>Crepidolithus</i>	Ausbildung und Grösse des Zentralfeldes.
<i>Helicopontosphaera</i>	Ausbildung des Zentralfeldes, besonders das Vorhandensein und die Form von Öffnungen und deren Richtung; Umriss des Coccolithen.
<i>Lophodolithus</i>	Form des Coccolithen.
<i>Pontosphaera</i>	Höhe der Wand; Form, Grösse, Anzahl und Anordnung von Perforationen und Gruben.
<i>Scyphosphaera</i>	Form der tonnenförmigen Wand.
<i>Transversopontis</i>	Form der Öffnungen; Form und Richtung der transversalen, zentralen Struktur.

Prinsiaceae HAY & MOHLER, 1967

Untenstehende Gattungen, die alle prinzipiell denselben Aufbau des Randes aufweisen, werden zu den Prinsiaceae gestellt und unterscheiden sich folgendermassen:

<i>Dictyococcites</i>	Zentralfeld distal ganz oder teilweise überdeckt, proximal perforiert.
<i>Ellipsoplacolithus</i>	durchbrochene Scheiben?
<i>Emiliana</i>	I-förmige Elemente bauen den distalen Schild auf.
<i>Gephyrocapsa</i>	zentrale Struktur in Form einer schrägen Brücke.
<i>Noelaerhabdus</i>	zentrale Struktur in Form eines zentralen Fortsatzes.
<i>Prinsius</i>	distal zwei Wände sichtbar; geschlossenes Zentralfeld.
<i>Reticulofenestra</i>	distal eine Wand sichtbar; Zentralfeld mit Perforationen.
<i>Toweius</i>	distal zwei Wände sichtbar; Zentralfeld offen oder mit Perforationen.

In Fig. 15 sind die bekannten Arten der Gattungen *Toweius*, *Prinsius*, *Reticulofenestra*, *Dictyococcites* und *Noelaerhabdus* zusammengestellt. Folgende Merkmale werden in den verschiedenen

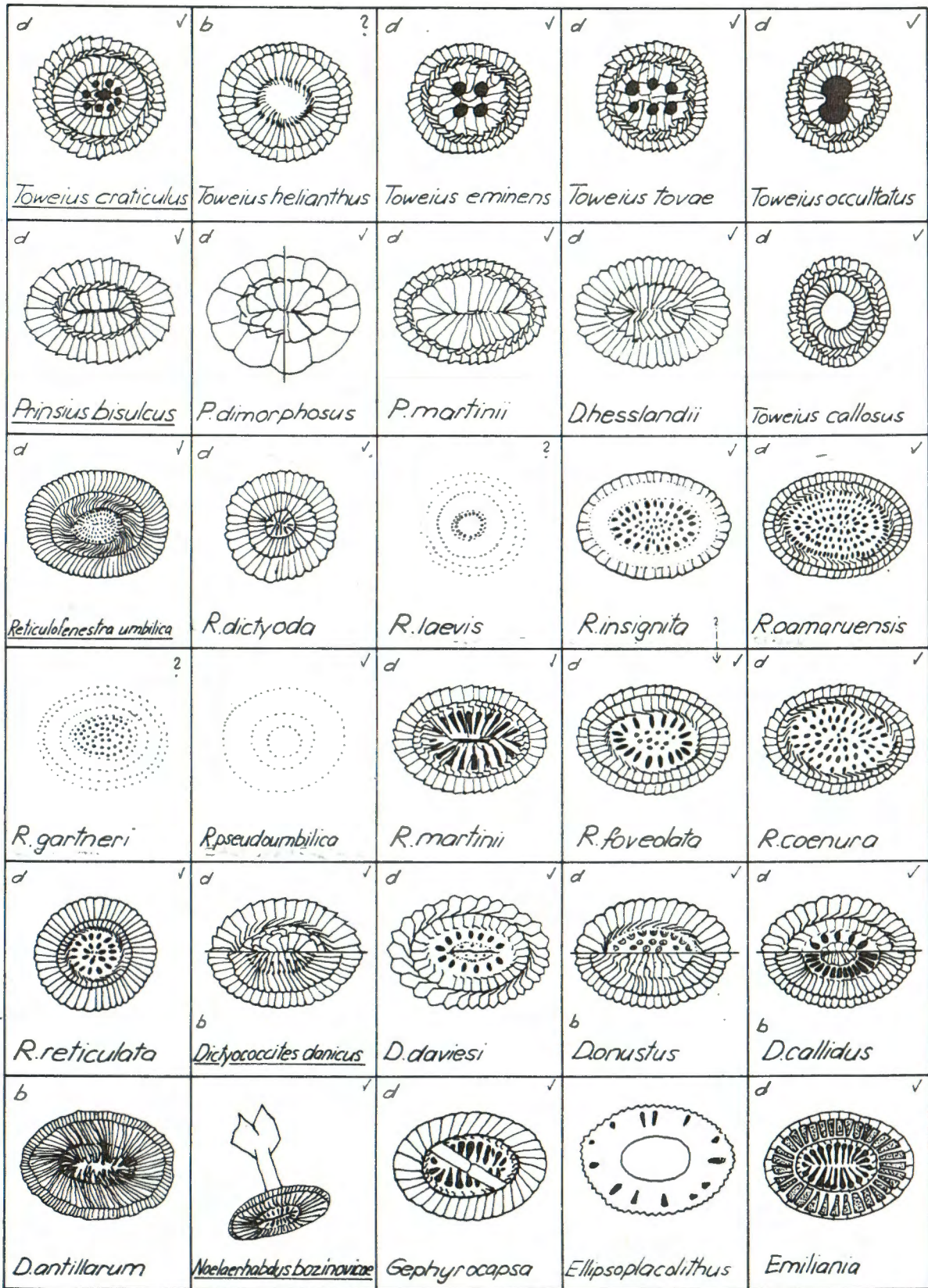


FIG. 15 — PRINSIACEAE: *Prinsius*, *Toweius*, *Reticulofenestra*, *Dictyococcites*, *Noelaerhabdys*, *Gephyrocapsa*, *Ellipsoplacolithus*, *Emiliana*.

Gattungen zur Unterscheidung der Arten herangezogen:

- Dictyococcites* Feinbau der distalen Deckschicht des Zentralfeldes.
- Ellipsoplacolithus* ?
- Emiliana* nur eine Art.
- Gephyrocapsa* Richtung der Brücke, Grösse des Zentralfeldes.
- Noelaerhabdus* nur eine Art.
- Prinsius* Ausbildung der Wände. Grössenverhältnis Scheibe/Wände.

