

**JAHRBUCH DER GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT**

---

**SONDERBAND 7**

**TERTIÄRE DISCOASTERIDEN  
AUS ÖSTERREICH  
UND DEREN STRATIGRAPHISCHE  
BEDEUTUNG**

**MIT HINWEISEN AUF MEXIKO, RUMÄNIEN UND ITALIEN**

**VON**

**H. STRADNER UND A. PAPP**



**WIEN 1961**

**EIGENTÜMER, HERAUSGEBER UND VERLEGER: GEOLOGISCHE BUNDES-  
ANSTALT, WIEN III, RASUMOFKYGASSE 23**

**ÖSTERREICHISCHE STAATSDRUCKEREI**

Die Autoren sind für Inhalt und Form des Textes und der Beilagen verantwortlich.  
Redaktion des Jahrbuches der Geologischen Bundesanstalt Prof. Dr. H. KÜPPER  
und Dr. G. WOLETZ.

Alle Rechte für In- und Ausland vorbehalten.

Jb. Geol. B. A.	Sonderband 7	S. 1—160	Wien, Oktober 1961
-----------------	--------------	----------	--------------------

# **Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und deren stratigraphische Bedeutung**

mit Hinweisen auf Mexiko, Rumänien und Italien

Von **HERBERT STRADNER** und **ADOLF PAPP**

Allgemeiner Teil: **ADOLF PAPP**

Paläontologischer Teil: **HERBERT STRADNER**

Stratigraphische Auswertung: **ADOLF PAPP** und **HERBERT STRADNER**

Mit 24 Textabbildungen, 42 Tafeln mit über 500 Figuren und 4 Tabellen

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	5
Summary .....	6
<b>I. ADOLF PAPP: Allgemeiner Teil</b>	
Problemstellung .....	7
Bemerkungen über die systematische Gruppierung von Discoasteriden .....	8
Voraussetzungen einer stratigraphischen Auswertung von Discoasteriden....	9
Wahl des Probenmaterials .....	9
Angaben über die stratigraphische Position der untersuchten Proben (1 Karte)	10
Grundlagen der stratigraphischen Gruppierung (1 Textabb. u. 2 Tabellen)....	22
<b>II. HERBERT STRADNER: Paläontologischer Teil</b>	
Einleitung .....	26
Allgemeines über Nannofossilien (1 Textabb.).....	27
Arbeitsmethoden:	
Aufbereitung der Materialien .....	29
Präparation (1 Textabb.) .....	33
Mikroskopie (1 Textabb.) .....	40
Dokumentation .....	42
Systematik:	
Über die Systematik der Nannofossilien.....	46
Discoasteriden-Systematik (6 Textabb. u. 1 Tabelle) .....	47
Braarudosphaeriden-Systematik (2 Textabb.) .....	59
Lithostromationiden-Systematik (1 Textabb.) .....	60
Beschreibung der gefundenen Arten (42 Taf. m. 531 Fig. u. 10 Textabb.)...	63
<b>III. ADOLF PAPP und HERBERT STRADNER: Stratigraphische Auswertung der Disco-</b>	
<b>asteridenvorkommen (1 Tabelle).....</b>	<b>137</b>
Artenverzeichnis .....	153
Literaturverzeichnis .....	155
Tafeln und Tafelerläuterungen.....	160

Die Drucklegung dieser Arbeit wurde durch finanzielle Unterstützung des Fachverbandes der Erdölindustrie Österreichs ermöglicht.

## Zusammenfassung

Nannofossilien (Kleinstfossilien) von Coccolithineen (Kalkgeißlern) im Tertiär Österreichs werden beschrieben, und Daten über ihre mögliche stratigraphische Verwendung werden vorgelegt.

Im ersten Teil der Arbeit behandelt A. PAPP die Geologie der Fundorte. Die Nannofossil-Vorkommen werden mit Foraminiferen-Vergesellschaftungen korreliert. An Hand der Aufeinanderfolge der Arten von *Globigerinoides* und *Orbulina* werden Hinweise auf die Stratigraphie des Neogens im Wiener Becken gegeben.

Im zweiten Teil bespricht H. STRADNER die für die Präparation von Nannofossilien, ihre Mikroskopie und ihre Dokumentation verwendeten Methoden. Die Systematik der sternförmigen Nannofossilien, ihre verwandtschaftlichen Beziehungen und ihre allgemeinen Grundzüge werden erörtert. Im beschreibenden Teil, der den größten Teil des zweiten Abschnittes einnimmt, werden 73 Arten von sternförmigen Nannofossilien, einige darunter neu, beschrieben. Mehr als 500 Zeichnungen auf 42 Tafeln und einige Mikrophotographien sind beigelegt. Neue Ergebnisse konnten in bezug auf die Orientierung der Asterolithen und ihre vermutliche Anordnung an der lebenden Zelle erzielt werden.

Im dritten Teil behandeln A. PAPP und H. STRADNER die Vergesellschaftungen von Nannofossilien und ihre Bedeutung für die Stratigraphie. Nannofloren mit hoher Prozentzahl von vielstrahligen Arten wurden als typisch für das Paläozän erkannt. Hohe Frequenzen von *Discoaster lodoensis* und *Marthasterites tribrachiatus* sind charakteristisch für das Unter-Eozän. Das Mittel-Eozän stellt die Zeit der optimalen Entfaltung der Discoasteriden dar. Ein merkliches Absinken der Arten- und Individuenzahl konnte im Ober-Eozän beobachtet werden. Oligozän-Proben und solche aus dem Unter-Miozän enthalten meist nur umgelagerte Nannofossilien. Im Mittel-Miozän (Torton) setzen neue Arten (*Discoaster challengerii*) mit schlanken Formen ein. Diese scheinen typisch für das Jungtertiär zu sein. Proben aus dem Tertiär von Mexiko zeigen eine kontinuierliche Entwicklung vom alttertiären *Discoaster deflandrei* zum jungtertiären *Discoaster challengerii*, womit auch Möglichkeiten für eine weltweite Korrelation von Schichten mittels Discoasteriden angedeutet sind.

Die bis Ende 1960 erschienene Fachliteratur wurde verwendet und zitiert.

## Summary

### TERTIARY DISCOASTERS FROM AUSTRIA AND THEIR STRATIGRAPHY, WITH REFERENCES TO DISCOASTERS FROM MEXICO, RUMANIA AND ITALY

Nannofossils of Coccolithophorids from the tertiary of Austria are described; data as to their possible stratigraphical use are submitted.

In the first part A. PAPP discusses the geology of the localities. The correlation of nannofossils with foraminifera-assemblages, on which their stratigraphical age relation was based, is carefully worked out. Hereby suggestions for the stratigraphy of the neogen of the Vienna basin are lined out; the succession of species of the genera *Globigerinoides-Orbulina* is described.

In the second part H. STRADNER discusses methods and techniques for the preparation of nannofossils, their microscopical examination and their documentation. The systematics of star-shaped nannofossils, their relationships and their general features are drawn up. Drawings of single elements (rays) and tables for the determination of species will support the classification. In the descriptive part (chapter II) 73 species of star-shaped nannofossils, some of them new, are dealt with. More than 500 drawings on 42 plates and also microphotographs were added. New results could be obtained as to the orientation of the asteroliths and how they were supposedly arranged on the surface of the living cells.

In the third part A. PAPP and H. STRADNER deal with the associations of nannofossils as they occur and their bearing upon the stratigraphy. Assemblages with high percentages of multi-rayed species were found to be typical for the paleocene. A large frequency of *Discoaster lodoensis* and *Marthasterites tribrachiatus* are characteristic for the lower eocene. The middle-eocene can be regarded as the time of the optimal development of discoasters. A remarkable decrease in number of species and individuals is to be observed in the upper eocene. The oligocene samples and also those from the lower miocene contain mostly reworked nannofossils. In the middle-miocene (tortonium) the onset of new species (e. g. *Discoaster challengerii*) points to a new optimum in the development of slender species, which seem to be typical for the late tertiary. Samples from the Tertiary of Mexico show a continuous development from the early tertiary *Discoaster deflandrei* to the late tertiary *Discoaster challengerii*, which points to possibilities of world-wide correlation by means of Discoasters.

Literature up to the end of 1960 is consulted and quoted.

## I. Allgemeiner Teil

VON A. PAPP, Wien \*)

### Problemstellung

Bei dem Versuch, die Grundlagen einer regionalen Stratigraphie im Tertiär zu erarbeiten ist von anderen Gesichtspunkten auszugehen, als bei der Gliederung räumlich begrenzter Schichtserien. Die als Zeiteinheiten aufzufassenden Epochen und Stufen sollen nach Möglichkeit über die Kontinente hinaus auf der ganzen Welt einheitlich erfaßt werden. Für eine interkontinentale Stratigraphie im Tertiär ist aber naturgemäß die Zahl der verwertbaren Organismengruppen relativ klein. Der Verfasser mußte sich (vgl. PAPP 1959) daher besonders auf planktonische Foraminiferen und Großforaminiferen stützen, wozu noch die Evolution der Säugetiere im Tertiär Leitkriterien ersten Ranges darstellen.

Die Fülle paläontologischen Materials, welches benthonische Organismen liefern, stammt vor allem von marinen Gastropoden und Bivalven. Diese eignen sich hervorragend für lokale Gliederungen, sie versagen aber als Leitformen für die regionale Stratigraphie. So beurteilt W. WENZ (Handbuch der Paläozoologie, 6, 1. Teil, S. 53), der beste Kenner des Materials, die Rolle mariner Gastropoden als Leitfossilien zurückhaltend: „Die marinen Gastropoden besitzen alles in allem trotz ihrer Häufigkeit keine besondere Eignung für diesen Zweck.“

Es bleibt daher das Bedürfnis bestehen, weitere Organismengruppen mit regionaler Verbreitung zu untersuchen. Leider treten hier immer methodische Schwierigkeiten hinzu. Vertreter nektonischer Organismen (z. B. Cephalopoden bei den Evertebraten, Knochenfische bei den Vertebraten) sind im Tertiär relativ selten oder langelig. Pteropoden bei den Mollusken wurden wiederholt beobachtet, doch fehlt eine vergleichende Sichtung des Materials. Somit bleiben jene marinen Organismen, die kleiner sind als der Durchschnitt der Foraminiferen. Dabei scheiden jene Gruppen aus, deren Untersuchung wegen ihrer Kleinheit spezielle optisch-physikalische Hilfsmittel voraussetzt. Von anderen, z. B. Skeletten von Radiolarien, sind im Mesozoikum und Tertiär bisher fast keine Formveränderungen bekannt. Bei den Diatomeen sind große taxionomische Schwierigkeiten zu überwinden, Silicoflagellaten sind relativ selten. Man mußte bei einer Gruppe, welche in die regionale Stratigraphie des Tertiärs mit Erfolg eingebaut werden kann, folgende Voraussetzungen erfüllt sehen:

1. Sichtbarkeit der Organismen selbst bei 100—200facher Vergrößerung.
2. Sichtbarkeit der taxionomisch wichtigen Merkmale bei Vergrößerungen bis zu 1800fach.
3. Optimale Häufigkeit.

\*) Anschrift: Prof. Dr. Adolf Papp, Paläontologisches Institut der Universität, Wien I, Dr. Karl Lueger-Ring 1.

4. Möglichst leichte Präparation bzw. Anfertigung der Präparate.

5. Organismen mit planktonischer Lebensweise, bei welchen die Voraussetzung regionaler Verbreitung gegeben ist.

Bei Sichtung des einschlägigen Materials fiel die Wahl auf die Gruppe der Discoasteriden. Ihre Größe entsprach den in Punkt 1 und 2 gegebenen Voraussetzungen (vgl. S. 27). Die Häufigkeit des Auftretens ist, besonders im Paläogen, sehr groß und entspricht allen Anforderungen. Ebenso waren die Voraussetzungen für Punkt 4 (vgl. S. 33) und 5 (vgl. S. 26) gegeben. Somit scheinen die Discoasteriden eine jener Gruppen marin-planktonischer Organismen zu sein, deren Bearbeitung am ehesten einen Beitrag für die regionale Stratigraphie des Tertiärs zu liefern verspricht.

Wenn in den bisherigen Ausführungen in erster Linie die stratigraphischen Gesichtspunkte herausgestellt wurden, so aus dem Grunde, weil sie der unmittelbare Anlaß zur Bearbeitung der Discoasteriden aus österreichischen Vorkommen waren. Der für die Beurteilung fossiler Organismen größere Wert liegt jedoch auf der Schilderung der morphologischen Eigenart von Resten, die in den Meeren des Tertiärs eine wesentliche Rolle gespielt haben. Da die Bearbeitung dieser Fossilien eine Fülle neuer Erkenntnisse versprechen mußte, so schien ihre Beschreibung, auch als reine Dokumentation von wesentlicher Bedeutung.

## Bemerkungen über die systematische Gruppierung von Discoasteriden

Als Grundlage jeder Auswertung muß die systematische Gruppierung gelten. Diese stößt bei den Discoasteriden auf besondere Schwierigkeiten. Das einzelne Objekt kann nur als Teil eines größeren Skelettverbandes gelten. Es dürften, wie bei anderen Coccolithineen, die einzelnen Discoaster-Körper die Oberfläche eines einzelligen Organismus bedeckt haben (vgl. LECAL 1952).

Für den Aufbau einer Systematik der Discoasteriden bildet der Mangel an Kenntnissen des rezenten Materials die empfindlichste Lücke. Es liegen fast keine Beobachtungen vor, ob und in welchen Grenzen die Form der Discoasteriden-Kalkkörperchen je nach der Lage an einem Organismus variieren kann, bzw. in welchen Grenzen die Skelettkörper bei verschiedenen Individuen Unterschiede zeigen. Skelettverbände fossiler Discoasteriden wurden bisher noch nicht in Einzelheiten beschrieben. Da, wie bereits angedeutet, die fossilen Discoasteriden-Skelettkörper nur als isolierte Elemente beobachtet werden können, war bei einer systematischen Gruppierung nur der Weg zur Bildung künstlicher Arten gangbar. Die Analyse reichen Materials stellt nun den Bearbeiter vor die Wahl, entweder eine sehr große Zahl von Namen für die zahlreichen unterscheidbaren Formen einzuführen, oder den künstlichen Arten eine gewisse Variationsbreite zuzubilligen. In dieser Studie wurde, gleichsinnig mit früheren Sachbearbeitern, die zweite Möglichkeit gewählt. Neue Namen wurden nur dort vergeben, wo eine zwingende Notwendigkeit empfunden wurde.

Es erübrigt sich, zu bemerken, daß auch bei den Discoasteriden die Phase einer extremen Aufspaltung eintreten wird, es ist jedoch die Ansicht der



Verfasser, daß damit allein kein nennenswerter Fortschritt zu erzielen ist. Eine prägnantere Formulierung der Art kann erst dann erfolgen, wenn genügend Kenntnisse über rezentes Material zugänglich sind.

Da in vorliegender Arbeit vor allem eine Materialdokumentation als Beitrag zu weiteren Studien erstrebt wurde, so war auf die möglichst eingehende Schilderung der zu einer Art vereinigten Individuen Wert zu legen, um einen Überblick der Variationsbreite zu vermitteln.

## Voraussetzungen einer stratigraphischen Auswertung von Discoasteriden

Das Schrifttum über das Vorkommen von Discoasteriden in den einzelnen Epochen und Stufen der verschiedenen Regionen ist lückenhaft. Daher war kein geschlossenes Bild der Verbreitung zu gewinnen. Somit bleiben zwei Möglichkeiten für die stratigraphische Verbreitung offen:

1. Die einzelnen Arten haben eine relativ große, nur empirisch zu erfassende, zeitliche Verbreitung.

2. Die einzelnen Arten selbst leben nur kurze Zeitspannen, aber die Skelettkörper werden vielfach in jüngere Ablagerungen eingeschwemmt und umgelagert (vgl. BRAMLETTE 1954 u. 1959).

Eine Entscheidung, welche der beiden Möglichkeiten zutrifft ist am Material von Discoasteriden selbst nicht zu treffen. Durch die Erhaltung sind bei einer eventuellen Umlagerung keine charakteristischen Veränderungen an den Objekten zu erwarten. Die Umlagerung kann in ähnlicher Form vor sich gehen wie bei fossilen Sporen, die in kleinen Sediment- bzw. Tonpartikeln eingelagert, durch den Transport keinerlei Beschädigung erfahren. Auch bei Foraminiferen ist die Tatsache einer Umlagerung an der Erhaltung der Fossilien, besonders wenn subaquatische Materialbewegungen bei der Sedimentation beteiligt waren, oft schwer nachzuweisen.

Für eine stratigraphische Auswertung von Discoasteriden wird die Beantwortung dieser Fragen von sekundärer Bedeutung, wenn man nur das Neuauftreten von Formtypen berücksichtigt. Eine Entwicklungstendenz der Discoasteriden vom Paleozän bis in das Pliozän ist unverkennbar. Sobald wir nur das Erstauftreten neuer, aus dem Bauplan älterer Formen ableitbarer Typen stratigraphisch berücksichtigen, tritt der Zwang zur Stellungnahme zurück, ob ältere Formen umgelagert sind oder persistieren. Bei der stratigraphischen Beurteilung der Discoasteriden muß daher dem allgemein gültigen Prinzip des Erstauftretens ausschließlich Rechnung getragen werden. Wollte man die persistierenden Formtypen einer Flora bei der stratigraphischen Beurteilung mit heranziehen, so wäre eine stratigraphische Auswertung des Materials von vornherein aussichtslos.

## Wahl des Probenmaterials

In der Vergangenheit wurde bei Bearbeitung neuen Materials sehr oft von typischen Faunen oder Floren ausgegangen, wobei die Abgleichung mit den stratigraphisch sicher eingestuften Vorkommen vernachlässigt wurde.

Das reiche Vorkommen von Discoasteriden gestattet uns die Auswahl von Proben, deren stratigraphische Stellung gut fundiert ist.

Es wurde bei der Auswahl des Probenmaterials folgenden Gesichtspunkten besondere Aufmerksamkeit gewidmet:

1. Eine sichere zeitliche Einstufung des Probenmaterials ermöglicht das präzisere Erkennen von Entwicklungstendenzen.

2. Nur eine stratigraphisch gut belegte Grundlagenforschung bereitet die stratigraphische Auswertbarkeit einer Gruppe vor.

Daraus ergab sich zwangsläufig die Zusammenarbeit des Paläobotanikers mit dem Stratigraphen, wobei die Verantwortung für die stratigraphische Beurteilung des Probenmaterials dem Stratigraphen zufallen mußte.

Das Probenmaterial wurde nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt:

1. Proben, deren Alter durch paläontologische Bearbeitung verschiedener Organismengruppen gesichert erscheint.

2. Proben von Typuslokalitäten einzelner Stufen als Ergänzung.

3. Proben, deren Fossilmaterial (besonders Foraminiferen) wegen der reichen Discoasteridenflora in diesem Zusammenhang neu bearbeitet wurde und eine befriedigende stratigraphische Beurteilung ergab.

Alle Proben, auch jene mit reicher Discoasteridenflora, über deren stratigraphische Position keine volle Klarheit zu gewinnen war, wurden in vorliegender Studie nicht berücksichtigt. Die Bearbeitung des Materials ergab, besonders wegen der stratigraphischen Anforderungen, kombiniert mit der Güte der Erhaltung, eine starke Reduktion der Probenzahl zugunsten der Qualität. Die Verfasser hoffen aber trotzdem, außer der Beschreibung der Discoasteriden eine verwertbare Dokumentation als Grundlage für weitere stratigraphische Untersuchungen vorlegen zu können.

## Angaben über die stratigraphische Position der untersuchten Proben

Im folgenden möge eine detailliertere Darstellung über die stratigraphische Position der einzelnen Proben gegeben werden. Das wesentliche Probenmaterial stammt aus Vorkommen in Österreich. Um das Bild abzurunden, bzw. um weitere Untersuchungen anzuregen, mußten jedoch auch Vorkommen aus anderen Gebieten herangezogen werden. Diese Proben werden im folgenden ebenfalls angeführt.

### Proben aus dem Palaeogen

Die Nomenklatur der Stufengliederung im Palaeogen wird derzeit verschieden beurteilt. Es ist in diesem Rahmen nicht auf die verschiedenen Ansichten, die in der neueren Literatur vertreten werden, einzugehen. Es muß aber eine Präzisierung der hier verwendeten Termini erfolgen mit dem Versuch, die Terminologie so aufzubauen, daß sie auch nach einer Phase der Klärung bzw. Einigung verständlich bleibt.

Im Grenzbereich Kreide—Tertiär ist im Gebiet der Tethys ein Globigerinen-Horizont mit *G. daubjergensis* BRÖNNIMANN vorhanden. Die Zuordnung

dieses Bereiches zum Dan in irgendeiner Form ist sehr wahrscheinlich, die Frage nach der Zuordnung des Dans in die Kreide (Mesozoikum) oder in das Paleozän (Tertiär) wird verschieden gehandhabt. Wir sehen in diesem Zusammenhang keine Veranlassung, diese Frage eingehender zu erörtern. Wohl aber möge betont werden, daß wir ausschließlich den Globigerinenbereich mit dem Dan parallelisieren.

Im Raum der Tethys wurde von HOTTINGER & SCHAUB 1960 der Versuch gemacht, die Nomenklatur den Gegebenheiten anzupassen. Mit der Einführung des Ierdien wurde das nummulitenführende obere Paleozän erfaßt. Es folgt das Cuisien oder Unter-Eozän. Im Liegenden befindet sich Paleozän ohne Nummuliten. Um einer Stellungnahme der Zuordnung des Montium auszuweichen, verwenden wir die Termini „Jüngeres Paleozän“ für das Ierdien und „Älteres Paleozän“ für die Schichtenreihe zwischen dem Globigerinenbereich (Dan) und dem Ierdien. Je nach Bedarf könnte dieser offenen Nomenklatur das Dan als basales Paleozän angeschlossen werden.

Für die Gliederung des Eozäns bietet die von HOTTINGER & SCHAUB 1960 vorgeschlagene Gliederung die Grundlage. Wir bevorzugen auch hier die offene Nomenklatur, da die Abgrenzung des Biarritzien in Österreich noch nicht befriedigend gelöst ist (vgl. Zusammenstellung der Termini im Paläogen).

Im Oligozän wird nur auf das ausgeprägte zentrale Schichtglied der Tonmergelstufe, die irgendwie dem Rupel entsprechen dürfte, Bezug genommen.

#### Zusammenstellung der Termini im Palaeogen

Oligozän	Tonmergelstufe (Rupel)
Oberes Eozän	(Ledien + Wemmelen)
Mittleres Eozän	(Lutétien + Biarritzien)
Unter-Eozän	(= Cuisien)
Jüngeres Paleozän	(= Ierdien)
	mit Nummuliten.

Älteres Paleozän ohne Nummuliten mit *Truncorotalia*

Globigerinenbereich ohne *Truncorotalia*

Globigerinenbereich mit *Globigerina daubjergensis*.

#### Proben aus dem Palaeogen der Vorberge des Untersberges (SW Salzburg, Kalkalpen)

Die reiche planktonische Foraminiferenfauna ließ einige Proben aus dem Material des Palaeogens aus den Vorbergen des Untersberges für die Untersuchung der Discoasteriden wertvoll erscheinen.

#### Eitelgraben, Probenserie 18 a—f

Die Proben 18 d, e, f haben eine individuenreiche Planktonfauna mit Globotruncanen, ohne Discoasteriden bzw. Eudiscoasteriden.

Zwischen den Proben 18 d und e (Station 181) ist das Erstauftreten der Truncorotalien mit kleinwüchsigen Formen der *G. (Truncorotalia)*

*velascoensis oclusa* L. & T., *Globigerina velascoensis* CUSHMAN, *Globigerina trilocolinoides* PLUMMER bemerkenswert. Altersstellung: Älteres Paleozän.

Die im Profil folgenden Proben (Station 180 und 18 c) zeigen eine etwas jüngere Foraminiferenfauna, der Altersunterschied gegenüber der vorhergehenden dürfte aber gering sein. Altersstellung: Älteres Paleozän.

Die Proben 18 a und 18 b haben reiche Planktonfaunen mit Truncorotalien, wie *G. (Truncorotalia) aequa* und *G. (Truncorotalia) simulatilis* (SCHWAGER). Altersstellung: Jüngeres Paleozän (Ilerdien).

### Kühlgraben

Kühlgraben, Probe 1 (PAPP 1959). Rote Mergel mit *G. (Truncorotalia) marginodentata* SUBBOTNA. Altersstellung: Jüngeres Paleozän.

Kühlgraben, Probe 2 (PAPP 1959, Station 6 und 7) = Unter-Eozän bzw. unteres Cuisien.

### Michelberg, Niederösterreich

Dieser in der Waschbergzone gelegene Fundort ist durch das Vorkommen von *Nummulites partschii* seit langem bekannt. Altersstellung: Unter-Eozän bzw. jüngeres Cuisien.

Die im folgenden zu erwähnenden Proben umfassen Horizonte des mittleren Eozäns, die auch in Österreich durch eine optimale Fossilführung ausgezeichnet sind und daher die am längsten bekannten Faunen lieferten.

### Proben aus dem Helvetikum nördlich Salzburg

Durch das Entgegenkommen der Rohoel-Gewinnungs A. G. Wien<sup>1)</sup> wurde den Verfassern Material aus dem Helvetikum nördlich Salzburg zugänglich. Über die tektonische Auflösung des Helvetikum in diesem Raum vgl. TRAUB 1953 und ABERER & BRAUMÜLLER 1958. Eine Übersicht der gegenseitigen Lage der Proben gibt Abb. 1.

### Mattsee, Station Nr. 130 und Station Nr. 138

Beide Vorkommen sind nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. K. Gohrbandt durch das Vorkommen von *Globorotalia aragonensis* NUTALL in den Bereich unteres Lutet einzustufen. Es handelt sich um gelbliche, leicht schlämbbare Mergel, die durch ein überaus reiches Vorkommen planktonischer Organismen ausgezeichnet sind.

### Holzhäusel (? Cuisien-Lutet)

Lage: Probenserie aus Gräben bei Holzhäusel, 1 km östlich Mattsee (Station 1, 36, 37 und 105)<sup>2)</sup>.

Fossilführung: Die Foraminiferenfauna ist durch das reiche Vorkommen planktonischer Formen ausgezeichnet. Wichtige Arten sind *Hanikenina (Aragonella) mexicana* CUSHMAN und *Hastigerinella eocaenica* NUTALL (vgl. ABERER & BRAUMÜLLER 1958, S. 14).

<sup>1)</sup> Herrn Dr. R. JANOSCHEK und Herrn Dr. E. BRAUMÜLLER erlaubt sich der Verfasser auch an dieser Stelle für das verständnisvolle Entgegenkommen zu danken.

<sup>2)</sup> Die Stationsbezeichnungen beziehen sich auf die Kartierungsnummern der Rohoel-Gewinnungs A. G., Wien.

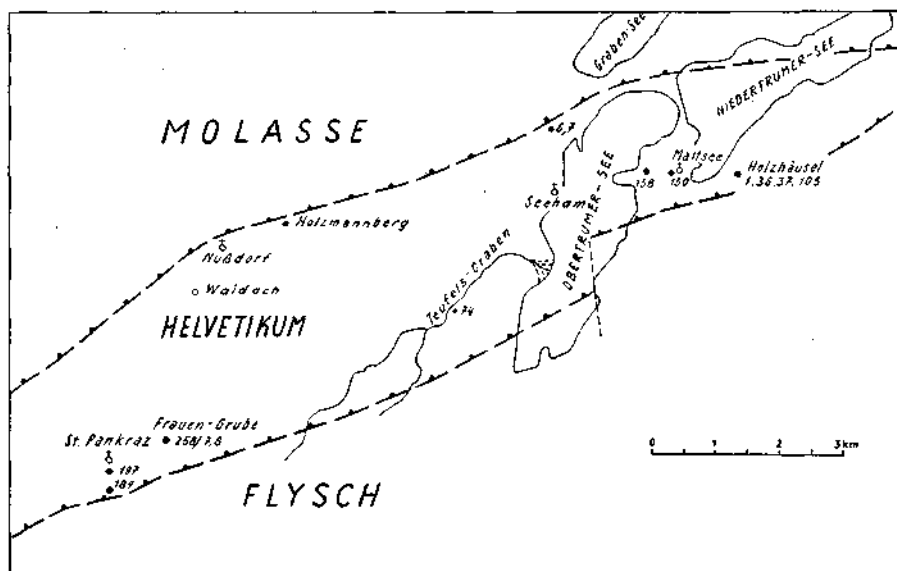


Abb. 1: Lageskizze der Stationen im Helvetikum nördlich Salzburg (nach Unterlagen von ABERER & BRAUMÜLLER 1958).

**Stratigraphische Stellung:** Für diese Vorkommen ist ein obereozänes Alter auszuschließen. Es handelt sich um Lutet, wobei Straten mit höherem Alter (Cuisien nach HOTTINGER & SCHAUB 1960, früher oberes Ypresien) beteiligt sein könnten.

#### Holzmannberg (Lutet)

**Lage:** Die Aufschlüsse am Fahrweg 0-8 km nordöstlich der Ortschaft Nußdorf im Oichtental gelegen befinden sich unmittelbar an der Alpenrandstörung.

**Gestein:** Gelbe, leicht verwitternde Mergel.

**Fossilführung:** Die Mergel am Holzmannberg zeichnen sich durch einen bemerkenswerten Reichtum alttertiärer Großforaminiferen aus. Dominierend sind *Assilinen* (*Assilinen*-Mergel), und zwar *Assilina exponens* SOWERBY in typisch entwickelten Formen.

**Stratigraphische Stellung:** Die Vorkommen von *Assilinen*-Mergeln am Holzmannberg wurden von TRAUB 1953 beschrieben, ebenso von ABERER & BRAUMÜLLER 1958. Sie wurden als Adelholzer Schichten bezeichnet und in das mittlere Eozän (Lutet) als Äquivalente der Schwarzerzschichten vom Kressenberg, Deutschland, eingestuft. Im Hangenden befinden sich Stockletten.

Nach SCHAUB 1955 tritt *Assilina exponens* im unteren Lutet auf und reicht, wenn wir die Gliederung von LEUPOLD u. a., übernehmen, bis in das mittlere Lutet. Somit kommt für eine Einstufung der *Assilinen*-Mergel höchstens das mittlere Lutet in Frage. Diese Feststellung ist für die Beurteilung des Alters der Stockletten im Hangenden von Bedeutung.

## Stockletten im Hangenden der Assilinschichten

St. Pankraz im Oichtental, Station 197:

Oberstes Ende des Graben E Schlöbl WSW Hochberg. Im Hangenden der Nummulitenkalksandsteine (Schwarzerz-Schichten), 300 m südlich der Kirche St. Pankraz.

Seeham am Obertrumersee, Station 6 und 7:

N Seeham an der Straße Seeham—Fraham, E Eisenharting. Die Proben stammen von einem Vorkommen von Stockletten knapp an der Überschiebungslinie Helvetikum—Molasse 1 km nördlich der Kirche Seeham.

Station 74:

Im Teufelsgraben 2.5 km südwestlich der Kirche Seeham  
Oichtental, Station 258/7 und 258/8:

Im Gebiet der Frauengrube, 1 km nordöstlich der Kirche St. Pankraz (siehe Abb. 1).

Gestein: Die Stockletten im Hangenden der Assilinschichten bilden im Helvetikum Westösterreichs den Abschluß der eozänen Schichtenfolge. Abgesehen von den untersten dunkelgrauen, grobsandigen, glaukonitischen Lagen wird er von einheitlich hellgrünlich-grauen, wenig sandigen Tonmergeln bis Mergeln gebildet.

Fossilführung: Vorwiegend *Globigerinen*.

Stratigraphische Stellung: Der Stockletten wurde vielfach in das Ober-Eozän eingestuft. Bei den hier genannten Stationen dürfte jedoch oberes Lutet (bzw. Biarritzien) vertreten sein. Über die Frage, ob und in welchem Umfang Obereozän beteiligt ist, sind derzeit von verschiedener Seite in Angriff genommene Studien im Gange. Nach der Foraminiferenfauna ist für die Proben Seeham (Station 74) und Oichtental (258/8) oberes Lutet s. l. anzugeben.

## Ernstbrunn, Niederösterreich

In dem von Kote 289 am Westrande von Ernstbrunn nach Norden ziehenden Hohlweg stehen an der westlichen Wegseite verwitterte dunkle Tone mit Gips an (vgl. R. GRILL 1953). Die Mikrofauna ist reich und enthält u. a.

*Globigerina ampliapertura* BOLLI

*Globigerina unicava* BOLLI [Catapsydrax]

*Globigerina globularis* ROEMER (= *G. cf. trilocolinoides*)

*Globigerina venezuelana* HEDBERG

*Globigerina yeguaensis* WEINZIERN & APPLIN.

Alle genannten Arten sind häufig und typisch.

Diese Schichten wurden als *Globigerinenschichten* beschrieben (R. GRILL 1953). Sie sind eine charakteristische Entwicklung des Ober-Eozäns der Waschbergzone im nördlichen Niederösterreich.

### Vergleichsproben aus Mexiko und aus Frankreich:

Die aus dem Tertiär von Mexiko stammenden Proben wurden von Herrn Dir. Dr. H. KÜPPER den Verfassern in zuvorkommendster Weise zur Verfügung gestellt.

Aragon,

Probe mit *Hantkenina dumblei* wahrscheinlich unteres Mittel-Eozän. Es muß darauf hingewiesen werden, daß in dem Probenmaterial von NUTALL ältere Faunen (Unter-Eozän) vorkommen. Die Aragon-Formation dürfte daher bis in das Mittel-Eozän reichen.

Guyabal,

Proben mit typischen Plankton-foraminiferen des Mittel-Eozäns.

Chapotepec,

Probe mit *Hantkenina alabamensis*, Ober-Eozän.

Palma Real,

Probe mit *Globigerina globularis* und *G. unicava*, Oligozän.

Alazan,

Probe mit reichem Vorkommen von *Globigerina unicava*, Oligozän.

Coatzintla,

Probe mit *Globigerinoides trilobus* und *Globigerina venezuelana*, Unter-Miozän (früher Ober-Oligozän).

Biarritz,

Villa Chambre d'Amour, Material DROOGER<sup>1)</sup>, Utrecht Nr. BZ 22, Ober-Eozän.

Die Wahl dieser Proben wurde von der Überlegung bestimmt den Vergleich von Discoastridenfloreu diesseits und jenseits des Atlantiks anzubahnen.

### Bohrung Puchkirchen I (Oligozän-Tonmergelstufe)

Teufe: 2474 m.

Gestein: Dunkelgraue, staubglimmerige, festgelagerte Tonmergel.

Fossilführung: Die Tonmergelstufe ist an Makrofossilien relativ arm, die Mikrofauna ist formenreicher. Typische Vertreter sind: *Loxostomum chalkophilum* HAGN, *Chilostomella ovoidea* REUSS, *Globigerina bulloides* D'ORB. u. a.

Stratigraphische Stellung: Die Tonmergelstufe bildet in der älteren Molasse das zentrale Schichtpaket des Oligozäns und wird allgemein in das Rupel gestellt (vgl. ABERER 1958).

Bemerkungen: Die Schichtserien des Oligozäns sind in Österreich relativ arm an Discoasteriden, eine Beobachtung, die auch in anderen Regionen (vgl. BRAMLETTE & RIEDEL 1954, S. 389 unten) gemacht wurde. Aus diesem Grunde wurden Proben aus typischen Rupel-tonen von Boom und von Biarritz (Villa Chambre d'Amour) untersucht. Leider waren in den Proben der klassischen Vorkommen keine verwertbaren *Discoasteriden*-floreu enthalten.

<sup>1)</sup> Herrn Dr. C. W. DROOGER, Utrecht, möchte der Verfasser für die Überlassung des Probenmaterials auch an dieser Stelle danken.

### Bohrung Texing 1 (Oligozän-Tonmergelstufe)

Teufe: 20 m.

Die Bohrung Texing wurde im Bereich des inneralpinen Tertiärs angesetzt. Die Verfasser danken der Generaldirektion der Österr. Mineralöl-Verwaltung, besonders Herrn Prof. Dr. Dr. mont. h. c. K. FRIEDL für die Erlaubnis zur Benützung des Probenmaterials.

Diese Bohrung durchörterte in ihrem obersten Teil Ablagerungen des „Inneralpinen Tertiärs“, die im Flysch eingeschuppt sind. Sie entsprechen dem nahegelegenen „Molassefenster von Rogatsboden“, wo die gleichen Schichten anstehen (vgl. PREY 1957), für die eine Einstufung in das ältere Oligozän als gesichert gelten kann (vgl. PREY 1957, S. 303—305). Speziell die durch K. KOLLMANN bearbeiteten Ostracoden zeigten im Vergleich zu den Molasse-Bohrungen, daß unteroligozäne Arten vorherrschen.

### Zur Nomenklatur des Neogens im Wiener Becken

Um den Bedürfnissen der Stratigraphie im Wiener Becken Rechnung zu tragen, wurde von KAPOUNEK, PAPP & TURNOVSKY 1960 vorgeschlagen, eine entsprechende neue Nomenklatur einzuführen. Die Grenzen der international gebräuchlichen Stufennamen sind in den Profilen des Wiener Beckens nicht zu definieren. Die Äquivalenz der als Torton bezeichneten Ablagerungen im Wiener Becken mit den Tonen des Stratotyps (Umgebung von Tortona, Norditalien) ist nicht gegeben. So bleibt als einziger Ausweg um weitere Mißverständnisse zu vermeiden die Einführung einer den Gegebenheiten des Raumes angepaßten Nomenklatur (vgl. Tabelle 1).

### Laa a. d. Thaya (NÖ.) (Miozän)

Lage: Große Ziegeleien im Osten des Ortes.

Gestein: In der untersten Abbaustufe der Ziegelgruben stehen graue Tone mit großem Glimmergehalt vom Typus des „Schliers“ an. In den Hangendschichten wird der Sandgehalt größer. Die Proben stammen aus dem Schlierbereich.

Fossilführung: In der Foraminiferenfauna fehlen alle Leitformen der „tortonischen Faunen-Ingression“. Als gute Leitformen können *Uvigerina bononiensis primiformis* PAPP & TURNOVSKY und *U. parkeri breviformis* PAPP & TURNOVSKY genannt werden. Die Molluskenfauna, besonders Vertreter der Gattung *Pirenella*, zeigen die engsten Beziehungen zu Vorkommen in der Korneuburger Bucht (vgl. PAPP 1952).

Stratigraphische Stellung: Die Schlier-Vorkommen bei Laa a. d. Thaya sind die typischen Vorkommen der Laaer Serie (oberes Helvet). Die faunistischen Differenzen zu den in die Badener Serie (Torton) gerechneten Vorkommen des Wiener Beckens sind nicht zu verkennen.

### Bohrung Korneuburg 1 (Miozän)

Lage: Korneuburg im Korneuburger Becken, NW Wien gelegen. Die Bohrung Korneuburg 1 nordwestlich Tresdorf befindet sich in einem Abstand von etwa 700 m vom westlichen Randbruch (vgl. GRILL 1953).

Gestein: Graublau plastische Tone.

Fossilführung: Die Sedimente des Korneuburger Beckens führen eine reichere, allerdings meist ungünstig erhaltene Molluskenfauna von älterem



Epochen und Stufen		Molasse nördlich der Donau	Waschberg-Zone und neogene Teilbecken	Wiener Becken österreichischer Anteil
MIOZÄN	MESSI- NIANO	Hollabrunner Schotterkegel Tone von Mariathal		PANNON
		Sande und Tone von Hollabrunn und Ziersdorf		SARMAT
	TORTON	Transgressive Ablagerungen in der Fazies des Badener Tegels		Torton im Wiener Becken BADENER SERIE
		LAAER SERIE (Laa a. d. Thaya, Platt, Neudorf) Wildendürnbach K 4, 720 m	Korneuburger Becken (Niederkreuzstetten, Stetten u. a.) Einsenkung des Teilbeckens	KARPATISCHE bzw. LAAER SERIE Bereich mit <i>Uvigerina bononiensis</i> primiformis
		Wildendürnbach K 4 850—1535 m		LUSCHITZER SERIE Fischschiefer <i>Elphidien-Cibicides</i> -Schlier <i>Cyclammmina-Bathysiphon</i> -Schlier Schlier—Basis—Schutt
	BURDIGAL HELVET	EGGENBURGER SERIE Absdorf 2, 850—865 m Staatz 1, 1697—1745 m Fallbach 2, 1280—1360 m Wildendürnbach K 4, 1535—1616 m	Schiefriger Tonmergel (Auspitzer Mergel) partim	Großkrut 5 964—1008 m
		AQUITAN	Schokoladebrauner Schlier in Bohrung Absdorf 2 MELKER SERIE	Kalkmergel der MICHELSTETTENER SCHICHTEN Tonmergel von NESVACILCA
OLIGOZÄN				
OBER-EOZÄN		GLOBIGERINEN-MERGEL und BRUDERNDORFER-SANDE		

Tabelle 1: Grundzüge der Gliederung von Oligozän und älterem Miozän in Niederösterreich nördlich der Donau

Gepräge als jene des Badener Tegels. Die Foraminiferenfauna ist relativ arm. *Quinqueloculina*, *Elphidium*, *Nonion commune* (d'ORB.), *Rotalia beccarii* (L.) stellen den Hauptteil der Faunen, die eine durch abnormalen Salzgehalt beeinflusste Verarmung erkennen lassen (vgl. GRILL 1953, S. 98).

Stratigraphische Stellung: Die Badener Serie im Wiener Becken wird, wie noch auszuführen sein wird, durch die Ingression optimal entwickelter Foraminiferenfaunen charakterisiert. In ihrem Liegenden befinden sich Schichtserien, die eine arme Fauna vom Typus jener der Bohrung Korneuburg I haben. Diese Schichten wurden früher als Helvet (bzw. Oberhelvet) bezeichnet. Sie sind der Laaer Serie äquivalent.

#### Frättingsdorf, Ziegelei (Miozän)

Lage: In Frättingsdorf, an der Straße Mistelbach—Laa, 8.5 km NW von Mistelbach gelegen, befindet sich eine größere Ziegelei an der Straße.

Gestein: Blaue Tone, vom Typus der Badener Tegel.

Fossilführung: Neben dem reichen Vorkommen von Kleinforaminiferen, welches dem Formentypus der Lagenidenzone GRILL 1941 u. 1943 entspricht, ist die reiche Diatomeenflora auffallend. Mollusken und andere Megafossilien sind hier sehr selten.

Die Vergesellschaftung planktonischer Foraminiferen ist bemerkenswert. Eine Auszählung ergab folgende Prozentzahlen:

<i>Globorotalia</i> cf. <i>scitula</i> .....	60%
<i>Globigerina</i> div. sp. ....	27%
(Vorwiegend <i>Gl. bulloides</i> und <i>Gl. triloba</i> REUSS)	
<i>Orbulina suturalis</i> BRONNIMANN .....	12%
<i>Globigerinoides bisphaerica</i> .....	1%
	100%

Stratigraphische Stellung: Bei der angegebenen Verteilung planktonischer Foraminiferen ist das Dominieren von *Globorotalia* cf. *scitula* hervorzuheben. Diese Form wird im Badener Tegel nur mehr selten und in sehr kleinen Exemplaren beobachtet. Sie charakterisiert den älteren Abschnitt der Lagenidenzone.

Die als *Orbulina suturalis* bezeichneten Formen könnten, nach dem stärkeren Hervortreten der Kammern, teilweise als „*Globigerinoides*“ *glomerosus* BLOW 1956 bezeichnet werden. Am richtigsten wäre die Vergesellschaftung als intermediäres Stadium zwischen beiden Arten aufzufassen.

Aus den genannten Gründen ist Frättingsdorf älter als Sooss bei Baden und wird in die untere Lagenidenzone der Badener Serie eingestuft.

#### Sooss bei Baden/Wien (Miozän)

Lage: Ziegelei Sooss im typischen „Badener Tegel“ gelegen, an der Südbahn 1.5 km südlich des Bahnhofes Baden.

Gestein: Blaue, fette Tone.

Fossilführung: Die genannten Tone aus der Ziegelei gehören zu den klassischen Fossilfundstellen im Neogen des Wiener Beckens. Aus ihnen stammt eine Fülle von Mollusken der großen Monographien M. HOERNES 1856

und 1870. Von gleicher Bedeutung ist das reiche Vorkommen von Foraminiferen, die zum großen Teil das Material für die klassische Monographie von d'ORBIGNY 1846 bildeten.

Durch den Fossilreichtum wurden die Vorkommen im Badener Tegel bis heute als wesentlicher stratigraphischer Fixpunkt bewertet. Das Plankton zeigt zahlreiche Globigerinen. Die Genera *Globigerinoides* und *Orbulina* zeigen nach unseren Beobachtungen folgende Prozentanteile:

<i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS).....	40%
<i>Globigerinoides glomeratus</i> .....	15%
<i>Globigerinoides bisphaerica</i> .....	10%
<i>Orbulina suturalis</i> BRONNIMANN im Sinne BLOW 1956	30%
<i>Orbulina bilobata</i> .....	5%
	<hr/>
	100%

Stratigraphische Stellung: Vorliegende Probe zeigt, so wie der gesamte Badener Tegel, ein starkes Dominieren von *Orbulina suturalis* in der Fassung von BLOW 1956. Typische Formen der *Orbulina universa* wurden bisher nicht beobachtet. Der Badener Tegel wurde früher im Wiener Becken allgemein als Torton bezeichnet und in die obere Lagenidenzone eingestuft. Er ist der Stratotyp der „Badener Serie“.

Literatur: Obere Lagenidenzone vgl. PAPP & TURNOVSKY 1953, Äquivalente des Torton im Wiener Becken PAPP 1958, PAPP 1959. Es erübrigt sich zu bemerken, daß dem Niveau des „Badener Tegels“ in Italien nicht das typische Tortoniano, sondern das oberste Elveziano entsprechen dürfte.

#### Wien XIX, Nußdorf, Grünes Kreuz (Miozän)

Lage: Grünes Kreuz, an der Kahlenberger Straße am Südhang des Nußberges gelegen, 1.4 km WNW der Kirche zum Hl. Thomas in Nußdorf.

Gestein: Gelbliche, fossilreiche Mergel.

Fossilführung: Die Mergel vom Grünen Kreuz sind seit HAUER durch ihre Massenvorkommen von *Amphistegina hauerina* d'ORBIGNY bekannt und bilden gemeinsam mit dem Badener Tegel die Sedimente, welche das Material für die erste Bearbeitung von Foraminiferen aus dem Wiener Becken durch d'ORBIGNY lieferten.

Stratigraphische Stellung: Das Studium der Evolution der *Heterostegina* im Wiener Becken (vgl. PAPP & KÜPPER) zeigt, daß die Mergel vom „Grünen Kreuz“ jünger sind als der Badener Tegel und in die *Buliminen-Bolivinen*-Zone nach GRILL 1941 und 1943 einzustufen sind.

Bei den großen Schwierigkeiten, welche der Koordinierung des typischen Torton Norditaliens mit den gleich benannten Serien im Wiener Becken entgegenstehen, möge in diesem Rahmen nur die vom Verfasser geäußerte Ansicht wiederholt werden, daß die *Buliminen-Bolivinen*-Zone im Wiener Becken mit dem Dominieren von *Bolivina dilatata* REUSS, dem typischen Torton Italiens am ehesten äquivalent sein könnte (vgl. PAPP 1958).

## Vergleichsprobe aus Rumänien und Italien:

## Breschitza (Miozän)

Lage: Breschitza bei Turnu-Severin an der Donau (Eisernes Tor), Rumänien. Das Material entstammt einer früheren Aufsammlung durch Th. FUCHS, deponiert im Naturhistorischen Museum, Wien (Hoflabor).

Gestein: Helle, im trockenen Zustand gelblichgraue Kalkmergel.

Fossilführung: Die Probe ist überreich an planktonischen Foraminiferen. Benthonische Arten sind selten und erreichen kaum 3% der gesamten Foraminiferen. Bemerkenswert ist das Dominieren von *Globigerinoides* wogegen *Globigerinen* relativ selten sind. Folgende Prozentanteile wurden beobachtet:

<i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS) .....	39%
<i>Globigerinoides bisphaerica</i> TODD .....	38%
<i>Globigerinoides rubra</i> .....	6%
<i>Globigerinoides glomeratus</i> BLOW .....	5%
<i>Orbulina suturalis</i> BRONNIMANN .....	4%
<i>Globigerina bulloides</i> d'ORBIGNY .....	3%
Benthonische Foraminiferen .....	3%
	<hr/>
	100%

Stratigraphische Stellung: Im Gebiet des mittleren Donaubeckens ist die untere Grenze der Badener Serie mit dem Auftreten von *Orbulina* zu erfassen (vgl. PAPP 1958). In vorliegender Probe ist das reiche Vorkommen von *Globigerinoides bisphaerica* mit 38% bemerkenswert. *Orbulina suturalis*, eine primitive Form, die auch zu *Globigerinoides glomeratus* gerechnet werden könnte, tritt selten auf. Wenn man die Evolution planktonischer Foraminiferen für eine Gliederung des Mittelmiozäns heranziehen will, so würde die vorliegende Probe die älteste Vergesellschaftung der Badener Serie darstellen. Nach der im Wiener Becken und in der Steirischen Bucht bisher gepflogenen Gliederung würde vorliegende Probe als ältestes Torton gelten. Nach der in Italien geläufigen Gliederung wäre die Probe (ähnlich wie die gelben Mergel im Ort Baldisero bei Turin) als Elveziano (oberes Elveziano) zu bezeichnen.

## Tortona, Bocca d'Asino

Lage: An der Straße Stazzano—Bravantore, 2 km NO von Stazzano; gilt als Typuslokalität des Tortoniums.

Gestein: Graublau Töne.

Fossilführung: Die Töne enthalten eine reiche Foraminiferenfauna. Aus entsprechenden Tonen im Tale Massapiedi wurden Auszählungen planktonischer Foraminiferen vorgenommen:

<i>Globigerinoides elongatus</i> .....	22%
<i>Globigerina bulloides</i> .....	34%
<i>Globorotalia</i> sp. ....	9%
<i>Globigerinoides trilobus</i> .....	7%
<i>Globigerinoides bisphaericus</i> .....	1%
<i>Globigerinoides glomeratus</i> .....	2%
<i>Orbulina suturalis</i> .....	9%
<i>Orbulina universa</i> .....	16%
	<hr/>
	100%

## Castell d'Arquato (Pliozän)

## Tone des Piacenziano

Lage: Castell d'Arquato südlich Mailand, Nord-Italien. Die Probe stammt vom linken Ufer des Arda-Flusses unmittelbar unterhalb des Ortes.

Gestein: Blaugraue, feine, plastische Tone.

Fossilführung: Die genannten Tone sind reich an gut erhaltenen Mollusken und Foraminiferen. Sie werden im Hangenden von fossilreichen Sanden überlagert. Die Verteilung planktonischer Foraminiferen zeigt folgendes Bild:

<i>Globigerinoides elongatus</i> (d'ORB.) .....	30%
<i>Globigerinoides trilobus</i> (REUSS) .....	12%
<i>Globigerinoides conglobatus</i> (BRADY) .....	22%
<i>Globigerinoides gomitulus</i> (SEG.) .....	9%
<i>Orbulina</i> cf. <i>suturalis</i> BRONNIMANN .....	1%
<i>Orbulina universa</i> d'ORB. ....	11%
<i>Globigerina bulloides</i> d'ORB. ....	15%
	100%

Bei dieser Vergesellschaftung ist das Dominieren der Gattung *Globigerinoides* bemerkenswert. Bei *Globigerinoides trilobus* wurden wenige Exemplare mit großer letzter Kammer beobachtet, die auch als *G. bisphaerica* angesprochen werden könnten.

Unter den *Orbulinen* treten selten Exemplare auf, die Ähnlichkeiten mit der älteren Form *Orbulina suturalis* haben. Der Hauptanteil der *Orbulinen* wird jedoch von guten Exemplaren der phylogenetisch jüngsten Form *Orbulina universa* gebildet.

Das vereinzelt Persistieren von phylogenetisch älteren Formen in jüngeren Ablagerungen kann niemals als Kriterium gegen eine Evolution herangezogen werden. Es ist, im Gegenteil, bei jeder Entwicklung zu erwarten. Das stratigraphisch wichtige Phänomen bleibt auch bei Beurteilung der Entwicklung planktonischer Foraminiferen das Erstauftreten.

Stratigraphische Stellung: Die Tone am Ardafluß enthalten eine typische marin-pliozäne Molluskenfauna und wurden immer als Piacenziano bezeichnet, die Sande im Hangenden als Astiano. Seit langem gelten die Vorkommen von Castell'Arquato als typische Lokalitäten des marinen Pliozäns Norditaliens.

## Mittelländisches Meer (rezent)

Zu Vergleichszwecken wurden auch einige rezente Meeresschlammproben auf sternförmige Nannofossilien untersucht. Die Probe Nr. 77 der 2. Österr. Tiefsee-Expedition (34° 37' 20'' nördl. Breite und 26° 33' 30'' östl. Länge), welche dem aus 3310 m Tiefe emporggezogenen Lot entnommen wurde, enthält massenhaft Coccolithen und auch Discoasteriden. Mögen durch diesen Hinweis weitere Untersuchungen auf diesem sehr erfolgversprechenden Gebiete angeregt werden.

## Grundlagen der stratigraphischen Gruppierung

Für Koordinierungen regionaler bzw. interkontinentaler Natur werden im Paläogen zwei Organismengruppen immer mehr bevorzugt:

1. Planktonische Foraminiferen.
2. Großforaminiferen.

Nach diesen Organismengruppen wurde auch die stratigraphische Stellung der im vorstehenden charakterisierten Proben im wesentlichen beurteilt. Während sich über die Äquivalenz der Ablagerungen des Paleozäns und Eozäns bereits weltweite Koordinierungen abzeichnen, ist dies für das Oligozän und das Neogen noch nicht der Fall.

Die zeitliche Äquivalenz der Ablagerungen des Oligozäns in Europa und in anderen Kontinenten ist derzeit noch in vielen Fragen offen, besonders in der Frage der Koordinierung einzelner Stufen. Da aber in der Entwicklung der *Discoasteriden* floren bisher für das Oligozän Europas keine günstigen Ergebnisse namhaft gemacht werden können, darf eine Diskussion über die Koordinierung zurückgestellt werden.

Im Neogen wirken sich die klimatischen Differenzierungen in den einzelnen tiergeographischen Regionen in steigendem Maße aus. Schon in Europa sind kaum zu überwindende Differenzen in den Ansichten über die Grundlagen der stratigraphischen Gliederung vorhanden. Regionale Koordinierungen sind nicht einmal für die Grenzen der Epochen gesichert. Trotzdem bestand für die Verfasser der Zwang, um dem Aufblühen der *Discoasteriden* im Miozän Aussagewert zu geben, eine möglichst genaue Stratifizierung zu versuchen.

Ähnlich wie im Paläogen wäre auch im Neogen das Primat für regionale bzw. interkontinentale Koordinierungen derzeit mit den Gruppen der Großforaminiferen und planktonisch lebenden Kleinforaminiferen am ehesten möglich. Die Anerkennung dieser Gruppen im Neogen ist jedoch noch nicht so einheitlich, wie die Beurteilung des Leitwertes von *Nummulites* oder *Hantkenina* im Paläogen. Die Ansichten einzelner Traditionen und die Bewertung lokaler Faunenentwicklung überschatten derzeit die Möglichkeiten zu einer regionalen Koordinierung der Stufen im Neogen zu gelangen, wie sich dies bei der Tagung des „Comité du Néogène Méditerranéen“ in Wien 1959 zeigte.

Als wesentliche Leitkriterien zur Gliederung des marinen Neogens in Europa können die *Miogypsinen* und die Entwicklung planktonischer Foraminiferen zu *Orbulina* angeführt werden. Allerdings stehen der Beurteilung der *Miogypsinen* negative Stimmen entgegen. Für die Bewertung von *Discoasteriden* floren spielen die *Miogypsinen* nicht die entscheidende Rolle. Sie erlöschen vor dem Aufblühen der *Discoasteriden* im Mittelmiozän Europas. Es möge hier nur der Hinweis gestattet sein, daß die Ansichten von DROOGER 1956 eher einer Kritik standhalten als z. B. jene von COLOM 1958.

Von größerer Bedeutung ist eine Stellungnahme zur Entwicklung der planktonischen Foraminiferen von *Globigerinoides* zu *Orbulina*. Bevor der Leitwert dieser Evolutionsreihe diskutiert werden kann ist die Frage zu entscheiden, ob diese Evolution monophyletisch oder polyphyletisch ist.

Seit durch DROOGER 1956 die Daten über das Erstauftreten von *Orbulina* ausgewertet wurden (ältere einschlägige Hinweise, z. B. LE ROY 1948, lösten keine derartige Diskussion aus), werden Beobachtungen über ein älteres Auftreten von *Orbulina* im Burdigal bzw. Helvet mitgeteilt. Derartige Angaben liegen auch im älteren Schrifttum in beträchtlicher Anzahl vor. Sie wurden vom Verfasser in manchen Fällen überprüft, wobei sich methodische Fehler kontrollieren ließen. Andererseits sind dem Verfasser nun auch aus dem mittleren Donaubecken genügend Profile bekannt, die eine monophyletische Evolution von *Orbulina* belegen.

Im Material einer Evolutionsreihe ist es nun nicht nur möglich, daß die primitivere Form von einer spezialisierten spontan abgelöst wird, sondern es können primitivere Formen mehr oder weniger lange Zeit, zuweilen in abnehmender Individuenzahl persistieren. Die Ausgangsform überlebt dabei sehr häufig die ganze Evolutionsreihe (Kor'sche Regel). Andererseits ist das Erstauftreten der abgeleiteten Formen anfangs nur in kleinem Prozentsatz zu beobachten. Erst später tritt sie zahlenmäßig in den Vordergrund. Derartige Entwicklungsreihen werfen eine Vielzahl nomenklatorischer Fragen auf, die bei unserem Beispiel der Entwicklung von *Orbulina* ebenfalls bestehen. Diese Entwicklung zeigt nun mit dem Persistieren der Ausgangsform *Globigerinoides trilobus* und der Verschiebung des Prozentanteiles zu höher entwickelten Formen in jeweils jüngeren Straten die bei einer Evolution zu erwartenden Erscheinungen.

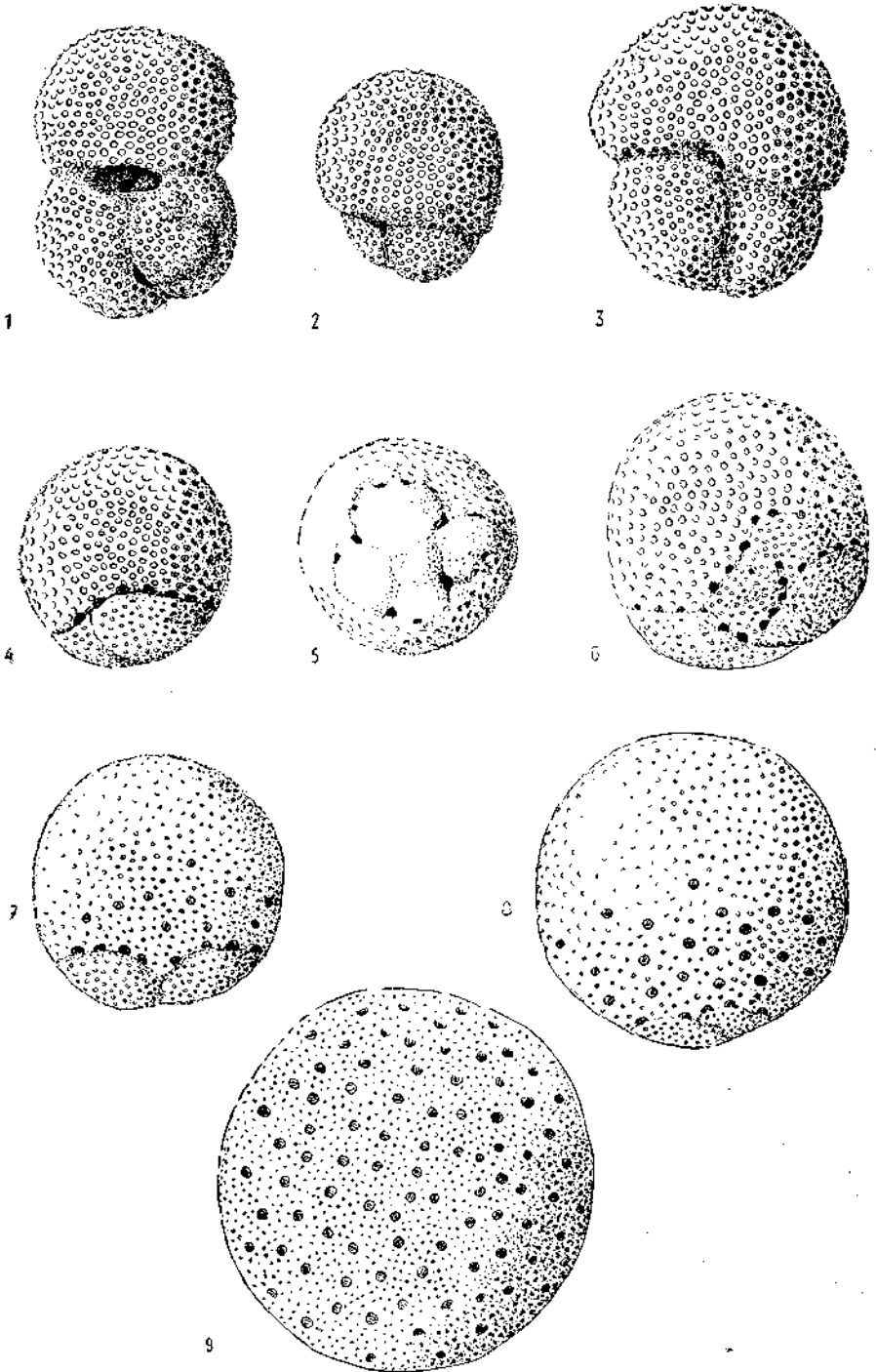
Da der Verfasser zahlreiche Proben mit einigen tausend Individuen prüfen konnte und die lineare Verschiebung in den Populationen des jüngeren Miozäns immer wieder bestätigt fand, dürfte die Wahrscheinlichkeit einer monophyletischen Entwicklung bestehen. Es ist kein Beispiel beschrieben, wo sich die Evolution *Globigerinoides*—*Orbulina* in einem Profil, in Superposition, zu verschiedenen Zeiten wiederholt.

Eine Diskussion über die genetische Differenz zwischen der eozänen *Porticulasphäre mexicana* CUSHM. und der mittelmiozänen „*Globigerinoides*“-*glomerosa*-Gruppe, die von A. LOEBLICH & Mitarbeiter 1957 aus rein formalistischen Gründen in einer Gattung vereinigt wurden, erscheint überflüssig. Eine derartige Vernachlässigung des biologischen Tatsachenmaterials führt nie zu einer natürlichen Systematik und verwischt die stratigraphischen Zusammenhänge.

Wie schon angedeutet, werfen fast alle morphologisch-genetischen Studien nomenklatorische Fragen auf. Auf Abb. 2 möge daher eine Übersicht der hier in einer Art vereinten Formen gegeben werden. Auf der Tabelle 2 sind die ausgezählten Prozentanteile der Arten von *Globigerinoides* und *Orbulina* in verschiedenen Proben zusammengestellt, wobei das im Text fallweise einbezogene Vorkommen von *Globigerina* und anderen Foraminiferen herausgenommen wurde.

Wenn derartigen Populations-Auszählungen auch immer eine gewisse Zufälligkeit der Probe selbst und des Auslesevorganges anhaften, so ist die gerichtete Entwicklungstendenz innerhalb der Genera *Globigerinoides*—*Orbulina* kaum zu übersehen.

In den Profilen des Wiener Beckens wäre für die Laaer-Serie oder karpatische Formation der Bereich mit *Globigerinoides bisphaerica* (vgl. CÍCHA 1960) ohne „*Globigerinoides*“ *glomerosus* und *Orbulina* anzunehmen.



0 05  
Millimeter



Die Unterkante der Badener Serie ist durch das Auftreten von „*Globigerinoides*“ *glomerosus* und *Orbulina suturalis* zu definieren. Diese Grenze wurde früher (PAPP 1958) mit der Grenze Helvet—Torton identifiziert.

ZEIT		FUNDORT	<i>Globigerinoides trilobus</i>	<i>Globigerinoides bisphaericus</i>	„ <i>Globigerinoides</i> “ <i>glomerosus</i>	<i>Orbulina suturalis</i>	<i>Orbulina universa</i>	„ <i>Orbulina</i> “ <i>bilobata</i>	
PLIOZÄN (Piacenziano)		Castell d'Arquato (Arda-Fluß)	50	?		5	45	?	
MESSINIANO		Cava di Argille (Toscana)	60	1		9	40	?	
TORTONIANO		Massapiedi bei St. Agata	25	5	5	25	40	?	
BADENER-SERIE	Obere-	Lagenidenzone	Sooss bei Baden NÖ.	40	10	15	30	?	5
			Grafensulz NÖ.	20	5	45	?		10
	Untere-		Brno (Brünn) ČSSR.	35	5	40	5		15
			Breschitza	45	45	5	5		

Tabelle 2: Prozentanteile einiger Arten von *Globigerinoides* und *Orbulina* in Proben des Neogens im Wiener Becken und in Italien

Abb. 2: Übersicht der Entwicklungsreihe von *Globigerinoides trilobus* REUSS zu *Orbulina universa* d'ORB.

Fig. 1: *Globigerinoides trilobus*, obere Lagenidenzone, Badener Serie, Sooss bei Baden, NÖ.

Fig. 2: *Globigerinoides bisphaericus*, „Elveziano“, Baldissero (Colli torrinesi), Italien.

Fig. 3: *Globigerinoides bisphaericus*, „oberes Helvet“, Äquivalente der Laaer Serie, Bohrung Perbersdorf, Steiermark.

Fig. 4: „*Globigerinoides*“ *glomerosus*, basale Badener Serie, Perbersdorf, Steiermark.

Fig. 5: „*Globigerinoides*“ *glomerosus* (Candorbulina), untere Lagenidenzone, Badener Serie, Brünn, ČSSR.

Fig. 6: „*Globigerinoides*“ cf. *glomerosus*, untere Lagenidenzone, Badener Serie, Frättingsdorf, NÖ.

Fig. 7 u. 8: *Orbulina suturalis*, obere Lagenidenzone, Sooss bei Baden, NÖ.

Fig. 9: *Orbulina universa*, Pliozän, Tone des Piacenziano, Castell d'Arquato, Italien.

## II. Paläontologischer Teil

VON HERBERT STRADNER\*)

### Einleitung

Die Kleinlebewesen des Meeres, welche ihr Leben in den lichtdurchfluteten oberflächennahen Zonen in schwebendem Zustande verbringen, werden unter dem Namen Meeresplankton zusammengefaßt. Da die überwiegende Mehrheit dieser Organismen ihr Leben durch autotrophe Ernährung erhält, fällt das Studium des Planktons zum größeren Teil in den Bereich der Botanik.

Ebenso wie auf dem Lande kommt auch im Meere jegliche Nahrung höheren tierischen Lebens letzten Endes von der Pflanze. Denn die Pflanzen, auch wenn es nur kleine Meeresalgen oder Meeresflagellaten sind, bauen mit Hilfe der Sonnenenergie aus Kohlendioxyd, Wasser und verschiedenen anderen anorganischen Verbindungen ihre Körpersubstanz auf, welche mit ihren Hauptbestandteilen Zucker, Fett und Eiweiß die Grundlage der Ernährung der tierischen Organismen darstellt. Die grünen Meeresalgen, die assimilierenden Kieselalgen und andere pflanzliche Einzeller stellen also den Nahrungslieferanten des Meereslebens dar. Wenn die von den pflanzlichen Organismen gelieferte Substanz zur Gänze von den sie verzehrenden tierischen Organismen wieder in ihre anorganischen Ausgangsstoffe zerlegt werden würde, so wäre der Kreislauf zwischen den anorganischen und organischen Verbindungen im Meere geschlossen. Die von der Sonne gelieferte Energie würde in diesem Falle zur Gänze von den zehrenden Organismen wieder freigemacht werden. Da dies aber nicht der Fall ist, bleibt eine geradezu unvorstellbar große Menge an energiereicher organischer Substanz auf dem Boden des Meeres übrig. Nach amerikanischen Schätzungen beläuft sich die jährliche Ablagerung von Kohlenwasserstoffen in den Weltmeeren auf 8 Millionen Tonnen, nach russischen Schätzungen sogar auf 12 Millionen Tonnen, das wären 24.000 Lastzüge zu je 50 Waggon mit je 10 t Ladegewicht. Was an organischer Substanz weder von Tieren noch von den die Zellkadaver zersetzenden Bakterien wieder in anorganische Bestandteile zurückgeführt wird, bleibt im Faulschlamm des Meeresbodens als organische, noch mit Sonnenenergie geladene Restsubstanz erhalten. Und hier haben wir offensichtlich die Ausgangssubstanz des Erdöls, welches heute den wichtigsten Energierohstoff der Menschheit darstellt.

Während man früher glaubte, daß das Erdöl hauptsächlich aus den abgesunkenen Leichen von Fischen oder Sauriern entstanden sei, ist es heute so gut wie gesichert, daß die Hauptmasse des Erdöls aus Kohlenwasserstoffen des Meeresplanktons gebildet wurde (KREJCI-GRAF 1955, WASSO-

\*) Anschrift: DR. HERBERT STRADNER, Klosterneuburg bei Wien, Agnesstraße 56, zurzeit Geologische Bundesanstalt Wien III, Rasumofskygasse 23.

JEWITSCH 1960). Auf Grund dieser Erkenntnis war es daher naheliegend, dem fossilen Meeresplankton als dem Stofflieferanten des Erdöls erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. In der Tat beweist die gesteigerte Aktivität der Laboratorien des Ostens und des Westens welche Bedeutung der Entwicklung der Meeresplanktonforschung, eines Sektors der Mikropaläobotanik, zuerkannt wird.

Von den mikroskopisch kleinen und meist sehr zart gebauten Meeres-schwebeorganismen der Vorzeit können natürlich nur mehr jene nachgewiesen werden, von denen fossile Reste im Meeresschlamm erhalten geblieben sind. Als solche kommen Klein- und Kleinstfossilien aus Kalk, Kieselsäure und chitinähnlichen Substanzen in Frage. Die in der vorliegenden Studie beschriebenen Kleinstfossilien bestehen ausschließlich aus Kalk und werden als die Gehäuseelemente von Kalkgeißlern angesehen. Sie stellen nur eine kleine Auswahl aus der enormen Vielfalt der Kalk-Kleinstfossilien dar, deren Studium zu einem der interessantesten und aktuellsten Zweigen der Mikropaläobotanik zählt.

Mögen die hier beschriebenen und in 650 Einzeldarstellungen gezeigten Kalksternchen dem Leser durch ihre Formenschönheit Freude bereiten, durch ihr zeitlich verschiedenes Vorkommen eine Hilfe in der Stratigraphie und durch ihre so vielen noch ungelösten Rätsel ein Ansporn für weitere Arbeiten auf diesem Forschungsgebiete sein.

### Allgemeines über Nannofossilien

Als Nannofossilien werden alle jene Kleinstfossilien bezeichnet, deren Substanz aus Kalk aufgebaut ist und die eine Größe von  $40 \mu$  nicht überschreiten. Das griechische Eigenschaftswort *nannos* bedeutet „winzig, zwergenhaft“. Obwohl auch verschiedene kieselige Kleinstfossilien, wie z. B. *Archaeomonadineen* oder kleine *Diatomeen* in diese Größenklasse fallen, werden sie nicht zu den Nannofossilien gerechnet, da sie aus Kieselsäure aufgebaut sind. Auch die aus organischen Verbindungen, dem Sporopollenin oder aus chitinähnlichen Substanzen bestehenden Kleinstfossilien, wie z. B. fossile Pollenkörner oder *Hystriosphæriden*, werden im allgemeinen nicht als Nannofossilien bezeichnet.

Da die Mehrzahl der aus Kalk bestehenden Nannofossilien sich nachweislich von einzelligen Kalkgeißlern (*Coccolithineae*) ableitet, kann also die Bezeichnung Nannofossilien folgendermaßen eingengt werden: *Kalkfossilien, die von einzelligen Flagellaten abgeschieden wurden und eine Größe von  $40 \mu$  nicht überschreiten.*

Da für die Mehrheit der Nannofossilien die Form der lebenden Zelle nicht rekonstruiert werden kann, werden nach Analogieschlüssen auch alle diejenigen Kleinstfossilien als Nannofossilien gerechnet, von denen angenommen werden kann, daß sie ebenso wie die Coccolithen s. str. von Kalkgeißlern oder diesen sehr ähnlichen einzelligen Flagellaten abgeschieden wurden.

In diesem Beitrage werden daher nur Kleinstfossilien aus Kalk beschrieben, solche aus anderen Substanzen, wie Kieselsäure oder Sporopollen-

nin wurden außer acht gelassen. Aus der großen Vielzahl von Kalkkleinstfossilien (Nannofossilien s. str.) wurden jene herausgegriffen, die einen strahlenförmigen Aufbau zeigen, mit anderen Worten irgendwie sternförmig sind. Es sind dies Nannofossilien der Gattungen: *Discoaster*, *Nannotetraster*, *Marthasterites*, *Trochastrites*, *Braarudosphaera*, *Micrantholithus*, *Pemma*, *Tetralithus*, *Lucianorhabdus*, *Lithostromation* und *Trochoaster*.

Diese Auswahl nach morphologischen Gesichtspunkten erfolgte aus zweierlei Gründen:

1. Sternförmige Nannofossilien sind trotz ihrer geringen Häufigkeit gegenüber den ovalen Coccolithen s. str. auffallender und auch meist etwas robuster und daher optisch leichter zu erfassen.

2. Die sternförmigen Nannofossilien ließen zu Beginn der Untersuchungen bessere stratigraphische Verwendungsmöglichkeiten erahnen als die große Masse der ovalen Coccolithenformen.

Der Lebensbereich all der Kleinorganismen, die als Erzeuger der in diesem Buche wiedergegebenen Nannofossilien angesehen werden, war das Meer. Bis auf wenige Ausnahmen kommen die sternförmigen Nannofossilien erst seit dem Alttertiär in marinen Sedimenten vor. Als mesozoische Vorkläufer sind nur einige Arten von *Nannotetraster*, *Braarudosphaera*, *Tetralithus*, *Micrantholithus*, *Lucianorhabdus* und *Thoracosphaera* zu erwähnen. Das Gros der sternförmigen Nannofossilien setzt erst nach der Grenze Dan-Paläozän ein.

Die Bedeutung der einzelligen marinen Flagellaten, die uns als Zeugen ihrer Existenz die hier besprochenen Nannofossilien hinterließen, liegt, wie schon in der Einleitung erwähnt:

1. in ihrer assimilatorischen Tätigkeit, durch die aus anorganischen Verbindungen mit Hilfe der Sonnenenergie organische Substanz und somit Nahrung für das tierische Leben gebildet wurde,

2. in der Tatsache, daß die nicht von Tieren oder Bakterien zerstörte organische Substanz als ein wesentliches Ausgangsmaterial für die Erdölbildung angesehen wird,

3. in ihrer gesteinsbildenden Tätigkeit, indem sie durch die Bildung eines Kalkgehäuses großen Anteil an der Kalkablagerung des Meeresschlammes haben,

4. daß durch das zeitlich unterschiedliche Vorkommen der Arten, ihrer stratigraphischen Aufeinanderfolge und durch die weltweite Verbreitung dieser Meeresplanktonorganismen dem Stratigraphen und besonders dem Erdölstratigraphen ein neues Hilfsmittel in die Hand gegeben werden kann.

Die hier beigefügte Abb. 3 möge zeigen, welcher Formenfülle der Verfasser beim Bearbeiten selbst relativ einförmiger Materialien gegenüberstand und in welcher Größenordnung die hier besprochenen sternförmigen Nannofossilien zu den sie begleitenden Mikrofossilien stehen. Die Größe der *Coccolithen* und *Discoasteriden* schwankt in diesem Materiale von 5  $\mu$  bis 25  $\mu$ . Eine *Globigerine* mit einem Durchmesser von 0.3 mm hätte in gleichem Maßstabe vergrößert die Dimensionen eines großen Ammoniten (42 cm). Ein *Nummulit* von 1 cm Durchmesser würde in der entsprechenden Vergrößerung 14 m messen!

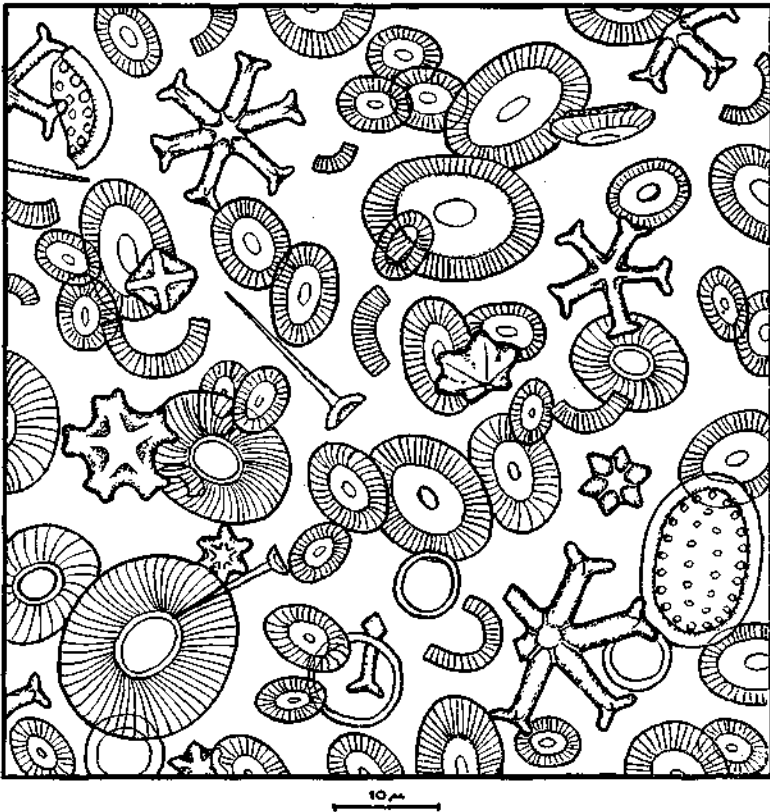


Abb. 3: Musterbeispiel einer Gesellschaft von Nannofossilien aus einem jungtertiären Mergel: *Discoasteriden* (sternförmig), *Placolithen* (oval mit gerieftem Rand), *Discolithen* (oval mit vielen Poren), *Rhabdolithen* (stachelförmig). Fundort: Breschitza bei Thur-Severin, Rumänien. Torton (Badener Serie).