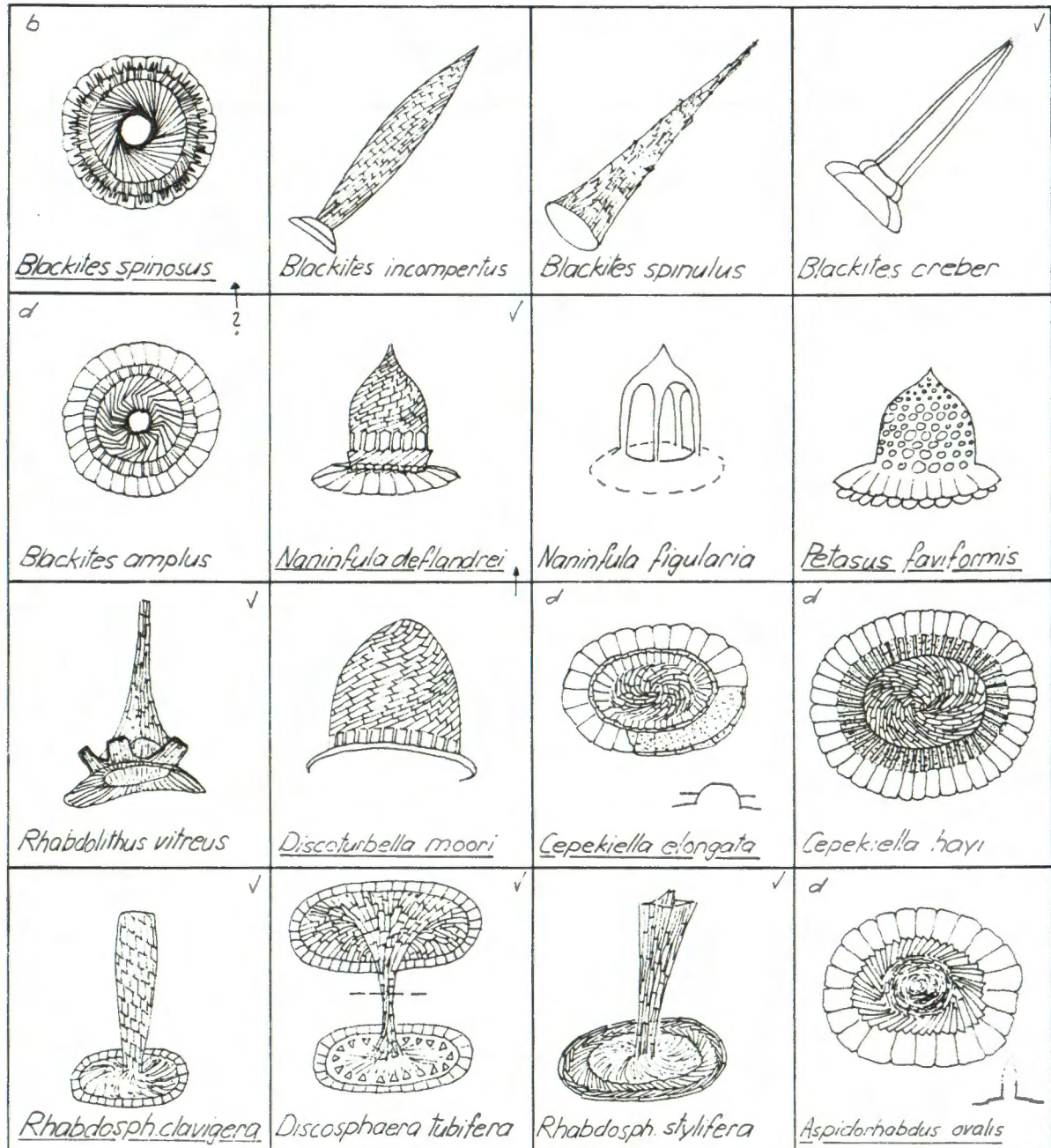


FIG. 16 — RHABDOSPHAERACEAE: *Blackites*, *Naninfula*, *Petasus*, *Rhabdolithus*, *Rhabdosphaera*, *Discoturbella*, *Cepekiella*, *Discosphaera*, *Aspidorhabdus*.

<i>Reticulofenestra</i>	Anordnung der Perforationen im Zentralfeld; Grösse des Zentralfeldes im Verhältnis zur Grösse des Coccolithen; Form des Coccolithen.
<i>Toweius</i>	Anzahl der Perforationen im Zentralfeld; Form der Öffnung.

Rhabdosphaeraceae LEMMERMANN, 1908

Die Familie der Rhabdosphaeraceae umfasst Gattungen mit einem zentralen Fortsatz und einer oder zwei einfachen Scheiben, sowie einem oder mehreren Zyklen von Elementen im Zentralfeld. Folgende fossil auftretende Gattungen werden hierher gestellt:

Aspidorhabdus
Blackites
Cepekiella
Discosphaera
Naninfula (inkl. *Discoturbella*)
Petatus
Rhabdolithus
Rhabdosphaera

Der Aufbau der Basis der Rhabdolithen ist selten gut zu erkennen und meist kommen im fossilen Material die Fortsätze und die Basis getrennt vor. Die Gattungen *Rhabdolithus* und *Rhabdosphaera* enthalten viele erst lichtmikroskopisch beschriebene Formen, die hier in Fig. 16, in der die fossilen Arten der anderen Gattungen zusammengestellt sind, nicht abgebildet sind. Die Gattungen können folgendermassen unterschieden werden:

<i>Aspidorhabdus</i>	elliptisch; stabförmiger zentraler Fortsatz.
<i>Blackites</i>	+÷ rund; stabförmiger zentraler Fortsatz, eine Scheibe.
<i>Cepekiella</i>	rund - elliptisch; zwei Scheiben, kuppelförmiger zentraler Fortsatz.
<i>Discosphaera</i>	elliptisch; trompetenförmiger zentraler Fortsatz.
<i>Naninfula</i>	+÷ rund; eine Scheibe, hutförmiger Fortsatz.
<i>Petatus</i>	+÷ rund; zwei Scheiben, hutförmiger Fortsatz.
<i>Rhabdolithus</i>	+÷ rund; stabförmiger Fortsatz; wird meist gebraucht um Rhabdolithen ohne Basis einzuordnen oder Rhabdolithen, deren Basis von <i>Blackites</i> verschieden ist unterzubringen.
<i>Rhabdosphaera</i>	rund - elliptisch; Fortsatz, der sich distal erweitert.

Die Gattungen werden also unterschieden durch die Form der Basis, durch die Form des Fortsatzes sowie durch das Vorhandensein oder Fehlen verschiedener, die Basis aufbauenden Zyklen. Innerhalb der Gattungen werden die Arten durch Variationen im Aufbau des Fortsatzes und der Basis bestimmt.

Sphenolithaceae DEFLANDRE, 1952

Die Familie Sphenolithaceae umfasst die Gattung *Sphenolithus* (inkl. *Furcatolithus*, *Nannoturbella*).

BRAMLETTE & WILCOXON (1967) haben die Generotypen der monospezifischen Gattungen *Furcatolithus* und *Nannoturbella* in *Sphenolithus* eingeschlossen, da sie gänzlich innerhalb von *Sphenolithus* fallen.

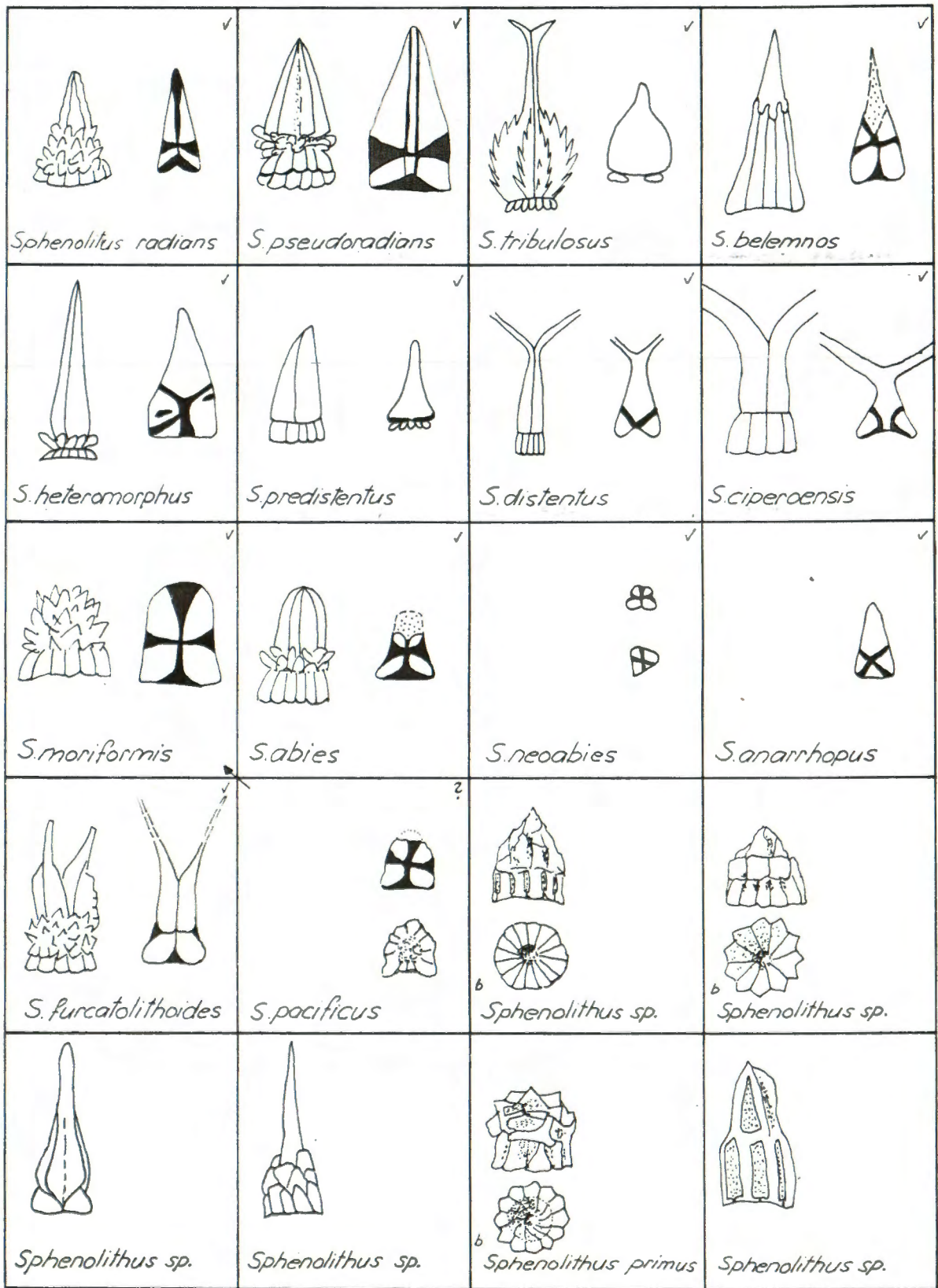


FIG. 17 — SPHENOLITHACEAE: *Sphenolithus*.