## Aufbereitung der Materialien

### Präparationsmethoden

Um Nannofossilien in eine für die mikroskopische Untersuchung geeignete Form zu bringen, ist es notwendig, das feste marine Sediment, in welchem sie eingelagert sind, aufzuschlämmen. Es ist dies eigentlich nichts anderes als eine Umkehrung des Vorganges, welcher bei der Sedimentation der Nannofossilien stattgefunden hat. Solange sich die Organismen der Kalkflagellaten in dem ihnen eigenen, lichtdurchfluteten, oberflächennahen Biotop des Meeres befinden, zählen sie noch zur Lebensgemeinschaft (*Biocoenose*)<sup>1)</sup> des Nanoplanktons. Nach dem Absterben des Zellkörpers

<sup>1)</sup> WASMUND, E. Biocönose und Thanatocönose, Arch. f. Hydrobiol. 17, I, S. 116 1926

sinken die Kalkgehäuse des Flagellaten oder Teile des Gehäuses in die dunkle Tiefe des Meeres ab, wo sie sich in die Totengesellschaft (*Thanatocoenose*)<sup>1)</sup> des Meeresschlammes einordnen. Wohl stellen die obersten Schlammsschichten mit den sie durchwühlenden Meerestieren und die Kadaver zersetzenden Bakterien auch noch einen Lebensraum dar, doch mit der Zunahme der Sedimentablagerung geht dieser nach einem mehr oder weniger langen Zeitraume in eine kein Leben mehr beherbergende Gesteinszone über. Natürlich erreichen nicht alle Coccolithen, welche biogen erzeugt wurden, den Fossilisationsraum. Solche, welche CO<sub>2</sub>-reiche Meerestiefen zu durchsinken haben, werden aufgelöst.

Die im marinen Sediment abgelagerten *Coccolithen* und *Discoasteriden* können von verschiedenen anorganischen Teilchen umgeben sein. Weiche Tonpartikelchen, welche die zarten Formen der Nannofossilien umschließen, tragen viel zur guten Erhaltung derselben bei. So kann beobachtet werden, daß umgearbeitete Eozän-*Discoasteriden* aus manchen Oligozän-Schlieren besser erhalten geblieben sind als manche in autochthoner Lagerung vorkommende Eozän-*Discoasteriden*. Dabei spielt es keine Rolle, ob das gesamte Material aus Ton besteht, oder ob der Ton als Bindemittel zwischen grobe Sandkörner oder Kieselsteinchen eingelagert ist. So konnten selbst aus grobsandigen Bohrkernen, neben erbsengroßen Kieselsteinen, schöne Nannoplanktongesellschaften gewonnen werden, da ein toniges Bindemittel vorhanden war und die winzigen Nannofossilien zwischen den Sandkörnern eingebettet waren.

Wenn das die Nannofossilien umgebende Medium bald nach der Ablagerung von primärer Kieselsäure durchsetzt wurde, so blieben die aus Kalk oder Aragonit bestehenden Nannofossilien ebenso gut erhalten. Dies konnte an Hand von Dünnschliffen, die BRÖNNIMANN aus kubanischen Eozän-Materialien anfertigte, deutlich gezeigt werden. Es sind dort die Asterolithen von *Marthasterites contortus*, *Discoaster multiradiatus*, die Hohlkugeln von *Thoracosphaera* und auch *Placolithen* von primärer Kieselsäure umgeben, so daß sie in diesem Zustande noch einige hundert Millionen Jahre erhaltungsfähig bleiben könnten (analog zu den *Psilophyten*floren aus dem Old Red von *Rhynie* in Schottland). In Österreich konnten primäre Verkieselungen an Planktonfossilien nur in einem Paläozänmergel von Mattsee, Station 138, beobachtet werden. Es wurden in diesem Material interessanterweise hauptsächlich nur Hohlräume und Schleimhüllen verkieselt, die Kieselsäure stellt also in diesem erwähnten Materiale nicht das Bindemittel des Sedimentes, sondern nur ein Füllmittel dar. So findet man zahlreiche Innenausgüsse von *Coccosphaeren*, *Archaeomonadineen* und auch *Foraminiferen*. Die Kalkreste gingen mit Ausnahme der Pentolithen von *Braarudosphaera bigelowi* verloren. Die Wände der Foraminiferen wurden weggelöst, so daß die Kammerausgüsse der Foraminiferenkammern nur durch die dünnen Stengel der Ausgüsse der Verbindungskanäle zusammengehalten werden. Einen analogen Erhaltungszustand beschrieb PAPP an Hand von *Silicotextulina* aus den Kieselschiefern von Wallern, OÖ. (PAPP 1961). Ein solches Material wäre ideal um *Discoasteriden* in ihrem ursprünglichen Verband, wenn ein solcher überhaupt vorkommt,

<sup>1)</sup> WASMUND, E. Biocönose und Thanatocönose, Arch. f. Hydrobiol. 17, I, S. 116, 1926.

nachzuweisen. Leider konnten in den beiden erwähnten verkieselten Materialien bis jetzt nicht zwei zusammenhängende *Discoasteridensterne* gefunden werden. Selbst wenn *in vivo* die Asterolithen der *Discoasteriden* zu einem Gehäuse zusammengefügt gewesen sein sollten, so muß ihr Zusammenhalt so lose gewesen sein, daß sie immer nur als Einzelsternchen den Meeresboden und somit ihren Fossilisationsraum erreicht haben.

Wesentlich ungünstiger als Ton und Kieselsäure ist Kalk als Zwischmittel von Nannofossilien. BRAMLETTE hat sich 1958 sehr eingehend mit der Kalziumkarbonatablagerung in Meeressedimenten befaßt. Er bewies die außerordentliche Bedeutung der Coccolithineen bei der Kalkablagerung am Meeresboden. Wie aus den interessanten Tabellen hervorgeht, können bis zu 64% der gesamten Kalkmenge von Kalkflagellaten beige stellt werden. BRAMLETTE wies auch auf die Tatsache hin, daß in vielen Fällen die Coccolithen kaum oder überhaupt nicht mehr nachweisbar sind und daß dann nur mehr indirekt wegen des hohen Kalkgehaltes des Sedimentes auf sie geschlossen werden kann.

Die verschiedenen Grade der Kalkanlagerung können sehr gut an den Coccolithen des *Amphisteginenmergels* vom Dennweg, Wien-Nußdorf, studiert werden. Es ist an diesem Materiale sehr auffallend, daß nicht alle Nannofossilien gleich stark mit Kalk inkrustiert sind, sondern daß manche gänzlich davon verschont blieben, während andere bis an die Grenze der Unkenntlichkeit mit Kalk überzogen sind. Diesem Umstand ist es zu verdanken, daß selbst aus Materialien mit starker Kalkabposition noch vereinzelte gut bestimmbare Nannofossilien herausgesucht werden können. Eine statistische Auswertung der Prozentanteile der einzelnen Arten ist allerdings bei solchen Materialien fehl am Platz. Oft läßt sich die Bearbeitung von stark mit Kalk inkrustierten Nannofossilien dadurch umgehen, daß man von dem betreffenden Aufschluß eine Reihe von Proben entnimmt und nur diejenige mit dem geringsten Grad von Kalkanlagerung bearbeitet. So kann es gelingen, in einem ansonsten recht ungünstig erhaltenen Materiale eine wenn auch nur wenige Zentimeter dicke, gut erhaltene Mergelzwischenlage ausfindig zu machen.

Da die aus Kalk oder aus Aragonit bestehenden Nannofossilien gegen Säuren empfindlich sind, ist bei der Probenentnahme auch darauf zu achten, daß nur solche Schichten verwendet werden, die nicht unter dem Einfluß von Humussäuren gestanden haben. Also Vorsicht in der Nähe von Torfen oder sauren Wiesen! Daß aber die Korrosion nicht nur auf chemische Einflüsse der Erdoberfläche und des Wetters (Atmosphärien) zurückgeht, beweist die Tatsache, daß auch die Nannofossilien der Bohrkern die verschiedensten Stufen von Korrosion aufweisen können. KAMPTNER wies 1955 auf die diagenetischen Einflüsse hin, denen die Coccolithen von Inselnde ausgesetzt waren und erörterte die verschiedenen Grade der Korrosion. Manche Gesteinskomponenten, wie Glaukonit, schließen oft die Gegenwart von Nannofossilien aus. Das Vorhandensein vieler kleiner Kristalle ist meist ebenso ein gutes Anzeichen dafür, daß keine Nannofossilien mehr erhalten geblieben sind.

*Coccolithen* und *Discoasteriden* zeigen nicht die gleiche Resistenz gegenüber chemischen Schädigungen. Im allgemeinen dürften die nach TAN SIN HOK aus Aragonit bestehenden Asterolithen der *Discoasteriden* leichter zerstört werden als die ovalen *Coccolithen* (Placolithen und Disco-

lithen). Ob sich die verschiedene Löslichkeit der Skeletteile der *Coccolithineen* und der *Discoasteriden* auf Verschiedenheiten im Kristallgitter des Kalks allein zurückführen läßt oder ob noch andere Gründe dafür ausschlaggebend sind, bleibt noch zu untersuchen.

Aus den im bisherigen Text geschilderten Erhaltungszuständen der Nannofossilien ergeben sich die als Vorbereitung für die Präparation notwendigen Aufbereitungsmethoden, nämlich das Aufschlännen oder das Schneiden und Schleifen. Wenn das Sediment weich genug ist, so zerfällt es einige Zeit nach dem Übergießen mit Wasser von selbst und es genügt ein leichtes Schwenken des Glasbechers, um die im Sediment vorhandenen Nannofossilien in Schwebelösung zu bringen. Bei etwas härteren Materialien, die nicht von selbst im Wasser zerfallen, verwendet man einen kleinen Stahlstift (Durchmesser 3—5 mm), um die Stückchen des Sedimentes zu zerdrücken. Da für die Untersuchung auf Nannofossilien nur sehr geringe Materialmengen erforderlich sind, genügt eine Wassermenge von 5—10 cm<sup>3</sup> und ein ungefähr reiskorngroßes Stück des Sedimentes. Bei Bohrkernen ist es wichtig, daß nur an denjenigen Stellen des Kernes Nannofossilproben entnommen werden, an denen keine Spülrückstände festhaften, also womöglich nur an frischen Bruchflächen. Mittels eines kleinen Schraubenziehers wird an einer sauberen Stelle ein wenig Material aus dem Kernstück herausgeschabt. Da die Nannofossilien außerordentlich klein sind, bleiben sie trotz dieser scheinbar recht unsanften Behandlung zum größten Teil unbeschädigt.

Je härter das zu untersuchende Material ist, umso kräftigere Mittel müssen herangezogen werden, um die Nannofossilien aus dem Gestein herauszulösen oder sie samt der sie umgebenden Gesteinsmasse vor das Objektiv des Mikroskopes zu bringen. Wenn konzentriertes Wasserstoffsuperoxyd (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 30%ig) auch nicht mehr genügt, um das Gestein zum Zerfallen zu bringen, dann sind die in ihm enthaltenen Nannofossilien nur mehr durch Dünnschliffe zu erreichen. Das als fester Kalkstein oder als Kieselkalk vorliegende Sedimentstück wird mittels einer Diamantsäge einige Male geschnitten; die Schnittrichtung wird man bei gebänderten Sedimenten vorteilhafterweise parallel zur Richtung der Bänderung halten. Die abgeschnittenen scheibenförmigen Gesteinsstücke werden sodann nach der herkömmlichen Methode möglichst dünn, also auf zirka  $\frac{1}{100}$  mm, geschliffen. Wenn dickere Dünnschliffe zur Untersuchung vorhanden sind, so sind besonders die Randzonen auf Nannofossilien zu untersuchen, da auch bei dickeren Schliffen ( $\frac{5}{100}$ — $\frac{10}{100}$  mm) die Randzonen meist dünn und sehr durchsichtig sind. An Hand von Dünnschliffen von kubanischen Materialien konnten BRÖNNIMANN & STRADNER beobachten, daß selbst in stark verkieselten Materialien neben Radiolarientrümmern und Schwammnadeln auch *Discoasteriden* und *Coccolithen* in der Kieselsäure gut sichtbar bleiben und einwandfrei bestimmt werden können. Es konnte die Erfahrung gemacht werden, daß der Dünnschliff bei sehr harten Kalksedimenten oder bei verkieselten Sedimenten die weitaus bessere, in letzterem Falle die einzige Methode ist, um Nannofossilien nachweisen zu können. Dennoch wird die Methode des Aufschlänmens wegen des geringeren Arbeitsaufwandes der Methode des Schleifens vorgezogen, was aber keineswegs die gute Verwendbarkeit von Dünnschliffen in Frage stellen kann. Die durch das Aufschlännen freigemachten Nannofossilien werden sodann



der Präparation zugeführt, einem Arbeitsgang, der von großer Bedeutung für die Qualität der Nannoplanktonuntersuchungen ist.

### Präparation

Um die aus dem Sediment herausgelösten und in Flüssigkeit aufgeschlammten Nannofossilien untersuchen zu können müssen sie in ein mikroskopisches Präparat gebracht werden. Bei der Herstellung desselben muß der Grundsatz der größtmöglichen Sterilität eingehalten werden. Die Arbeitsweise muß annähernd so steril wie die eines Bakteriologen sein. Freilich wäre es reichlich spät, wollte man erst im Laboratorium beginnen, steril zu arbeiten. Schon die Probenentnahme hat so zu geschehen, daß Verunreinigungen durch fremdartige Sedimentteilchen ausgeschlossen sind. Die Proben müssen in staubundurchlässigen Papiersäcken gut verschlossen aufbewahrt werden. Leinensäckchen sind womöglich nur für sehr harte Proben zu verwenden. Werden aber weiche Nannofossilmaterialien in Leinensäckchen geliefert, so sind diese wegen der Staubentwicklung nicht im Laboratorium, sondern in einem Nebenraum umzufüllen. Selbst der Geologenhammer ist nach jedmaliger Anwendung zu säubern, da auch durch ihn Verunreinigungen der Nannofossilproben möglich sind.

Da Coccolithen und Discoasteriden sehr klein und leicht sind, werden sie in Form feinen Staubes von der Luft getragen, worauf besonders beim Aufschließen der Materialien zu achten ist. Wenn man nämlich mit einem Schraubenzieher oder irgendeinem Schaber von einem Bohrkern Material herunterschabt, so soll der für die Untersuchung vorgesehene feine Staub sofort auf Wasser fallen. Würde man nämlich den Staub in einem trockenen Bechergläschen sammeln und erst nachträglich mit Wasser übergießen, so entstände durch den Aufklatsch des Wassers eine feine Staubwolke, die sich bis zu 30 cm über den Laboratoriumstisch dahinzieht und in andere für sterile Proben vorgesehene Gläser äolisch sedimentiert. Dies mag ein wenig unglaublich klingen, aber bei guter Dunkelfeldbeleuchtung läßt sich diese Beobachtung beliebig oft anstellen (grelle Sonne als Gegenlicht, Becherglas mit Sedimentstaub vor dunklem Hintergrund). Man tut also gut, wenn man besonders bei Reihenuntersuchungen mit einer größeren Gläseranzahl die Proben möglichst unter Wasser hält und gegen Staub-einflug abdeckt.

Bevor mit der Präparation begonnen wird, müssen alle Glaswaren, die bei früheren Untersuchungen mit Nannofossilien in Berührung kamen, gesäubert werden. Dies geschieht am besten durch Einlegen in 15% Salzsäure. Durch diese werden alle kalkigen Kleinstfossilien, die von anderen Materialien stammten, fast augenblicklich zerstört. Durch mehrfaches gründliches Waschen an der Wasserleitung werden die Salzsäurereste von den Glaswaren entfernt. Diese Vorbereitungen haben natürlich in einem anderen Raum stattzufinden als in dem, wo das Mikroskop und die Sedimentproben aufbewahrt sind, denn HCl-Dämpfe schädigen nicht nur alle blanken Metallteile des Mikroskopes, sondern sind auch eine Gefahr für die in den Sedimentproben enthaltenen Nannofossilien.

Für eine einfache Präparation genügen folgende Geräte und Chemikalien:

- Becherglas (20 cm<sup>3</sup>)
- Pipette
- Plastikröhrchen (Trinkhalme)
- Stahlstift
- Wärmebank (Dreifuß mit Metallplatte)
- Spiritusbrenner oder Bunsenbrenner
- Objektträger
- Deckgläser
- Schneidefeder oder Rasierklinge
- Pinzette
- 2 Präpariernadeln
- Etiketten
- Aufbewahrungsfläschchen (20 cm<sup>3</sup>)
- Kanadabalsam (Balsamum canadense)
- Xylol (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)
- Sublimatlösung, verdünnt (HgCl<sub>2</sub> in H<sub>2</sub>O)
- Aqua destillata oder Aqua fontis

Für Reihenuntersuchung empfiehlt sich die Verwendung einer elektrischen Wärmebank, mit Hilfe derer gleichzeitig 30 oder mehr Präparate angefertigt werden können. Zum Entsalzen von Proben sind Kelchspitzgläser sehr praktisch. Auch eine Handzentrifuge oder eine solche mit elektrischem Antrieb leisten zur Beschleunigung des Präparationsvorganges gute Dienste.

Welchen Weg nehmen nun die Nannofossilien bei der Präparation vom Rohmaterial bis ins fertige Präparat? Die Abb. 4 soll darüber Aufschluß geben.

Von einem Bohrkernstück (1), welches auf Nannofossilien untersucht werden soll, werden von einer Stelle, die nicht durch Spülungsrückstände (2) verunreinigt ist, mittels eines kleinen Schraubenziehers (3) zirka 2 Kubikmillimeter Material herausgebohrt oder weggeschabt. Der von dieser Stelle (4) entnommene Materialstaub (5) wird in einem mit Wasser gefüllten Bechergläschen (6) aufgefangen. Als solche können auch massive Likörgläser mit konkaver Bodenfläche verwendet werden; diese zeichnen sich durch geringere Anschaffungskosten und höhere Bruchfestigkeit gegenüber Laborbechergläsern aus. Das Zerfallen der Sedimentteilchen wird durch Umrühren mit einem Plastikröhrchen (7) beschleunigt. Man erhält die richtige Länge dieser Röhrchen, wenn man die käuflichen Plastiktrinkhalme am besten gleich mitsamt dem Verpackungszellophan auf ein Viertel ihrer Länge zuschneidet. Hilft das Umrühren mit einem solchen Röhrchen nicht, so muß das Zerdrücken der Sedimentteilchen mit einem glatten Stahlstift erfolgen. Ein Glasstift eignet sich hiezu nicht, da er zu leicht bricht und durch Quarzkörner an seinem Ende zerfurcht wird und sodann schwierig zu reinigen ist. Mittels einer Pipette (8), mit der das obere Ende des Plastikröhrchens verschlossen wird, kann nun die durch das Umrühren aufgewirbelte Trübe des Wassers mitsamt den Nannofossilien aufgesogen werden.

Auf einer Wärmebank, als welche eine ebene Metallplatte (10) von zirka 2 mm Dicke verwendet werden kann, hat man inzwischen einige

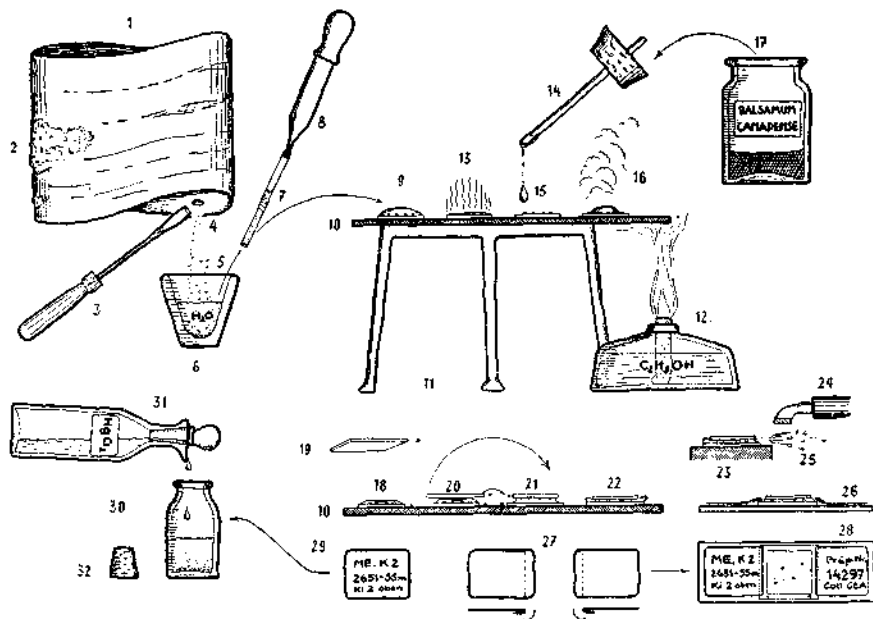


Abb. 4: Darstellung eines vereinfachten Präparationsganges zur Herstellung von Doppeldeckglas-Präparaten (genaue Erläuterungen im Text). Bohrkern (1), Spülrückstände (2), Schraubenzieher (3), Entnahmestelle (4), Sedimentstaub (5), Becherglas (6), Plastikröhrchen (7), Pipette (8), Deckglas mit aufgetropfter Sedimentprobe (9), Metallplatte (10), Dreifuß (11), Spiritusbrenner (12), Abdampfen (13), Glasstab (14), Kanadabalsam (15), Abrauchen des Kanadabalsams (16), Kanadabalsamglas (17), Deckglas mit gehärtetem Kanadabalsam (18), zweites Deckglas (19), Wendung des abgedeckten Präparates (20—21), Ausquetschen des überschüssigen Kanadabalsams (22), erkaltetes Präparat (23), Stahlschneidfeder (24), Kanadabalsamsplitter (25), Objektträger mit Deckglaspaar und Etiketten in Seitenansicht (26), Etiketten mit Faltnissen (27), Objektträger mit Deckglaspaar und Etiketten in Draufsicht (28), Etikette für Aufbewahrungsfäschchen (29), Aufbewahrungsfäschchen (30), Sublimatlösung (31), Verschlusskork (32).

Deckgläser (9) vorbereitet, die man mit zwei oder drei Tropfen der aufgeschlämmten Nannofossilprobe beschickt. Die Anzahl der Tropfen richtet sich nach der Größe des Deckglases, doch soll die Flüssigkeitsmenge nicht so stark gegupft sein, wie es auf der Abbildung [unter (9)] überhöht dargestellt ist. Die Metallplatte (10), welche auf einem Dreifuß (11) ruht, wird durch die Flamme eines Spiritusbrenners (12) oder eines Bunsenbrenners an einer Ecke gelinde erwärmt. Das Wasser auf dem Deckglas darf keineswegs zu wallen oder gar zu kochen beginnen, da dies die regelmäßige Verteilung der abgesetzten Nannofossilien arg stören würde. Zu rasch abgedampfte Proben zeigen weiße Ringe und leere Ecken. Durch das Erwärmen verdunstet das Wasser (13) und es bleiben auf dem Deckglas die Nannofossilien in flacher Lagerung zurück. Hat man zuviel aufgetropft, so erscheint das Deckglas wie von einer Schichte Papier überzogen, hat man zu wenig aufgetropft, so blinkt zuviel von der darunterliegenden Metallplatte durch das Glas hindurch; ein leichter seidiger Überzug gibt einen Hinweis auf die richtige Nannofossilienmenge, für die man bald den richtigen Blick bekommt.

Mittels Kanadabalsams, den man mit Xylol verdünnt hat, werden hierauf die auf dem Deckglas abgesetzten Nannofossilien eingeschlossen und in ein optisch günstiges Medium versetzt. Kanadabalsam hat nämlich die Eigenschaft, daß er die Tonteilchen durchsichtig werden läßt, während die aus Kalk bestehenden Kleinstfossilien relativ gute Kontraste zeigen. Einschlußmittel, die einen höheren optischen Brechungskoeffizienten als Kanadabalsam (zirka 1.5) besitzen, haben sich weniger gut bewährt, da in ihnen die Tonteilchen zu sehr in Erscheinung treten und bei der Beobachtung der Nannofossilien stören. Mittels eines durch den Kork der Kanadabalsamflasche gesteckten Glasstabes (14) wird ein entsprechend großer Tropfen Kanadabalsam auf das erwärmte Deckglas (15) aufgetropft. Dort verdampft das als Verdünnungsmittel verwendete Xylol (16) ziemlich rasch, was man daran merkt, daß sich der flache Tropfen in der Mitte eindellt und gegen die Ränder des Deckglases hinzieht. Zu viel Hitze bewirkt starke Blasenbildung oder Entflammung des Einschlußmittels. Da Xylol feuergefährlich ist, muß die Kanadabalsamflasche (17) sofort nach der Entnahme des Tropfens wieder verschlossen werden. Ist der Kanadabalsam auf dem Deckglas einige Zeit (1—3 Minuten) erhitzt worden, so hat er bereits so viel von seinem Verdünnungsmittel abgegeben, daß er beim Erkalten glashart wird. Man kann dies leicht mittels einer Präpariernadel überprüfen. Man tunkt sie kurz in den heißen Kanadabalsam ein. Der an der Spitze haften gebliebene Tropfen darf sich nicht mehr ziehen, sondern muß bei Berührung wie eine Glasperle wegspringen.

Das so weit gediehene Präparat (18) wird nun mit einem zweiten Deckglase (19), welches um einige Millimeter größer sein soll als das vorherige, abgedeckt. Die Nannofossilien, die wie oben erwähnt dem kleineren Deckglas anhaften, sollen von beiden Seiten auch bei stärkster Vergrößerung betrachtet werden können. Dies erreicht man, wenn man das Deckglaspaar mit dem dazwischen eingeschlossenen Kanadabalsamtropfen (20) wendet, so daß das größere Deckglas (19) zuunterst zu liegen kommt. Da dies auf der heißen Wärmebank (10) geschieht, wird nun die Hitze dem größeren Deckglas zugeführt, so daß sich der Kanadabalsam an dem erhitzten größeren Deckglase rasch ausbreitet, während die am kleineren Deckglase anhaftenden Nannofossilien oben liegen und inzwischen etwas abkühlen (21). Durch leichtes Andrücken mit Hilfe von zwei flach gehaltenen Präpariernadeln werden die beiden Deckgläser so weit aneinandergedquetscht als es die dazwischenliegenden Nannofossilien erlauben, wodurch man erreicht, daß diese so nahe an beiden Deckgläsern sind, daß man sie ohne Schwierigkeit auch mit dem Ölimmersionsobjektiv betrachten kann. Der überschüssige Kanadabalsam ist an den Rändern hervorgequollen (22). Er wird nach dem Erkalten (23) mit einer Stahlfeder (24) vorsichtig entfernt. War der Kanadabalsam genügend lang der Hitze ausgesetzt, so fällt er in Form von kleinen Splittern (25) ab. Das Deckglaspaar kann nun mittels eines mit Benzin oder Xylol befeuchteten Lappens geputzt werden (die Spiritusflamme muß unbedingt vorher gelöscht worden sein !!!).

Der Objektträger hat die Aufgabe, die Handhabung des Doppeldeckglaspräparates zu erleichtern.

Er wird folgenderweise vorbereitet: Der gut geputzte Objektträger (26 × 76 mm) wird mit zwei Etiketten (27) beklebt, deren einander zuge-

kehrte Ränder zirka 2—3 mm entlang der gestrichelten Linie eingefaltet wurden. Dadurch erreicht man, daß die Etiketten dort, wo man das Deckglaspaar einschieben will, nicht gummiert sind. Hat man die Etiketten vorgefaltet, so befeuchtet man sie auf ihrer ganzen gummierten Fläche, biegt den Rand an der einen Seite um, wodurch er verklebt und befestigt sie nun mittels ihrer Gummierung auf dem Objektträger, und zwar so, daß der Abstand der Etiketten voneinander der Größe des kleineren Deckglases entspricht. Nach dem Trocknen der Gummierung der Etiketten kann das Deckglaspaar bequem in die Falze der ungefalteten inneren Etikettenränder geschoben werden (26 u. 28). Das Deckglaspaar kann so beliebig oft gewendet werden, wodurch die Nannofossilien von beiden Seiten betrachtet werden können. Das Präparat wird sofort nach Beendigung der Präparation beschriftet. Im Text der Beschriftung sollen zumindest der genaue Fundort oder die Bezeichnung der Tiefbohrung samt Teufe und Kistennummer und die Präparatenummer enthalten sein. Hinweise auf Einschlußmittel und Herstellungsdatum können auch in der Präparatekartei (vgl. S. 45) vermerkt werden.

Hat man vor, die Nannofossilprobe aufzubewahren, was besonders bei seltenen Materialien sehr zu empfehlen ist, so beschriftet man eine dritte Etikette (29), die man auf das Aufbewahrungsfläschchen (30) klebt. Als solche wurden vom Verfasser Penicillinfläschchen verwendet. Diese sind sehr bruchfest und in Spitälern oder bei Altglashändlern um geringes zu erstehen, doch empfiehlt es sich, statt des Gummiverschlusses einen Kork zu verwenden, da ersterer im Laufe der Jahre klebrig wird und das Öffnen des Fläschchens erschwert, während Naturkorke, wie die Proben der Collectio Grunow im Naturhistorischen Museum, Wien zeigen, über ein Menschenalter hinaus brauchbar bleiben. Um zu verhindern, daß in der Sedimentaufschlammung Schimmelpilze und Bakterienkulturen einen Nährboden finden, wird die Probe vor ihrer Deponierung im Schrank mit einigen Tropfen einer verdünnten Sublimatlösung (31) vergiftet. Um dies nicht zu vergessen, erweist es sich als praktisch, immer einige Dutzend vergifteter Fläschchen in Vorrat zu halten. Nachdem die Fläschchen mit dem Kork (32) verschlossen worden sind, werden sie in Fächern, deren Boden mit Dreikantleisten benagelt ist, in schräger Lage aufbewahrt. Dies hat den Vorteil, daß man mit einem Blick sämtliche Etiketten der im Fache aufbewahrten 80 oder 100 Fläschchen überblicken kann und so ohne viel Mühe eine bestimmte Probe wiederfinden kann. Bei Probenfläschchen, die öfters zur Nannofossilientnahme verwendet werden, ist das Plastikröhrchen (7) mit Hilfe eines kleinen Gummiringes am Bauch des Fläschchens befestigt. Ansonsten werden Plastikröhrchen, die bereits einmal zur Probenentnahme verwendet wurden, vernichtet.

Was sind nun die Vor- und Nachteile dieser Präparationsmethode und welche Variationsmöglichkeiten bietet diese Methode?

Wie schon erwähnt, hat sie vor allen anderen Methoden den Vorteil, daß man Typen von Nannofossilien, die man mit einem Tuscherling (vgl. Dokumentation S. 43) auf dem kleineren Deckglase markiert hat, auch bei stärkster Vergrößerung (1500×) von beiden Seiten her betrachten kann. Durch die Entdeckung DEFLANDRE's, daß die beiden Flachseiten der

*Discoasteriden* Unterschiede in ihrer Struktur aufweisen, wurde diese Beobachtungstechnik, welche leider von vielen Forschern noch umgangen wird, geradezu obligatorisch. Ein weiterer Vorteil bei dieser Methode liegt darin, daß die im glasharten Einschlußmittel aufbewahrten Typen sich durch das Anhaften am kleineren Deckglas nicht mehr von ihrer Stelle fortbewegen, selbst wenn man den Kanadabalsam durch Erwärmen wieder verflüssigt. Auch das Verschwinden eines seltenen Nannofossiles hinter einem dahergeschwommenen Tonklumpen ist in glashartem Einschlußmittel unmöglich. Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode liegt darin, daß die einmal aufgefundenen Typen noch viele weitere Jahre und, wie wir hoffen, Jahrzehnte unverändert erhalten bleiben werden, was bei Präparaten mit flüssigem Einschlußmittel nicht der Fall ist.

Die Nachteile dieser Methode leiten sich aus diesen sonst guten Eigenschaften des Einschlußmittels ab. Man kann in solchen Präparaten mit gehärtetem Einschlußmittel die Nannofossilien nicht auf die Seite kippen. Dieser Nachteil kann aber durch eine kleine Variation in der Methode leicht umgangen werden. Ein weiterer Nachteil ist der, daß ein schönes und seltenes Nannofossil, das ungünstig liegt oder teilweise verdeckt ist, nicht in eine bessere Lage gebracht werden kann. Dieser Nachteil wird aber durch die günstige Tatsache aufgewogen, daß die meisten sternförmigen Nannofossilien im Hartpräparat nach dem Eintrocknen des Wassertropfens flach zu liegen kommen und daher leicht gefunden werden können, während im flüssigen Präparat die Nannofossilien alle möglichen Orientierungen einnehmen und daher um vieles schwerer aufzufinden und zu erkennen sind als im festen Präparat. Von der von KAMPTNER angewendeten Einbettung in einer gesättigten Kalziumchloridlösung, welche für Coccolithineen (Placolithen und Discolithen) ausgezeichnete optische Bedingungen schafft, wurde vor allem deswegen Abstand genommen, weil das Arbeiten mit diesem flüssigen Einschlußmittel wesentlich zeitraubender ist als das mit hartem Einschlußmittel und weil die Sicherstellung von Typusexemplaren bei jener Methode nicht möglich ist. Dennoch kann aber KAMPTNER's Einschlußmittel für die Untersuchung von zartgebauten Placolithen und Discolithen bestens empfohlen werden.

Wie wurden die auf den Tafeln gezeigten Seitenansichten der Nannofossilien erreicht? Die Methode des Einschlusses in hartem Kanadabalsam kann so variiert werden, daß man auch ohne viel Mühe die Nannofossilien von der Seite her zu sehen bekommt, und zwar so: Anstatt des kleineren Deckglases (9) verwendet man einen besonders dicken und daher wenig biegsamen Objektträger aus Fensterglas und läßt auf diesem einige Tropfen der aufgeschlämmten Probe eintrocknen. Danach wird der weiße Belag von Nannofossilien mit der Kante eines anderen Objektträgers vom ersten Objektträger weggeschabt und auf einem Deckglase zusammengehäuft. Diese brutale Behandlung halten die meisten der winzigen Nannofossilien ohneweiter aus. Als Einschlußmittel wird nun, wie schon BRAMLETTE & RIEDEL 1954 vorschlugen, wiederum Kanadabalsam verwendet, doch fand es der Verfasser vorteilhaft, diesen nicht mit Xylol, sondern in diesem Falle mit Eugenol (Nelkenöl) zu verdünnen, und zwar aus folgendem Grunde: Mit Xylol verdünnter Kanadabalsam wird durch das Verdampfen des Xylols leicht hart, während mit Eugenol verdünnter Balsam wochenlang weich bleibt. Außerdem konnte festgestellt werden, daß das Nelkenöl

die Elastizität des Kanadabalsams wesentlich herabsetzt, ihn sozusagen plastisch macht, wodurch man erreicht, daß die durch den Druck auf das Deckglas auf die Seitenkante gestellten Nannofossilien nicht wieder so leicht in ihre ursprüngliche Lage zurückgleiten, sondern so lange in der Seitenlage verharren, bis die Beobachtung, bzw. das Abzeichnen beendet ist. Durch langsames Bewegen des Deckglases ist es möglich, das einzelne Nannofossil in jede gewünschte Lage einzustellen und in Ruhe zu beobachten. Die Bewegung des Deckglases geschieht am gefühlvollsten mit der Spitze des Zeigefingers, den man auf eine nicht vom Immersionsobjektiv verdeckte Ecke des Deckglases legt. Solche Flüssig- oder Halbfüssigpräparate sind ohneweiters monatelang haltbar, sie sind aber nicht zum Festhalten von Typusexemplaren und für die Mikrophotographie geeignet, da die in ihnen eingeschlossenen Nannofossilien keinen festen Mikrostandort besitzen, sondern entsprechend den Druckverhältnissen unter dem Deckglas herumvagabundieren. Über die optimalen Bedingungen zum Zeichnen der Seitenansichten vgl. S. 42 im Abschnitt über die Mikroskopie.

Vor sogenannten Schnellpräparaten mit Wasser als Einschlußmittel möchte der Verfasser abraten, und zwar deshalb, weil die Nannofossilien, wenn sie nicht gerade sehr häufig sind, nur allzu leicht in dem optisch ziemlich ungünstigen Einschlußmittel Wasser übersehen werden können und man daher unter Umständen Proben für steril erklärt, die in Wirklichkeit eine Nannoflora enthalten. Ist man einmal gezwungen Schnellpräparate anzufertigen, so kann folgende Abkürzung empfohlen werden, welche allerdings optisch keine Nachteile mit sich bringt. Man führt die Präparation wie angegeben bis Arbeitsgang 15 durch. Von der sterilen Handhabung der Proben darf natürlich auch bei größter Eile nichts gestrichen werden. Hierauf verwendet man anstatt Kanadabalsam reines Nelkenöl oder Anisöl, welche beide annähernd den selben Brechungskoeffizienten haben wie Kanadabalsam, Anisöl sogar etwas höher (1.557). Man läßt jegliches weitere Erwärmen beiseite und deckt mit einem sauberen Objektträger ab. Das so angefertigte Schnellpräparat wird nicht etikettiert, sondern mit einer Spezialtusche (Tusche + Wasserglas  $[\text{Na}_2\text{SiO}_3]$ ) direkt auf dem Glase des Objektträgers beschriftet.

Diese Schnellmethode hat den Vorteil, daß sie die erforderliche Arbeitszeit um mehr als die Hälfte verkürzt und die gleichen optischen Bedingungen wie ein normales Dauerpräparat liefert. Sie hat aber folgende Nachteile: Das Deckglas kann leicht verrutschen, die Beschriftung kann eventuell verwischt werden, das zwar langsam, aber doch beständig verdunstende aromatische Nelken- oder Anisöl zieht sich unter den Rand des Deckglases zurück. Der große Vorteil an dieser Schnellmethode liegt aber darin, daß man die an der Unterseite des Deckglases anhaftenden Nannofossilien, die man auf der Oberseite des Deckglases mit Tuscheringsen markiert hat, in ein normales Dauerpräparat überführen kann, wenn man das abgehobene Deckglas auf die Wärmebank legt, das aromatische Öl abrauchen läßt und die Präparation wie beschrieben von 15 bis 28 (vgl. Abb. 4) normal zu Ende führt. So ist es möglich, neue Typusexemplare, die man auch bei Schnelluntersuchungen entdecken kann, und meistens gerade dann, wenn man sie am wenigsten erwartet, in ein sauberes und haltbares Typuspräparat einzuschließen.

## Mikroskopie

Die Nannofossilien sind wegen ihrer geringen Dimensionen nicht mit freiem Auge sichtbar. Zu ihrer Beobachtung ist ein Mikroskop erforderlich, das uns diese kleinen Dinge sehen läßt (gr. *mikro* = klein, gr. *skopein* = sehen).

Für die einwandfreie Beobachtung von Nannofossilien hat sich ein Durchlichtmikroskop mit folgender Ausrüstung als praktisch erwiesen:

Objektive: 10×, 20×, 40×, 60×, 100× (Ölimmersionsobjektiv)

Okulare bzw. Okularpaare: 10×, 12×, 15×. Meßokular

Binokularer und monokularer Einbliektubus

Dreh- und zentrierbarer Objektisch

Zweiblendenkondensator

Niedervoltlampe 30 Watt

Polarisationsfilter

Abbe'scher Zeichenapparat.