Sphenolithus

Neuerdings hat sich die Gattung *Sphenolithus* als stratigraphisch sehr wertvoll erwiesen. Die bereits beschriebenen Arten sowie Zeichnungen von noch unbeschriebenen Formen sind in Fig. 17 zusammengestellt. Das Scanning Elektronenmikroskop ist das ideale Instrument zur Untersuchung besonders dieser Formen, da es oft schwierig ist, sich von TEM-Bildern die dreidimensionale Gestalt der Sphenolithen vorzustellen. Bei LM-Beobachtungen geben Ansichten zwischen gekreuzten Nicols aufgenommen (bei 0 und 45°) die besten Anhaltspunkte zur Bestimmung der Arten der Gattung *Sphenolithus*. Die Unterscheidung der Arten erfolgt aufgrund der Ausbildung der proximalen Scheibe oder der proximalen Säule, der lateralen Elemente, des apikalen Dorns und eventuell vorhandener Zweige.

Syracosphaeraceae LEMMERMANN, 1908

Mitglieder der Familie Syracosphaeraceae spielen im Tertiär eine bescheidene Rolle, indem sie erst im Pleistozän vermehrt auftreten um heute eine grosse Anzahl Formen zu enthalten. Ausser der fossil auftretenden Gattung *Syracosphaera* soll hier auch die Gattung *Ellipsolithus* aus dem Pa-

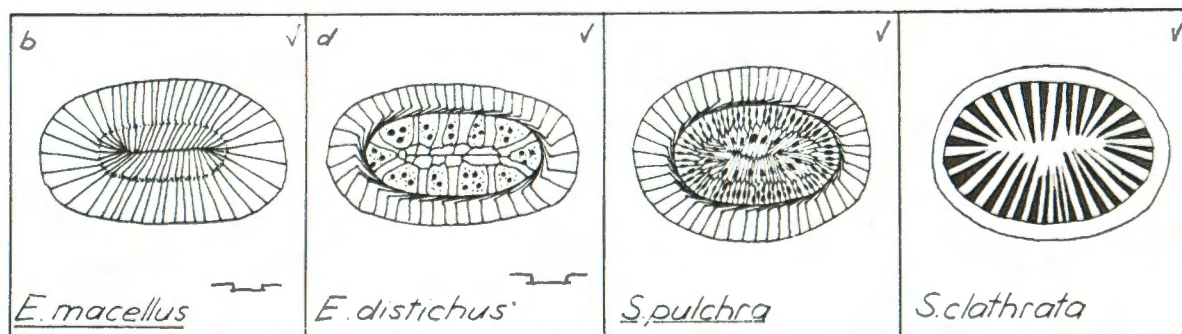


FIG. 18 — SYRACOSPHAERACEAE: *Syracosphaera*, *Ellipsolithus*.

leozän, deren Zuordnung zur Familie der Syracosphaeraceae fraglich erscheinen mag, kurz besprochen werden.

Die Gattung *Syracosphaera* wird erstmals aus dem Oligozän beschrieben, die Abbildung der einzig genannten Art, *S. clathrata*, lässt jedoch keine Einzelheiten des Aufbaus erkennen. Wie die Gattung *Syracosphaera*, hat auch die eine Art der aus dem Paleozän bekannten Gattung *Ellipsolithus* eine Wand und eine distale Scheibe sowie ein Zentralfeld mit Öffnungen und einer langgestreckten zentralen Struktur (Taf. 2 : 5). *Ellipsolithus* könnte ein Ahne von *Syracosphaera* sein.

Die Unterscheidung von Arten erfolgt anhand der Unterschiede im Bau des Zentralfeldes sowie dem Verhältnis der Elementanzahl in der Wand und in den Scheiben sowie im Zentralfeld.

Thoracosphaeraceae SCHILLER, 1930

Die Familie der Thoracosphaeraceae enthält die rezente Gattung *Rhabdothorax* sowie die rezente, jedoch auch fossil auftretende Gattung *Thoracosphaera*.

Im Folgenden wird nur die Gattung *Thoracosphaera* nur kurz behandelt, da wir nur sehr wenige neuere, auf elektronenmikroskopische Beobachtungen basierte Beobachtungen über die Arten von *Thoracosphaera* haben. Bisher wurden in dieser Gattung 19 Arten beschrieben, die auf Fig. 19 zusammengestellt sind. Die meisten Arten wurden nur im Lichtmikroskop untersucht, dessen Tiefenschärfe nicht ausreicht, um in einer Abbildung Einzelheiten der ganzen Sphaere erkennen zu lassen. Mindestens zwei verschiedene Typen von Elementen können am Aufbau der Sphaeren von *Thoracosphaera* beteiligt sein. Die einen bestehen aus Platten, die ein Mosaik bilden und die

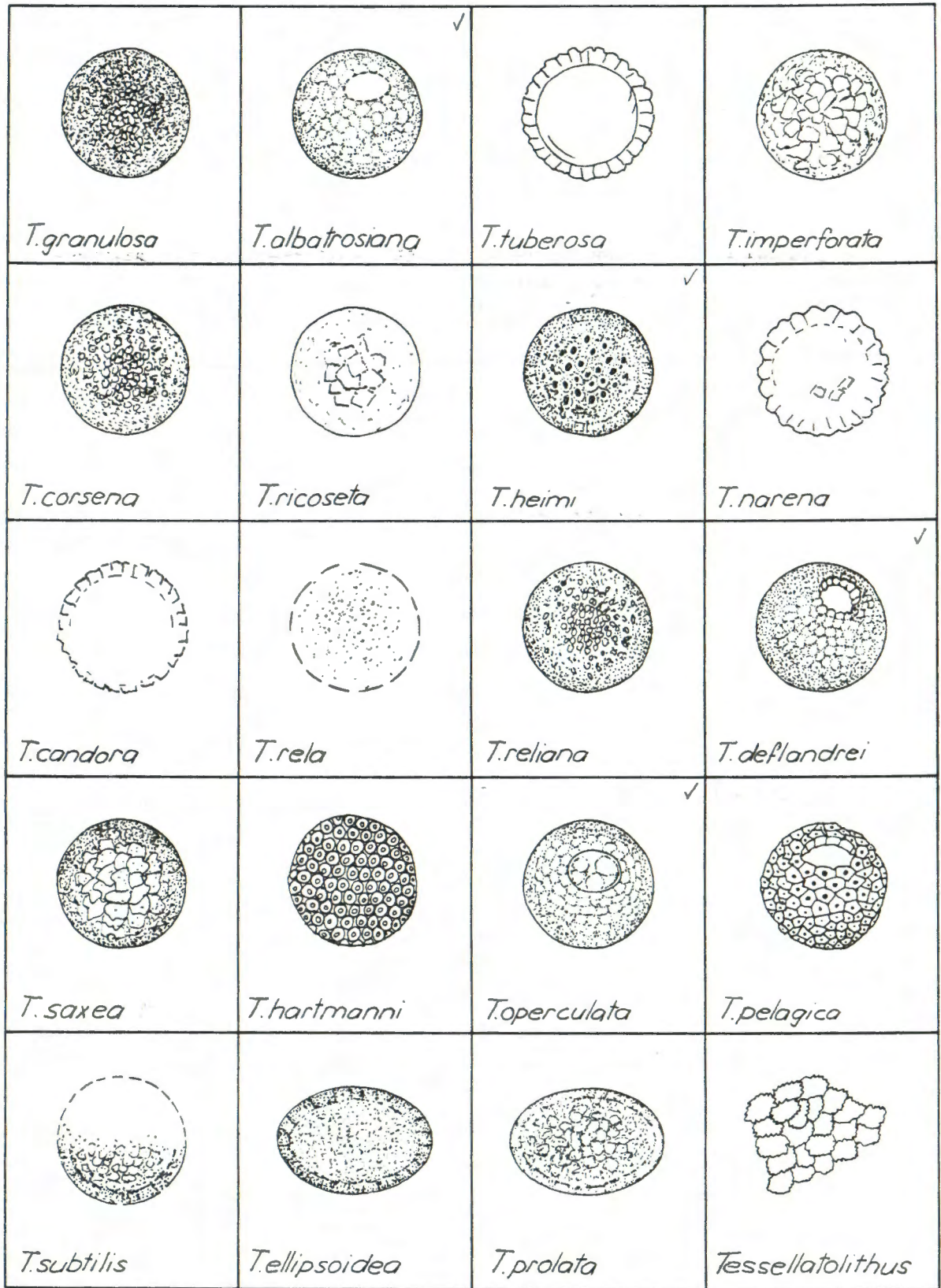


FIG. 19 — THORACOSPHAERACEAE: *Thoracosphaera*; INCERTAE SEDIS: *Tessellatolithus*.

perforiert sein können, die anderen aus kleinen Körnchen, die die Maschen eines dickmaschigen Netzes bilden, das die Sphaere bildet.

Um die Arten zu definieren, wurde die Anwesenheit oder das Fehlen einer Apertur, die Grösse und die Form - kugelig oder ellipsoidisch -, sowie die Grösse und Form der die Sphaere aufbauenden Elemente gebraucht. Eine elektronenmikroskopische Bearbeitung der Gattung tut not, bevor wir uns eine Idee davon machen können, welche der 19 Arten wirklich voneinander verschieden sind. Es wurde deshalb bei dieser Gattung nur für wenige Arten eine Beurteilung vorgenommen.

Triquetrorhabdulaceae LIPPS, 1969

Die Familie Triquetrorhabdulaceae enthält nur die Gattung *Triquetrorhabdulus*, die ihrerseits nur die drei Arten enthält, die auf Fig. 20 zusammengestellt sind.

Die Arten werden durch die Form der Blätter und die Orientierung des Kalzites unterschieden.

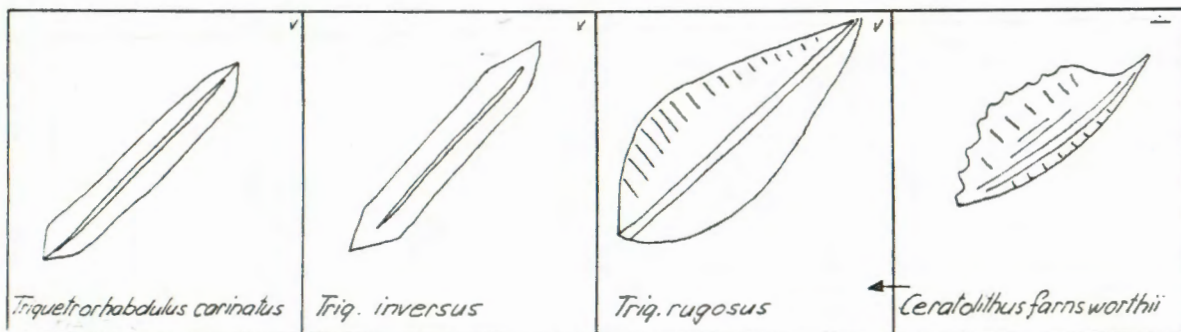


FIG. 20 — TRIQUETTORHARDULACEAE: *Triquetrorhabdulus*.

Zygodiscaceae HAY & MOHLER, 1967

Folgende Gattungen werden hier zur Familie der Zygodiscaceae gestellt:

Chiastozygus
Chiphragmalithus
Heliorthus
Isthmolithus
Neococcolithes
Zygodiscus
 (*Zygolithus* = *Neococcolithes*)

Im Prinzip ist der Aufbau der Gattungen in den Zygodiscaceae ähnlich demjenigen der Formen in den Pontosphaeraceae. Unterschiedlich sind vor allem die Zentralfelder ausgebildet, die bei den Zygodiscaceae meist aus einer X - H förmigen Struktur bestehen. Formen von Zygodiscaceae haben auch distal keine Lage mit konzentrisch angeordneten Latten, wie sie für die Pontosphaeraceae typisch ist. Auf die Gattung *Zygolithus* wird hier nicht weiter eingegangen - sie ist genug umstritten und wird hier als jüngeres Synonym von *Neococcolithes* aufgefasst. Weder *Neococcolithes* noch *Heliorthus* sind aus dem Originalmaterial elektronenmikroskopisch untersucht worden. Besonders *Heliorthus* enthält deshalb Arten, deren Aufbau recht verschieden ist.

Die Gattungen unterscheiden sich folgendermassen:

Chiastozygus X-förmige Brücke, kräftige Wand.
Chiphragmalithus Wand ausschweifend, X bis + förmige zentrale Struktur.
Heliorthus ?

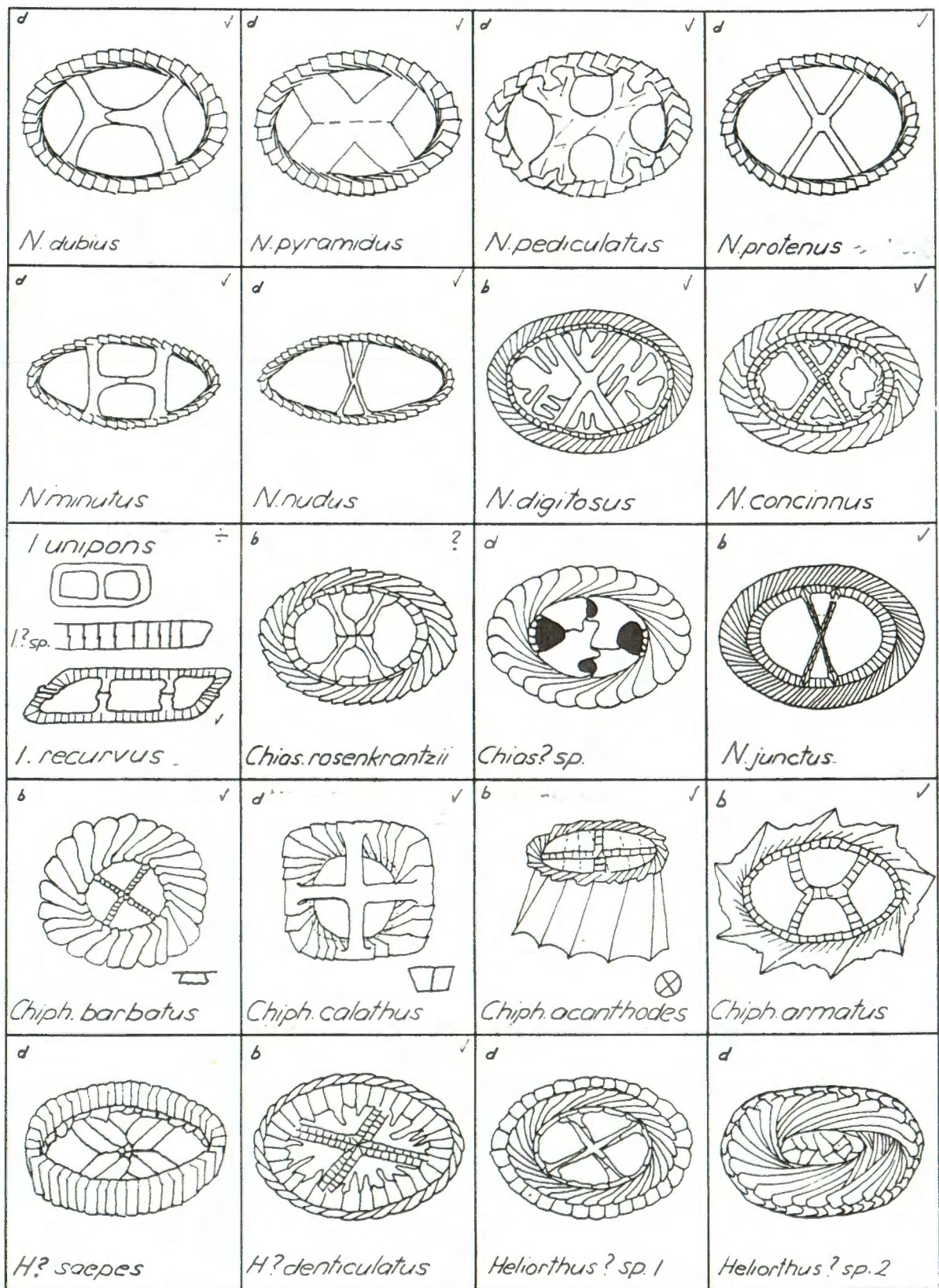


FIG. 21 — ZYGODISCAEAE: *Neococcolithes*, *Chiastozygus*, *Heliorthus*, *Chiphragmalithus*, *Isthmolithus*.