Um festzustellen, ob in einer Sedimentprobe Nannofossilien enthalten sind oder nicht, legen wir das Dauerpräparat oder Schnellpräparat auf den Objektisch des Mikroskops und senken den Tubus des Mikroskops so weit, daß das Objektiv mit 20- oder 40facher Vergrößerung das Deckglas fast berührt. Durch Drehen der Mikrometerschraube oder des groben Zahntriebes heben wir den Tubus so weit vom Deckglas ab, bis wir die Einzelheiten des Präparates scharf erkennen können. Wir überzeugen uns, ob genügend Licht für die Untersuchung vorhanden ist. Durch Drehen des Mikroskopspiegels und Einstellen auf den hellen Saum einer weißen Wolke oder durch Drehen am Knopf des Reglertransformators der Niedervoltlampe sowie durch die Bedienung der Feldblende und der Irisblende erhalten wir die ideale Köhler'sche Beleuchtung. Der Gebrauch einer Niedervoltlampe macht uns unabhängig von der Tageszeit und von den Launen des Wetters, andererseits aber abhängig vom elektrischen Strom. Ebenso wie von der Qualität der Beleuchtung, der Beleuchtungsapparatur und des Kondensators ist die Güte der optischen Auflösung auch von der Qualität der verwendeten Objektive abhängig. Für den größten Teil der Untersuchungen verwendete der Verfasser ein einfaches Ärztemikroskop der Optischen Werke REICHERT, Wien (Type RD, Baujahr 1924), dessen hervorragende Optik auch von ausländischen Gästen bewundert wurde. Erst seit wenigen Wochen steht dem Verfasser das große Forschungsmikroskop ZETOPAN-Pol der REICHERT-Werke zur Verfügung, welches mit einer Spezialoptik ausgerüstet alle Vorteile und Bequemlichkeiten eines modernen Mikroskops bietet (Abb. 5).

Wie werden die verschiedenen Objektive am günstigsten verwendet? Zum Auffinden von Discoasteriden verwendet man je nach Häufigkeit der Asterolithen ein Trockenobjektiv mit 40- oder 60facher Vergrößerung und Okulare mit 10facher Vergrößerung. Je mehr Nannofossilien in einem Präparat liegen, desto stärker kann die Vergrößerung sein, die zu ihrer Auffindung dienen soll. Verwendet man ein schwaches Objektiv, z. B. eines mit 20facher Vergrößerung, so werden zwar alle größeren Asterolithen leicht gefunden, die kleinen Exemplare aber nur allzuleicht übersehen. Die Vergrößerungsfaktoren der Objektive verhalten sich reziprok wie die Maschenweite eines Drahtsiebes. Das bedeutet: je kleiner die Vergrößerung



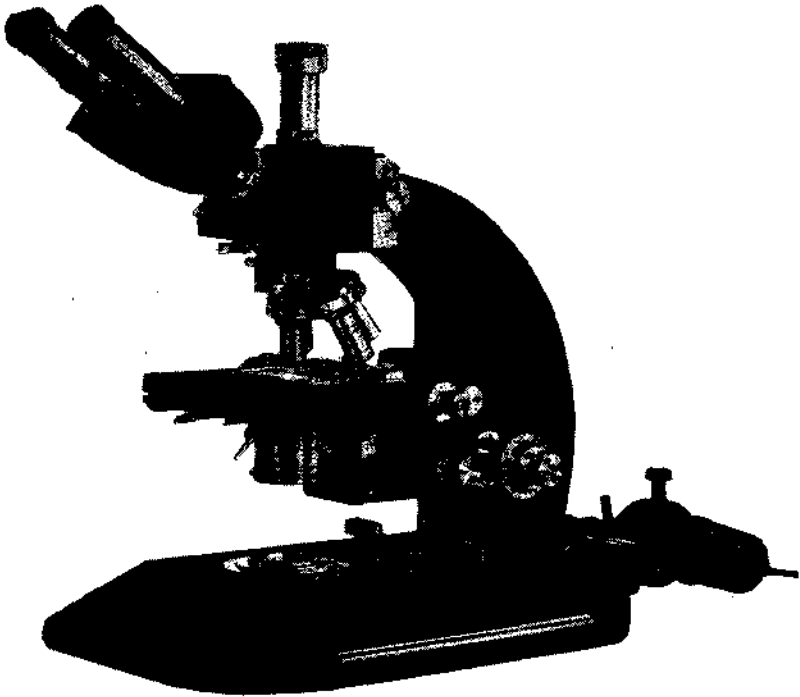


Abb. 5: Das große Forschungsmikroskop „Zetopan“ der Optischen Werke C. REICHERT, Wien. (Photo REICHERT.)

(je größer die Maschenweite), um so mehr entgeht unserer Beobachtung (fällt durch die Maschen hindurch); je stärker die Vergrößerung (je kleiner die Maschen), um so weniger kann übersehen werden (um so mehr bleibt zwischen den Maschen liegen).

Ebenso reziprok zueinander verhalten sich die Größe des überschauten Präparatfeldes und die Vergrößerung des Objektivs. Je kleiner die Vergrößerung eines Objektivs ist, um so größer ist die überschaubare Fläche im Präparat, je stärker aber die Vergrößerung wird, um so kleiner wird der Durchmesser der überschauten Fläche. Dies bedeutet, daß man bei starker Vergrößerung wesentlich mehr Blickfelder durchmustern muß um die Nannofossilien einer bestimmten Präparatfläche auszuzählen als bei schwächerer Vergrößerung. Man wird daher am günstigsten eine optische Vergrößerung wählen, die

1. ein möglichst genaues Bild von der Zusammensetzung der Nannofossilien-gesellschaft gibt, also auch die kleinwüchsigen Arten gut erkennen läßt und

2. ein möglichst großes Präparatfeld überschauen läßt.

Durch die Verwendung von orthoskopischen Okularen (Brillenträger-okularen mit Augenmuscheln), welche das große Blickfeld eines  $5\times$  vergrößernden Okulars uns in 10facher Vergrößerung erscheinen lassen, können wir uns die Arbeit des Auszählens wesentlich erleichtern. Auch ein in ein Okular eingelegetes Netzgitterplättchen kann nach Belieben verwendet werden.

Da die sternförmigen Nannofossilien meistens von weitaus zahlreicheren Coccolithen s. str. (Placolithen) begleitet werden, kann man die Untersuchung eines Präparates mit gekreuzten Polarisationsfiltern beginnen. Das Blickfeld erscheint dunkel, die polarisationsoptisch aktiven Placolithen, wenn solche vorhanden sind, lassen sich leicht durch ihr charakteristisches Löschungskreuz erkennen. Man hat somit einen sicheren Hinweis, ob und in welcher Frequenz sternförmige Nannofossilien zu erwarten sind. Nach dem Ausschwenken der Polarisationsfilter wird dann die Suche auf Discoasteriden und ähnliche Nannofossilien fortgesetzt. In den tertiären marinen Sedimenten ist es meist so, daß man dort, wo viele Placolithen vorkommen, auch mehr oder weniger häufige, sternförmige Nannofossilien finden kann. Nur sehr selten findet man in Österreich Materialien, in denen die Discoasteriden die Coccolithen an Zahl überwiegen. Es ist daher auch dann, wenn man keine Placolithen polarisationsoptisch nachweisen konnte, ratsam, die Untersuchung im normalen Durchlicht fortzusetzen. Auch verschiedene sehr zart gebaute Placolithen, wie z. B. *Coccolithus leptoporus* sowie viele Discolithen und Zygolithen können im polarisierten Lichte bei gekreuzten Filtern leicht übersehen werden. Die sternförmigen Nannofossilien treten mit Ausnahme der fünfstrahligen Braarudosphaeriden und der Thoracosphaeriden nur wenig polarisationsoptisch in Erscheinung. Die Discoasteriden bleiben, wenn sie horizontal liegen, schwarz. Nur schrägliegende Teile der Asterolithen leuchten auf.

Zur Beobachtung der Seitenansichten von sternförmigen Nannofossilien ist es praktisch, den Polarisator ohne Analysator zu verwenden oder den Analysator 20—30 Grad zum Polarisator einzuschwenken. Der Aufbau der Asterolithen kann so wesentlich besser erkannt werden als in reinem Durchlicht, da viele störende Lichtstrahlen ausgeschaltet werden.

Obwohl bereits Elektronenaufnahmen von Nannofossilien hergestellt wurden (KAMPTNER 1952, DEFLANDRE 1954, GRUNAU 1959), muß festgestellt werden, daß das Lichtmikroskop nach wie vor das wichtigere Gerät zur Erforschung der Nannofossilien darstellt, vor allem deshalb, weil es weitaus geringere Anforderungen an die Geduld und Arbeitszeit des Präparators und Mikroskopikers stellt. Die Hauptlast der Forschungsarbeit wird auf diesem Sektor voraussichtlich in diesem Jahrzehnt nach wie vor vom Lichtmikroskop getragen werden.

Eines darf aber nicht übersehen werden, nämlich daß auch die beste Optik und alle modernen Hilfsmittel nur Werkzeuge sind mit denen der menschliche Geist versucht der Natur ihre Geheimnisse abzuringen. Ohne großen Zeitaufwand und vor allem viel Geduld lassen sich die Nannofossilien ihre Geheimnisse nicht entreißen. Um eine neue Art exakt zu definieren ist stundenlanges Mikroskopieren und Zeichnen erforderlich, und dazu gehört viel Liebe zur Sache. Es kommt also nicht nur allein auf die Qualität der optischen Ausrüstung, sondern auch sehr viel auf die Genauigkeit, auf das Fingerspitzengefühl und auf die Beobachtungsgabe des Mikroskopikers an.

### Dokumentation

Auch die schönste und sensationellste Beobachtung hat nur wenig Wert, wenn sie wieder bald vergessen wird. Um dies zu verhindern, sind

verschiedene Arbeitsvorgänge notwendig, die unter dem Ausdruck „Dokumentation“ zusammengefaßt werden sollen. Es sind dies:

1. die Aufbewahrung der beobachteten Naturobjekte,
2. die zeichnerische oder photographische Darstellung der Naturobjekte,
3. die genaue Beschreibung der Naturobjekte, ihrer Fundorte, ihres Vorkommens usw.,
4. die karteimäßige Erfassung der gefundenen Arten, Gattungen, Familien usw.; die systematische Einordnung,
5. die Publikation der erzielten Ergebnisse.

Einige kurze Bemerkungen und Hinweise zu diesen fünf Punkten:

ad 1: Die im Laufe der Nannofossilienbearbeitungen hergestellten Dauerpräparate (vgl. S. 33—37) müssen kühl und staubfrei aufbewahrt werden. Eine Lagerung in einer bestimmten Orientierung zur Erdanziehungskraft ist nicht nötig, da der gehärtete Kanadabalsam ein Verrutschen des Deckglases verhindert und die Nannofossilien darin nicht absinken können.

Die in den Dauerpräparaten aufgefundenen Nannofossilien werden folgendermaßen gekennzeichnet: Man schaltet auf das Objektiv mit der 10fachen Vergrößerung um. Dieses läßt genügend Raum zwischen Deckglas und Objektiv frei, so daß man mit einer sehr dünnen in Tusche getunkten Zeichenfeder bequem einen schwarzen Ring auf das Deckglas zeichnen kann. Dieser Tuschering wird unter gleichzeitiger Kontrolle im Mikroskop rings um das Nannofossil gezogen und soll nicht zu groß sein, da man sonst das zu markierende Nannofossil aus einer sehr großen Anzahl von weiteren weniger interessanten Nannofossilien jedesmal heraussuchen muß, andererseits darf der Tuschering auch nicht so eng an das Nannofossil heranführen, daß er die Beleuchtung desselben beeinträchtigt.

Es darf immer nur dasjenige Deckglas mit Tuscheringen versehen werden, an dessen Unterseite die Nannofossilien anhaften, also nach der auf S. 36 beschriebenen Herstellungsweise das kleinere \*). Dies verhindert viel Ärger für den Fall, daß der Kanadabalsam zuwenig gehärtet war und das Doppeldeckglaspräparat sich in irgendeiner Richtung verziehen sollte. Es erweist sich als unhandlich, mehr Tuscheringe auf das Deckglas zu zeichnen als es Buchstaben im Alphabet gibt (vgl. Dokumentation ad 4 a). Die sorgsam beschrifteten Dauerpräparate werden in Präparateschachteln oder -mappen aufbewahrt. Präparatemappen haben gegenüber Präparateschachteln den Vorteil, daß alle in der Mappe aufbewahrten Präparate leicht zu überblicken sind und kein ungenützter Zwischenraum mitaufbewahrt wird.

Die mikroskopischen Dauerpräparate der in dieser Arbeit beschriebenen Nannofossilien wurden in die Präparatesammlung der Geologischen Bundesanstalt Wien, Erdölabteilung, eingereiht.

ad 2: Um die Form eines Nannofossils rasch ins Gedächtnis zurückzurufen oder um sie anderen ohne Vorweisung des Originals mitteilen zu können, ist die graphische oder photographische Darstellung derselben

---

\*) Die beiden Buchstaben L und R (für links und rechts), die man auf den überstehenden Rand des größeren Deckglases geschrieben hat (vgl. Abb. 4/28), geben stets einen Hinweis, in welcher Lage sich das Deckglaspaar gerade befindet, ob es gewendet ist oder nicht.

notwendig. Welche Vorteile bzw. Nachteile bietet das Zeichnen und welche die Photographie?

Das Zeichnen von mikroskopisch kleinen Objekten zwingt den Zeichner nicht nur vor, sondern auch noch während des Zeichnens die Gestalt und die Besonderheiten des Objektes genau zu studieren, also sich intensiv dem Studium der Details zu widmen. Der Zeichner ist außerdem gezwungen, zwischen wesentlichen und unwesentlichen Details zu unterscheiden, da jede Handzeichnung in irgendeiner Weise das Objekt schematisierend wiedergibt. Ein weiterer Vorteil der Zeichnung gegenüber der Photographie liegt darin, daß ein einmal gezeichnetes Objekt erfahrungsmäßig jahrelang nicht mehr vergessen wird, während die Photographie wesentlich geringere Erlebniswerte bietet. Als Nachteil muß angeführt werden, daß keine noch so gute Zeichnung das Objekt so realistisch wiedergeben kann wie eine gute Mikrophotographie und daß das Zeichnen die Augen etwas mehr anstrengt als die Mikrophotographie.

Die Vorteile der Mikrophotographie andererseits liegen darin, daß das Objekt in größerer Naturtreue wiedergegeben werden kann als mit Hilfe des Zeichenstiftes. Leicht können nämlich fachliche Vorkenntnisse und bildhafte Vorstellungen den Zeichner veranlassen, aus einer gewissen Voreingenommenheit dem Objekt gegenüber an diesem verschiedene Details zu übersehen oder falsch zu sehen, was bei der photographischen Linse nicht möglich ist. Als Nachteil der Mikrophotographie muß erwähnt werden, daß nur sehr günstig liegende Objekte schön photographiert werden können und daß die Tiefenschärfe der mikroskopischen Objektive meist zu gering ist, um alle Teile eines räumlichen Nannofossiles scharf darzustellen. Das Objekt soll möglichst eben und einzeln liegen, damit nicht durch Streulicht von anderen Objekten die Aufnahme gestört wird. Es ist also ein bestimmter Zeitaufwand erforderlich, um aus der Vielfalt der Nannofossilien jene auszuwählen und zu markieren, die in jeder Beziehung „photogen“ sind und ein gutes Mikrophoto zu geben versprechen. Beim Zeichnen hingegen braucht man diesbezüglich nicht so wählerisch zu sein, da auch Nannofossilien dann gut gezeichnet werden können, wenn sie etwas schief liegen und von einem Gewirr von anderen Nannofossilien umgeben sind (Mikrophotos: siehe Abb. 24 auf S. 135).

ad 3: Bezüglich einer Anleitung zur Beschreibung von Kleinstfossilien sei der Leser auf R. RICHTER, Einführung in die Zoologische Nomenklatur, Frankfurt 1948, Verlag Kramer, verwiesen, wo auch sehr ausführliche Hinweise für die Abfassung wissenschaftlicher Texte gegeben sind.

ad 4: Um den Überblick über die Vielfalt von Abbildungen, Namen und Resultaten, die sich im Laufe der Jahre in einem Laboratorium ansammeln, nicht zu verlieren, ist es zweckmäßig, jede Art von Ergebnis möglichst rasch in ein Archiv einzureihen. Der Verfasser führt zurzeit vier getrennte Karteien, in denen alle Ergebnisse seiner Nannofossilienbearbeitungen festgehalten werden. Es sind dies:

- a) die Präparatekartei,
- b) die Fundortkartei,
- c) die Kartei zur Nannofossilien-Systematik,
- d) das Zeichnungs-Archiv.

*Die Präparatekartei:* Um in einem Präparat die verschiedenen Arten von Nannofossilien typenmäßig zu erfassen, wurden, wie schon in Punkt 1 beschrieben, kleine Tuscheringe auf das kleinere Deckglas aufgesetzt, die uns das Wiederfinden bestimmter Nannofossilien wesentlich erleichtern. Sobald auf einem Deckglase mehr als 5 Tuscheringe aufgetragen wurden, lohnt es sich ein kleines Karteiblatt anzulegen, auf welchem wir uns folgende Orientierungshilfe eintragen: In der rechten oberen Ecke wird ein Quadrat, zirka  $5 \times 5$  cm, gezeichnet, sozusagen als vergrößerte Landkarte unseres Mikropräparates. Die in dieses Quadrat übertragenen Tuscheringe haben dieselbe Lage zueinander wie auf dem Präparat. Sie werden hierauf mit Großbuchstaben versehen. Die freien Zeilen der Karteikarte dienen zum Eintragen der Namen von Nannofossilien, die in jedem Tuschering zu finden ist. Mit Hilfe solcher Karteikarten ist es dann ein leichtes, z. B. das besonders auffallende elfstrahlige Exemplar von *Discoaster mirus* im Präparat 369 innerhalb des Tuscheringes Q zu finden. Falls das Nannofossil sehr klein und ungünstig gelagert ist, so hilft ein kleiner geographischer Hinweis, wie z. B. „NNW des großen Pyritkornes nahe dem Rande des Tuscheringes“, auch noch nach Jahren ohne viel zeitraubendes Suchen dieses winzige Objekt wiederzufinden. Selbst ein noch so klein gezogener Tuschering kann nämlich Dutzende von Nannofossilien beinhalten. Die Karteikarten werden nach Fundorten geordnet in einem Karteikasten aufbewahrt.

*Die Fundortkartei:* Um auch in späteren Zeiten den Fundort oder die Entnahmestelle einer schönen Nannofossilien-gesellschaft genau beschreiben zu können, wird die Fundortkartei angelegt. In ihr sind die Lage und der Zustand des Fundortes so präzise anzuführen, daß auch ein Fremder auf Grund unserer Eintragungen den Fundort womöglich wiederfinden kann. Bei Tiefbohrungen erweist es sich als praktisch, für jeden Bohrkern ein eigenes Karteiblatt zu verwenden. Die Karteiblätter der Fundortkartei werden nach Ländern und auch alphabetisch geordnet.

*Die Kartei zur Nannofossilien-Systematik:* Um den Überblick über die stetig anwachsende Zahl von Nannofossilien nicht zu verlieren, wird jeder bisher selbst gefundenen oder von anderen Forschern entdeckten Art eine Karteikarte gewidmet. Auf dieser Karteikarte sollen zumindest folgende Angaben zu finden sein:

- Familie, Gattung, Art, Autor
- Abbildung des Holotypus oder eine bessere Abbildung der Art,  
oder noch besser beides
- Vorkommen
- Fundorte
- Literatur

Die Aufstellung einer solchen Kartei erfordert sehr viel Mühe und kostet nicht nur eine Menge Zeit, sondern auch Geld, da viele Abbildungen aus älteren Publikationen photokopiert werden müssen, da man ja in den seltensten Fällen zwei Sonderdrucke für seine Kartei zerschneiden wird. Bezüglich großer Katalogwerke sei der Leser auf den Foraminiferenkatalog von ELLIS & MESSINA und auf „Fichier Micropaléontologique Général“ von DEFLANDRE & DEFLANDRE-RIGAUD hingewiesen, welches letzteres Werk

auch Serien über Nannofossilien bringen wird und als die größte Dokumentation auf dem Gebiete der Kleinstfossilien angesehen werden kann.

*Das Zeichnungs-Archiv:* Ein wesentliches Hilfsmittel zur Definition einer Art kann darin gefunden werden, daß man alle Bleistiftskizzen eines bestimmten Typs von Nannofossilien zusammenstellt und auf große Zeichenblätter (30 × 40 cm) aufklebt. Auch diverse mehr oder weniger gut gelungene Mikrophotos tragen oft zur Abrundung des Bildes bei. Da bei jeder Zeichnung die Präparatenummer und der Buchstabe des Tuscherings vermerkt sind, kann mit Hilfe der Zeichnungskartei zusammen mit der Präparatekartei jederzeit festgestellt werden, welche Exemplare aus einer Nannofossilienreihe noch nicht untersucht wurden oder noch gezeichnet oder photographiert werden müssen. Die mit Zeichnungen beklebten Blätter werden in der selben Reihenfolge wie die Karteikarten der Nannofossilien-Systematik hinterlegt.

*Die Publikation:* Hat man eine Reihe von Beobachtungen angestellt, von denen man glaubt, daß sie allgemeine Gültigkeit behalten werden, so ist es auf jeden Fall zu empfehlen, diese Beobachtungen möglichst rasch zu veröffentlichen. Da die Zahl der Bearbeiter der Nannofossilienfloren noch relativ klein und die Nachfrage der Stratigraphen nach neuen Beobachtungen sehr groß ist, wird jede neue Beobachtung über Nannofossilien und über ihr Vorkommen Beachtung finden. Es darf nicht vergessen werden: je rascher ein Ergebnis publiziert wird, umso eher können nicht nur Fachkollegen, sondern auch noch viele andere an der stratigraphischen Grundlagenforschung Interessierte daraus Nutzen ziehen.

## Über die Systematik der Nannofossilien

Die in dieser Abhandlung beschriebenen Arten von Nannofossilien werden in 14 Gattungen gegliedert, die auf fünf Unterfamilien verteilt werden. Bei der Zusammenstellung der systematischen Einteilung wurde für die hier beschriebenen Nannofossilien von der Annahme ausgegangen, daß die sie erzeugenden Zellorganismen pflanzlicher Natur waren und zu den Kalkflagellaten zu rechnen sind. Aus diesem Grunde erfolgte eine Anlehnung an KAMPTNER's „Betrachtungen zur Systematik der Kalkflagellaten“ 1958, welches Werk die neueste und umfangreichste systematische Zusammenstellung auf diesem Gebiete vorstellt.

Subordo: **Coccolithineae**

Familia: **Coccolithaceae**

Subfamilia: **Discoasteroideae**

Tribus: **Discoastereae**

Genera: **Discoaster** TAN SIN HOK 1927

**Nannotetraster** MARTINI & STRADNER 1960

Tribus: **Marthasteriteae**

Genera: **Marthasterites** DEFLANDRE 1959

**Trochastrites** STRADNER 1961

Subfamilia: *Braarudosphaeroideae*Genera: *Braarudosphaera* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE 1947

Pemma KLUMPF 1953

*Micrantholithus* DEFLANDRE 1950*Tetralithus* GARDET 1955*Lucianorhabdus* DEFLANDRE 1959Subfamilia: *Lithostromationoideae*Genera: *Lithostromation* DEFLANDRE 1942*Trochoaster* KLUMPF 1953

Die drei im Anhang beschriebenen Nannofossilienarten wären folgendermaßen einzuordnen:

Familia: *Coccolithaceae*Subfamilia: *Coccolithoideae*Tribus: *Zygosphaereae*Subtribus: *Zygosphaerinae*Genus: *Corolithion* STRADNER 1961 (in der Nähe von *Zygo-*  
*lithus* KAMPTNER 1949 und *Stephanolithion*  
DEFLANDRE 1939)Subfamilia: *Thoracosphaeroideae*Genus: *Favolithora* STRADNER 1961, als zweite Gattung  
neben *Thoracosphaera* KAMPTNER 1927

Für die hier gebotene systematische Übersicht wurden die Namen der Unterfamilien der *Braarudosphaeroideae* und *Thoracosphaeroideae* aus KAMPTNER's „Betrachtungen“ (1958) übernommen. An Stelle von TAN SIN HOK's Familiennamen der *Discoasteridae* wurde der den Unterfamilienrang anzeigende Namen *Discoasteroideae* eingesetzt. DEFLANDRE's Familien-Name der *Lithostromationidae* wurde, analog zu KAMPTNER's Vorgehen mit der Endung *-oideae* ausgestattet. Der Tribus der *Marthasteriteae* wurde neu eingeführt, um die Gattungen *Marthasterites* und *Trochastrites* von *Discoaster* und *Nannotraster* systematisch zu distanzieren.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die oben angeführte systematische Übersicht der hier beschriebenen Nannofossilien nur einen kleinen Ausschnitt aus der Gesamtheit der Nannofossilien-Systematik darstellt. So konnte KAMPTNER 1958 bereits 81 Genera aufzählen. Die Zahl der Genera ist in weiterem Steigen begriffen. Der diesbezüglich interessierte Leser sei daher auf die systematischen Arbeiten von KAMPTNER und DEFLANDRE (siehe Literaturverzeichnis) hingewiesen.

Zur Systematik der *Discoasteriden*

Die meisten Merkmale, die an den von EHRENBURG 1854 mit dem Namen „*Scheibensterchen*“ versehenen und von TAN SIN HOK 1927 als „*Discoaster*“ bezeichneten Kleinstfossilien zu beobachten sind, haben in irgendeiner Form systematischen Wert. Deshalb sollen die folgenden Zeilen

- a) der Besprechung der morphologischen Merkmale eines Scheibensterchens (*Discoaster*)
- b) der Wandelbarkeit dieser Merkmale innerhalb der Gattungen und
- c) der auf Grund dieser Merkmale möglichen systematischen Gliederung gewidmet sein.

ad a) Zur Erläuterung der morphologischen Merkmale eines sternförmigen Kalkkörperchens aus der Gattung *Discoaster* mögen einige Abbildungen von *Discoaster gemmifer* n. sp. dienen (Abb. 6/A—C u. 7/1). Die Gesamtheit des sternförmigen Kalkkörperchens wird *Asterolith* (wörtlich Sternstein) genannt. Dieser Ausdruck war ursprünglich von SUJKOWSKI 1931 als Gattungsname (*Asterolithes*) für diese Nannofossilien vorgesehen und wird, da er wegen der Priorität des Gattungsnamens *Discoaster* TAN SIN HOK 1927 in die Synonymie fiel, nach einem Vorschlag DEFLANDRE's seit 1952 nur mehr als morphologische Bezeichnung weiterverwendet. Der *Asterolith* von *Discoaster gemmifer* ist im typischen Falle 6strahlig. Nicht nur sein Umriß ist 6strahlig, sondern der gesamte Kalkkörper ist aus 6 Strahlen (*Radii*, Abb. 6/A/a) im Sinne von morphologischen Einheiten zusammengesetzt. Diese Strahlen sind sektorenartig fest miteinander verwachsen. Die Verwachsungsflächen sind an der Oberfläche des *Asterolithen* als Nahtlinien (*Lineae interradales*, Unterteilungslinien) zu erkennen (Abb. 6/A/e u. B/e). Die Strahlen von *Discoaster gemmifer* sind weniger als die Hälfte ihrer Länge mitsammen verwachsen, ihre Schäfte und ihre Enden sind freistehend. Sie liegen in einer Ebene, die als *Hauptebene* bezeichnet wird.

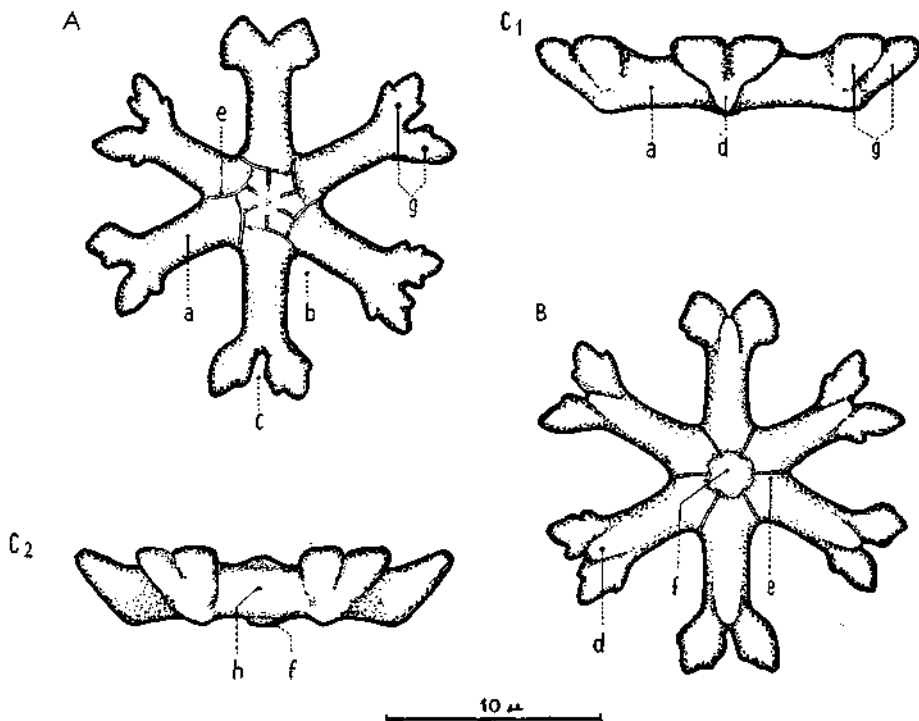


Abb. 6: Die verschiedenen Ansichten eines *Asterolithen* von *Discoaster gemmifer* n. sp.: Draufsicht auf die Facies superior (A), Draufsicht auf die Facies inferior (B), Seitenansicht in Richtung eines Strahles ( $C_1$ ), Seitenansicht in Richtung eines Interradialeinschnittes ( $C_2$ ). Sternstrahl oder Radius (a), Interradialeinschnitt (b), Endeinschnitt (c), Verstärkungsleiste (d), Unterteilungslinie (e), zentrale Erhebung (f), Strahlengabelung (g). Fundort: Mattsee, Stat. 130, Salzburg; Lutet.



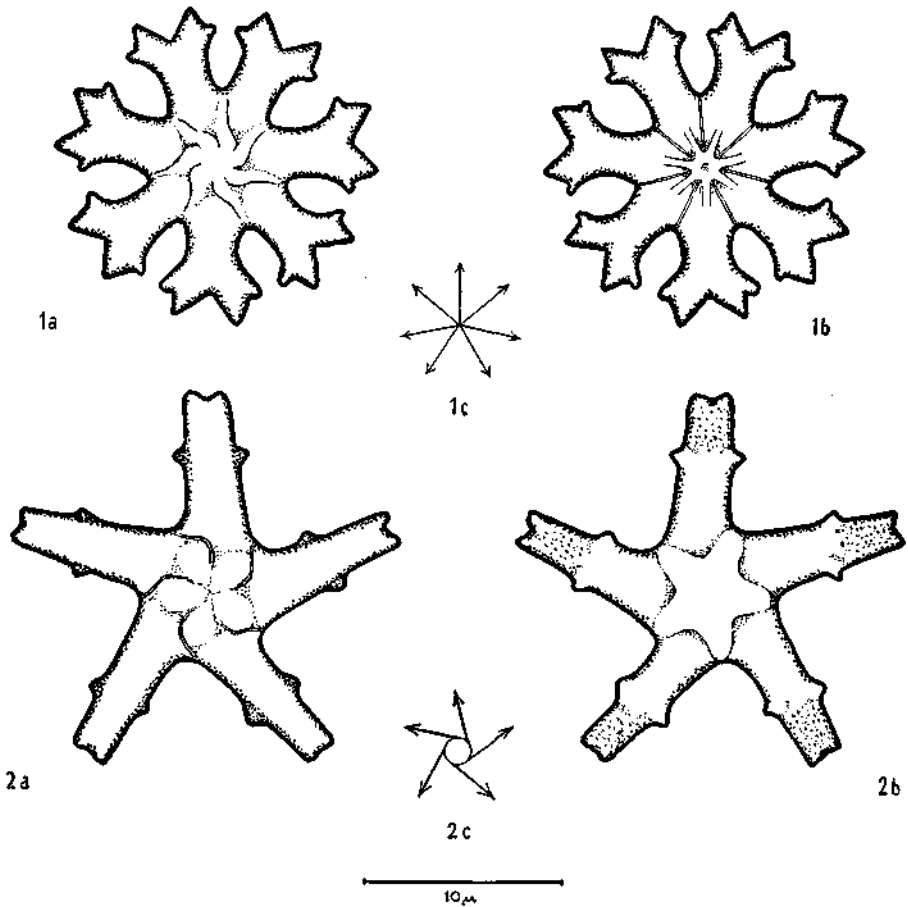


Abb. 7: Die Strahlenrichtungen der Asterolithen von *Discoaster gemmifer* n. sp. (1) und *Discoaster tani nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL (2): Facies superior (.a), Facies inferior (.b); Strahlenachsen, die genau vom Mittelpunkt ausgehen (1c); Strahlenachsen, die tangential von einem perizentralen Kreise auszugehen scheinen (2c). Fundort: Palma Real, Mexiko; Oligozän.

Die *Hauptachse* ist eine auf die Hauptebene senkrecht stehende Gerade, nach der die axiale Symmetrie des Asterolithen ausgerichtet ist. Sie verbindet die Mittelpunkte der beiden *Flachseiten* des Kalkkörperchens. Diese sind, wie DEFLANDRE 1934 erstmalig hervorhob, in ihren Strukturen verschieden, so daß man eine *Facies superior* und eine *Facies inferior* unterscheiden kann. In Abb. 6 sind die Flachseiten so orientiert, daß bei den Seitenansichten  $C_1$  und  $C_2$  die *Facies inferior* (B) unten und die *Facies superior* (A) oben zu liegen kommt. Diese von DEFLANDRE eingeführte Orientierung wurde in den Figuren der Taf. 1—21 und in den Textabb. 6—8 angewendet. Da die Strahlen etwas gebogen sind, erscheint der Asterolith in bezug auf die Hauptebene leicht konvex-konkav. Diese Wölbung ist beim alttertiären *Discoaster gemmifer* sehr gering, kann aber bei manchen junger-

tiären Arten sehr auffallend sein (vgl. Taf. 21, Fig. 6). Viele Asterolithen des Subgenus *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK, zu dem auch *Discoaster gemmifer* zu rechnen ist, haben die *Facies superior* konkav und die *Facies inferior* konvex gewölbt.

Inwiefern unterscheiden sich die beiden Flachseiten? Die genaue Betrachtung der Strahlen und ihrer Verwachsungsflächen läßt die Unterschiede sofort klar werden. Nahe der Hauptachse sind die Strahlen, wie schon erwähnt, eng mitsammen verwachsen. Außerhalb davon liegen zwischen den freien Strahlenanteilen 6 schwach gerundete Buchten, die Interradialeinschnitte (*Incisiones interradales* Abb. 6/A/b). Für die von diesen 6 Buchten umgebenen verwachsenen Strahlenanteile wurde von BRAMLETTE & RIEDEL 1954 der Ausdruck *central disc* (Zentralscheibe) verwendet. Dieser Ausdruck, der die Beschreibung des Mittelteiles des Asterolithen sehr vereinfacht, besagt aber nicht, daß etwa einem separatem Mittelteil 6 Strahlen aufsitzen, sondern nur, daß die Strahlen, aus denen einzig und allein der Asterolith besteht, in der Mitte zu einem runden scheibenförmigen Gebilde verwachsen sind. Dies geht auch aus den Abb. 7 u. 9 der Taf. 39 in BRAMLETTE & RIEDEL's Publikation deutlich hervor. Die Oberflächenstrukturen der Zentralscheibe sind auf der *Facies superior* und *Facies inferior* verschieden. Die *Unterteilungslinien* der *Facies inferior* sind bei *Discoaster gemmifer* geradlinig. Sie nehmen von einer kleinen zentralen Erhöhung (Abb. 6/B/f) ihren Ausgang und biegen in der *Interradialbucht* in die *Facies superior* hinüber. Auf der *Facies superior* sind die Unterteilungslinien vom Mittelpunkt ausgehend scharf nach links geknickt (Abb. 6/A/e), wobei die Knickstellen annähernd in halber Entfernung zwischen dem Mittelpunkt der Flachseite und den Interradialbuchten liegen. Auf beiden Flachseiten ist die Mitte leicht erhöht (Abb. 6/B/f u. C<sub>3</sub>/f). Diese Erhöhung, die im Umfang rund oder polygonal sein kann, ist bei manchen Arten wesentlich höher als bei *Discoaster gemmifer*. Sie kann als *Zentralknopf* oder *Zentralsternchen* bezeichnet werden. Die Zusammensetzung des Zentralknopfes aus Anteilen der Strahlen kann nur in seltenen Fällen durch den Verlauf der Unterteilungslinien erkannt werden. Bei manchen Arten, so z. B. bei *Discoaster kuepperi* STRADNER, kann die Ableitung der erhöhten Mitte aus zentralen Strahlenanteilen einwandfrei nachgewiesen werden. Die Unterteilungslinien, welche der Umgrenzung der räumlich verwundenen Verwachsungsflächen von je zwei aneinandergrenzenden Strahlen entsprechen, stellen ein systematisch sehr wichtiges Merkmal dar. Aber nicht nur durch sie allein, sondern auch durch die erhöhte Strahlenkanten (*Verstärkungsleisten*) kann die *Facies inferior* von der *Facies superior* unterschieden werden. Erstere besitzt nämlich bei vielen Arten des Subgenus *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK bei hoher Einstellung deutlich erkennbare in zentrifugaler Richtung verlaufende *Strahlenkanten* (Abb. 6/B/d u. C<sub>1</sub>/d). Diese können, wenn die Enden der Strahlen gegabelt sind, ein wenig in den *Endeinschnitt* (Abb. 6/A/c) hineinragen, so wie z. B. in Taf. 8, Fig. 5 b. Die Enden der Strahlen sind bei *Discoaster gemmifer* meist durch annähernd rechtwinkelige *Endeinschnitte* (*incisiones terminales*, Abb. 6/A/c) gegabelt. Die rechts und links von diesen Einschnitten liegenden Strahlenenden sind seitlich verdickt und tragen bei *Discoaster gemmifer* deutlich erkennbare Knoten (*Lateralknoten*). Die Art der Strahlengabelung (Abb. 6/A/g u. C<sub>1</sub>/g) ist von Art zu Art recht verschieden und daher von hohem systemati-

schem Wert. Zusammenfassend können als die wichtigsten morphologischen Einzelheiten der Kalkkörperchen von Discoasteriden die folgenden genannt werden:

- Strahl (*Asteroradius* oder kurz *Radius*)
- Richtung der Strahlen
- Wölbung der Strahlen
- Verlauf der Unterteilungslinien (*Lineae interradales*)
- Oberflächenstrukturen der beiden Flachseiten (*Facies superior* und *Facies inferior*)
- Umriss der freistehenden Strahlenden (Gabelung, seitliche Knoten, Fortsätze, Verstärkungsleisten)
- Form und Winkel der Einschnitte und Buchten (Endeinschnitt *Incisio terminalis*, Interradialeinschnitt *Incisio interradales*)
- Zentrale Erhöhungen (Buckel, Knopf, Stiel, Trichter)
- Zentrale Vertiefungen (Krater, Zentralkanal)
- Oberflächenverzierungen (Rippen, Poren).