<i>Isthmolithus</i>	Parallele Brücken.
<i>Neococcolithes</i>	X bis H-förmige Brücke, schwache Wand.
<i>Zygodiscus</i>	Transversale Brücke.

Zur Unterscheidung der Arten in den verschiedenen Gattungen werden folgende Merkmale benützt:

<i>Chiastozygus</i>	Form der Brücke
<i>Chiphragmalithus</i>	Ausbildung des Kranzes und der ausschweifenden Wand.
<i>Heliortus</i>	Form der Brücke, Ausbildung der Wand (?).
<i>Isthmolithus</i>	Anzahl der Brücken.
<i>Neococcolithes</i>	Form der Brücke.
<i>Zygodiscus</i>	Feinbau (Bewahrungszustand?) des Kranzes. Feinbau der Brücke.

In Fig. 21 sind die elektronenmikroskopisch untersuchten Arten von Gattungen der Zygodiscaceae zusammengestellt. Die Arten der Gattung *Zygodiscus* selbst sind elektronenoptisch noch wenig untersucht worden und wurden deshalb weggelassen. In Fig. 13 ist jedoch der Bauplan dieser Gattung ebenfalls gegeben. Verschiedene noch nicht beschriebene Formen wurden ebenfalls in Fig. 21 aufgenommen, um deren Bauplan zu illustrieren und eben die bekannten Arten zu stellen.

« Incertae Sedis »

Unter « Incertae Sedis » werden einige weitere Formen angeführt, die in Gattungen zusammengefasst wurden oder die allein eine Gattung ausmachen, die nicht zu einer der genannten Familien in Beziehung gebracht werden kann. Es mag sich dabei um Coccolithen handeln oder um andere kleine Kalkkörper, die bei der Präparationsmethode wie sie zur Untersuchung von Coccolithen gebraucht wird, ebenfalls auf dem Präparat erscheinen. Die meisten der genannten Formen wurden elektronenmikroskopisch untersucht und sind auf Fig. 22 zusammengestellt. Einzelne Gattungen finden sich jedoch auch auf den Tafeln 12 und 19.

<i>Bramletteius</i> (Coccolithaceae?)	<i>Hayella</i> (Heliolithaceae?)
<i>Catinaster</i> (Discoasteraceae?)	<i>Ilseolithina</i>
<i>Conococcolithus</i> (Coccolithaceae?)	<i>Martiniaster</i>
<i>Corannulus</i>	<i>Nannotetrina</i>
<i>Coronocyclus</i>	<i>Orthorhabdus</i>
<i>Cyclocalyptra</i>	<i>Pyrocyclus</i>
<i>Favolithora</i>	<i>Rhombaster</i>
<i>Guttolithion</i>	<i>Tessellatolithus</i>

BEMERKUNGEN ZU WEITEREN GATTUNGEN

In der Literatur über tertiäre Coccolithen finden sich eine Anzahl weiterer Gattungsnamen, die zwar gültig sind, die jedoch aus verschiedenen Gründen nicht mehr oder kaum je gebraucht werden. Sie seien im Folgenden aufgezählt und kurz kommentiert.

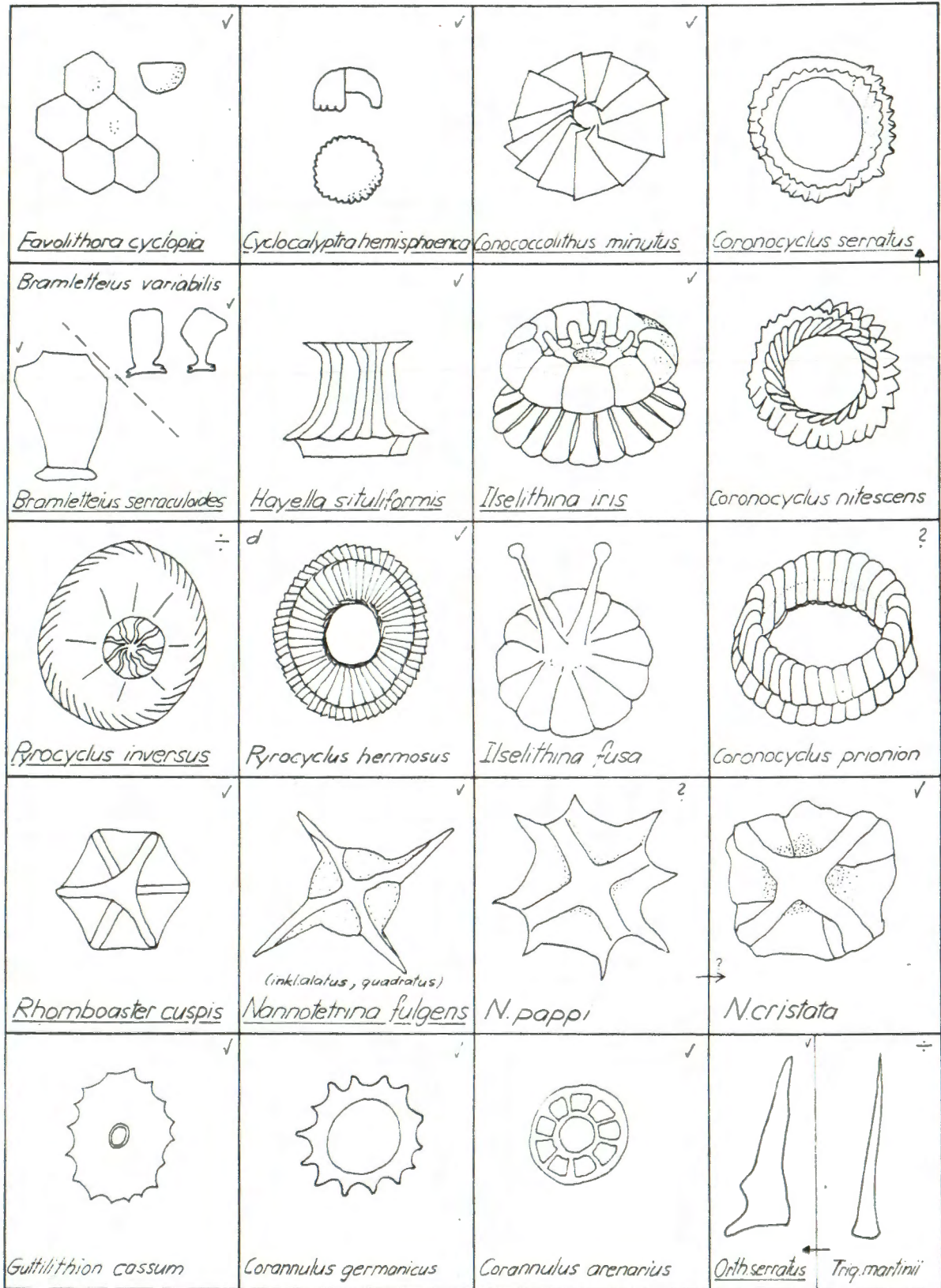


FIG. 22 — INCERTAE SEDIS: *Bramletteius*, *Conococcolithus*, *Coronocyclus*, *Cyclocalyptra*, *Favolithora*, *Hayella*, *Iselithina*, *Nannotetrina*, *Pyrocyclus*, *Rhomboaster*, *Guttolithion*, *Corannulus*, *Orthoserratus*.

<i>Agalmatoaster</i> KLUMPP, 1953	= <i>Discoaster</i>
<i>Apertapetra</i> HAY et al., 1966	= <i>Reticulofenestra</i>
<i>Asterolithes</i> SUJKOWSKI, 1931	= <i>Discoaster</i>
<i>Calcidiscus</i> KAMPTNER, 1950	proximaler Schild von <i>C. leptoporus</i>
<i>Calcitrema</i> KAMPTNER, 1963	Bewahrungszustand?
<i>Campylosphaera</i> KAMPTNER, 1952	Generotypus ist die Randpartie von <i>Cruciplacolithus delus</i>
<i>Coronaster</i> MARTINI, 1961	= <i>Martiniaster</i> LOEBLICH & TAPPAN
<i>Cricolithus</i> KAMPTNER, 1958	einfacher, elliptischer Ring
<i>Cyclolithus</i> KAMPTNER, 1952	= <i>Cyclolithella</i> LOEBLICH & TAPPAN; wird als Sammelgattung für elliptische Ringe gebraucht.
<i>Cycloplacolithella</i> HAQ, 1968	= <i>Umbilicosphaera</i>
<i>Cycloplacolithus</i> KAMPTNER, 1963	= <i>Umbilicosphaera</i>
<i>Diademopetra</i> HAY et al., 1966	= <i>Corannulus</i>
<i>Furcatolithus</i> MARTINI, 1965	= <i>Sphenolithus</i>
<i>Indumenthalithus</i> VEKSHINA, 1959	= <i>Neococcolithes</i>
<i>Nannotetraster</i> MARTINI & STRADNER, 1960	= <i>Micula</i>
<i>Nannoturbella</i> BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960	= <i>Sphenolithus</i>
<i>Perforocalcinella</i> BONA, 1964	?
<i>Pseudococcolithus</i> NISHIDA, 1968	?
<i>Stradnerius</i> HAQ, 1968	= <i>Reticulofenestra</i>
<i>Sujkowskiella</i> HAY et al., 1966	= <i>Zygrhablithus</i>
<i>Tiarolithus</i> KAMPTNER, 1958	distaler Schild von <i>C. leptoporus</i>
<i>Tremalithus</i> KAMPTNER, 1952	provisorische Sammelgattung
<i>Tribrachiatus</i> SHAMRAI, 1963	= <i>Marthasterites</i>

INDEX

<i>abies</i> 17	<i>ampliaperta</i> 14	<i>argutus</i> 9
<i>acanthodes</i> 21	<i>amplus</i> 16	<i>Aspidorhabdus</i> 16
<i>acutum</i> 1	<i>anarrhopus</i> 17	<i>aster</i> 9
<i>adamanteus</i> 9	<i>angulatum</i> 1	<i>Asterolithes</i> (*)
<i>aequalis</i> 1	<i>angulosus</i> 1	<i>asymmetricus</i> 9
<i>africana</i> 1	<i>antillarum</i> 15	<i>attenuatus</i> 1
<i>Agalmatoaster</i> (*)	<i>Apertapetra</i> (*)	<i>aulakos</i> 10
<i>alanii</i> 11	<i>apertus</i> 2	<i>aureus</i> 3
<i>alatus</i> 22	<i>arenarius</i> 22	<i>barbadiensis</i> 8
<i>albatrosiana</i> 19	<i>arenatus</i> 21	<i>barbatus</i> 21
<i>alternans</i> 5	<i>arenosa</i> 5	<i>basquensis</i> 1

(*) Vgl. S. 969: BEMERKUNGEN ZU WEITEREN GATTUNGEN.

- belemnus* 17
Biantholithus 10
bidens 6
bifidus 8
bigelowi 1
bijugatus 3
billii 11
binodosus 10
bireticulata 5
Birkelundia 5
biskayae 3
bisulcus 15
Blackites 16
bobii 11
bollii 10
boulangeri 8
bozinovicae 15
Braarudosphaera 1
Braarudosphaeraceae 1
bramlettei 1
bramlettei 9
bramlettei 12
Bramletteius 22
bronnimanni 10
brotzenii 5
brouweri 9
brytika 3
bulbosus 1
calathus 20
calcaris 9
Calcidiscus (*)
Calciosoleniaceae 2
Calcitrema (*)
Calcylus 12
californicus 6
callidus 15
callosus 15
Calyptrolithus 7
Calyptrosphaeraceae 3
Campylosphaera (*)
candora 15
carinatus 20
cassum 20
Catinaster 12
cava 5
Ceratolithaceae 4
Ceratolithina 4
Ceratolithoides 4
Ceratolithus 4
challengeri 10
Chiasmolithus 6
Chiastozygus 20
Chiphragmalithus 20
ciperoensis 17
clathrata 18
Clathrolithus 3
clavatus 10
clavigera 16
coalitus 12
Coccolithaceae 5
Coccolithus 5
coenurus 15
colleti 10
colossicus 3
compacta 14
concauus 12
concinus 1
concinus 21
conglobatus 12
Conococcolithus (*)
consuetus 6
contortus 9
Corannulus 22
corniger 10
Coronaster (*)
Coronocyclus 22
corsena 19
Crassapontosphaera 13
crassus 2
crassus 9
craticulus 15
creber 16
crenulatus 1
Crepidolithus 13
Cricolithus 7
cristata 2
cristatus 4
cruciformis 7
cruciformis 9
Cruciolithus 7
Crucioplacolithus 7
cubensis 8
currens 9
cuspis 22
Cyclocalyptra 22
Cyclococcolithus 7
Cyclodiscolithus 7
Cyclolithella 7
Cyclolithus (*)
cyclopia 22
Cycloplacolithella (*)
Cycloplacolithus (*)
Daktylethra 3
danicus 6
danicus 1
danicus 15
daviesi 15
deflandrei 12
deflandrei 12
deflandrei 16
deflandrei 19
deflandrei 10
delicatus 8
delus 7
denticulatus 21
Diademopetra (*)
diastypus 8
Dictyococcites 15
dictyoda 15
digitosus 21
dilatus 9
dimorphosus 15
dinesenii 14
Discoaster 8, 9, 10
Discoasteraceae 8, 9, 10
Discoasteroides 8
Discolithina 13
Discolithus (*)
discula 1
distentus 17
distichus 18
distinctus 10
divaricatus 10
diversus 9
druggii 10
dubius 2
dubius 21
duocavus 3
duplex 12
durusradiatus 9
elegans 8
Ellipsodiscoaster (*)
ellipsoidea 19
Ellipsolithus 18
Ellipsoplacolithus 15
ellipticus 3
elongatus 16
Emiliana 15
eminens 15
entaster 1
Eodiscoaster 1
eograndis 6
Ericsonia 5

- Eudiscoaster* (*)
euphratis 14
exilis 10
exilis 13
expansus 6
extensus 10
falcatus 8
farnsworthii 20
Fasciculithaceae 11
Fasciculithus 11
faviformis 16
Favolithora 22
femurcentrum 5
fenestrata 5
fenestratus 8
figularia 16
fimbriata 13
flavius 7
floreus 8
floridus 8
flos 1
fluckigeri 12
fonicatus 1
fossilis 2
foveolata 15
fragilis 12
fulgens 22
furcatolithoides 17
Furcatolithus (*)
furcatus 9
furus 9
fusa 22
galerus 7
ganoretus 2
gartneri 15
gemmeus 8
gemmifer 10
Gephyrocapsa 15
germanicus 9
germanicus 22
gigas 6
Goniolithaceae 12
Goniolithus 12
gracilis 12
grandis 6
granulosa 19
Guttolithion 22
Gyrodiscoaster (*)
hamata 4
hamatus 9
hartmanni 19
- Hayella* 22
hayi 16
heimi 19
helianthus 8
helianthus 15
Helicopontosphaera 14
Helicosphaera (*)
Heliodiscoaster (*)
Heliolithaceae 11
Heliolithus 11
Heliorthus 21
Hemidiscoaster (*)
Hemihololithus 3
hemisphaerica 22
heptaradiatus 10
hermosus 22
hesslandii 15
heteromorphosus 17
hexalitha 1
Hexalithus 1
hilli 8
hirundinus 10
hohnensis 9
Holodiscolithus 3
hoschulzi 1
hyalina 14
Ilselithina 22
imbricata 1
imperforata 19
Imperiaster 9
inaequalis 1
incompertus 16
incomptus 8
inconspicuus 9
Indumenthalithus (*)
inflexa 7
inseadus 7
insignita 15
intermedia 14
inversus 20
inversus 7
inversus 22
involutus 11
iris 22
Isthmolithus 21
janii 11
joidesa 3
jucundus 9
jugata 5
junctus 21
kamptneri 4
- kamptneri* 14
kerabyi 3
koczyia 13
kuepperi 8
kugleri 9
laevis 15
Lanternithus 3
lateralis 1
lautus 9
lecali 1
lenticularis 8
leptoporus 7
leptos 7
levini 9
lidsii 10
lillianae 11
limbatus 10
Lithostromation 12
Lithostromationaceae 12
lodoensis 88
Lophodolithus 13
lophota 14
macellus 18
macroporus 3
malenus 2
Markalius 7
Marthasterites 9
Martiniaster 12
martinii 10
martinii 15
martinii 15
martinii 22
medius 6
mediosus 8
megastypus 8
membranaeformae 9
Micrantholithus 1
minimus 6
minutus 3
minutus 3
minutus 21
minutus 22
mirabilis 1
mirabilis 7
mirus 10
modestus 6
molaris 8
molengraaffi 8
monstratus 10
moori 16
moriformis 17