Auf welche Art und Weise die Asterolithen (Kalkkörperchen) der Discoasteriden zu einem Gehäuse eines einzelligen Kalkflagellaten vereinigt waren, kann auf Grund des fossilen Materials nicht entschieden werden, doch liegt die Vermutung nahe, daß die konvexe Flachseite außen und die konkave innen zu liegen kam. Daß die Asterolithen nicht im Mittelpunkt einer Zelle, sondern nahe der Peripherie entstanden sein müssen, geht aus der Verschiedenheit der Flachseiten deutlich hervor. Leider sind seit LECAL's Bericht über den Fang eines rezenten lebenden Discoaster (*Discoaster planctonicus* LECAL) keine weiteren diesbezüglichen Mitteilungen erschienen. Daher mußte zur systematischen Gliederung des fossilen Materials ausschließlich von den morphologischen Gegebenheiten der fossilen Asterolithen ausgegangen werden.

ad b) Im folgenden sollen die Variabilität der einzelnen Merkmale der Asterolithen und ihre Zusammenhänge besprochen werden.

Wie schon unter a) festgestellt wurde, bestehen die Asterolithen ausschließlich aus sektorenartig zusammengefügt Strahlen von mehr oder weniger kompliziertem Bau. Da infolge des Mangels an Beobachtungen über rezente Vertreter irgendwelche physiologische Gesichtspunkte wegfallen, ist für die systematische Arbeit am fossilen Material ausschließlich die Form der Asterolithen bzw. der sie aufbauenden Strahlen maßgebend. Wie aus Abb. 7 hervorgeht, sind die Strahlen bei den Asterolithen des Subgenus *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK in ihren freien Anteilen von den Flachseiten her betrachtet gerade. Die Strahlenachsen können entweder genau von der Hauptachse ausgehen, so wie in Abb. 7/1/c oder sie können von einem gedachten perizentralen Kreis (Abb. 7/2 c) tangential ihren Ausgang nehmen.

Dem ersten Falle entsprechen die Asterolithen der meisten Arten, so auch *Discoaster gemmifer* (Abb. 7/1 a, b); als Ausnahmen, die dem Strahlentyp von Abb. 7/2 c) entsprechen, sind *Discoaster martinii* (Taf. 15, Fig. 1—6), *Discoaster tani* (Taf. 16, Fig. 3 u. 4) und *Discoaster tani nodifer* (Abb. 7/2 a, b) anzuführen.

Die Abb. 8 zeigt in kleinen Ausschnitten die Umrisse von 25 verschiedenen Strahlen der Asterolithen des Subgenus *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK. Die freistehenden Strahlenanteile sind oben, die zentralen, von Unterteilungs-

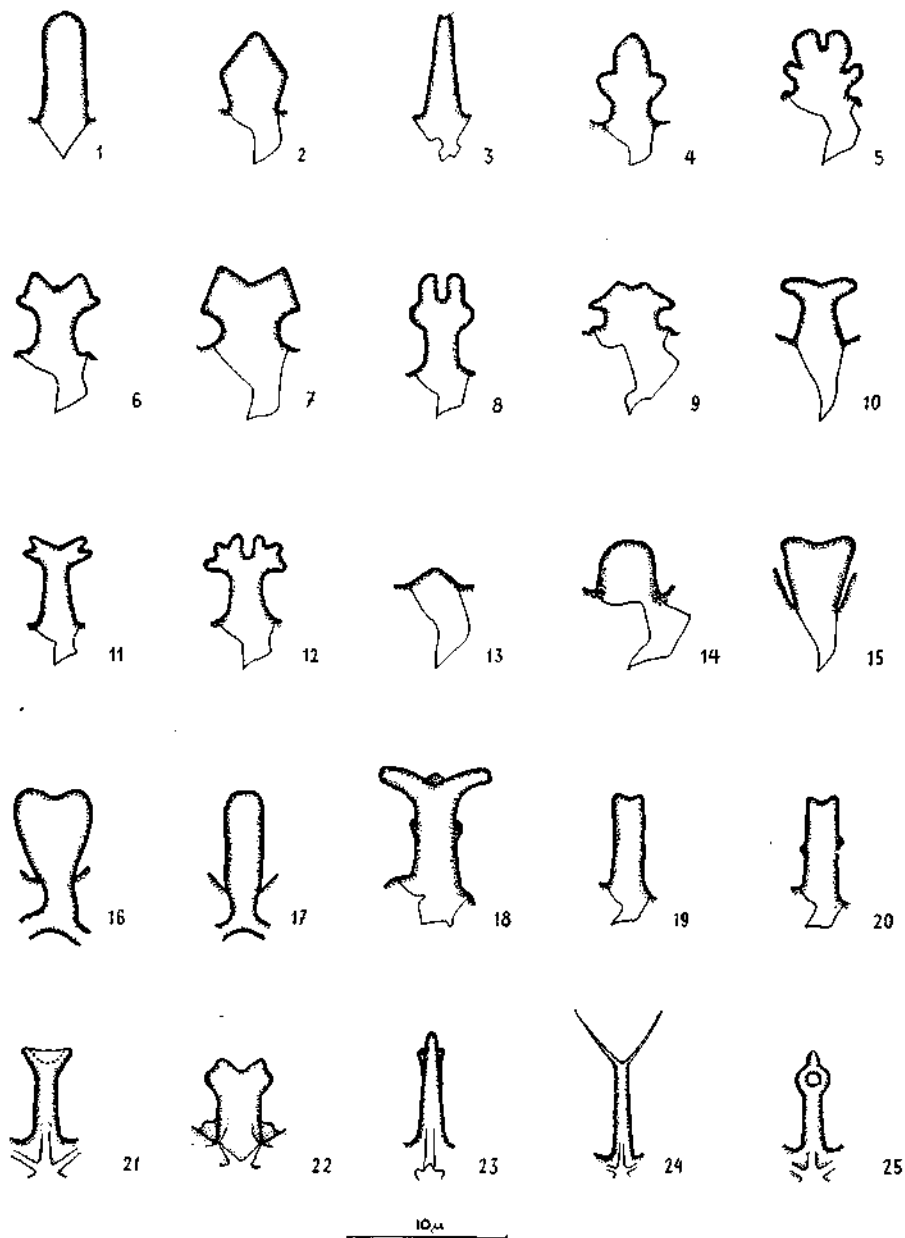


Abb. 8: Strahlen von Asterolithen der Gattung *Discoaster* TAN SIN HOK in Einzeldarstellung (Facies superior): *Discoaster aster* (1), *D. ornatus* (2), *D. strictus* (3), *D. binodosus* (4), *D. mirus* (5), *D. gemmifer* (6), *D. deflandrei* (7), *D. distinctus* (8), *D. munitus* (9), *D. nonaradiatus* (10), *D. corniger* (11), *D. bronnimanni* (12), *D. gemmeus* (13), *D. hilli* (14), *D. colleti* (15), *D. trinus* (16), *D. molengraffi* (17), *D. martinii* (18), *D. tani* (19), *D. tani nodifer* (20), *D. challengeri* (21), *D. musicus* (22), *D. brouweri* (23), *D. pentaradiatus* (24), *D. perforatus* (25).

linien begrenzten Anteile der Strahlen unten. Bei den jungtertiären Arten (Abb. 8/21—25) sind nicht Unterteilungslinien, sondern Oberflächenstrukturen dargestellt. Alle Strahlen sind von der Facies superior her betrachtet.

Was bei dieser Zusammenstellung auffällt ist, daß trotz der Vielfalt von Möglichkeiten in der Strahlengabelung die Unterteilungslinien der meisten Strahlen einen deutlichen Knick nach links zeigen. In der Ansicht von der Gegenseite (Facies inferior) wären die Unterteilungslinien bei diesen Arten geradlinig. Nur bei *Discoaster aster* (Abb. 8/1) sind die Unterteilungslinien auf beiden Flachseiten annähernd gerade. Bei *Discoaster trinus* und *Discoaster molengraaffi* (Abb. 8/16 u. 17) sind die Strahlen zu je dreien verwachsen. Da aber bei diesen Arten ebenso wie bei den jungtertiären Arten (Abb. 8/21—25) vereinzelt auch Exemplare vorkommen, die normale Unterteilungslinien so wie die übrigen Arten der Abb. 8 zeigen, lassen sich die in Abb. 8 zusammengestellten Arten auf Grund ihrer gemeinsamen Merkmale zu einer systematischen Einheit, nämlich der Untergattung *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK, zusammenfügen.

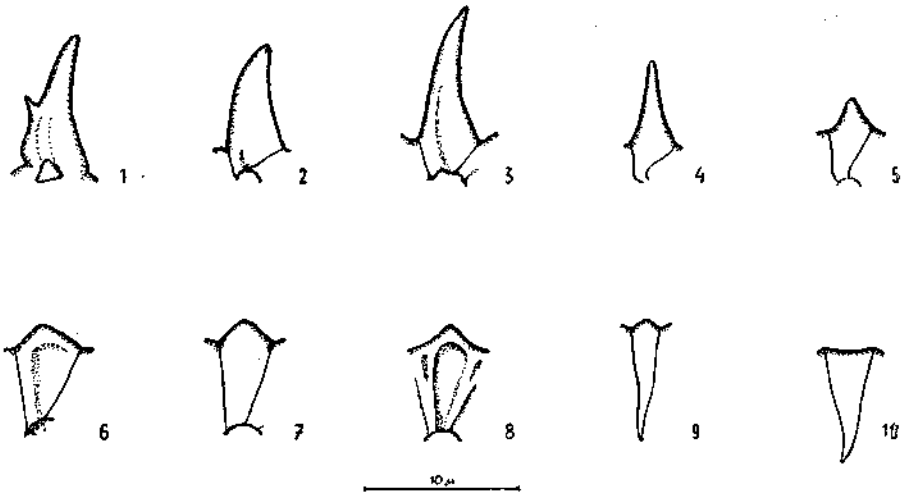


Abb. 9: Strahlen von Asterolithen der Gattung *Discoaster* TAN SIN HOK in Einzeldarstellung (Facies dextrogyra): *Discoaster currens* (1), *D. lodoensis* (2), *D. lodoensis* (3), *D. quinarius* (4), *D. saipanensis* (5), *D. kuepperi* (6), *D. barbadiensis* (7), *D. elegans* (8), *D. multiradiatus* (9), *D. perplexus* (10).

Ihnen stehen die in der Untergattung *Gyro-Discoaster* nov. subgen. zusammengefaßten Arten gegenüber. Es sind dies die auf den Taf. 22—28 und in Textabb. 9/1—8 gezeigten Arten. Da bei ihnen die zur Unterscheidung von Facies superior und Facies inferior verwendeten Merkmale nicht mehr zur Gänze zutreffen, wurde die Anordnung der Abbildungen für diese Arten anders vorgenommen, u. zw. wurden die Seitenansichten so gestellt, daß die konvexe Flachseite nach oben, die konkave nach unten sieht (Taf. 22, Fig. 9; Taf. 27, Fig. 5 u. 6; Taf. 28, Fig. 6). Hierbei zeigte sich, daß die nach oben sehende konvexe Flachseite jeweils nach rechts gedreht (*dextrogyre*) Unterteilungslinien besitzt, während die nach unten

sehende konkave Flachseite nach links gewundene (*laevogyre*) Unterteilungslinien bzw. Strahlen hat. Es wurden die rechtswenigen (*dextrogyren*) Flachseiten auf der linken Tafelseite, die linkswenigen (*laevogyren*) auf der rechten Tafelseite der Taf. 22—28 abgebildet. So auch bei *Discoaster currens* und *Discoaster lodoensis*, die in bezug auf die Wölbung der Asterolithen Ausnahmen darstellen. Eine listenmäßige Zusammenstellung läßt dies auf den ersten Blick erkennen:

Tabelle 3: Wölbung der Flachseiten bei verschiedenen *Discoasteriden*-Arten:

Arten	Unterteilungslinien		
	laevogyr	gerade	dextrogyr
Sub-Genus: <i>Eu-Discoaster</i>			
<i>Discoaster strictus</i>	konkav	konvex	
<i>Discoaster binodosus</i>	konkav	konvex	
<i>Discoaster martinii</i>	konkav	konvex	
<i>Discoaster tani</i>	konkav	konvex	
<i>Discoaster challengeri</i>	konkav	konvex	
<i>Discoaster brouweri</i>	konkav	konvex	
<i>Discoaster pentaradiatus</i>	konkav	konvex	
Sub-Genus: <i>Gyro-Discoaster</i>			
<i>Discoaster saipanensis</i>	konkav		konvex
<i>Discoaster kuepperi</i>	konkav		konvex
<i>Discoaster barbadiensis</i>	konkav		konvex
<i>Discoaster elegans</i>	konkav		konvex
Ausnahmen:			
<i>Discoaster lodoensis</i>	konvex		konkav
<i>Discoaster perplexus</i>	konvex	konkav	

Bei der Zusammenstellung der Tabelle 3 wurden nur jene Arten berücksichtigt, deren Asterolithen deutlich konvex-konkav sind. Es geht aus ihr hervor, daß die konkaven Flachseiten in beiden Unter-Gattungen nach links gewundene (*laevogyre*) Unterteilungslinien haben und daß die Unterschiede auf den konvexen Flachseiten zu suchen sind. Dort sind die Unterteilungslinien bei den Arten der Unter-Gattung *Gyro-Discoaster* nach rechts gewunden (*dextrogyr*), in der Unter-Gattung *Eu-Discoaster* hingegen gerade.

Vergleicht man die Textabb. 8, 9 u. 10, so erkennt man, daß bei den Strahlen der Asterolithen aus der Unter-Gattung *Eu-Discoaster* (Abb. 8) die Drehung auf den Bereich der Zentralscheibe beschränkt ist. In der Unter-Gattung *Gyro-Discoaster* (Abb. 9/1—8) reicht die Drehung des Strahles bei manchen Arten, so bei *Discoaster lodoensis* und *Discoaster currens* bis weit in die freistehenden Strahlenenden hinaus. Auch in der Gattung *Nannotraster* (Abb. 10/1—10) können wir eine Verwindung des Strahles besonders in den Abb. 10/3—8 wahrnehmen. Es wurden in dieser Abbildung die durch Unterteilungslinien abgegrenzten Einzelstrahlen von Asterolithen verschiedener *Nannotraster*-Arten zusammengestellt, um zu zeigen, daß auch dort einheitliche Züge innerhalb der Gattung festzustellen sind. Die Strahlenschnitte der Abb. 10 entsprechen in den Seitenansichten der Taf. 31 u. 32 der nach oben sehenden Flachseite. Da die Unter-

scheidung der Flachseiten wegen des stark erhöhten Reliefkreuzes auf der einen und den Unterteilungslinien auf der anderen Flachseite relativ einfach ist, wurden auch die Bezeichnungen der Flachseiten auf diese Merkmale abgestimmt. Als *Facies lineata* wurden bei dieser Gattung die weniger konvex gewölbten Flachseiten mit noch erkennbaren Unterteilungslinien und als *Facies cruciata* die konisch erhöhten und mit einem robusten Reliefkreuz versehenen Flachseiten bezeichnet.

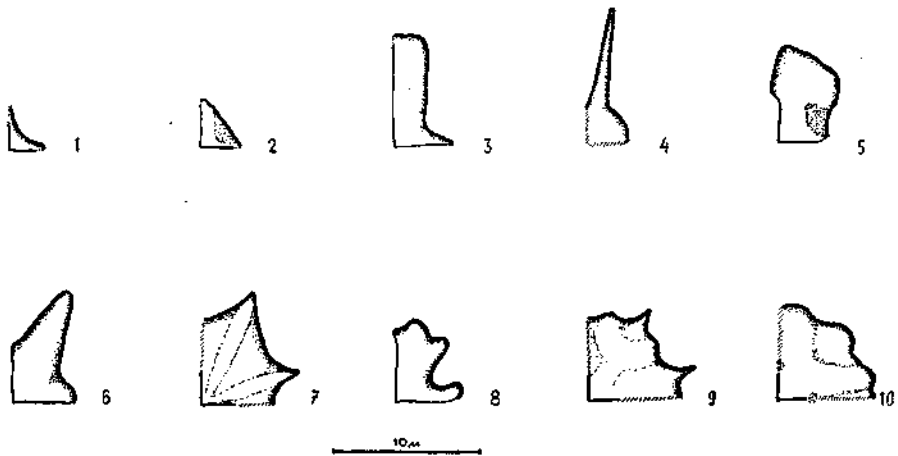


Abb. 10: Strahlen von Asterolithen der Gattung *Nannotraster* in Einzeldarstellung (*Facies lineata*): *Nannotraster concavus* (1), *N. staurophorus* (2), *N. alatus* (3), *N. fulgens* (4), *N. swasticoides* (5), *N. austriacus* (6), *N. pappi* (7), *N. mexicanus* (8), *N. spinosus* (9), *N. cristatus* (10).

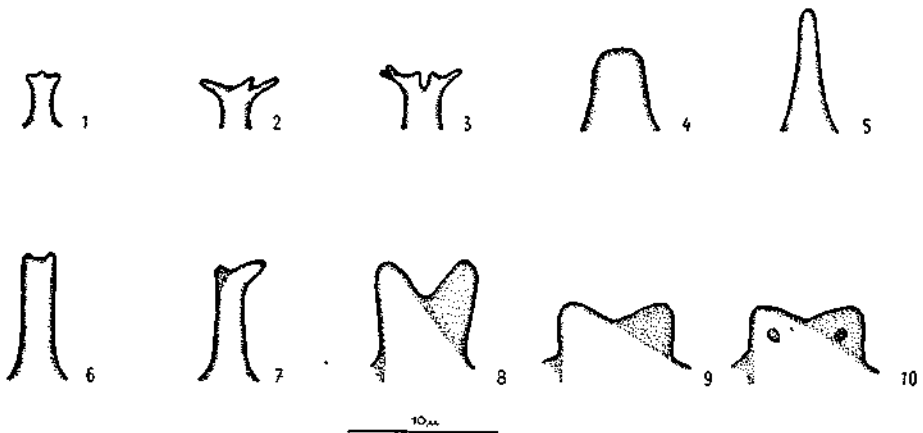


Abb. 11: Arme von Asterolithen der Gattung *Marthasterites* DEFLANDRE in Einzeldarstellung: *Marthasterites furcatus* (1 u. 3), *M. jucundus* (2), *M. robustus* (4), *M. tribrachiatus* (5 u. 6), *M. rotans* (7), *M. contortus* (8), *M. bramlettei* (9), *M. riedeli* (10).

In der Gattung *Marthasterites* DEFLANDRE besitzt keine der verschiedenen Arten Unterteilungslinien. Wie aus der Gruppierung einzelner Arme (Abb. 11) hervorgeht, können diese in ein oder mehrere Enden auslaufen. Die Gabelung der Arme ist unregelmäßiger (Abb. 11/2—3) und primitiver als bei den meisten übrigen Discoasteridenarten. Diese ausschließlich aus 3strahligen Arten bestehende Gattung schließt sich nur entfernt an die Gattung *Discoaster* und *Nannotraster* an, weswegen sie gemeinsam mit *Trochasterites* in einen separaten Tribus gestellt wurde. Die Entwicklungsreihe von wenig gegabelten Formen zu solchen mit extremer Aufspaltung der Arme wird an Hand von Textabb. 20 auf Seite 114 behandelt. Die Gattung *Trochasterites* n. g. (Textabb. 20/5 u. 21 a, b) vereinigt in sich Merkmale der Gattungen *Marthasterites* und *Trochoaster* (vgl. S. 114).

Für die im bisherigen Text beschriebenen 4 Gattungen der Subfamilie der *Discoasteroideae* sind die genauen Gattungs- und Artenmerkmale im beschreibenden Text (S. 63—115) nachzulesen.

ad c) Auf Grund der an den Asterolithen bzw. ihren Strahlen zu beobachtenden Merkmale kann man die einzelnen Arten so aneinanderreihen, daß solche mit ähnlichen Merkmalen näher stehen und eine Gruppierung der Arten zu Gattungen oder Untergattungen zulassen. TAN SIN HOK war der erste, der 1927 eine solche systematische Einteilung der Discoasteriden bot. Sie lautet:

Familia: *Discoasteridae* incert. sed. nov. fam.

1. Genus: *Helio-discoaster* nov. gen.

2. Genus: *Eu-Discoaster* nov. gen.

3. Genus: *Hemi-discoaster* nov. gen.

Von diesen 3 Gattungen kann *Eu-Discoaster* am besten nach morphologischen Merkmalen abgeleitet werden. TAN SIN HOK's Gattung *Helio-discoaster*, in die er alle Arten mit rosettenförmigen Asterolithen einordnete, läßt sich nicht so scharf von anderen Gattungen (z. B. *Gyro-Discoaster*) abgrenzen, da auch wenigstrahlige Arten rosettenförmige Asterolithen hervorbringen können. *Helio-discoaster* als Untergattung wird, da bei *Discoaster multi-radiatus* wegen annähernd geradliniger Unterteilungslinien keine andere systematische Eingliederung möglich ist, für diese vielstrahlige Art ad interim als übergeordnete Einheit angewendet. Auch andere kleine vielstrahlige Arten, wie z. B. *Discoaster delicatus* BRAMLETTE & SULLIVAN, könnte man bedenkenlos in diese Untergattung stellen. Die Gattung *Hemi-discoaster*, welche sich wie schon erwähnt von *Eu-Discoaster* ableiten läßt, scheint sich zu erübrigen, da die wenigen Arten, die eine *Hemi-discoaster*-Facies mit in Winkeln von 120° verwachsenen Strahlen (vgl. Taf. 14, 2 a, b) zeigen, auch Asterolithen mit normalen Unterteilungslinien hervorbringen können. Es sind dies *Discoaster trinus*, *Discoaster molengraaffi* und *Discoaster geometricus*.

Welche Richtlinien bei der systematischen Aufgliederung der in dieser Arbeit beschriebenen sternförmigen Kleinstfossilien verfolgt wurden, geht aus der folgenden Übersicht hervor. Diese kann nicht nur als Gattungs-Bestimmungsschlüssel für die Discoasteriden (I), sondern auch für die in den nächsten Abschnitten behandelten Braarudosphaeriden (II) und Lithostromationiden (III) verwendet werden. Ein Artenbestimmungsschlüssel erübrigt sich bei Verwendung der Abb. 8—11 für die Bestimmung der Discoasteriden und der Abb. 12 u. 13 für die Bestimmung der Braarudosphaeriden.



## Übersicht der Gattungen von sternförmigen Nannofossilien

Stern-, rosetten- oder plakettenförmige Kalkkörperchen von radiärem Aufbau

im polarisiertem Licht als einheitliches Gebilde erscheinend

Subfamilia: **Discoasteroideae (I)**

im polarisiertem Lichte deutlich als aus verschiedenen hellen Einzelsteinen zusammengesetzt erkennbar

Subfamilia: **Braarudosphaeroideae (II)**

im polarisiertem Licht indifferent

Subfamilia: **Lithostromationoideae (III)**

### I.

Strahlenanzahl meist größer als 3; Strahlen durch Unterteilungslinien getrennt

Tribus: *Discoasterae* (A)

Kalkkörperchen durchwegs 3strahlig, ohne Unterteilungslinien

Tribus: *Marthasteriteae* (B)

#### A.

Strahlenanzahl konstant 4

Genus: *Nannotraster*

Strahlenanzahl innerhalb der Art variabel und meist größer als 4

Genus: *Discoaster*

Unterteilungslinien auf einer Flachseite geradlinig, auf der anderen vom Mittelpunkt ausgehend nach links gebogen (laevogyr)

Subgenus: *Eu-Discoaster*

Unterteilungslinien auf einer Flachseite rechtswendig (dextrogyr), auf der anderen Flachseite schwach linkswendig (laevogyr)

Subgenus: *Gyro-Discoaster*

Unterteilungslinien auf beiden Flachseiten sehr eng beisammen und annähernd gerade; Kalkkörperchen vielstrahlig

Subgenus: *Helio-Discoaster*

#### B.

Arme glatt, ohne Verstärkungsleisten

Genus: *Marthasterites*

Arme sehr breit, mit Verstärkungsleisten

Genus: *Trochastrites*

### II.

Kalkkörperchen aus 5 Einzelteilen zusammengesetzt: 1

Kalkkörperchen aus 4, selten 3 Einzelteilen zusammengesetzt: 3

1. Einzelsteine mit Poren

Genus: *Pemma*

Einzelsteine ohne Poren: 2

2. Einzelsteine ohne scharfe Einschnitte (Kerben)

Genus: *Braarudosphaera*

Einzelsteine mit tiefen Einschnitten oder peripher offenen Vertiefungen

Genus: *Micrantholithus*

## 3. Einzelsteine flach oder leicht gewölbt

Genus: *Tetralithus*

Einzelsteine sehr hoch; Kalkkörperchen walzenförmig, vierteilig

Genus: *Lucianorhabdus*

## III.

Kalkkörperchen von zahlreichen regelmäßig angeordneten Fenstern durchbrochen

Umriß dreieckig; Zentralbrücke 3strahlig

Genus: *Lithostromation*

Umriß rund, sechseckig oder sternförmig; Zentralbrücke 3strahlig

Genus: *Trochoaster*

Umriß zwölfckig, etwas rosettenartig; Zentralbrücke 6strahlig

Genus: *Coronaster*

Bei dem Versuch die gewonnenen Resultate zu Rückschlüssen auf die ursprüngliche Gestalt des lebenden *Discoaster*-Organismus und seine Entwicklung zu verwenden, konnten folgende Zusammenhänge klar erkannt werden:

Auf Grund des Verlaufes der Unterteilungslinien (vgl. Tab. 3 auf S. 54) kann bewiesen werden, daß die Asterolithen der Gattung *Discoaster* in bezug auf die Richtung des Zellkernes alle einheitlich orientiert waren, u. zw. wahrscheinlich so, daß die konkave Flachseite (Facies superior, Facies laevogyra) gegen den Zellkern und die konvexe Flachseite (Facies inferior, Facies dextrogyra) nach außen zu liegen kam. Als Ausnahme ist *Discoaster lodoensis* zu erwähnen, bei dem die konkave Flachseite des Asterolithen peripher gerichtet war, so daß die langen Strahlenenden aus der vermutlich sphaerischen Oberfläche der Zelle etwas herausragten. Nimmt man an, daß der Drehsinn der Strahlen bei allen Arten einheitlich war, so ergibt sich daraus, daß bei *Nannotetraster* die Facies cruciata nach innen, die Facies lineata nach außen gerichtet waren. Doch dies ist nur eine Arbeitshypothese. Noch konnten bezüglich der Orientierung der Asterolithen nicht alle offenen Fragen beantwortet werden. So ergeben sich noch Unstimmigkeiten bezüglich der Arten *Discoaster perplexus* und *Discoaster gemmeus*, doch muß hervorgehoben werden, daß bei den meisten Arten der Sub-Genera *Eu-Discoaster* und *Gyro-Discoaster* weitgehende Übereinstimmung in der Anlage der Unterteilungslinien und den Querschnitten und Wölbungen der Asterolithen herrscht. Erst nach endgültiger Klärung aller diesbezüglicher Fragen, welche hoffentlich bald durch Beobachtungen an rezenten lebenden *Discoaster*-Organismen ergänzt werden wird, sollen dann die beiden Flachseiten endgültige Bezeichnungen erhalten, u. zw. analog zu den anderen rezenten Coccolithen soll die äußere Flachseite als Facies distalis, die innere als Facies proximalis bezeichnet werden.

Aus der Betrachtung besonders der kleineren Formen von *Discoaster challengerii* können wichtige Schlüsse auf die Entstehung der Asterolithen gewonnen werden. So kann als ziemlich gesicherte Tatsache angenommen werden, daß alle Asterolithen in zentrifugaler Richtung aufgebaut wurden. Von einem annähernd bikonvexen Kernstück, das bereits eine Gliederung in Strahlen erkennen läßt, ging das Wachstum des Asterolithen, der als eine plasmatische Kalkabsonderung anzusehen ist, in zentrifugaler Rich-

tung weiter. Wäre dem nicht so, so würde man wesentlich mehr einzelne Strahlen im fossilen Material finden müssen. Auch der komplizierte Aufbau der Unterteilungslinien zeigt, daß eine Ablagerung der Kalksubstanz von der Peripherie her in zentripetaler Richtung kaum erklärbar wäre.

Bezüglich der phylogenetischen Entwicklung innerhalb der Discoasteriden konnte beobachtet werden, daß sich der Bauplan von *Marthasterites* vereinzelt in den sogenannten „hemidiscoasteridischen“ Asterolithen (vgl. S. 79) bis ins Jungtertiär sporadisch wiederholt, woraus geschlossen werden kann, daß eine Abzweigung des gesamten Tribus der Discoastereae vom Tribus der Marthasteriteae stattgefunden hat. Interessant ist allerdings, daß die Marthasteriteae einen relativ primitiven Bauplan bis ins Mittel-Eozän beibehalten haben, ohne vor ihrem Aussterben innerhalb der Gattung *Marthasterites* einen größeren Formenreichtum hervorgebracht zu haben. Möglicherweise lassen sich auf die Lithostromationoideae, die im Unter-Eozän einsetzen, von den Marthasteriteae ableiten.

Als eine ziemlich isolierte Gattung, die schon seit der mittleren Oberkreide in kleinwüchsigen Arten vorkommt, hat es *Nannotraster* scheinbar versäumt jungtertiäre Arten zu entwickeln. Er scheint so wie die meisten altertären Discoasterarten seinen Höhepunkt im Mittel-Eozän erreicht zu haben und dann ausgestorben zu sein. Innerhalb der Gattung *Discoaster*, welche erst nach der Grenze Kreide—Paläozän spontan einsetzt, kann eine Entwicklungsreihe von *Discoaster deflandrei* zu den jungtertiären Arten, vor allem zu *Discoaster challengeri* nachgewiesen werden (vgl. S. 71 u. S. 84). Eine eingehende Studie über die rezenten Arten von *Discoaster* ist noch ausständig.

### Zur Systematik der Braarudosphaeriden

Die Kalkkörperchen der Braarudosphaeriden unterscheiden sich von denen der Discoasteriden vor allem dadurch, daß die Einzelteile (auch Einzelsteine, Kristalle oder Sektoren genannt), polarisationsoptisch verschieden orientiert sind, so daß sie bei Betrachtung in polarisiertem Licht bei gekreuzten Nikols verschieden hell und bei Verwendung eines Gipsplättchens verschiedenfarbig aufleuchten. Ihre Systematik baut sich so wie bei den Discoasteriden auf der Form der Einzelsteine (Abb. 12 u. 13) und der aus ihnen zusammengesetzten Pentalithen auf. Diese sind als Teile eines dodekaedrischen Gehäuses eines Kalkflagellaten aufzufassen (vgl. Taf. 37, Fig. 2).

Wie aus den Darstellungen von Einzelsteinen ersichtlich ist, beschränken sich die Merkmale der Pentalithen nicht nur auf den Umfang der Einzelsteine. Dieser kann eckig, rund gewellt oder gekerbt sein. Er kann, so wie bei *Pemma papillatum*, durch warzenartige Fortsätze verziert sein. Die Flachseiten sind meist eben oder leicht konvex gewölbt. Sie können durch Poren durchbrochen sein, deren Abstand vom Mittelpunkt des Kalkkörperchens von systematischem Wert ist, oder flach vertieft, so wie bei *Micrantholithus flos*. Der Gattungsschlüssel (S. 57, II) möge die Bestimmung solcher Kalkkörperchen erleichtern. Die einzelnen Artenmerkmale sind den Beschreibungen auf Seite 116—128 und den beigegeführten Abbildungen zu entnehmen. Bezüglich des kristalloptischen Verhaltens von *Braarudosphaera* sei auf KAMPTNER's eingehende Studie (1954) hingewiesen.

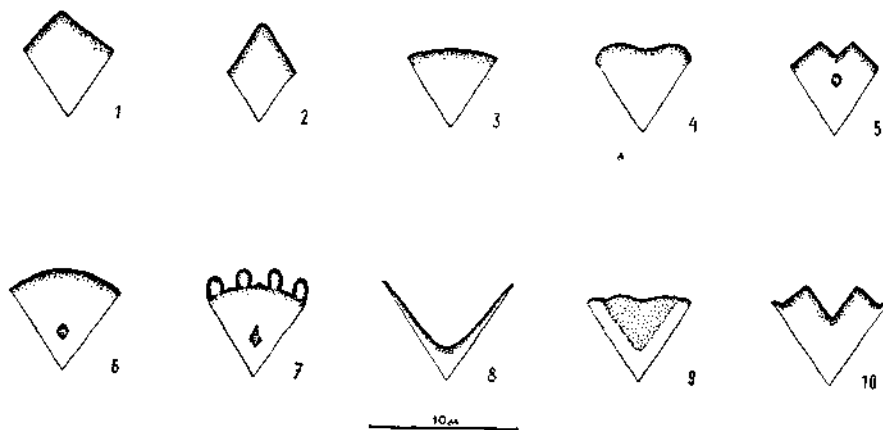


Abb. 12: Teile von Pentalithen der Gattungen *Braarudosphaera* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE, *Pemma* KLUMPF und *Micrantholithus* DEFLANDRE in Einzeldarstellung: *Braarudosphaera bigelowi* (1), *B. africana* (2), *B. discula* (3), *B. undata* (4), *Pemma angulatum* (5), *P. rotundum* (6), *P. papillatum* (7), *Micrantholithus vesper* (8), *M. flos* (9), *M. angulosus* (10).

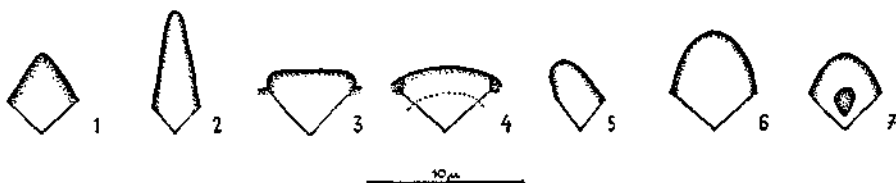


Abb. 13: Teile von Tetralithen der Gattungen *Tetralithus* GARDET und *Lucianorhabdus* DEFLANDRE in Einzeldarstellung: *Tetralithus pyramidus* (1), *T. gothicus* (2), *T. quadratus* (3), *T. copulatus* (4), *T. murus* (5), *Lucianorhabdus cayeyui* (6), *L. dispar* (7).

### Zur Systematik der Lithostromationiden

Durch die sehr exakte Dokumentation DEFLANDRE's war der Aufbau von *Lithostromation perdurum* von allem Anfang an geklärt. Die durch einen sehr komplizierten Bau und durch zwei identische Flachseiten gekennzeichneten Nannofossilien sind ihrer Entstehung nach als intrazelluläre Gebilde anzusehen. Als dann in den folgenden Jahren andere Gattungen auch von anderen Autoren beschrieben wurden, welche die Gattungsbeschreibungen offensichtlich auf weniger gut erhaltenen Holotypen und Genero-Typen begründeten, traten nomenklatorische Komplikationen ein, die MARTINI & STRADNER 1960 zu beheben versuchten (vgl. S. 100 u. 130). Für die in dieser Arbeit verwendete systematische Gliederung der Lithostromationoideae wurden die folgenden Merkmale als wichtig erachtet:

- die Oberflächenstrukturen des Mittelteiles
- die Anzahl der Fenster (Abb. 14, A—D, H, I)
- die Form der Zentralbrücke (Abb. 14, F)
- die Umrißlinie.

Wie aus dem Gattungsbestimmungsschlüssel (S. 58, III) hervorgeht, wurden für die 3- bzw. 12strahligen Kalkkörperchen eigene Gattungen belassen, während alle runden oder sechseckigen Arten mit identischem Mittelteil und Grundgerüst in der Gattung *Trochoaster* zusammengefaßt

wurden. Es sind dies *Trochoaster simplex*, *Tr. deflandrei* und *Tr. operosus*. Genaue Beschreibungen der Einzelheiten dieser Nannofossilien finden sich auf S. 128—134.

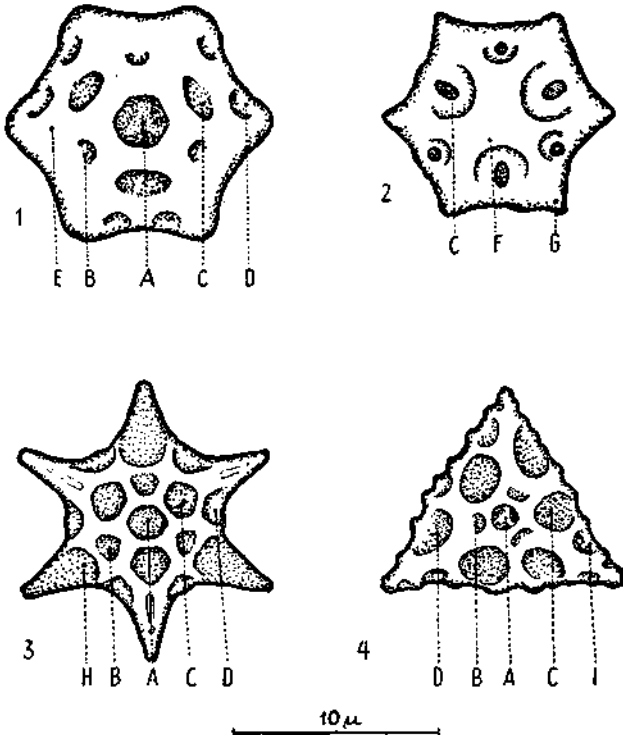
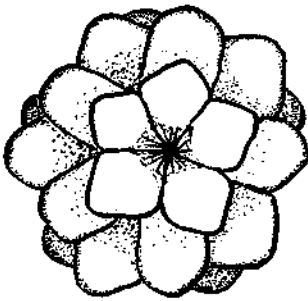
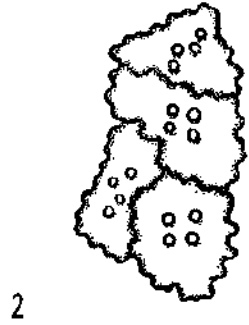
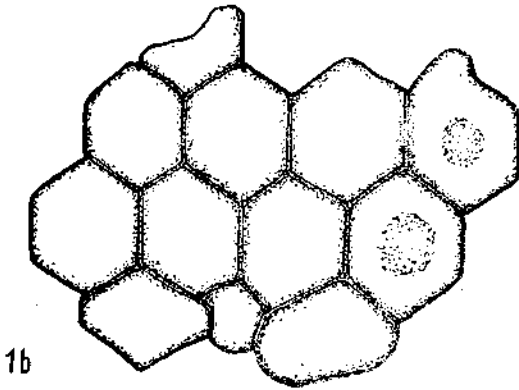
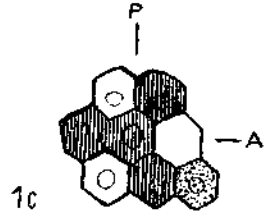
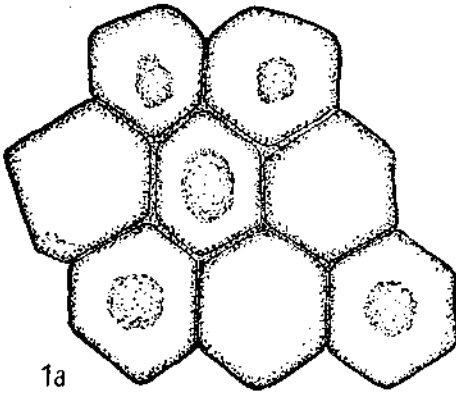


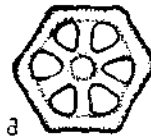
Abb. 14: Aufbau von Kalkkörperchen der Gattungen *Trochoaster* KLUMPP und *Lithostromation* DEFLANDRE: *Trochoaster simplex* (1 u. 2), *T. deflandrei* (3), *Lithostromation perdurum* (4): Zentralfenster (A), Fenster erster Ordnung (B), Fenster zweiter Ordnung (C), Fenster dritter Ordnung (D), anastomosierende Gitterteile (E), erhöhter Mittelteil (F), vorstehende Randzacke (G), Fenster vierter Ordnung (H u. I).

Anmerkung: Zu den in Textabb. 22 dargestellten andersartigen Kleinstfossilien, welche unter Umständen Anlaß zu Verwechslungen mit den hier beschriebenen Nannofossilien (*Discoasteroideae*, *Braarudosphaeroideae* und *Lithostromationoideae*) geben können, findet der Leser Beschreibungen in der Erdoelzeitschrift, Urban-Verlag, Wien-Hamburg, und zwar: 1961 *Favolithora cyclopia* n. g. n. sp. STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss. Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 87, Abb. 72 u. 73  
1961 *Thoracosphaera saxea* n. sp. STRADNER, ibidem, S. 84, Abb. 71  
1961 *Corolithion exiguum* n. g. n. sp. STRADNER, ibidem, S. 83, Abb. 58 bis 61.

Der im optischen Querschnitt sternförmige Holothurienrest (Textabb. 15/3) kann besonders bei starker Vergrößerung einen Asterolithen vortäuschen. Er gleicht sehr *Micrascidites vulgaris* n. m. n. c. DEFLANDRE & DEFLANDRE-RIGAUD, *Micrascidites*, C. R. Somm. Soc. Geol. France, Nr. 4, S. 47—48, Fig. 1—5, 1956.



10 $\mu$



4

## Beschreibung der gefundenen Arten

Subfamilia: **Discoasteroideae**Tribus: *Discoastereae*Genus: **Discoaster** TAN SIN HOK(Subgenus: *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK)

Subgenero-Diagnose: Die auf den Seiten 63—68 gegebenen Artenbeschreibungen beziehen sich auf *Discoasteriden*, deren Unterteilungslinien auf der planen bzw. konkaven Flachseite vom Mittelpunkt ausgehend nach links gedreht oder geknickt sind und deren Unterteilungslinien auf der konvexen bzw. konisch erhöhten Flachseite einen geradlinigen Verlauf haben. Die freistehenden Anteile der Strahlen sind bei den Asterolithen dieser Arten meist in sich symmetrisch ausgebildet. Die konvexe Flachseite mit geraden Unterteilungslinien wurde in Anlehnung an DEFLANDRE's Abb. 16 (1934) als *Facies inferior* bezeichnet. Von den in DEFLANDRE 1954 abgebildeten *Discoasteriden* sind die von Abb. 362, Y—Y'' entsprechend der 1934 gewählten Orientierung angeordnet und beschriftet. Diese von DEFLANDRE 1934 zum ersten Male verwendete Orientierung wurde auch in den Tafeln 1—21 dieser Arbeit sowie in den dazugehörigen Texten beibehalten.

(Subgenero-Typen: *Discoaster mirus* DEFLANDRE für das Alttertiär, *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL für das Jungtertiär.)

## DISCOASTER ASTER BRAMLETTE &amp; RIEDEL

Taf. I, Fig. 1—7; Textabb. 8/1

- 1951 *Discoaster stella* (Ehrenberg) COLOM & GAMUNDI, Estud. Geol. Madrid, Nr. 14, Taf. 25, Fig. 6  
 1954 *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL, Journ. of Pal., Bd. 28, Nr. 4, S. 400, Taf. 39, Fig. 7  
 1959 *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, 5th World Petr. Congr. N. Y., Sect. I, Paper 60, S. 1088, Fig. 29.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Sternförmige Asterolithen mit gewöhnlich 5 oder 6, selten 7 dicken breiten Strahlen, welche beträchtliche Unterschiede in der Stärke und der Weite der Zwischenräume zeigen und mit einer abgerundeten oder stumpfen Spitze enden. Die Strahlen sind etwas unregelmäßig in ihrem Umriß, was auf ihre ziemlich faltige Oberfläche zurückzuführen ist. Gesamtdurchmesser durchschnittlich 8—20 $\mu$ .

Beschreibung: *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL entspricht in seinem österreichischen Vorkommen weitgehend der sehr treffenden Artdiagnose. Es konnten auch seltene 4strahlige Asterolithen gefunden

---

Abb. 15: *Favolithora cyclopia* n. g. n. sp., Wandstücke von Gehäusen (1 a u. 1 b), verschiedenartige Löschung der Bausteine im polarisierten Licht (1 c), zwei Bausteine in Seitenansicht (1 d); *Thoracosphaera* cf. *saxea* n. sp., Wandstück aus vier Bausteinen (2); *Micrascidites* sp. aus dem Gewebe einer Holothurie (3); *Corollithion exiguum* n. g. n. sp., *Facies distalis* (4 a), *Facies proximalis* (4 b), Seitenansicht (4 c), optischer Querschnitt (4 d). Fundorte: Kühlgraben Stat. 1 (Paläozän), Fig. 1. Oichtental Stat. 28/14 (Senon), Fig. 2 u. 4. Mattsee Stat. 130 (Lutet), Fig. 3.

werden, deren Unterteilungslinien nicht immer sichtbar sein müssen. Ein analoger Fall liegt auch im Fehlen der Unterteilungslinien bei den 3strahligen Asterolithen von *Discoaster mirus* DEFLANDRE und *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL vor. Die Unterteilungslinien von *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL sind auf den Flachseiten durchwegs geradlinig. Ihre Vereinigung in den Zentren der Flachseiten kann aber gelegentlich so wie beim Holotypus unregelmäßig sein. Die Seitenansicht zeigt, daß die Strahlen einen ovalen Querschnitt haben. Die der Facies superior zugewendete Seite der Strahlen ist flach abgerundet, die der Facies inferior zugewendete etwas kantig. Der Asterolith kann als flach bezeichnet werden. Stiele oder Knöpfe konnten an keinem Asterolithen beobachtet werden.

Durchmesser: 8—35  $\mu$ .

Typuslokalität (BRAMLETTE & RIEDEL): Oceanic Formation bei Bath, Barbados, nahe der oberen Kante (unteres Oligozän).

Vorkommen und Fundort in Österreich: Eitelgraben, Land Salzburg. Station 18 c (Paläozän).

Beziehungen: Der in Österreich bereits im Paläozän vorkommende *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL scheint gemeinsam mit *Discoaster ornatus* STRADNER eine der primitivsten Formen der Untergattung *Eudiscoaster* (im Sinne TAN SIN HOK's) zu sein. Da auch die Arten von *Nannotetraster* MARTINI & STRADNER gerade Unterteilungslinien erkennen lassen, so dürfte *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL mit seinen geraden Unterteilungslinien der gemeinsamen bis jetzt noch nicht beschriebenen Ursprungsform näher stehen als alle anderen *Discoaster*-arten mit gebogenen oder geknickten Unterteilungslinien.

Bemerkungen: In ihrer Diskussion zu dieser Art erwähnten BRAMLETTE & RIEDEL auch das Vorkommen von sehr kleinen Exemplaren. Solche sind inzwischen von MARTINI als *Discoaster plebeius* beschrieben worden. Die in jungtertiären Materialien sowie im rezenten Meeresschlamm vorkommenden an *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL stark erinnernden Formen gehören meist zu *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL.

### DISCOASTER ORNATUS STRADNER

Taf. 2, Fig. 1—6; Textabb. 8/2

1958 *Discoaster ornatus* STRADNER, Erdölzeitschr. H. 6, S. 188, Fig. 38,

1959 *Discoaster stella* sens. emend. NOËL 1960; MANIVIT, Publ. Lab. Géol. Appl. H. 3, S. 27, T. V, Fig. 6,

1959 *Discoaster ornatus* STRADNER, Erdölzeitschr. H. 12, S. 478, Fig. 22—25.

Diagnose und Beschreibung: Asterolithen mit 6—8 zum Teil freistehenden Strahlen, deren Umriß sich aus geraden Linien zusammensetzt. Der Umriß der Strahlen kann die Form eines unregelmäßigen Rhomboides oder eines spitzen Deltoides haben. Die beiden von der Strahlenspitze ausgehenden Umrißlinien schließen Winkel ein, die meist zwischen 70—90° betragen, gelegentlich aber auch etwas größer sein können. Asterolithen mit scharf zugespitzten Strahlen (Fig. 5) sind selten. Die Einschnitte zwischen den Strahlen sind sehr eng und kurz (Fig. 1—4), und fehlen nur selten (Fig. 5). Die Unterteilungslinien der Facies superior sind vom



Mittelpunkt ausgehend gegen den Uhrzeigersinn gebogen. Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind gerade und liegen vertieft zwischen den kräftigen Reliefkanten der Strahlen. Diese bilden wie die Seitenansicht Fig. 6 zeigt, auf der Facies inferior einen flachen Kegelmantel. Die Mitte dieser Flachseite kann trichterförmig vertieft sein. Das Relief der Facies superior ist flach und nur gegen die Peripherie etwas abgerundet. Nahe den Strahlenenden sind gelegentlich kleine Grübchen zu bemerken. *Discoaster ornatus* STRADNER ist im Typusmaterial sehr häufig und in zahlreichen charakteristischen Exemplaren vertreten. Als wichtigstes Erkennungsmerkmal dienen die geraden, durch scharfe Ecken verbundenen Umrißlinien.

Durchmesser: 10—18  $\mu$ .

Locus typicus: Eitelgraben, Land Salzburg, Stat. 18 a—c.

Stratum typicum: Paläozän.

Beziehungen: *Discoaster ornatus* STRADNER besitzt viele Merkmale, die ihn eindeutig als *Eu-Discoaster* im Sinne TAN SIN HOK's erkennen lassen, obwohl seine Umrißlinie gewisse Ähnlichkeit mit *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK zeigt. Als progressive Merkmale sind die geschwungenen Unterteilungslinien der Facies superior anzusehen, als primitives Merkmal das Fehlen einer Konkavität auf der Facies superior (vgl. *Discoaster martinii* STRADNER, Taf. 15, Fig. 6).

Ein mit *Discoaster gemmeus* STRADNER gemeinsames Merkmal ist die zentrale Vertiefung der Facies inferior. Auch die Seitenansichten (Taf. 2, Fig. 6 und Taf. 12, Fig. 8) beweisen die große Ähnlichkeit der beiden Arten.

Bemerkungen: BRAMLETTE & RIEDEL wiesen in ihrer Diskussion zu *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL darauf hin, daß die Bezeichnung „*Actiniscus stella*“ sich ursprünglich auf ein kieseliges Mikrofossil bezog. Somit erscheint eine neue Namensgebung für ein obgleich im Umriß sehr ähnliches Kalknannofossil als gerechtfertigt.

### DISCOASTER STRICTUS nov. spec.

Taf. 3, Fig. 1—6; Textabb. 8/3

1961 *Discoaster strictus* nov. spec. STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss., Erdölzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 85, Abb. 80 (vorl. Mitteilg.).

Derivatio nominis: *strictus* (lat.) = stramm, straff.

Diagnose und Beschreibung: Sternförmige Asterolithen mit 4—6 freien, sich in distaler Richtung verjüngenden Strahlen, deren Enden spitz oder leicht gekerbt sein können. Die überwiegende Anzahl der Asterolithen ist 6strahlig. 5strahlige Asterolithen sind ziemlich selten, der 4strahlige Asterolith ist ein Einzelfund. Die Strahlen sind leicht gegen die Facies superior zu gebogen und besitzen auf der Facies inferior eine erhöhte Reliefleiste. Als besonderes Merkmal dieser Art gilt der Verlauf der Unterteilungslinien auf der leicht konkaven Facies superior. Diese sind nahe dem Zentralsternchen zweimal scharf nach links geknickt, wonach sie nach einem scharfen Rechtsknick den größten Teil ihres Verlaufes auf dieser Flachseite in genau zentrifugaler Richtung geradlinig fortsetzen. Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind gerade und reichen bis zum zentralen Knopf. Dieser ist im höheren optischen Querschnitt rund,

an der Basis, also in der Ebene der Facies inferior, von 6eckigem Umriß. Bei sehr großen Asterolithen (Fig. 5) sind die Durchgangsstellen der Unterteilungslinien durch den interradianalen Einschnitt leicht erhöht und erscheinen im Umriß des Asterolithen als kleine Höcker. Bei sehr kleinen Asterolithen (Fig. 4) sind die Unterteilungslinien der Facies superior nicht sichtbar.

Durchmesser: 9—26  $\mu$ .

Locus typicus: Aragon, Mexiko.

Stratum typicum: Unteres Mittel-Eozän.

Holotypus: Präparat Ar 4/B (der in Fig. 5 gezeigten Asterolith).

Beziehungen: *Discoaster strictus* nov. spec. hat in bezug auf seinen Umriß sowohl mit *Discoaster tani* BRAMLETTE & RIEDEL als auch mit *Discoaster aenicus* SHAMRAY & LAZAREVA Ähnlichkeit. *Discoaster tani* BRAMLETTE & RIEDEL unterscheidet sich von *Discoaster strictus* nov. spec. durch die deutliche Versetzung der Strahlen in der Hauptebene (vgl. die Abb. 3 und 4 der Taf. 16 und die Textfig. 7/2). *Discoaster aenicus* SHAMRAY & LAZAREVA hat 7 Strahlen, deren Relief große Ähnlichkeit mit dem von *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL zeigt.

Bemerkungen: *Discoaster strictus* nov. spec. besitzt trotz seines einfachen Umrisses bereits viele progressive Merkmale, die wir bei den jungtertiären Arten wiederfinden werden. Als solche sind die beginnende Spaltung der Strahlenenden, die Erhöhung der Unterteilungslinien und der Knopf der Facies inferior zu betrachten. Auch die Krümmung bzw. Knickung der Unterteilungslinien auf der Facies superior ist, wie schon bei der Besprechung von *Discoaster ornatus* STRADNER angedeutet wurde, ein fortschrittliches Merkmal.

#### DISCOASTER BINODOSUS MARTINI

Taf. 4, Fig. 1 u. 7, Taf. 5, Fig. 1—6; Textabb. 8/4

- 1959 *Discoaster binodosus* MARTINI, Senck. leth. Bd. 39, Nr. 5/6, S. 361—362, Taf. 4, Fig. 18 u. 19
- 1959 *Discoaster binodosus* MARTINI; STRADNER, 5th World Petr. Congr. N. Y., Sect. I, Paper 60, S. 1085, Fig. 18 u. 19
- 1959 *Discoaster binodosus* MARTINI; STRADNER, Erdoelzeitschr. H. 12, S. 479, Abb. 42
- 1961 *Discoaster binodosus* MARTINI; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micropaleont. vol. 7, no. 2, S. 158, Taf. 11, Fig. 1 a, b
- 1961 *Discoaster binodosus* MARTINI; MARTINI, Nannoplankton SW Frankreich, Senck. leth. Bd. 42, Taf. 3, Fig. 25.

Diagnose (MARTINI): Ein *Discoaster* mit großem Zentralfeld und Zentralknopf sowie Knotenpaaren an den Armen.

Beschreibung: *Discoaster binodosus* kommt in den österreichischen Materialien von der 5- bis zur 9strahligen Form vor. Die 7strahligen Asterolithen sind am häufigsten. Die 5strahligen Asterolithen sind etwas kleiner als die übrigen. Dies wird durch die Zählergebnisse bestätigt, da nämlich bei Zählungen, die man nahe des Randes eines Präparates — also dort, wo sich die kleineren Formen bei der Präparation vorzugsweise ablagern — durchführt, einen höheren Prozentsatz an fünfstrahligen Formen feststellen kann als bei Zählungen aus der Präparat-

mitte. Die Strahlen verjüngen sich im allgemeinen gegen ihr distales Ende zu, doch gibt es auch vereinzelt Formen, deren Umriß parallelrandig ist (Taf. 5, Fig. 1). Der Querschnitt der Strahlen ist, wie die Seitenansicht (Taf. 5, Fig. 6) zeigt, in Richtung der Hauptebene abgeflacht. Die Knoten sitzen den Armen mehr gegen die Facies superior zu seitlich auf. Die Knoten können sehr verschiedenartig ausgebildet bzw. erhalten geblieben sein. Von nur leicht angedeuteten Knoten (Taf. 4, Fig. 5) bis zu kräftigen Verdickungen (Taf. 5, Fig. 2) findet man alle Übergänge. Auch doppelte und dreifache Verdickungen der Strahlen kommen vor (Taf. 5, Fig. 3 u. 5).

Die Unterteilungslinien sind auf der Facies superior vom Zentrum ausgehend scharf nach links geknickt (Taf. 4, Fig. 5 u. 7). Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind gerade. Die nahe dem Zentrum gelegenen Strahlenanteile können auf beiden Flachseiten mehr oder weniger erhöht sein. Auf der Facies superior sind die erhöhten Anteile als Zentralsternchen (Taf. 4, Fig. 3 a u. Taf. 5, Fig. 3 a) optisch unterscheidbar, auf der Facies inferior sind die erhöhten Strahlenanteile meist zu einem höheren knopfartigen Gebilde verschmolzen. Taf. 4, Fig. 5 b zeigt das Anfangsstadium der Knopfbildung. Die Vereinigung der Unterteilungslinien ist noch deutlich zu erkennen. Taf. 4, Fig. 4 b u. Taf. 5, Fig. 2 b zeigen Knöpfe mit sternförmigem Umriß, Taf. 4, Fig. 3 b u. Taf. 5, Fig. 1 b solche mit 5- bzw. 6eckigem Umrisse. Der Zentralknopf der Facies inferior kann aber auch vollkommen fehlen (Taf. 4, Fig. 1 b, 6 b u. 7 b, Taf. 5, Fig. 3 b u. 5 b). Er stellt also in den österreichischen Materialien im Gegensatz zu den Knoten der Strahlen kein verlässliches diagnostisches Merkmal dar. In der Seitenansicht erscheinen die Asterolithen dieser Art leicht gegen die Facies superior hin gewölbt (Taf. 5, Fig. 6).

Durchmesser: 8—23  $\mu$ .

*Locus typicus* (MARTINI): Tiefbohrung Repke, bei 364 m.

*Stratum typicum* (MARTINI): Unteres Ober-Eozän.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Lutet von Seeham, Stat. 74 und Lutet vom Oichtental, Stat. 258/8, in beiden Materialien sehr häufig.

Beziehungen: *Discoaster binodosus* MARTINI gehört mit seinen lateralen Verdickungen in den weiteren Kreis um *Discoaster deflandrei*. Bei ihm bilden allerdings die Verdickungen nicht das distale Ende der Strahlen wie bei *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, sondern die Verdickungen sind näher zum Zentrum des Asterolithen gerückt. Die Lateralknoten von *Discoaster binodosus* MARTINI sind sozusagen von der vollen Länge des Strahles durchwachsen. Die Reliefkanten der Facies inferior laufen weit über den Abstand der Lateralknoten vom Zentrum hinaus. Ähnliche Verhältnisse werden wir auch bei der jungtertiären Art *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL beobachten können.

Bemerkungen: Zur Differentialdiagnose zwischen den Arten *Discoaster binodosus* MARTINI und *Discoaster tani nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL mit einander recht ähnlichen Asterolithen kann die Richtung der Strahlenachsen herangezogen werden. Bei *Discoaster tani nodifer* treffen diese nicht genau im Mittelpunkt des Asterolithen zusammen, sondern berühren einen kleinen zu denkenden perizentralen Kreis (vgl. Textfig. 7/2). Bei *Discoaster binodosus* hingegen sind die Strahlenachsen

genau gegen den Mittelpunkt zu orientiert. Die von MARTINI beschriebenen Unterarten *Discoaster binodosus binodosus* und *Discoaster binodosus hirundinus* kommen hier gemeinsam mit gleitenden Übergängen vor. Taf. 4, Fig. 5 würde der ersteren, Taf. 5, Fig. 3 der letzteren Unterart entsprechen.

### DISCOASTER MIRUS DEFLANDRE

Taf. 6, Fig. 1—6, Taf. 7, Fig. 1—5; Textabb. 8/5 u. 24/7

- 1952 *Discoaster mirus*, DEFLANDRE G., in Grassé, P. P., *Traité Zool.*, I, 1, S. 465, Fig. 362 Z.  
 1954 *Discoaster mirus*, DEFLANDRE G., *Coccolithophoridés*, Ann. Pal. XL, S. 54, Textabb. 118  
 1959 *Discoaster mirus*, DEFLANDRE; STRADNER, 5th World Petr. Congr. N. Y. Sect. I, Paper 60, S. 1087, Fig. 23; 1959 *Discoaster mirus* DEFLANDRE; STRADNER, *Erdoelzeitschr.* H. 12, S. 479, Abb. 41  
 1961 *Discoaster mirus* DEFLANDRE; MARTINI, *Nannoplankton SW Frankreich*, Senck. leth., Bd. 42, Taf. 3, Fig. 24.

Diagnose (DEFLANDRE): Asterolithen mit 6—8 kurzen Strahlen; die Zentralscheibe hat in der Mitte einen flachen, 6—8klappigen, sternförmigen Knopf, der von einem Kranz strahlenförmiger Linien von doppelter Anzahl umgeben ist. Die Arme sind verhältnismäßig kurz, mit annähernd 4 gleichgroßen Lappen, von denen 2 endständig sind.

Beschreibung: Die Asterolithen dieser Art können 3strahlig bis 11strahlig sein, im allgemeinen findet man aber meist nur sechs- bis achtstrahlige Formen. Die Strahlen haben, wie schon in der Diagnose präzisiert wurde, einen 4klappigen Umriß. Die Endeinschnitte sind nicht wie bei *Discoaster gemmifer* n. sp. weit offen, sondern ziemlich spitzwinkelig und eng. Die gegabelten Enden der Strahlen sind nicht oder nur wenig divergierend. Die beiden lateralen Knoten sitzen ungefähr in der Mitte der freistehenden Enden der Strahlen auf. Da die Strahlen sehr robust sind, können die lateralen Knoten der radiär angeordneten Strahlen einander sehr nahe kommen, so daß die Einschnitte zwischen den Strahlen bei schwacher Vergrößerung fast wie geschlossene Fenster erscheinen können. Diese Interradialeinschnitte sind meist von rhombischem Umriß (Taf. 7, Fig. 2), wobei allerdings die distale Spitze des Rhombus offen bleibt. Im proximalen Winkel des Interradialeinschnittes sind die überhöhten Unterteilungslinien zu erkennen (Taf. 6, Fig. 6 u. Taf. 7, Fig. 1 u. 3). Die Unterteilungslinien der Facies superior sind mehrfach geknickt (Taf. 7, Fig. 1 u. 3). Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind geradlinig. Sie sind oft von parallellaufenden Wülsten umgeben (Taf. 6, Fig. 6 b u. Taf. 7, Fig. 2 b) oder selbst wulstförmig erhöht. Wie schon DEFLANDRE in der Darstellung seines Holotypus zeigte, liegen zwischen den Unterteilungslinien zusätzliche Furchen, welche etwas weniger als die Hälfte der Länge des Strahles in diesem in distaler Richtung verlaufen. Das Ende dieser Furchen kann einfach oder gegabelt sein (Taf. 7, Fig. 1 b, 2 b u. 3 b). Die Mitte der Facies inferior ist häufig mit einem regelmäßigen Zentralstern oder einem mehr oder weniger zerteilten Höcker versehen. Auch die zwischen den geradlinigen mittelpunktnahen Anteilen der Unterteilungslinien der Facies superior liegenden Strahlenanteile sind etwas erhöht, so daß in der Seitenansicht (Taf. 7, Fig. 5) auf beiden Flachseiten Erhöhungen zu erkennen sind.

Die Seitenansicht zeigt auch, daß die Strahlen auf der Facies inferior in distaler Richtung eine sich verjüngende Kante tragen, welche auch beim flachliegenden Asterolithen beim Heben des Objektivs deutlich in Erscheinung tritt. Diese Reliefkante der Facies inferior kann bei sonst schlecht sichtbaren Merkmalen als sicherstes Unterscheidungsmittel zwischen den beiden Flachseiten verwendet werden.

Durchmesser der Asterolithen: 10—20  $\mu$ .

Locus typicus (DEFLANDRE): Sondage à Baigt-Chalosse, Landes.

Stratum typicum (DEFLANDRE): Tieferes Lutet.

Vorkommen und Fundort in Österreich: Lutet von Mattsee, Stat. 130.

Beziehungen: *Discoaster mirus* DEFLANDRE stellt einen Höhepunkt in der Entwicklung der alttertiären *Discoasteriden* dar. In der Üppigkeit der Form wird er kaum von einer anderen Art übertroffen. Gemeinsam mit *Discoaster distinctus* MARTINI, *Discoaster gemmifer* n. sp., *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA und einigen anderen schließt er sich mit seinen gegabelten Strahlen an die Gruppe um *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL an. Zur Differentialdiagnose zwischen *Discoaster mirus* DEFLANDRE und *Discoaster distinctus* MARTINI können die Frequenzmaximas der Strahlenzahlen herangezogen werden. Wenn, wie in den von MARTINI beschriebenen NW-deutschen Vorkommen von *Discoaster distinctus* das Häufigkeitsmaximum bei den 6strahligen Formen liegt, so scheidet *Discoaster mirus* aus. Hat man es aber wie im Lutet von Mattsee meist mit höherstrahligen Formen zu tun, so sind die seltenen 6strahligen so wie die 4- und 3strahligen Sonderformen zu der häufigen vielstrahligen Art *Discoaster mirus* DEFLANDRE zu rechnen. Schraubenschlüssel-förmige Strahlenenden kommen bei beiden Arten vor. Die Asterolithen von *Discoaster distinctus* sind meist wesentlich schlanker gebaut als die von *Discoaster mirus* DEFLANDRE.

Bemerkungen: Ob und wie weit *Discoaster mirus* bei entsprechender Kalkanlagerung oder nach Korrodierung befähigt ist, das Erscheinungsbild von *Discoaster hilli* TAN SEN HOK (Taf. 12, Fig. 5—7) oder *Discoaster rotundus* (NOEL) MANIVIT (MANIVIT, Taf. 7, Fig. 7 u. 8) zu liefern, muß zurzeit noch eine offene Frage und Gegenstand weiterer Untersuchungen bleiben.

#### DISCOASTER GEMMIFER nov. spec.

Taf. 8, Fig. 1—10 u. 24/4—6, Taf. 9, Fig. 1—5; Textabb. 8/6

- 1959 *Discoaster distinctus* MARTINI in STRADNER, 5th World Petr. Congr. Sect. N. Y. I, Paper 60, S. 1086, Fig. 20
- 1959 *Discoaster distinctus* MARTINI, STRADNER, Erdoelzeitschr. H. 12, S. 478, Fig. 33—39
- non 1958 *Discoaster distinctus* MARTINI; MARTINI, Senck. leth. Bd. 39, Nr. 5/6, S. 363, Taf. 4, Fig. 17 a, b
- non 1960 *Discoaster distinctus* MARTINI; MARTINI, Umschau, H. 13, S. 395, Bild 6
- 1961 *Discoaster gemmifer* nov. spec. STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss., Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 86, Abb. 83 (vorl. Mitteilg.).
- Derivatio nominis: *gemmifer* (lat.) = Perlen tragend.

Diagnose und Beschreibung: Asterolithen mit 4—10 Strahlen, deren Umriß durch den annähernd 90°igen Öffnungswinkel des Endeinschnittes gekennzeichnet ist. Die Strahlen sind bis zu den 7strahligen Formen meist länger als breit und in ihrem distalen Drittel stark verbreitert. Die Knoten sind bei dieser Art nicht selbständig und oft schwer von der Endgabelung unterscheidbar; die Endgabelung und die Lateral-knoten sind also so eng nebeneinander, daß sie zu einem einzigen Gebilde mit blockigem Umriß verschmolzen sind. Auf der Facies inferior tragen die Strahlen verstärkte Kanten, die so weit in distaler Richtung verlängert sein können, daß sie auch von der Facies superior her innerhalb des Endeinschnittes zu sehen sind (Taf. 8, Fig. 5 a). Die Interradialeinschnitte sind gerundet, bei den vielstrahligen Asterolithen sind an der tiefsten Stelle des Einschnittes die als erhöhte Reliefleisten ausgebildeten Unterteilungslinien als Höcker zu erkennen. Die Unterteilungslinien der Facies superior sind gebogen bis scharf geknickt. Bei den 8strahligen Asterolithen sind die Knicke außerdem noch durch kleine Ausbuchtungen betont (Taf. 9, Fig. 3 a, 4 a und 5 a). Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind in ihrem Verlauf geradlinig, teils von Wülsten begleitet oder überhaupt als erhöhte Reliefleisten ausgebildet (Taf. 9, Fig. 3 b u. 4 b). Auch Zwischenfurchen so wie bei *Discoaster mirus* DEFLANDRE können beobachtet werden (Taf. 9, Fig. 5 b). Die Seitenansichten zeigen, daß die Asterolithen im allgemeinen flach bis leicht gegen die Facies superior zu gewölbt sind. Der Knopf der Facies inferior ist meist gut zu sehen, doch ist er nicht sonderlich hoch.

Durchmesser der Asterolithen: 8—20  $\mu$ .

Holotypus: Präparat Ma 130/12/A (der in Taf. 8, Fig. 5 dargestellte Asterolith).

Locus typicus: Mattsee, Land Salzburg, Stat. 130.

Stratum typicum: Lutet.

Beziehungen: *Discoaster gemmifer* n. sp. ist eng mit *Discoaster distinctus* MARTINI verwandt, von welchem er sich aber durch die Art der Strahlenendigungen unterscheidet. Die im NW-deutschen Eozän vorkommenden Formen mit typischen „schraubenschlüsselförmigen“ Strahlenenden (Textabb. 8/8) sind in Österreich ausgesprochen selten. Auch der Variabilität in bezug auf die Strahlenanzahl scheinen bei *Discoaster distinctus* MARTINI engere Grenzen gesetzt zu sein. *Discoaster gemmifer* n. sp. ist auch mit *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA eng verwandt. Bei letzterer Art sind allerdings die Lateralknoten noch weiter auf die Endgabelung der Strahlen hinausgerückt (vgl. Textfig. 8/11). Wenn man also die *Discoasteriden*-Arten aus der Verwandtschaft von *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL nach der relativen Entfernung der Lateralknoten vom Zentrum des Asterolithen ordnen würde, so ergäbe dies folgende Reihe: *Discoaster binodosus* → *D. mirus* → *D. distinctus* → *D. gemmifer* → *D. corniger* (vgl. Textabb. 8).

Bemerkungen: Bereits 1953 gab KLUMMP sehr treffende schematisierte Abbildungen dieser Art wieder, allerdings unter dem Namen *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK var. gamma. Da die Bedeutung des Artnamens *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK von BRAMLETTE & RIEDEL 1954 eingeeht wurde, ergab sich die Notwendigkeit einer Neubenennung.

Außerdem erschien eine solche von Nutzen, um die verschiedenartigen regionalen Vorkommen von *Discoaster distinctus* MARTINI einerseits und *Discoaster gemmifer* n. sp. andererseits besser auseinanderhalten zu können. *Discoaster gemmifer* n. sp. kommt auch im Material von Aragon (Mexiko) häufig vor (vgl. S. 143).

### DISCOASTER DEFLANDREI BRAMLETTE & RIEDEL

Taf. 10, Fig. 1 u. 6; Textfig. 8/7

- 1954 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, Journ. of Pal. Vol. 28, No. 4, S. 399, Taf. 39, Fig. 6, Textfig. 1 a, b, c  
 1959 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Senck. leth., Bd. 39, Nr. 5/6, S. 363, Taf. 5, Fig. 23 a—c  
 1959 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL; MANIVIT, Publ. du Lab. de Geol. Appl. Univ. d'Alger, S. 37, Taf. 9, Fig. 4  
 1961 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micropaleont. vol. 7, no. 2, S. 158, Taf. 11, Fig. 4 a, b  
 1961 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Senck. leth., Bd. 42, H. 1, Taf. 3, Fig. 27.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Asterolithen, die aus einer Zentralscheibe mit gewöhnlich 6 (selten 5 oder 7) breiten, gegabelten Strahlen bestehen, welche im allgemeinen so lang oder ein wenig länger als der Durchmesser der Zentralscheibe sind. Die Umrißlinie der verstärkten, gegabelten Teile der Strahlen ist abgerundet oder leicht eckig. Die Endeinschnitte sind eher winkelig als gerundet. Die Zwischenräume zwischen den Strahlen sind (annähernd) halbkreisförmig, nicht winkelig; sie sind annähernd so breit wie die schmalsten Teile der Strahlen und halb so breit wie die breitesten Teile der Strahlen. Gesamtdurchmesser durchschnittlich 10—17  $\mu$ .

Beschreibung: Die Asterolithen dieser sehr entwicklungsfähigen Art haben, wie schon BRAMLETTE & RIEDEL in der Diskussion zu dieser Art feststellten, sehr variable Merkmale. Zu den verlässlicheren unter diesen scheinen die blockigen Umrisse der Strahlen und die gerundeten Inter-radialeinschnitte zu zählen. Die Endkerben der Strahlen sind meist stumpfwinkelig bis gelegentlich rechtwinkelig. Von besonderem Interesse bei dieser Art ist der Verlauf der Unterteilungslinien. Bei den eozänen Asterolithen dieser Art nehmen diese denselben Weg wie die Unterteilungslinien von *Discoaster gemmifer* und *Discoaster mirus*, auf der Facies superior vom Zentrum ausgehend linkswendig geschwungen, auf der Facies inferior geradlinig. Ein Zentralknopf auf der Facies inferior fehlt bei den eozänen Exemplaren, wie MARTINI besonders hervorgehoben hat (vgl. Taf. 10, Fig. 2 u. 3). Bei den oligozänen Vertretern dieser Art zeigen sich deutlich jene Entwicklungstendenzen, welche zu den jungtertiären Arten *Discoaster challengerii* BRAMLETTE & RIEDEL, *Discoaster brouweri* TAN sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL und *Discoaster pentariadiatus* BRAMLETTE & RIEDEL hinüberleiten. Die Unterteilungslinien der Facies superior sind bei den oligozänen Asterolithen von *Discoaster deflandrei* durch flache, annähernd geradlinige Furchen ersetzt und nur mehr nahe dem Zentralsternchen in den Buchten desselben zu erkennen. Auf der Facies inferior sind die Unterteilungslinien zu breiten Leisten erhöht, welche in der Mitte dieser Fläche ein sonst nur bei den jungtertiären Arten zu findendes sternförmiges

Gebilde formen, dessen Strahlen genau auf die tiefsten Stellen der Inter-radialeinschnitte zeigen. Auch bei einem Exemplar von *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA (Taf. 11, Fig. 5) konnten ähnliche Entwicklungsmerkmale beobachtet werden. Die Seitenansicht eines Asterolithen (Taf. 10, Fig. 6) zeigt, daß die Facies superior annähernd flach ist, während die Facies inferior gegen die Mitte zu leicht durch die zusammenlaufenden Kanten der Strahlen überhöht wird.

Durchmesser der Asterolithen: 10—16  $\mu$ .

Typus-Lokalität (BRAMLETTE & RIEDEL): Ciperó Formation, Probe 90 (Renz), Unteres Oligozän, Klippen S San Fernando, Trinidad.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 37 und Ober-Eozän von Marzoll, Salzburg.

Vorkommen und Fundorte in Mexiko: Mittel-Oligozän von Alazan, Mexiko und Unter-Miozän von Coatzintla, Mexiko.

Beziehungen: *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL zeigt enge verwandtschaftliche Beziehungen zu *Discoaster distinctus* MARTINI, *Discoaster gemmifer* n. sp. und *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA. Er unterscheidet sich von diesen Arten durch das Fehlen eines Zentralknopfes auf der Facies inferior und durch die blockigen Umrisse der Strahlen. Im Gegensatz zu *Discoaster distinctus* MARTINI und *Discoaster gemmifer* n. sp. sind die Endverdickungen der Strahlen einheitlich und nicht in Knoten unterteilt. Von *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA ist *Discoaster deflandrei* durch das Fehlen einer Aufspaltung der Endgabeläste der Strahlen leicht zu unterscheiden.

*Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL ist erwiesenermaßen eine das Oligozän in Primärvorkommen überbrückende Art, die als eine Stammform von jungtertiären *Discoasteriden* anzusehen und im besonderen als Vorläufer von *Discoaster challengereri* BRAMLETTE & RIEDEL anzusprechen ist (vgl. Beschreibung von *Discoaster musicus* STRADNER).

Bemerkungen: Da *Discoaster deflandrei* in den österreichischen Materialien nur in den eozänen Vorkommen primär vorliegt und man in oligozänen Materialien meist nur umgelagerte Asterolithen dieser Art findet, wurden mexikanische Materialien für die Untersuchungen herangezogen. Die Erhaltung der oligozänen Nannofloren scheint im mittel-amerikanischen Bereiche eine weitaus bessere zu sein als hier in Europa.

Auch MARTINI konnte, wie er in seiner Rupelton-Arbeit feststellte, im Mainzer Becken hauptsächlich nur umgearbeitete *Discoasteriden* nachweisen.

## DISCOASTER DISTINCTUS MARTINI

Taf. 11, Fig. 1 a u. 1 b; Textabb. 8/8

- 1959 *Discoaster distinctus* nov. spec., MARTINI, *Discoasteriden* im NW-deutschen Eozän. Senck. leth. Bd. 39, Nr. 5/6, S. 363, Taf. 4, Fig. 17a, b  
 1960 *Discoaster distinctus* MARTINI, Umschau, H. 13/1960, S. 395, Bild 6  
 1960 *Discoaster distinctus* MARTINI, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. Bd. 88, S. 77, Taf. 9, Fig. 15



1961 *Discoaster distinctus* MARTINI; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micropaleont., vol. 7, no. 2, S. 159, Taf. 11, Fig. 11—13

1961 *Discoaster distinctus* MARTINI; MARTINI, Senck. leth., Bd. 42, H. 1, Taf. 3, Fig. 28

non: *Discoaster distinctus* MARTINI; STRADNER, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1086, Fig. 20

non: *Discoaster distinctus* MARTINI; STRADNER, Erdoelzeitschr. 75. Jg., Dez. 1959, H. 12, S. 484, Fig. 33—39.

Diagnose (MARTINI): Ein *Discoaster* mit Zentralknopf und schraubenschlüsselartigen Armen.

Beschreibung: Die Asterolithen von *Discoaster distinctus* MARTINI sind durch 5—7 deutlich gegabelte Strahlen gekennzeichnet, deren End-einschnitt sehr eng ist. Dadurch unterscheiden sie sich von allen anderen gegabelten Arten mit weitem Öffnungswinkel der Endgabelung, wie z. B. *Discoaster deflandrei*, *Discoaster gemmifer*, *Discoaster corniger* und *Discoaster nonradiatus*. Nur *Discoaster mirus* hat ähnlich *Discoaster distinctus* MARTINI enge Endeinschnitte. Die Enden der Strahlen verlaufen also ziemlich parallel, die seitlichen Knoten stehen deutlich ab. Sie bilden mit den Armen nicht einen einheitlichen Block wie z. B. bei *Discoaster corniger* oder *Discoaster gemmifer*. Die Unterteilungslinien der Facies superior sind, wie an gut erhaltenen Exemplaren gerade noch erkennbar ist, nach demselben Plane wie bei *Discoaster gemmifer* angelegt. Die mittlere Partie der Facies superior kann zu einem Zentralstern erhöht sein. Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind gerade. In der Mitte dieser Fläche befindet sich ein kleiner runder Zentralknopf. Dieser ist bezeichnend für die Facies inferior, ebenso wie die Verstärkungsleisten der Arme, welche nahe des Endeinschnittes am besten sichtbar sind.