- multiradiatus* 7
multiradiatus 8
munitus 10
musicus 10
mutatus 7
Naninflula 16
Nannotetraster (*)
Nannotetrina 22
Nannoturbella (*)
narena 19
neoabies 17
Neococcolithus 21
neohamatus 9
neohelis 7
nephados 10
nitescens 22
nitidus 6
nivalis 10
nobilis 8
noelae 10
nonaradiatus 10
nudus 21
oamaruensis 6
oamaruensis 15
obliqua 14
obliquipons 13
obscurus 9
obtusus 1
obtusus 9
obruta 5
occultatus 15
onustus 15
Oolithotus (*)
operculata 19
operosus 3
operosus 12
ornata 3
ornatus 1
ornatus 8
Orthorhabdus 22
Orthozygus 3
ovalis 5
ovalis 16
pacificus 8
pacificus 17
panarium 13
papillata 14
papillatum 1
pappi 22
parallela 14
parisiensis 1
pauciperforata 5
pediculata 21
pelagica 19
pelagicus 5
Pemma 1
perch-nielsenasae 14
perdurum 12
Perforocalcinella (*)
Peritrachelina 3
perplexus 8
perpolitus 8
perversus 1
petasus 16
pinguis 1
plebeius 9
Polycladolithus 3
Pontosphaera 13
Pontosphaeraceae 13
prava 13
predistentus 17
Prinsiaceae 15
Prinsius 15
prionion 22
procerus 1
prolata 19
protenus 21
Pseudococcolithus (*)
pseudopulcher 13
pseudoradians 17
pseudoumbilica 15
pulcher 13
pulcheroides 13
pulchra 18
punctulata 3
pygmaea 13
pyramidus 1
pyramidus 21
pyrocyclus 22
quader 7
quadratus 22
quadriperforata 5
quinarius 8
quinqueramus 9
Quinquerhabdus 3
radians 17
radiatus 12
recta 14
rectipons 13
recurvus 21
rela 19
reliana 19
reginus 9
reticulata 14
reticulata 15
Reticulofenestra 15
reticulum 12
Rhabdolithus 16
Rhabdosphaeraceae 16
rhombiformis 2
Rhomboaster 22
richardii 11
ricoseta 19
rimosa 1
robustum 12
robustus 8
robustus 9
rosa 1
rosenkrantzii 21
Rotalithus 7
rotans 9
rotundum 1
rotundus 8
rugosus 4
rugosus 20
saepes 21
saipanensis 8
salebrosa 14
salisburgensis 8
saundersi 10
saxea 19
Scapholithus 2
schaubi 11
Scyphosphaera 13
sellii 14
seminulum 14
septemradiatus 10
serraculoides 22
serratus 22
sigmoidalis 13
simplex 3
simplex 12
singularis 5
situliformis 22
snavelyi 1
solidus 3
solitus 6
sparsus 10
Sphenolithaceae 17
Sphenolithus 17
spinosus 3
spinosus 16
spinulus 16

- splendidus* 8
staurion 7
stagnus 2
stellaris 12
stellulus 9
stradneri 1
stradneri 8
Stradnerius (*)
strictus 9
stylifera 16
subdeflandrei 10
subdisticha 5
sublodoensis 8
subpertusa 5
subrotundus 7
subsurculus 10
subtilis 19
Sujkowskiella (*)
surculus 10
Syracosphaera 18
Syracosphaeraceae 18
tamalis 9
tani nodifer 9
tani ornatus 10
tani tani 9
Tansinius (*)
tarosus 9
tarquinius 7
telesmus 4
tenuiforatus 5
tenuis 7
Tessellatolithus 19
Tetralithus 1
teutonicus 7
thomasi 11
Thoracosphaera 19
Thoracosphaeraceae 19
Tiarolithus (*)
tinguarensis 8
tonii 11
tortoniensis 9
tovae 15
Toweius 15
Transversopontis 13
Tremalithus (*)
triangularis 8
triangularis 12
Tribrachiatus (*)
tribrachiatus 9
tribulosus 17
tricorniculatus 4
tridenus 9
trinidadensis 10
trinus 8
tritius 5
Triquetrorhabdulaceae 20
Triquetrorhabdulus 20
Trochastrites 12
Trochoaster 12
truncata 14
truncus 1
tuberosa 19
tubifera 16
tumescens 9
turbinea 1
tympaniformis 11
ulii 11
umbilica 15
Umbilicosphaera 7
undata 1
unguineus 8
unipons 21
variabilis 10
variabilis 22
vastum 12
vesper 1
vitreus 16
wallichii 14
wemmelensis 8
woodringi 8
zigzag 13
Zygodiscus 13
Zygodolithus (*)
Zygrhablithus 3

LITERATURVERZEICHNIS

- DEFLANDRE G. & DEFLANDRE-RIGAUD M. (1967, 1970) — Fichier Micropaléontologique Général - Séries 17, 18, 20, 21, Nannofossiles calcaires I-IV, Editions du C.N.R.S., Paris.
 FARINACCI A. (1969) — Catalogue of Calcareous Nannofossils, vol. 1 & 2, Edizioni Tecnoscienza, Roma.
 LOEBLICH A. R. JR. & TAPPAN H. (1966, 1968, 1969, 1970) — Annotated Index and Bibliography of the Calcareous Nannoplankton.
 1966, I in *Phycologia*, vol. 5/2 & 3, pp. 81-216.
 1968, II in *Journal of Paleontology*, vol. 42/2, pp. 584-598.
 1969, III in *Journal of Paleontology*, vol. 43/2, pp. 568-588.
 1970, Manuskript.

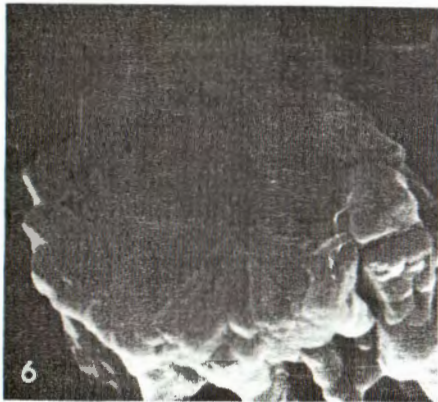
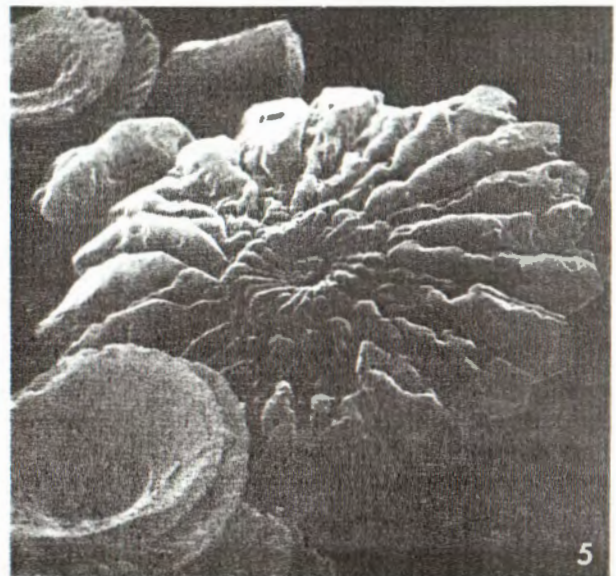
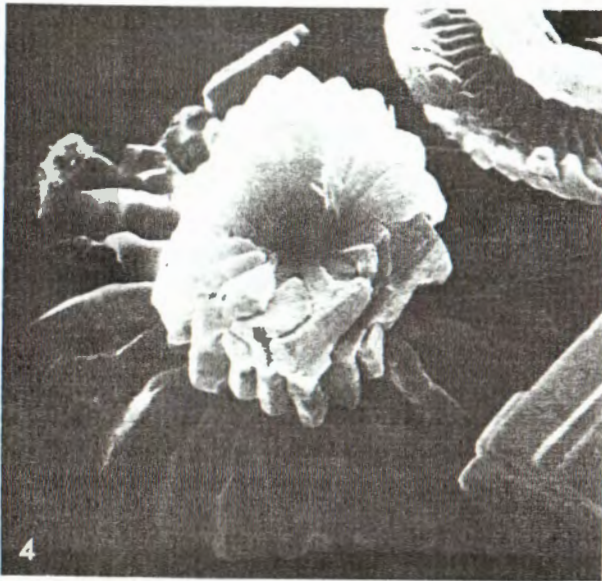
Alle benützte Literatur ist im « Annotated Index... » angeführt, die sich im Drucke befindlichen Arbeiten werden es sein.