Durchmesser der Asterolithen: 8—16  $\mu$ .

Typus-Lokalität (MARTINI): Tiefbohrung Wöhrden, bei 632 m (Unteres Ober-Eozän).

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 37 und Oichtental Stat. 258/7.

Beziehungen: *Discoaster distinctus* ist in erster Linie mit *Discoaster mirus* verwandt. Die Trennung der beiden Arten ist meist durch die unterschiedliche Dicke und die Anzahl der Strahlen möglich. *Discoaster distinctus* ist im typischen Falle 6strahlig. Wenn also die 6strahligen Asterolithen weitaus überwiegen, und die Asterolithen mit höherer Strahlenszahl selten sind, so wird man mit einer Bestimmung auf *Discoaster distinctus* richtig gehen. Die Unterscheidung von *Discoaster gemmifer*, einer ebenso sehr eng verwandten Art, ist durch die Beobachtung der Endeinschnitte gut möglich:

Enge Endeinschnitte..... *Discoaster distinctus*

Weite Endeinschnitte..... *Discoaster gemmifer*.

Bemerkungen: *Discoaster distinctus* scheint entsprechend den bisherigen Fundangaben erst im höheren Mitteleozän einzusetzen, während *Discoaster gemmifer* auch schon im unteren Mitteleozän vorkommt. Die Unterscheidung der beiden Spezies ist somit nicht nur von morphologischen Gesichtspunkten, sondern auch von der Stratigraphie her gerechtfertigt.

## DISCOASTER MUNITUS nov. spec.

Taf. 11, Fig. 2 a u. 2 b; Textabb. 8/9

1961 *Discoaster munitus* nov. spec. STRADNER, Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 85, Abb. 81 (vorl. Mitteilg.).

Derivatio nominis: munitus (lat.) = fest, befestigt.

Diagnose und Beschreibung: Ein *Discoaster*, dessen Strahlen weniger als die Hälfte ihrer Länge freistehend, stark verbreitert und stumpf zugespitzt sind. Die Endkerben sind sehr flach. Die durch sie leicht gegabelten Strahlenden sind durch einen gleitenden Übergang mit den streng in peripherer Richtung orientierten, weit ausladenden Seitenknoten verbunden. Die Interradialeinschnitte sind gerundet und lassen die überhöhten Unterteilungslinien erkennen. Die Unterteilungslinien der Facies superior sind vom Zentrum ausgehend mehrfach geknickt, so daß das Bild eines kunstvollen Sonnenrades entsteht. Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind annähernd geradlinig.

Durchmesser der Asterolithen: 10—14  $\mu$ .

(Unteres Mittel-Eozän Aragon, Mexiko.)

Holotypus: Präp. Ar/6/K.

Locus typicus: Aragon, Mexiko.

Stratum typicum: Unteres Mittel-Eozän.

Beziehungen: *Discoaster munitus* n. sp. ist nahe mit *Discoaster mirus* verwandt, mit welchem er die höhere Strahlenzahl als auch die Aufgliederung der Strahlen in 4 Endhöcker gemeinsam hat. Er unterscheidet sich aber von letzterer Art durch die Kürze seiner freien Strahlenanteile und durch die flachen Endkerben.

Bemerkungen: Der Umriß von *Discoaster munitus* n. sp. erinnert entfernt an den Umriß einer durch Basteien befestigten Stadtmauer einer mittelalterlichen Stadt. Daher die Namensgebung (*munitus* = befestigt). Diese Art, welche bisher nur in mexikanischem Material gefunden werden konnte, wäre in Österreich vor allem in den entsprechenden Schichten des Helvetikums von Salzburg zu erwarten.

## DISCOASTER NONARADIATUS KLUMPP

Taf. 11, Fig. 3 a u. 3 b; Textabb. 8/10

1953 *Discoaster nonaradiatus* n. sp. KLUMPP, Mikrofossilien Eozän: S. 383, Abb. 3/5

1959 *Discoaster nonaradiatus* KLUMPP; MARTINI, Senck. leth. Bd. 39, Nr. 5/6, S. 364, Taf. 4, Fig. 21 a, b

1961 *Discoaster nonaradiatus* KLUMPP; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micro-paleont. vol. 7, no. 2, S. 162, Taf. 12, Fig. 13.

Diagnose (KLUMPP): 9strahlig, Durchmesser 7—10  $\mu$ , verhältnismäßig selten.

Diagnose (MARTINI): Ein *Discoaster* mit großem, einen Zentralknopf tragenden Zentralfeld und kurzen, am Ende gegabelten Armen.

Beschreibung: Asterolithen, deren Strahlen sich „unter einem großen Öffnungswinkel in zwei einfache, gerundete Fortsätze gabeln“ (MARTINI). Die Enden der Strahlen sind also nicht in mehrere Höcker so wie z. B. bei

*Discoaster distinctus* oder *Discoaster corniger* gegliedert, sondern einfach und gerundet. Die Interradialeinschnitte sind bei den österreichischen Funden im Gegensatz zu den NW-deutschen scharf gekerbt und lassen die Rundung des Zentralfeldes nicht erkennen. Die Unterteilungslinien der Facies superior sind nur leicht geschwungen, auf der Facies inferior sind sie geradlinig. Der in den Diagnosen angeführte Zentralknopf kann fehlen. Er ist auch bei anderen Arten, wie z. B. *Discoaster binodosus* kein absolut verlässliches diagnostisches Merkmal.

Durchmesser: 10—13  $\mu$ .

Typus-Lokalität: Tiefbohrung Wöhrden, bei 632 m.

Vorkommen und Fundort in Österreich: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 37.

Beziehungen: *Discoaster nonaradiatus* reiht sich in die große Gruppe der Eozän-*Discoasteriden* mit gegabelten Strahlen ein. Eine stammesgeschichtliche Beziehung zu *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL konnte bis jetzt nicht erwiesen werden.

Bemerkungen: Zu dem Zeitpunkt, als *Discoaster nonaradiatus* KLUMPP beschrieben wurde, hatte die Strahlenanzahl der Asterolithen noch systematischen Wert. Wie aber FRENGUELLI und DEFLANDRE bereits für die Silicoflagelliden nachwies, hat die Anzahl der Strahlen nur im begrenzten Sinne Wert für die Artendiagnose. Entscheidend ist, welche Form aus einer Gesellschaft von 3—11strahligen, oder wie bei der Diatomeengattung *Actinocyclus* von 3—120strahligen Formen am häufigsten vorkommt. Es ist daher der Name *Discoaster nonaradiatus* nicht so aufzufassen, als ob die Asterolithen dieser Art nur 9 Strahlen besitzen dürften. Nach MARTINI's Beschreibung dieser Art sind sogar die 8strahligen Formen dieser Art überwiegend. Leider ist diese Art im österreichischen Material zu selten, als daß Prozente zur Strahlenanzahl angegeben werden könnten.

#### DISCOASTER CORNIGER SHAMRAY & LAZAREVA

Taf. 11, Fig. 4 a, b u. 5 a, b; Textabb. 8/11

1956 *Discoaster corniger* n. sp. SHAMRAY & LAZAREVA, Dokl. Akad. Nauk. SSSR, Bd. 108, S. 713, Fig. 7

1960 *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA; BRÖNNIMANN & STRADNER, Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 10, S. 369 (in litt.).

Diagnose (SHAMRAY & LAZAREVA): Meist 6strahlig mit geraden, zylindrischen Strahlen, deren Enden geweihartig gegabelt sind.

Beschreibung: Die meist 6strahligen Asterolithen dieser Art haben schlanke Strahlen, deren unter einem weiten Öffnungswinkel gegabelte Enden noch ein zweites Mal gegabelt sind. Da die Kerbe zweiter Ordnung nur die Enden der Gabeläste betrifft, ist sie bloß bei starken Vergrößerungen gut sichtbar. Die Unterteilungslinien der Facies superior sind vom Zentrum ausgehend scharf nach links geknickt, auf der Facies inferior nehmen sie nach einer knotigen Verdickung nahe des Interradialeinschnittes einen geradlinigen Verlauf. Die Facies inferior kann durch einen Zentralknopf verziert sein. Die Verstärkungsleisten der Strahlen reichen nicht bis zum Endeinschnitt. Bei den oligozänen Formen können die Unterteilungslinien

der Facies inferior so erhöht sein, daß sie ein ansonsten nur für die jungtertiären Arten charakteristisches Bild ergeben (vgl. Taf. 11, Fig. 4 b).

Durchmesser: 9—12  $\mu$ .

Typus-Lokalität: Stalingrad, UdSSR.

Vorkommen und Fundorte in Mittelamerika: Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko und Universidad Formation, Habana Area, Cuba (BRÖNNIMANN & STRADNER).

Beziehungen: *Discoaster corniger* ist als ein hochdifferenzierter Vertreter des Subgenus *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK der Gruppe um *Discoaster deflandrei* anzuschließen. Er wird in bezug auf die Gliederung der Strahlenenden nur von dem im Anschluß zu beschreibenden *Discoaster brönnimanni* n. sp. übertroffen.

Bemerkungen: *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA ist ein Paradebeispiel für die weltweite Verbreitung der Nannoplanktonlebewesen.

#### DISCOASTER BRÖNNIMANNI nov. spec.

Taf. 11, Fig. 6 a u. b; Textabb. 8/12

1961 *Discoaster brönnimanni* nov. spec. STRADNER, Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 85, Abb. 82 (vorl. Mitteilg.).

Derivatio nominis: Herrn Dr. PAUL BRÖNNIMANN, Tripoli, Libyen zu Ehren benannt.

Diagnose und Beschreibung: Ein *Discoaster*, dessen Strahlen rechts und links vom Endeinschnitt je 3 distale Höcker tragen. Die Aufgliederung der Strahlenenden ist bei dieser Art weiter durchgeführt als bei jeder anderen *Discoasteriden*art. Die weit ausladenden seitlichen Höcker der benachbarten Strahlen umschließen ovale Interradialbuchten. Das mittlere Höckerpaar umgibt annähernd parallelrandig den schmalen Endeinschnitt der Strahlen. Die zusätzlichen Höcker liegen zwischen den eben beschriebenen. Die Unterteilungslinien der Facies superior sind leicht geschwungen. Auf der Facies inferior sind sie geradlinig mit einer rundlichen Verdickung nahe der Interradialbucht. Ein runder Zentralknopf ist vorhanden. Die Verstärkungsleisten der Strahlen reichen nur so weit als die Strahlen noch schlank sind. Ihre Enden sind abgerundet und liegen noch innerhalb der Stellen, an denen sich die Strahlen verästeln.

Durchmesser: 10—14  $\mu$ .

Holotypus: Präp. AR 2/J.

Locus typicus: Aragon, Mexiko.

Stratum typicum: Unteres Mittel-Eozän.

Beziehungen: *Discoaster brönnimanni* n. sp. schließt sich, da die erste Gabelung der Strahlen über die weiteren Aufgabelungen überwiegt, unmittelbar an *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA an. Er stellt in der Entwicklungsserie der Strahlenverästelung das vorläufige Endglied der Reihe dar.

## DISCOASTER GEMMEUS STRADNER

Taf. 12, Fig. 1, 2, 4 u. 8; Textabb. 8/13

1959 *Discoaster gemmeus* n. sp. STRADNER, 5th World Petr. Congr., N. Y. Sect. I, Paper 60, S. 1086, Fig. 211959 *Discoaster gemmeus* STRADNER, Erdbeizzeitschr. Jg. 75, Dez. 1959, H. 12, S. 479, Fig. 40.

**Diagnose und Beschreibung:** Asterolithen mit 8—18 stumpf endigenden, keilförmigen Strahlen, die den größten Teil ihrer Länge miteinander verbunden sind. Die Facies superior hat vom Zentrum ausgehend nach links geschwungene oder geknickte Unterteilungslinien, die Facies inferior hat gerade, meist sehr undeutlich wahrnehmbare Unterteilungslinien. Die Reliefeisten der Strahlen auf der Facies inferior sind auffallend stark erhöht. Sie vereinigen sich gegen die Mitte hin zu einem ringförmigen Wall, der einen zentralen Krater frei läßt. Infolge der beträchtlichen Dicke des Asterolithen erscheint dieser bei schwächeren Vergrößerungen leuchtend smaragdgrün, daher die Benennung (*gemmeus* = lat. strahlend).

Durchmesser: 6—12  $\mu$ .

Typus-Lokalität (STRADNER): Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 133.

Primäres Massenvorkommen: Eitelgraben Stat. 18, tieferes Paläozän.

**Beziehungen:** Die im Paläozän sehr häufig vorkommenden Asterolithen dieser Art haben durchschnittlich 14 Strahlen und sind auch in der Seitenansicht wegen der kegelförmigen Erhöhung und des Zentralkraters der Facies inferior leicht erkennbar. Sie unterscheiden sich von *Discoaster lenticularis* BRAMLETTE & SULLIVAN durch das Fehlen eines flachen Stieles auf der durch links gekrümmte Unterteilungslinien gekennzeichneten Flachseite (Facies superior).

**Bemerkungen:** Die in dieser Beschreibung eingeschlossenen eoazänen Formen sind in ihrer systematischen Stellung einigermaßen problematisch. In Anbetracht der Tatsache, daß auch die Asterolithen irgendwie gewachsen sein müssen und es daher irgendwelche Jugendformen geben muß, liegt der Verdacht nahe, daß es sich bei jenen Formen um Initialkörperchen, also um Kernstücke von im ausgewachsenen Zustande doppelt so großen Asterolithen bestimmter Arten, z. B. *Discoaster mirus*, handeln kann. Da man nun aber an Hand des fossilen Materials nicht feststellen kann, ob diese oder jene Kleinform zu dieser oder jener Art hinzuzureihen ist, wurde der Artname *Discoaster gemmeus* für alle unter diese Beschreibung fallenden Formen *ad interim* beibehalten.

## DISCOASTER HILLI TAN SIN HOK

Taf. 12, Fig. 5—7 u. 9; Textabb. 8/14

1927 *Discoaster hilli* n. sp. TAN SIN HOK, Jahrb. v. h. Mijnwezen, S. 120, abgebildet in JUKES-BROWN & HARRISON, Barbados II, S. 176, Fig. 31934 *Discoaster hilli* TAN; DEFLANDRE 1934, Les Discoastéridés, S. 64, Fig. 27 u. 28non 1953 *Discoaster hilli* TAN SIN HOK; KLUMPP, S. 383, Abb. 3/4non 1939 *Discoaster hilli* TAN; BERSIER, S. 238, Fig. 20 u. 21.**Diagnose (TAN SIN HOK):** Mit 8 zylindrischen Armen.

**Beschreibung:** Asterolithen, deren Strahlen annähernd parallelrandig sind oder ein wenig konisch gegen das stumpfe Ende zusammenlaufen, also ohne distale Verbreiterung. Die Facies superior hat stark geknickte Unterteilungslinien ähnlich *Discoaster mirus*. Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind annähernd geradlinig. Sie laufen im Zentrum oder in einer zentralen Vertiefung zusammen. Kein Zentralknopf. Auf der Facies inferior können auch Zwischenlinien so wie bei *Discoaster mirus* ausgebildet sein (vgl. Taf. 12, Fig. 5 b u. 6 b). Die Verstärkungsleisten der Strahlen laufen auf dieser Flachseite bis zum entferntesten Punkte der Strahlen.

Durchmesser: 15—20  $\mu$ .

Typus-Lokalität (TAN SIN HOK): Barbados, Kleine Antillen.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130, und allochthon-heterochron in der Tiefbohrung Korneuburg 1, bei 242 m.

Beziehungen: *Discoaster hilli* ist, wie seine Unterteilungslinien zeigen, eng mit *Discoaster mirus* und *Discoaster gemmifer* verwandt. Ob und wie weit diese beiden letztgenannten Arten imstande sind, in Form von intermediären Wachstumsstadien den *Discoaster hilli*-Typ zu bilden, bleibt eine offene Frage. Daß durch Korrosion oder durch Kalkapposition gelegentlich aus anderen Arten „*Discoaster hilli*“-Typen entstehen können, ist sicher. Die auf Taf. 12, in Fig. 5 u. 6 gezeigten Asterolithen stammen aus einem Material, in dem *Discoaster gemmeus*, *Discoaster gemmifer* und *Discoaster mirus* häufig sind.

Bemerkungen: Da *Discoaster hilli* nun einmal beschrieben wurde, um einen Erscheinungstyp von *Discoasteriden* zu definieren, können wir uns dieses Namens auch weiterhin sozusagen als einer „systematischen Krücke“ bedienen. Nach entsprechenden Spezialuntersuchungen dürfte es aber möglich sein, ihn durch genauere und artspezifischere Namen zu ersetzen.

#### DISCOASTER COLLETI PARÉJAS sens. emend. BERSIER

Taf. 13, Fig. 1—6; Textabb. 8/15 u. 24/8

1939 *Discoaster colleti* PARÉJAS bei BERSIER, A.; Disc. et Cocc. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., Vol. 60, Nr. 248, S. 237, Fig. 18 u. 21

non 1934 *Discoaster colleti* PARÉJAS, Sur quelques Actiniscus. C. R. Sc. Soc. Phys. et Hist. Nat. Geneve. Vol. 51, Nr. 2, S. 103, Fig. 21—24

1959 *Discoaster colleti* PARÉJAS sens. emend. BERSIER; STRADNER, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 478, Abb. 30—32.

**Diagnose und Beschreibung:** Asterolithen mit 6—10 Strahlen, die sehr breit sind und nur enge schlitzförmige Interradialeinschnitte frei lassen. Die distalen Enden der annähernd keilförmigen Strahlen sind meist leicht gekerbt oder gerade abgestutzt. Die Unterteilungslinien der flachen Facies superior sind analog zu den meisten übrigen Arten der Untergattung *Eu-Discoaster* (wie z. B. *Discoaster gemmifer*, *D. mirus*, *D. binodosus* usw.) vom Zentrum ausgehend leicht in Richtung gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Sie verlaufen durch die engen Interradialeinschnitte hindurch

auf die leicht kegelförmig erhöhte Facies inferior, wo sie eine geradlinige Richtung gegen das etwas vertiefte Zentrum einnehmen. Die Facies inferior trägt keinen Knopf oder Zentralstern.

Durchmesser: 7—21  $\mu$ .

Typus-Lokalität (BERSIER): Signal de Grandvaux, Waadtland (Oligozän).

Vorkommen und Fundort in Österreich: Mittleres Eozän (Lutet) von Mattsee, Salzburg, Stat. 37.

Beziehungen: *Discoaster colleti* Par. sens. emend. BERSIER schließt sich durch seine seichten Endeinschnitte an die Gruppe um *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL an. Was die Anzahl der Strahlen anbetrifft ähnelt *Discoaster colleti* sehr *Discoaster mirus* DEFLANDRE, bei welcher Art ebenso die 6strahligen Asterolithen selten sind. Die größte Häufigkeit liegt ebenso wie bei der letzteren Art bei den vielstrahligen Asterolithen. Die zentrale Vertiefung der Facies inferior erinnert an die Arten *Discoaster gemmeus* STRADNER, *Discoaster ornatus* STRADNER und *Discoaster hilli* TAN. Als bestes Unterscheidungsmittel gegenüber ähnlichen Arten, wie *Discoaster deflandrei* oder *Discoaster molengraaffi* dienen bei schlechtem Erhaltungszustand der Unterteilungslinien die schlitzartigen Interradialeschnitte und die an Elefantenbeine erinnernden Umrißlinien der Strahlen (vgl. Taf. 13, Fig. 2 u. 4).

Bemerkungen: BERSIER war der erste, der diese *Discoaster*art treffend abbildete, aber leider dafür keinen neuen Namen prägte. Die von PARÉJAS gebotenen Abb. 20, 21, 23 u. 24 entsprechen eher der von TAN für *Discoaster hilli* TAN SIN HOK angegebenen Beschreibung, so daß auf sie nicht zurückgegriffen wurde.

#### DISCOASTER TRINUS nov. spec.

Taf. 14, Fig. 1—4; Textabb. 8/16

Derivatio nominis: *trinus* (lat.) = je drei.

Synonym: 1959 *Discoaster molengraaffi* TAN SIN HOK; STRADNER, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1085, Fig. 15 u. 24

1961 *Discoaster trinus* nov. spec. STRADNER, Erdölzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 85, Abb. 79 (vorl. Mitteilg.).

Diagnose und Beschreibung: Asterolithen meist 6strahlig. Die Strahlen haben keilförmige Umrisse, ihre Enden sind abgerundet und leicht gekerbt. Die Interradialeschnitte sind sehr schmal. Je 3 Strahlen, die Winkel von 120° einschließen, sind mit ihren zentralen Teilen untereinander verwachsen. Nicht bei allen Asterolithen ist die Verwachsung der Strahlen an beiden Flachseiten zu beobachten. Es sind auch Formen gefunden worden, die auf der Facies inferior gerade Unterteilungslinien besitzen, während die Facies superior als typische „*Hemidiscoasterfacies*“ ausgebildet ist (vgl. Taf. 14, Fig. 1 b u. 3 b). Weiters kommen Asterolithen vor, deren hemidiscoasteridisch verschmolzene Strahlen länger sind als die dazwischenliegenden Strahlen (Taf. 14, Fig. 3 a u. b). Die seltenen 5- und 7strahligen Asterolithen dieser Art haben auf der Facies superior leicht geschwungene und auf der Facies inferior gerade Unterteilungslinien. Bei ihnen ist es also wegen der ungeraden Anzahl der Strahlen nicht zur

Ausbildung der sonst für diese Art typischen *Hemidiscoasterfacies* gekommen. Dennoch sind sie aber auf Grund ihres Umrisses zu dieser Art zu stellen.

Durchmesser: 8–15  $\mu$ .

*Holotypus*: Präp. AD/7/F.

*Locus typicus*: Holzmannberg (Adelholzer Schichten) Salzburg.

*Stratum typicum*: Mittel-Eozän (Lutet).

*Beziehungen*: *Discoaster trinus* n. sp. ist eine Art, die in bezug auf ihren Umriß zur Gruppe um *Discoaster deflandrei* zu stellen wäre, wegen ihrer *Hemidiscoasterfacies* aber eine Sonderstellung einnimmt. Wie von BRÖNNIMANN & STRADNER an Hand der *Discoasteriden* der Alkazar-Zone von Kuba gezeigt werden konnte, ist eine direkte Entwicklung von den 3strahligen Formen des *Marthasterites tribrachiatus* über *Marthasterites contortus* zu *Marthasterites bramlettei* festzustellen. Daß sich sämtliche *Discoasteriden*arten der Untergattung *Eu-Discoaster* von *Marthasterites*-ähnlichen Formen ableiten ist durch die Tatsache erwiesen, daß vereinzelt die *Hemidiscoasterfacies* sozusagen als atavistisches Merkmal auftritt. Bei *Discoaster trinus* ist die *Hemidiscoasterfacies* wieder aus der alten Erbmasse hervorgebrochen und hat sich als Artmerkmal durchgesetzt. Ein ähnlicher Fall liegt bei *Discoaster geometricus* BRÖNNIMANN & STRADNER vor, bei welcher Art allerdings die Variabilität in bezug auf die Strahlenanzahl größer ist als bei *Discoaster trinus* n. sp. Die 6strahligen Asterolithen von *Discoaster geometricus* haben ebenso sehr häufig die *Hemidiscoasterfacies*.

*Bemerkungen*: MANIVIT brachte auf Taf. 8, Fig. 7 ihrer Arbeit einen Asterolithen zur Darstellung, der mit seinem Umriß der 7strahligen Form von *Discoaster trinus* (Taf. 14, Fig. 4 a, b) gleichkommt. Eine Identifizierung dieser Form mit *Discoaster bifidus* (NOEL) MANIVIT wurde nicht vorgenommen, da es unzweckmäßig wäre, eine im österreichischen Materiale seltene 7strahlige Sonderform mit dem Typus, also der häufigsten Form, einer neuen algerischen Art gleichzustellen. Inwiefern *Discoaster bifidus* (NOEL) MANIVIT in bezug auf seine Strahlenzahl variiert, bleibt noch Gegenstand weiterer Untersuchungen.

## DISCOASTER MOLENGRAAFFI TAN SIN HOK

Taf. 14, Fig. 5 u. 6; Textabb. 8/17

1927 *Discoaster molengraaffi* n. sp. TAN SIN HOK, Jaarb. Mijnw. Ned. Oost. Ing. 3 (1926), S. 120, Textfig. 1/9

non 1959 *Discoaster molengraaffi* TAN SIN HOK; STRADNER, 5th World Petr. Congr., N. Y. Sect. I, Paper 50, S. 1085, Fig. 15 u. 24.

*Diagnose* (TAN SIN HOK): Die Arme haben dieselbe Form wie der *D. Brouweri*-Typ.

Aus der Diagnose von TAN SIN HOK's Genus *Hemidiscoaster*: ... sternförmige *Discoasters*, bei denen Gruppen von Armen fugenlos miteinander verwachsen sind. ... Die Arme stehen im Winkel von 120° zueinander. ... Die *Hemidiscoasters* haben durch den Zusammenschluß der Arme eine geringere Variationsbreite der Armanzahl. ... Die *Hemidiscoasters* sind von den *Eu-Discoasters* abzuleiten. Die Fläche, in der die Arme liegen, ist konvex-konkav gebogen.



**Beschreibung:** Das wichtigste Merkmal dieser Art ist die gruppenweise Verwachsung der Arme, wie sie TAN SIN HOK in der Diagnose der Untergattung *Hemi-Discoaster* beschrieben hat. Die Verschmelzung von 3 in Winkeln von je 120° zueinander stehenden Strahlen ist auf der Facies superior besser zu beobachten als auf der Facies inferior. Die Strahlen sind von annähernd zylindrischer Gestalt, bei kleineren Formen verjüngen sie sich gegen die Spitze zu konisch. Unterteilungslinien sind nur auf der Facies inferior wahrzunehmen.

Durchmesser: 8—13  $\mu$ .

Typus-Lokalität (TAN SIN HOK): Insel Rotti (Molukken).

Vorkommen und Fundort in Österreich: *Amphisteginen*-Mergel vom Dennweg, Wien-Nußdorf. Badener Serie (Torton).

**Beziehungen:** Da TAN SIN HOK sein Typus-Exemplar mit *Discoaster brouweri* in Beziehung brachte, handelt es sich bei *Discoaster molengraaffi* offenbar um eine jungtertiäre Art. Wenn auch die *Hemidiscoaster*facies bei verschiedenen anderen Arten als seltenes atavistisches Merkmal durchbrechen kann, so sind Massenvorkommen von *Hemidiscoaster*arten dennoch erwiesene Tatsache und es dürfte sich lohnen, *Hemidiscoaster*arten aufrechtzuhalten, da sie die Florenbeschreibungen ergänzen können. So führte TAN SIN HOK seinen *Discoaster molengraaffi* gemeinsam mit *Discoaster brouweri* als „de overheersende vorm“ an. Im *Amphisteginen*-Mergel von Wien-Nußdorf kommt *Discoaster molengraaffi* TAN SIN HOK verhältnismäßig selten vor. Er ist gegenüber dem dominanten *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL nur als Mitläufer zu bezeichnen. Eine direkte Beziehung zu *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK konnte nicht nachgewiesen werden, möglicherweise wegen des schlechten Erhaltungszustandes der Nannofossilien in diesem Mergel.

#### DISCOASTER MARTINII STRADNER

Taf. 15, Fig. 1—6 u. Taf. 16, Fig. 1 u. 2; Textabb. 8/18

1959 *Discoaster martinii* n. sp. STRADNER, *Erdoelzeitschr.* 75. Jg. Dez. 1959, H. 12, S. 479, Fig. 45 u. 47

1961 *Discoaster martinii* STRADNER; BRAMLETTE & SULLIVAN, *Micropaleont.* vol. 7, no. 2, S. 161, Taf. 12, Fig. 12 a—c.

Synonyme: 1959 *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK; MARTINI, *Senck. leth.* Bd. 39, Nr. 5/6, S. 359, Taf. 3, Fig. 12 a, b

1960 *Discoaster* cf. *pentaradiatus* TAN SIN HOK, MARTINI, *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, Bd. 88, S. 79, Taf. 9, Fig. 22.

**Diagnose und Beschreibung:** 5strahlige Asterolithen, deren Strahlen distal in zwei lange, weit in peripherer Richtung abstehende Enden aufgespalten sind. Die Strahlen sind, wie die Seitenansicht (Taf. 15, Fig. 6) zeigt, gegen die Facies superior zu gewölbt. Ihre Achsen treffen sich nicht genau im Mittelpunkt, sondern streben tangential einem kleinen, mittelpunktnahen Kreise zu. Dadurch ist der ganze Asterolith in seiner Umrißlinie etwas verdreht, und zwar erscheint der Mittelteil von der Facies superior her betrachtet im Sinne des Uhrzeigers gedreht. Nahe der Stelle, an der sich die Strahlen mit einem sehr stumpfen Winkel gabeln, sind bei typisch ausgebildeten Formen zwei kleine, der Facies inferior zugekehrte

Höcker, in deren Verlängerung die Verstärkungsleiste bis über die Gabelung der Strahlen hinausragt. Diese Höcker überragen bei manchen Exemplaren (z. B. Taf. 15, Fig. 2 a) die Breite des Strahles, so daß sie auch von der Facies superior her gesehen werden können. Die Unterteilungslinien sind in der für die Untergattung *Eu-Discoaster* typischen Weise ausgebildet. Auf der Facies superior sind sie vom Zentrum ausgehend scharf nach links geknickt, wobei häufig an der Knickstelle eine kleine spornartige Abweichung nach rechts zu erkennen ist. Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind geradlinig und meist etwas erhöht. Besonders an den Stellen, an denen die Unterteilungslinien durch die Interradialbucht ziehen, sind sie stark verbreitert und verdickt (vgl. Taf. 15, Fig. 1 a). Als zusätzliche Ausstattung der Strahlengabel können bei gut erhaltenen Exemplaren je 4 röhrenförmige Fortsätze beobachtet werden. Diese sind untereinander parallel ausgerichtet und gegen die Facies superior hin orientiert, so daß sie auf diese annähernd senkrecht stehen und nur bei seitlicher Betrachtung auffallen (vgl. Taf. 15, Fig. 5). An der Mehrzahl der Asterolithen fehlen diese Fortsätze, doch gibt es, wenn auch selten, Exemplare, an denen alle Strahlen mit solchen kurzen Röhrenchen ausgestattet sind. Taf. 15, Fig. 1 stellt eine seltene 4strahlige Form dar, 6strahlige Formen konnten bis jetzt nicht gefunden werden.

Durchmesser: 15—25  $\mu$ .

Typus-Lokalität: Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko.

Vorkommen in Deutschland: Unteres Ober-Eozän der Tiefbohrung Hanksbüttel Süd 1001.

Beziehungen: *Discoaster martinii* STRADNER ist ein naher Verwandter von *Discoaster tani* BRAMLETTE & RIEDEL und *Discoaster tani nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL, mit welchen er die exzentrische Stellung der Strahlen gemeinsam hat. Auch die etwas stärkere Aufwölbung der Strahlen in Richtung zur Facies superior hin ist beiden Arten gemeinsam. *Discoaster martinii* STRADNER ist mit der jungtertiären Art *Discoaster pentaradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL nicht in direkter Stammesfolge verwandt. Es dürfte kaum möglich sein, die jungtertiäre 5strahlige Art von der 5strahligen eozänen Art abzuleiten. Auch MARTINI ist in seiner Rupelton-Arbeit bereits für eine Trennung der beiden Arten eingetreten.

Bemerkungen: *Discoaster martinii* STRADNER ist, wie auch MARTINI feststellte, wegen seiner auffallenden Größe trotz seines seltenen Vorkommens leicht zu finden. Selbst bei schwachen Vergrößerungen (200 $\times$ ) ist er infolge seiner außergewöhnlichen Größe und Robustheit nicht zu übersehen.

Diese Art wurde 1959 zu Ehren von Herrn Dr. ERLEND MARTINI, Geol.-Paläont. Institut d. Universität Frankfurt a. Main, benannt.

#### DISCOASTER TANI BRAMLETTE & RIEDEL

Taf. 16, Fig. 3 u. 4, u. Textfig. 7/2 a—c u. 8/19 u. 20

- 1954 *Discoaster tani* n. sp. BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value of Discoasters . . , J. of Pal. Vol. 28, Nr. 4, S. 397, Taf. 39, Fig. 1  
 1958 *Discoaster tani* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Discoasteriden u. verw. Formen. Senck. leth., Bd. 39, S. 359, Taf. 3, Fig. 13 a, b  
 1959 *Discoaster tani* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, Discoasteriden Österr. 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, S. 479, Abb. 43 u. 44

1960 *Discoaster tani* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Braarud., Disco., Rupelton Notizb. hess. L.-Amt Bodenforsch., Bd. 88, S. 78, Taf. 9, Fig. 18 u. 19.

**Diagnose** (BRAMLETTE & RIEDEL): Asterolithen mit 5, an manchen Fundorten hingegen vorherrschend 6 Strahlen. Die Strahlen sind ziemlich plump und von fast gleichmäßiger Breite. Sie enden wie mit einem jähen Bruch. Das gekantete Strahlende hat gewöhnlich eine kleine Kerbe, welche bei den Exemplaren von einigen Fundorten unauffällig ist oder überhaupt fehlt. Kleine Knoten sind gelegentlich an den Flanken einiger Strahlen zu finden, aber sie stehen selten paarweise gegenüber und sind nicht zuverlässig an jedem Strahle ausgebildet so wie bei der Unterart „*nodifer*“. Die Strahlen sind gewöhnlich so wie die Rippen eines Regenschirmes gebogen. Gesamtdurchmesser gewöhnlich 9–15  $\mu$ .

**Beschreibung:** Asterolithen mit 5 parallelandigen Strahlen, die in der Draufsicht annähernd gerade Umrisslinien zeigen, räumlich hingegen stark gegen die Facies superior hin gekrümmt sind. Die Facies inferior, welche gerade Unterteilungslinien hat, ist konvex. Die Unterteilungslinien der Facies superior sind linkswendig gekrümmt. Die Hauptachsen der Strahlen treffen sich nicht genau im Mittelpunkt des Asterolithen, sondern streben einem kleinen gedachten mittelpunktsnahen Kreise zu, den sie von der Facies superior her betrachtet von links kommend tangential berühren (vgl. Textfig. 7/2 c). Die Strahlen erscheinen dadurch ein wenig versetzt, was auch gut im Mikrophoto 18 der Taf. 9 in MARTINI's Rupelton-Arbeit zu sehen ist, welches die Facies inferior eines Asterolithen dieser Art zeigt. Eine solche Drehung des Zentralfeldes bzw. Versetzung der Ansatzstellen der Arme ist auch bei *Discoaster martinii* STRADNER zu sehen.

Durchmesser: 10–23  $\mu$ .

**Typus-Lokalität** (BRAMLETTE & RIEDEL): Densinyama Formation (Ober-Eozän), Insel Saipan.

**Vorkommen und Fundort in Österreich:** Oberes Lutet von St. Pankraz, Stat. 197, Salzburg.

**Beziehungen:** *Discoaster tani* BRAMLETTE & RIEDEL ist nahe mit *Discoaster martinii* STRADNER verwandt. Trotz seiner etwas abweichenden Strahlenrichtungen fügt er sich, was seine Unterteilungslinien anbetrifft, gut in die Untergattung *Eu-Discoaster* ein.

**Bemerkungen:** In den österreichischen Materialien überwiegt die Art *Discoaster tani tani* weitaus gegenüber der Unterart *Discoaster tani nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL. Ein sehr typisches Exemplar der Unterart mit kleinen spitzen Lateralknoten ist in der Textabb. 7/2 wiedergegeben. Die Lateralknoten können in verschiedener Entfernung vom Zentrum den Strahlen aufsitzen. Im allgemeinen kommt *Discoaster tani* nicht sehr häufig vor. Dem Verfasser sind bis jetzt keine Massenvorkommen wie bei anderen Arten, so z. B. *Discoaster binodosus*, bekannt geworden.

#### DISCOASTER CHALLENGERI BRAMLETTE & RIEDEL

Taf. 17, Fig. 1–3, 6, Taf. 18, Fig. 1, 3–6, Taf. 19, Fig. 4 u. 6; Textabb. 8/21, 24/10 u. 24/11

1954 *Discoaster challengerii* n. sp. BRAMLETTE & RIEDEL, Strat. Value of Discoasters . . . , J. of Paleontol., Vol., 28, Nr. 4, S. 401, Taf. 39, Fig. 10

1959 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, First Report, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1088, Fig. 26

1960 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Nannoplankton in der Geologie, Umschau, H. 13, S. 395, Bild 8.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Asterolithen mit gewöhnlich 6 (gelegentlich 5 oder selten 7) Strahlen, welche annähernd zylindrisch, und distal in kurze, gerundete Enden aufgespalten sind. Die Strahlen zeigen wenig oder keine Wölbung nach der Art von *Discoaster browveri*. Die Verstärkung der Strahlen im Bereich der Zentralfläche ist niemals auffallend. Die Zentralfläche hat einen kleinen, runden Knopf oder auch nicht. Die Strahlen sind im typischen Falle dünn, sie variieren aber dennoch beträchtlich in ihrer Breite. Gesamtdurchmesser im allgemeinen zwischen 10 und 13  $\mu$ .

Beschreibung: Die Gabelung der Strahlenenden kann unter sehr verschiedenen Winkeln erfolgen. Im allgemeinen ist der eingeschlossene Winkel zirka 90°, doch kommen auch Asterolithen mit sehr stumpfen Gabelungswinkeln (Taf. 18, Fig. 4) oder sehr spitzen Winkeln (Taf. 18, Fig. 1) vor. Die zwischen den Enden ausgespannte Membran liegt mehr gegen die Facies superior zu. Sie fehlt durchwegs bei leicht korrodierten Asterolithen. Sowohl die Facies superior als auch die Facies inferior sind durch ein Leistensystem verstärkt. Auf der Facies superior sind der Anzahl der Strahlen entsprechend viele Leisten zu einem buckelförmig erhöhten Stern vereinigt, dessen Spitzen genau in der Richtung der Strahlen liegen. Die Unterteilungslinien der Facies superior sind nur in seltenen Fällen sichtbar (Taf. 17, Fig. 3 a). Auf der Facies inferior sind die Unterteilungslinien stark erhöht und in der Mitte verwachsen. Die für die Facies inferior typischen erhöhten Kanten der Strahlen sind bei *Discoaster challengeri* besonders gut sichtbar. Sie laufen gegen die Gabelungsstelle spitz zusammen und ragen manchmal noch ein kleines Stück in die von der Membran umspannte Bucht hinein. Besonders interessant ist die Ausprägung dieser Merkmale bei den Kleinformen dieser Art (vgl. Taf. 17, Fig. 2, 3 u. 6). Dort erscheinen die Unterteilungslinien beiderseits von dicken Wülsten umgeben (Fig. 3 a u. 6 b) oder überhaupt als Leisten ausgebildet (Fig. 2 b u. 6 a). Dazwischen liegen tiefe Grübchen oder Schlitze. Zur Anzahl der Strahlen wäre noch zu bemerken, daß im rumänischen und im sizilianischen Material auch 3strahlige Formen vorkommen, und daß die 7strahligen Formen außergewöhnlich selten sind.

Durchmesser: 4—18  $\mu$ .