TAFEL 1

Discoasteraceae-Fasciculithaceae

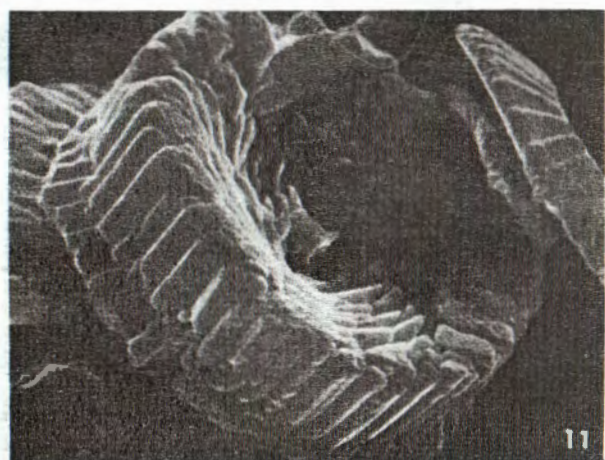
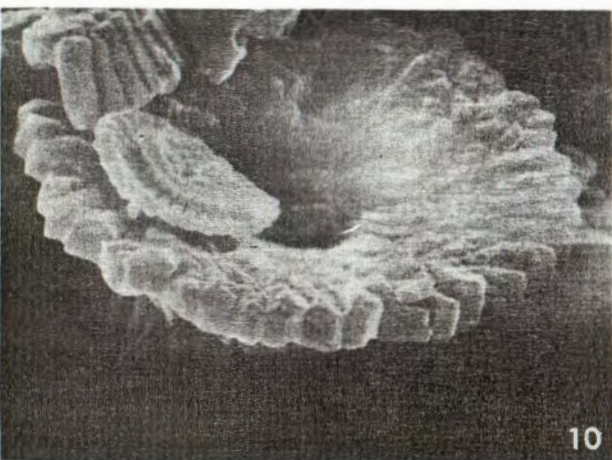
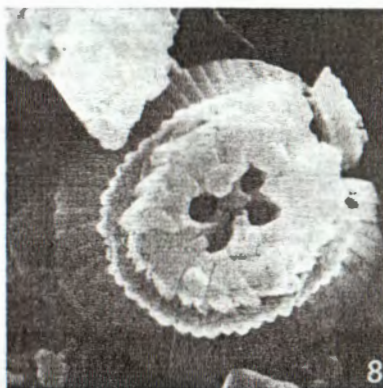
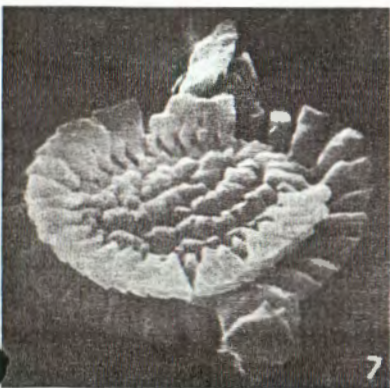
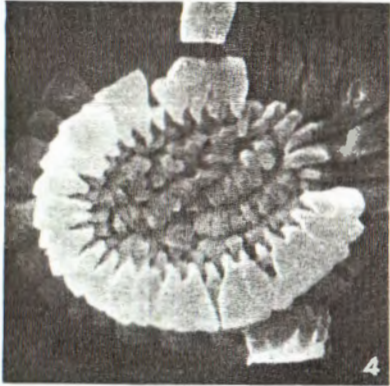
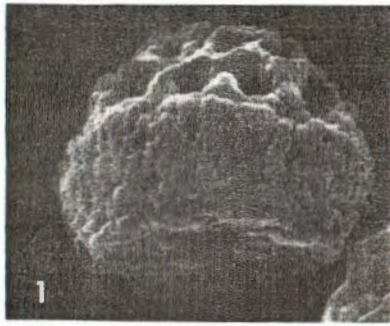
- Fig. 1, 4, 5 - *Discoaster multiradiatus*; 1: basale Ansicht, 4600 x, 45°, J 119-26. 4: basale Ansicht, 11000 x, 20°, J. 119-27. 5: distale Ansicht, 6600 x, 45°, J 119-26.
- Fig. 2, 3 - *Fasciculithus janii*; distale Seitenansichten. 2: 9700 x, 0°, J 119-37. 3: 9700 x, 0°, J 119-37.
- Fig. 6-8 - *Fasciculithus billii*; 6: basale Ansicht, 8600 x, 12°, J 119-37. 7: distale Ansicht, 7700 x, 12°, J 119-37. 8: distale Ansicht, 10000 x, 12°, J 119-37.

J 119-20 bis 37: Proben vom « Deep Sea Drilling Project », leg 12. Bucht von Biskaya, Cantabria Seamount, 45°01.90'N, 7°58.49'W.



TAFEL 2

- Fig. 1 - *Semihololithus biskayae*; J 119-37, 10000 x.
Fig. 2 - *Scapholithus apertus*; Distale Ansicht, 15000 x, 0°, J 119-26.
Fig. 3 - *Nannotetrina fulgens*; 2100 x, 0°, J 119-20.
Fig. 4, 7 - *Birkelundia arenosa*; Basale Ansichten. 4: 8000 x, 0°. 5: 7000 x, 45°, Mönchenversdorf, Nordwestdeutschland.
Fig. 5 - *Ellipsolithus distichus*; Distale Ansicht, 9000 x, 20°, J 119-27.
Fig. 6 - *Chiphragmalithus barbatus*; Basale Ansicht, 6200 x, 45°, Rosnaes, Dänemark.
Fig. 8, 9 - *Toceius eminens*; 8: distale Ansicht, 5500 x, 0°, J 119-25. 9: basale Seitenansicht, 7200 x, 45°, J 119-30.
Fig. 10, 11 - *Heliolithus cantabriae*; 10: distale Ansicht, 9000 x, 45°, J 119-32. 11: basale Ansicht, 10000 x, 45°, J 119-32.



ERRATA

- 941, links unten, sollte «komposit?» auf «ja» folgen
- 944, Linie 7 von oben: Ornamentation ein Loch...
- 945, Linie 10 von oben: *Semihololithus*
Linie 22 von oben: *Semihololithus*
- 946, Linie 1 von unten: *Semihololithus*
- 947, in Fig. 4: *Ceratolithus kamptneri*
- 953, zweite Reihe der Fig. 9, letztes Feld: *I. obscurus*
- 955, unterste Reihe der Fig. 11, drittes Feld: SEM-Untersuchungen am Typusmaterial von *H. riedeli* zeigen einen anderen Aufbau als den hier skizzierten, der deshalb als *Heliolithus* sp. bezeichnet wird.
unterste Reihe der Fig. 11, viertes Feld: SEM-Untersuchungen haben ergeben, dass die skizzierte Form nicht *H. kleinpelli* entspricht, sondern eine neue Art, *H. cantabriae*, darstellt.
- 957, unterste Reihe der Fig. 12, zweites Feld: *C. calyculus*
unterste Reihe der Fig. 12, drittes Feld: v in der oberen rechten Ecke