Typus-Lokalität (BRAMLETTE & RIEDEL): Unteres Miozän der Lengua Formation auf Trinidad.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Badener Serie (Torton) der Ziegelei Frättingsdorf; Ziegelei Sooss bei Baden.

Vorkommen und Fundort in Rumänien: Breschitza bei Turnu Severin.

Vorkommen und Fundort auf Sizilien: Kieselgur von Caltanisetta bei Licata (vgl. DEFLANDRE 1934).

Beziehungen: *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL ist durch Zwischenformen (die oligozänen Formen von *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL und *Discoaster musicus* STRADNER) direkt von den eoziänen

*Discoasteriden* ableitbar. Er stammt aus der Gruppe um *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL sensu lato. Wie weit sich *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL seinerseits von *Discoaster gemmifer* n. sp. oder noch älteren Arten ableiten läßt, kann zurzeit noch nicht beurteilt werden.

Bemerkungen: *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL ist, wie seine Autoren in ihrer Diskussion feststellten, eine sehr häufige und weitverbreitete Art. Sowohl im rumänischen als auch im sizilianischen Material kommt er massenhaft vor. Die österreichischen Materialien sind nicht so reich an dieser Art, doch können auch im Badener Tegel ohne große Mühe beliebig viele Exemplare gefunden werden.

#### DISCOASTER MUSICUS STRADNER

Taf. 17, Fig. 4, 5, 7—10, Taf. 18, Fig. 2; Textabb. 8/22

1959 *Discoaster musicus* n. sp. STRADNER, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1088, Fig. 28.

Diagnose und Beschreibung des Holotypus (STRADNER): Asterolith mit 6 kurzen Strahlen und einem reich verzierten Mittelstück. Die Strahlen haben leicht verstärkte Enden mit einer flachen Endkerbe und lateralen Knoten ähnlich den schlanken Asterolithen von *Discoaster gemmifer* n. sp. (1959 noch als *Discoaster distinctus* MARTINI beschrieben). Die Spitzen des großen Zentralsternes der Facies inferior können auch von der Facies superior her als Zwischenhöcker gesehen werden. Auf der Facies superior erreichen die Strahlen in Form von breiten Leisten das Zentrum. Die Mitte dieser Flachseite ist durch einen zusätzlichen Stern geschmückt.

Diese Beschreibung trifft auch für den in Taf. 17, Fig. 8 gezeigten Paratypus zu. Auch dieser hat die Strahlen ähnlich wie *Discoaster gemmifer* n. sp. ausgebildet. Die stark überhöhten Unterteilungslinien sind in der Interradialbucht als deutliche Höcker zu erkennen. Bei der Kleinform (Taf. 17, Fig. 4) mit ihrem 6eckigem Umriß sind freistehende Strahlen nicht ausgebildet worden.

Durchmesser: 8—16  $\mu$ .

Typus-Lokalität: Unteres Torton von Frättingsdorf, NÖ.

Beziehungen: *Discoaster musicus* STRADNER nimmt eine Zwischenstellung zwischen *Discoaster gemmifer* n. sp. und *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL einerseits und *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL andererseits ein. Er stellt sozusagen eines der „missing links“ zwischen den eoänen und mioänen *Discoasteriden* dar.

Bemerkungen: Manche Asterolithen der Art *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, besonders die sehr robusten Formen, zeigen Merkmale von *Discoaster musicus* STRADNER, so daß der Verfasser lange zauderte *Discoaster musicus* von *Discoaster challengeri* abzutrennen. Da sich aber Formen wie Taf. 17, Fig. 8 u. 9 nicht mehr ohne Gewalt in der Diagnose von *Discoaster challengeri* unterbringen lassen, wurde die Neubeschreibung von *Discoaster musicus* unternommen. Er stellt eine sehr variable Zwischenform dar, die nur schwer diagnostisch zu fassen ist.

#### DISCOASTER BROUWERI TAN sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL

Taf. 20, Fig. 1—6; Textabb. 8/23

1927 *Discoaster brouweri* n. sp. TAN SIN HOK, Jaarb. Mijnwezen Ned. Oost-Indie, S. 120, Textfig. 2/8 a u. 8 b

- 1954 *Discoaster brouweri* TAN sens emend.; BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value of Discoasters . . . J. of Paleontol., Vol. 28, No. 4, S. 402, Taf. 39, Fig. 12 u. Textfig. 3 a u. 3 b
- 1960 *Discoaster brouweri* TAN; MARTINI, Nannoplankton in der Geol., Umschau, H. 13, S. 396, Bild 12.

Diagnose (TAN): Mit 6 zylindrischen Armen.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Die eingeeingte Art hat gewöhnlich 6 Strahlen (gelegentlich 5 und selten, wenn überhaupt, 7). Diese sind länglich, dünn, stumpf zugespitzt und nicht gegabelt. Sie verzüngen sich im allgemeinen gegen die Spitze zu mehr als aus TAN's Abbildung ersichtlich ist. Die Strahlen sind mehr oder weniger so wie die Rippen eines Regenschirmes gebogen, und dieses Merkmal kann in manchen Vorkommen extreme Formen annehmen. Die Exemplare in TAN's Originalmaterialien zeigen eine geringere proximale Verdickung der Strahlen zum Zwecke der Bildung einer leicht erweiterten Zentralfläche als es die Formen, die wir in dieser Art einschließen, tun.

Beschreibung: Die Strahlen von *Discoaster brouweri* sind nach dem selben Schema aufgebaut wie die Strahlen von *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, von denen sie sich durch die kräftige Durchwachsung der nur schwach ausgebildeten Endgabel unterscheiden. Die Proportionen der einzelnen Merkmale sind also andere. Der Hauptkörper des Strahles, der bei *Discoaster challengeri* mit einer dünnen Membran zwischen der Endgabel endigt, ragt bei *Discoaster brouweri* zirka  $\frac{1}{5}$  der Strahlenlänge über die Endgabel hinaus. Die beiden Gabelenden sind stark reduziert, sie können auch fehlen. Auch die Verstärkungsleisten der Facies inferior sind, wenn ausgebildet, sehr kurz; sie reichen nur bis in die halbe Länge des Strahles hinaus. Die Unterteilungslinien sind bei kleineren Asterolithen nur auf der Facies inferior zu erkennen, wo sie einen geraden Verlauf haben. Auch perizentrale Grübchen können beobachtet werden (Taf. 20, Fig. 2 b). Bei größeren Asterolithen sind die Unterteilungslinien als stark erhöhte Leisten ausgebildet, analog zu *Discoaster challengeri*. Die Mitte der Facies inferior kann durch einen 6eckigen bis runden Zentralknopf verziert sein. Auf der Facies superior hingegen finden wir den selben nach den Strahlenachsen orientierten erhöhten Stern wie wir ihn bereits bei *Discoaster challengeri* angetroffen haben. Die Buchten dieses Zentralsternes sind so wie die Interradialeinschnitte orientiert. Die letzteren können, wie schon BRAMLETTE & RIEDEL feststellten, entweder scharf gekerbt oder geschwungen sein. Taf. 20, Fig. 2 zeigt einen Asterolithen mit scharfen Interradialeinschnitten, wohingegen diese bei Fig. 5 der selben Tafel gerundet sind. Eine Aufspaltung in Unterarten war an Hand der vorliegenden Materialien nicht angezeigt, da die verschiedenen Formen mit gleitenden Übergängen nebeneinander vorkommen. Die Seitenansicht Fig. 6 (Taf. 20) zeigt die starke Wölbung der Strahlen gegen die Facies superior hin.

Durchmesser: 13—21  $\mu$ .

Typus-Lokalität (TAN): Insel Rotti, Molukken.

Vorkommen und Fundorte in Oberitalien: Tortona u. St. Agatha di Fossili, Tortona; Castell d'Arquato, Pliozän, und Mittelländisches Meer, rezent.

**Beziehungen:** *Discoaster broweri* ist eng mit *Discoaster challengeri* verwandt. Er ist wie die Feingliederung der beiden Flachseiten zeigt ein typisch jungtertiärer *Discoaster*.

**Bemerkungen:** In korrodierten Materialien kann auch *Discoaster challengeri* Formen bieten, die größte Ähnlichkeit mit *Discoaster broweri* haben. Eine Trennung der Arten ist nur dann möglich, wenn die Endhöcker vorhanden sind:

Endhöcker durchwachsen: *Discoaster broweri*,

Endhöcker nicht durchwachsen: *Discoaster challengeri*.

Wenn die Endhöcker bei *Discoaster broweri* nicht vorhanden sind und gleichzeitig *Discoaster challengeri* häufig vorkommt, wird man kaum fehlgehen, wenn man auch die „*broweri*-Typen“ zu *Discoaster challengeri* stellt.

#### DISCOASTER PENTARADIATUS TAN sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL

Taf. 21, Fig. 1—4, 6; Textabb. 8/24

1927 *Discoaster pentaradiatus* n. sp. var. gamma TAN SIN HOK, Jaarb. Mijnwezen Ned. Oost.-Indie, S. 120, Textfig. 2/14

1954 *Discoaster pentaradiatus* TAN sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value of Discoasters . . ., J. of. Pal. Vol. 28, Nr. 4, S. 401, Taf. 39, Fig. 11 u. Textfig. 2 b

1959 *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK; STRADNER, Erdölzeitschr. 75. Jg., H. 12, S. 480, Abb. 46 u. 48

non 1960 *Discoaster pentaradiatus* TAN; BALDI-BEKE, Magyar. Cocco-lithophoridák, Földt. Közl., S. 218, Taf. 14, Fig. 18.

Diagnose (TAN): 5 Arme.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Asterolithen mit 5 (obwohl wahrscheinlich genauso häufig 6) dünnen Strahlen mit Endgabelungen, die im charakteristischen Falle scharf und fein sind. Der distale Rand des Strahles zwischen der Gabelung ist eine sanfte Kurve, im Gegensatz zu der mehr winkelligen Kerbe von *Discoaster challengeri* und *Discoaster deflandrei*. An jedem Strahle ist gewöhnlich ein Ast der Gabelung länger als der andere. So wie bei *Discoaster challengeri* zeigen die Strahlen im Normalfall wenig von der für *Discoaster broweri* bezeichnenden Wölbung. Gesamtdurchmesser meistens 14—23  $\mu$ .

**Beschreibung:** Die im Pliozän von Castell d'Arquato vorkommenden Asterolithen dieser Art stimmen in vielen, aber nicht in allen Punkten mit der Diagnose BRAMLETTE & RIEDELS überein. Es konnten nur 5strahlige, sehr selten auch 4strahlige Asterolithen gefunden werden. Die sehr dünnen Strahlen sind stark gewölbt. Sie verzüngen sich gegen die Gabelung hin. Dort spalten sie sich in zwei leicht gebogene dünne Borsten, die leider nur allzuoft abgebrochen sind. Höcker oder Verstärkungsleisten konnten auf den dünnen Strahlen nicht gefunden werden. Die Verzierungen im zentralen Felde der Flachseiten sind nur bei optimaler Beleuchtung zu erkennen. Die erhöhten Sterne der Facies superior und Facies inferior entsprechen vollkommen denen von *Discoaster challengeri* und *Discoaster broweri*. Die zu Leisten erhöhten Unterteilungslinien der Facies inferior münden in

die sanft gerundeten Interradialeinschnitte; die Sternleisten der Facies superior liegen entlang den Strahlenachsen.

Durchmesser: 14—20  $\mu$ .

Typus-Lokalität (TAN): Insel Rotti, Molukken; (BRAMLETTE & RIEDEL): Miozäner Mergel von Mafron, Haiti.

Vorkommen und Fundort in Italien: Pliozän von Castell d'Arquato, Oberitalien.

Beziehungen: *Discoaster pentaradiatus* TAN sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL ist eine typisch jungtertiäre Art, die eng mit *Discoaster challengeri* und *Discoaster brouweri* verwandt ist.

Bemerkungen: *Discoaster pentaradiatus* TAN sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL ist das zarteste und zerbrechlichste, was die Gattung *Discoaster* zu bieten hat. Die dünnen Asterolithen können bei schwachen Vergrößerungen sehr leicht übersehen werden, weswegen bei Untersuchungen von jungtertiären Materialien immer auch ein 100 $\times$ - oder zumindest ein 60 $\times$ -Objektiv herangezogen werden soll.

### DISCOASTER PERFORATUS STRADNER

Taf. 21, Fig. 5 a, b; Textabb. 8/25

1959 *Discoaster perforatus* n. sp. STRADNER, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1087, Fig. 27.

Diagnose und Beschreibung: Asterolith mit 6 dünnen Strahlen, deren verdicktes Ende von einem kreisrunden Kanal durchbohrt ist. Die Strahlen enden distal mit einem kurzen über die durchbohrte Verdickung hinausragenden gerundeten Fortsatz. Sowohl die Facies superior als auch die Facies inferior zeigen sternförmige Verzierungen, die entsprechend dem Plane von *Discoaster challengeri* orientiert sind, d. h. auf der Facies superior konform mit der Richtung der Strahlen, auf der Facies inferior alternierend.

Durchmesser: 12—14  $\mu$ .

Typus-Lokalität: Torton (Badener Serie) von Frättingsdorf, NÖ.

Beziehungen: *Discoaster perforatus* scheint mit *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, mit welchem er auch gemeinsam vorkommt, eng verwandt zu sein.

Bemerkungen: Die Perforation der Strahlen dürfte so zu erklären sein, daß es während des Wachstums des Asterolithen zu einem Wachstumsverzug, also zu einer Hemmung, kam und dann nach teilweiser Gabelung der Strahlen diese in monoaxialer Weise fertiggebaut wurden.

### Subfamilia: Discoasteroideae

#### Genus: Discoaster

(Subgenus: *Gyro-Discoaster* n. sg.)

Subgenero-Diagnose: Die auf den Seiten 89—98 gegebenen Artenbeschreibungen beziehen sich auf *Discoasteriden*, deren plane bzw. konkave Flachseiten analog zum Subgenus *Eu-Discoaster* nach links gedrehte (laevogyre) Unterteilungslinien besitzt, während die Unterteilungslinien der konvexen Flachseite nicht gerade, sondern vom Mittelpunkt ausgehend deutlich nach rechts gewunden oder geknickt (dextrogyr) sind. Die freien Strahlenanteile sind durchwegs spitz und niemals gegabelt (Subgenero-Typus: *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL).



## DISCOASTER QUINARIUS (EHRENBERG) BERSIER

Taf. 22, Fig. 1—4 u. 8; Textabb. 9/4

- 1854 *Actiniscus quinarius* n. sp. EHRENBERG, Mikrogeologie, Taf. 19, Fig. 46
- 1939 *Discoaster quinarius* Ehr., BERSIER, Discoastéridées et Cocolithophoridées ..., S. 234, Fig. 1—4, wahrscheinlich auch 10—15
- 1959 *Discoaster quinarius* Ehr.; STRADNER, First Report ... 5th World Petr. Congr., Sect. I, Paper 60, S. 1083, Fig. 4

**Diagnose (BERSIER):** Strahlen gespitzt lanzettförmig, die konischen Spitzen mehr oder weniger in die Länge gezogen.

**Beschreibung:** Asterolithen 3—6strahlig, vorherrschend jedoch 5strahlig. Die Strahlen laufen in eine leicht abgerundete Spitze aus. Sie sind durch flache, sanfte Interradialbuchten voneinander getrennt. Nur bei den 3strahligen Formen kann die Zentralfäche etwas in die Buchten vorgewölbt sein. Die Unterteilungslinien nehmen bei dieser Art einen sehr auffälligen, von den bisher beschriebenen Verhältnissen bei dem Subgenus *Eu-Discoaster* abweichenden Verlauf. Auf der Facies dextrogyra sind die Unterteilungslinien vom Zentrum ausgehend mit oder ohne Knickung nach rechts gebogen (vgl. Taf. 22, Fig. 4 a). Die Unterteilungslinien der Facies laevogyra haben einen geradlinigen Verlauf, sie sind aber nicht genau auf den Mittelpunkt der Fläche gerichtet, sondern erreichen den deutlich erhöhten Zentralknopf tangential von links. Dadurch erscheint dieser mitsamt den Unterteilungslinien etwas im Sinne des Uhrzeigers verdreht (vgl. Taf. 22, Fig. 1 b, 2 b, 3 b u. 4 b). Die Seitenansicht zeigt, daß die Facies dextrogyra stark erhöht ist und daß die Strahlen nicht gegen eine Flachseite hin gewölbt sind, sondern in der Ebene der Facies laevogyra bleiben.

Durchmesser: 7—20  $\mu$ .

Typus-Lokalität (EHRENBERG): Aegina, griech. Archipel.

Vorkommen und Fundort (BERSIER): Oligozäner Mergel von Rive du lac, près St. Sulpice, au SW du village.

Vorkommen und Fundort in Österreich: Lutet von Mattsee, Stat. 37, Salzburg.

**Beziehungen:** *Discoaster quinarius* (EHRENBERG) BERSIER ist eng mit *Discoaster saipanensis* und *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL verwandt, mit welchen er den Drehsinn der Strahlen gemeinsam hat. Durch die Wölbung des Asterolithenkörpers ist er besonders mit *Discoaster saipanensis*, *Discoaster kuepperi* und *Discoaster barbadiensis* in Beziehung zu bringen.

**Bemerkungen:** Die sehr reiche Flora von *Discoaster quinarius* fällt im Materiale von Mattsee wenig auf, da die relativ sehr kleinen Asterolithen dieser Art gegenüber den großen Asterolithen von *Discoaster colleti*, *Discoaster barbadiensis* und *Coccolithus grandis* nur wenig zur Geltung kommen. Nur in seltenen Fällen erreicht *Discoaster quinarius* eine solche Größe wie der in Fig. 4 von Taf. 22 gezeigte Asterolith.

## DISCOASTER SAIPANENSIS BRAMLETTE &amp; RIEDEL

Taf. 22, Fig. 5—7 u. 9; Textabb. 9/5

- 1954 *Discoaster saipanensis* nov. spec. BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value of Discoasters . . ., J. of Paleont. Vol. 28, Nr. 4, S. 398, Taf. 39, Fig. 4
- 1958 *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Discoasteriden und verwandte Formen . . ., Senck. leth. Bd. 39, Nr. 5/6, S. 367, Taf. 6, Fig. 29 a
- 1959 *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, First Report. . . 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1083, Fig. 3
- 1960 *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Braafudosphäeriden, Discoasteriden, . . . Rupelton, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., Bd. 88, S. 76, Taf. 8, Fig. 12
- 1960 *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL; BALDI-BEKE, Magyar. Coccolithophoridak, Taf. 14, Fig. 20.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Asterolithen sternförmig, mit gewöhnlich 6 oder 7, selten 5 oder 8 geraden Strahlen, welche annähernd die Hälfte ihrer Länge miteinander verbunden sind und distal zu einer scharfen Spitze auslaufen. Von der Mitte einer Flachseite steht ein Stiel oder Knopf ab. Jeder Strahl hat eine deutlich erhöhte Reliefeiste, die sich auf einer Seite der Medianlinie in radiärer Richtung erstreckt. Gesamtdurchmesser gewöhnlich 9—13  $\mu$ .

Beschreibung: *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL kommt in den österreichischen Materialien in ausgesprochen zarten und dünnen Exemplaren vor. Die in der Diagnose angeführten Reliefeisten sind nur selten markant ausgebildet. Die einzelnen Strahlen sind nicht wie bei *Discoaster lodoensis* durch Interradialkerben voneinander deutlich getrennt, sondern durch gerundete Interradialbuchten miteinander verbunden. Die Unterteilungslinien der Facies dextrogyra sind so wie bei *Discoaster quinarius* vom Zentrum ausgehend nach rechts gebogen oder geknickt (Taf. 22, Fig. 5 a u. 6 a), die Unterteilungslinien der Facies laevogyra haben einen geraden Verlauf. Sie erreichen den im Zentrum dieser Flachseite abstehenden Stiel tangential von links her (Taf. 22, Fig. 5 b u. 7 b). Die Strahlen, die mehr als die Hälfte ihrer Länge miteinander verwachsen sind, sind zum größten Teil gegen die Facies laevogyra hin gewölbt, nur ihre äußersten Spitzen können ein wenig gegen die Facies dextrogyra zu aufgebogen sein (Taf. 22, Fig. 9). Der Stiel der Facies laevogyra ist konisch und verhältnismäßig lang.

Durchmesser: 10—14  $\mu$ .

Typus-Lokalität (BRAMLETTE & RIEDEL): Oberes Eozän der Desinyama Formation, Insel Saipan.

Vorkommen und Fundort in Österreich: Oberes Lutet von Seeham, Stat. 74, Salzburg.

Beziehungen: *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL schließt sich eng an *Discoaster quinarius*, *Discoaster lodoensis* und *Discoaster barbadiensis* an. Da er auch selbständig, also ohne begleitenden *Discoaster lodoensis* vorkommt, ist seine Abtrennung von *Discoaster lodoensis* auf jeden Fall gerechtfertigt.

**Bemerkungen:** *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL ist gelegentlich nicht leicht von *Discoaster barbadiensis* abzutrennen. Es bleibt in solchen Fällen die Strahlenszahlfrequenz innerhalb der Flora zu ermitteln und zu einer Schaukurve zusammenzustellen, mit deren Hilfe dann die beiden Arten geschieden werden können.

### DISCOASTER CURENS STRADNER

Taf. 23, Fig. 1—7, Taf. 24, Fig. 1—5; Textabb. 9/1

- 1959 *Discoaster curens* n. sp. STRADNER, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1083, Fig. 6  
 1959 *Discoaster curens* STRADNER, Erdölzeitschr. 75. Jg., H. 12, S. 477, Abb. 12, 13 u. 18  
 1961 *Discoaster curens* STRADNER; MARTINI, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 3, Fig. 30.

**Diagnose und Beschreibung:** 3strahlige Asterolithen mit stark nach der Art von *Discoaster lodoensis* geschwungenen Strahlen, die auf beiden, besonders aber auf der linksgedrehten Flachseite durch Verstärkungsleisten verdickt sind. Von dieser Flachseite her betrachtet sind die Strahlen linkswendig (laevogyr) gekrümmt. Die Verstärkungsleisten liegen an den konvexen Kanten der Strahlen und sind in der Mitte der Flachseite ohne Zentralknopf verbunden. An der konvexen Kante tragen sie oft einen schräg nach außen abstehenden dornartigen Fortsatz. Die rechtsgedrehte (dextrogyre) Flachseite ist in ihrer Mitte durch einen kleinen Zentralstern von dreieckigem Umriß geschmückt. Unterteilungslinien konnten an keinem Exemplar der Typusserie festgestellt werden. Kleine Asterolithen können den Umriß eines gleichseitigen Dreieckes annehmen.

Durchmesser: 8—25  $\mu$ .

Typus-Lokalität: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130.

Vorkommen und Fundort auf Cuba: Universidad Formation Stat. 489 (BRÖNNIMANN & STRADNER, Die Foraminiferen- und Discoasteridenzonen von Kuba ..., Erdölzeitschr. Jg. 76, Okt. 1960).

**Beziehungen:** *Discoaster curens* STRADNER ist eng mit *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL verwandt, von dem er sich leicht statistisch trennen läßt. Dem meist häufigen *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL (5—8strahlig) steht der nicht seltene 3strahlige *Discoaster curens* praktisch ohne 4strahlige Bindeglieder gegenüber. Die auf Taf. 25, Fig. 1, gezeigte 4strahlige Form stellt einen Einzelfund dar. *Discoaster curens* STRADNER ist zwar nicht häufig, doch kann er in jedem Präparate des Typusmaterials mehrfach angetroffen werden.

**Bemerkungen:** Die Unterscheidung in eine Facies superior und inferior konnte gegenüber den früheren Publikationen des Verfassers bei den *Discoasteriden* der Untergattung *Gyro-Discoaster* nicht beibehalten werden und mußte einer Revision unterzogen werden. Auf Grund des Studiums der Seitenansichten ergaben sich zwingende Gründe, bei *Discoaster lodoensis* die konvexe, linksgedrehte Flachseite nicht als Facies inferior, sondern als Facies laevogyra, und dementsprechend die rechtsgedrehte Flachseite als Facies dextrogyra zu bezeichnen. Da *Discoaster curens* zur „*Lodoensis*“-Gruppe gehört, mußten auch bei ihm die Bezeichnungen

Facies superior und Facies inferior durch Facies dextrogyra und Facies laevogyra ersetzt werden (vgl. die Bemerkungen zu *Discoaster lodoensis* auf S. 93).

### DISCOASTER LODOENSIS BRAMLETTE & RIEDEL

Taf. 25, Fig. 1—10, Taf. 26, Fig. 1—6; Textabb. 9/2, 9/3 u. 24/9

- 1954 *Discoaster lodoensis* n. sp. BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value of Discoasters . . ., J. of Paleontol. Vol. 28, Nr. 4, S. 398, Taf. 39, Fig. 3 a, b
- 1958 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, Die fossilen Discoasteriden Österr. I, Erdölzeitschr. 74. Jg., H. 6, S. 182, Abb. 8
- 1958 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Discoasteriden und verw. Formen, Senck. leth. Bd. 39, Nr. 5/6, S. 366, Taf. 6, Fig. 28 a bis d
- 1959 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1083, Fig. 5
- 1959 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL; MANIVIT, Contribution, Publ. d. Lab. Geol. Appl. Univ. Alger, S. 31, Taf. 6, Fig. 4 u. 5
- 1959 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, Die fossilen Discoasteriden Österr. II, Erdölzeitschr. 75. Jg., H. 12, S. 478, Abb. 14—16 u. 20
- 1960 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL; BALDI-BEKE, Magyar. Coccolithophoridák, Földt. Közlöny, Bd. 90, H. 2, Taf. 14, Fig. 19
- 1960 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Braaf. Disc. u. verw. Formen aus dem Rupelton . . . Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., Bd. 88, S. 76, Taf. 8, Fig. 11
- 1961 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micropaleont., vol. 7, no. 2, S. 161, Taf. 12, Fig. 4 a, b, 5.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Sternförmige Asterolithen, die gewöhnlich aus 6 (gelegentlich aus 5 oder selten aus 7) Strahlen bestehen, welche in ihrer proximalen Hälfte oder im proximalen Drittel miteinander verbunden sind. Die freien, distalen Anteile der Strahlen verzüngen sich allmählich zu einer scharfen Spitze und sind in der Ebene des Asterolithenkörpers alle nach dem selben Drehsinn gekurvt. Von der Mitte der einen Flachseite erhebt sich ein Stiel oder Knopf. Auf dieser selben Seite des Asterolithen ist ein jeder Strahl durch eine vorstehende Leiste verstärkt, welche in radiärer Richtung seitlich der Medianlinie liegt. Die andere Seite des Asterolithen ist mehr flach. Gesamtdurchmesser gewöhnlich 14—24  $\mu$ .

Beschreibung: Asterolithen 4—8strahlig. Die 4strahligen Formen sind äußerst selten, die 8strahligen sehr selten. Bei den Kleinformen (vgl. Taf. 25, Fig. 4 a, b) reichen die Strahlen nur als kleine Höcker über die polygonale Zentralfläche hinaus. Bei sehr großen Asterolithen (Taf. 26, Fig. 2 a, b) sind zwei Drittel der Strahlenlänge freistehend. Die Seitenansicht von Kleinformen (Taf. 26, Fig. 6) zeigt nicht die Wölbung der Strahlen, wie sie für große Asterolithen (Taf. 25, Fig. 10 u. Taf. 26, Fig. 5) typisch ist. Die freien Anteile der Strahlen sind gegen die Facies dextrogyra hin gewölbt. Beide Flachseiten haben zentrale Erhöhungen, doch ist nur die mit langen Verstärkungsleisten versehene Facies laevogyra mit einem

großen, stielartigen Fortsatz versehen. Unterteilungslinien sind meist nur auf der Facies dextrogyra wenn auch schwer, so doch erkennbar. Auch die zentrale Erhöhung dieser Flachseite zeigt eine Unterteilung in Strahlensektoren. Die konvexe Facies laevogyra besitzt bis in die freien Anteile der Strahlen hinauslaufende Verstärkungsleisten. Solche sind auch auf der konkaven Facies dextrogyra zu erkennen, doch sind sie dort wesentlich flacher und kürzer. Die eozänen Asterolithen von *Discoaster lodoensis* haben auf der Facies laevogyra meist keine Unterteilungslinien. Diese sind durch Verwachsungen oder Verschmelzungen verschwunden. Der große Knopf oder Stiel (*Bulla centralis*) der Facies laevogyra ist meist konisch, doch kann er auch sanduhrförmig sein (vgl. Taf. 26, Fig. 5).

Durchmesser: 7—37  $\mu$ .

Typus-Lokalität (BRAMLETTE & RIEDEL): Lodo-Formation, Zone C nach Laiming, Lodo Gulch, Fresno County, California.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130, 138, und St. Pankraz, Stat. 184.

Beziehungen: *Discoaster lodoensis* hat enge verwandtschaftliche Beziehungen zu *Discoaster quinarius* und *Discoaster saipanensis* sowie im weiteren Sinne zu den Arten der Untergattung *Helio-Discoaster* TAN und auch zur Gattung *Nannotetraster* MARTINI & STRADNER.

Bemerkungen: *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL zeigt mehr als andere Arten die Neigung, teratologische Formen (Zerrbilder) zu erzeugen (vgl. Taf. 25, Fig. 6 a, b u. 7 a, b). Möglicherweise wäre hier ein Ansatzpunkt für spätere Untersuchungen, um festzustellen in welcher Lage zueinander die Asterolithen abgeschieden wurden. Die Formenvielfaltigkeit der teratologischen Formen von *Discoaster lodoensis* ist äußerst groß, so daß 5 zusätzliche Tafeln kaum reichen würden, um einen Überblick zu geben. In bezug auf die Wölbung der Flachseiten nimmt *Discoaster lodoensis* eine Sonderstellung ein, da bei ihm die laevogyre Flachseite konvex und die dextrogyre Flachseite schwach konkav ist, in Widerspruch zu sämtlichen anderen Arten der Untergattung *Gyro-Discoaster* (vgl. die Tabelle 3 auf S. 54).

In der Hagenbachklamm (BRIX 1961, S. 95, Aufschluß 112) kommen Asterolithen dieser Art vor, bei denen der Verlauf der Unterteilungslinien besonders gut zu sehen ist (so wie in Taf. 25, Fig. 3 a u. b, und STRADNER 1961, Abb. 84 u. 85). Auch im Material von St. Pankraz, Stat. 184 (TRAUB 1953, S. 28) können Asterolithen dieser Art mit deutlich nach rechts geknickten Unterteilungslinien gefunden werden.

#### DISCOASTER KUEPPERI STRADNER

Taf. 27, Fig. 1—6; Textabb. 9/6 u. 16

- 1959 *Discoaster kuepperi* n. sp. STRADNER, Die fossilen Discoasteriden Österr. II. Teil, Erdölzeitschr. 75. Jg., H.12, Dez. 1959, S. 478, Abb. 17 u. 21
- 1961 *Discoasteroides kuepperi* (STRADNER) BRAMLETTE & SULLIVAN, Micro-paleont. vol. 7, no. 2, S. 163, Taf. 13, Fig. 16 a, b, 17, 18 a—c, 19
- 1961 *Discoaster kuepperi* STRADNER; MARTINI, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 3, Fig. 29.

**Diagnose und Beschreibung:** Asterolithen mit 7—10 keilförmigen, in distaler Richtung nur wenig freistehenden Strahlen, die auf der Facies concava charakteristische Querrippen tragen. Die Strahlen sind meist mehr als drei Viertel ihrer Länge miteinander verwachsen. Sie enden distal mit einer in Verlängerung der Radialrippe liegenden mehr oder weniger stumpfen Spitze. Auf der Facies convexa sind leicht gekurvte Unterteilungslinien zu erkennen, die von einem etwas erhöhten zentralen Buckel ausgehend nach rechts geschwungen in den Interradialeinschnitten endigen. Auf der Facies concava sind keine Unterteilungslinien zu erkennen. Diese Flachseite ist durch stark gegen den Uhrzeigersinn gedrehte Radialrippen gekennzeichnet, die untereinander durch zwei oder drei Querrippen verbunden sind. Aus der Mitte der Facies concava erhebt sich ein hoher, trichterförmiger Stiel, der aus Anteilen der Strahlen gebildet wird. Da diese Strahlenanteile stark um die Zentralachse des Asterolithen gedreht sind, erzeugen sie bei gekreuzten Polarisationsfiltern ein Löschungskreuz, wie es sonst nur bei den Heliolithen zu finden ist (vgl. Textabb. 16). Da sich die übrigen Strahlenanteile, welche die schirmförmigen Flächen des Asterolithen bilden, ortholithisch verhalten, erscheint dieses Löschungskreuz auf den Querschnitt des trichterförmigen Stieles beschränkt. Da auch bei *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL Exemplare gefunden werden können, deren stark entwickelter Zentralknopf ein Löschungskreuz zeigt (vgl. Textabb. 17), wurde von einer systematischen Abtrennung der Art *Discoaster kuepperi* trotz ihrer polarisationsoptischen Eigenheit Abstand genommen.

Durchmesser: 7—13  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundort (Locus typicus):** Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130.



Abb. 16

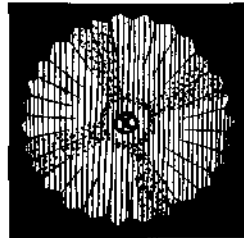


Abb. 17

10  $\mu$

Abb. 16: *Discoaster kuepperi* STRADNER im polarisierten Licht mit zentralem Löschungskreuz.

Abb. 17: *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL im polarisiertem Licht mit zentralem Löschungskreuz.

**Beziehungen:** *Discoaster kuepperi* STRADNER steht in enger systematischer Verwandtschaft zu *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK und vor allem *Discoaster splendidus* MARTINI, *Discoaster perpolitus* MARTINI und *Discoaster elegans* BRAMLETTE & SULLIVAN. Die Ausbildung von Querrippen, welche er mit den beiden letztgenannten Arten gemeinsam hat, reiht *Discoaster kuepperi* unter die höchstdifferenzierten Formen des Lutets ein.

Bemerkungen: Als günstigstes flüssiges Einschlußmedium zur Beobachtung der verschiedenen Ansichten dieses Nannofossils hat sich mit Eugenol (Nelkenöl) verdünnter Kanadabalsam erwiesen. Die Verwendung des Polarisationsfilters ohne Analysator erleichtert die Beobachtung des trichterförmigen Stieles und seiner gedrehten Strahlenanteile.

Diese Art wurde 1959 zu Ehren von Herrn Dir. Prof. Dr. HEINRICH KÜPPER, Geol. Bundesanstalt Wien, benannt.

### DISCOASTER BARBADIENSIS TAN SIN HOK

Taf. 28, Fig. 1 u. 2; Textabb. 9/7, 18/6 u. 24/3

- 1854 „Kalkerdige Cristalldrusen“, EHRENBERG, Mikrogeologie, Taf. 24, A/67 u. Taf. 25, Abb. 13—15, S. 155
- 1861 „Crystalloids of the Chalk“, SORBY, Ann. Mag. Nat. Hist., Vol. 8, S. 197
- 1892 „Crystalloids“, JUKES-BROWN & HARRISON, Barbados: S. 178, Fig. 4—6
- 1927 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK (pro parte), Jaarb. Mijnwezen Ned. Oost-Indie, 1926, S. 119
- 1934 *Heliodiscoaster barbadiensis* TAN; DEFLANDRE, Bull. Soc. Franc. Micr. Vol. 3, Nr. 2, S. 64, Fig. 22 u 23
- 1951 *Hemidiscoaster barbadiensis* (TAN), COLOM & GAMUNDI, Formaciones aquitanoburdigaliensis . . . Est. Geol. Nr. 14, Taf. 25, Nr. 1
- 1953 *Heliodiscoaster barbadiensis* TAN SIN HOK; KLUMPP, Mikrofossilien mittl. u. ob. Eozän, Paleontographica, Bd. 103, Abt. A, S. 382, Abb. 3/6, Taf. 16, Fig. 6
- 1954 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK sens emend. BRAMLETTE & RIEDEL, Strat. Value . . . J. of Paleontol. Vol. 28, Nr. 4, S. 398, Taf. 39, Fig. 5 a, b
- 1955 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK; GARDET, Contr. Cocolith. Publ. Serv. Cart. Geol. de l'Algérie (Nouv. Ser.), Bull. Nr. 5, S. 526, Taf. 7, Fig. 68 a, b, 1955
- 1958 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, Foss. Disc. Österr., Erdölzeitschr. Jg. 74, H. 6, S. 183, Fig. 11
- 1958 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK; MARTINI, Discoasteriden und verw. Formen, Senck. leth. Bd. 39, Nr. 5/6, S. 366, Taf. 5, Fig. 24 a—c
- 1959 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK; MANIVIT, Contr. Cocolith. Publ. Lab. Geol. Appl. Univ. d'Alger. Bull. Nr. 25, S. 39, Taf. 10, Fig. 3
- 1959 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, First Report . . . 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1082, Fig. 2
- 1960 *Discoaster barbadiensis* TAN; BALDI-BEKE, Magyar. Cocolith., Földtani Közlöny, Bd. 90, H. 2, Taf. 14, Fig. 16
- 1960 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK, Braarudosph. Disc. Rupelton, Notizb. hess. L.-Amt Bodenforsch. Bd. 88, S. 76, Taf. 8, Fig. 10
- 1960 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK; MARTINI, Nannoplankton, Umschau, H. 13, S. 395, Bild 2
- 1961 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micropaleont. vol. 7, no. 2, S. 158, Taf. 11, Fig. 2.

Diagnose (TAN SIN HOK): Mit 11—21 Armen (Sektoren), welche die Scheibe ganz füllen. Im Mittelpunkt sind die Arme in einer Richtung entlang der Achse hochgezogen, wodurch ein Kern entsteht. Größe maximal 15  $\mu$  und kleiner.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Asterolithen von Gestalt eines Schirmpilzes mit einer konkav-konvexen Scheibe, die gewöhnlich aus 9—13 Strahlen besteht und auf der konkaven Fläche einen abstehenden Stiel trägt. Die Strahlen sind in ihrer ganzen Länge miteinander verbunden, die Enden sind abgerundet oder stumpf zugespitzt und bilden einen sägeförmigen Scheibenrand. Der Stiel ist annähernd konisch und distal abgerundet. Gesamtdurchmesser gewöhnlich 9—17  $\mu$ .

Beschreibung: Asterolithen, die der eingengten Diagnose BRAMLETTE & RIEDEL's entsprechen und eine im Querschnitt dünne, konkav-konvexe Zentralscheibe besitzen. Die Unterteilungslinien der Facies convexa liegen in den Vertiefungen zwischen den einzelnen Strahlen und sind analog zu den Unterteilungslinien bei *Discoaster quinarius* nach rechts gebogen (dextrogyr). Als wichtigste diagnostische Merkmale dieser Art dienen der schirmartige Aufbau, der am besten in schräger Seitenansicht studiert werden kann, und der „kreissägeförmige“ Umriss.

Durchmesser: 6—18  $\mu$ .

Fundort des Plesio-Typus (BRAMLETTE & RIEDEL): Ungefähr in der Mitte der Oceanic Formation bei Bath, auf der Insel Barbados.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: In allen Lutetproben, besonders häufig in Mattsee, Salzburg, Stat. 37.

Beziehungen: *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK sens. emend. leitet sich von ähnlichen robusteren Formen des Paleozäns (*Discoaster salisburgensis* n. sp.) ab. Er ist mit *Discoaster saipanensis*, *Discoaster quinarius* und mit *Discoaster kuepperi* verwandt.

Bemerkungen: TAN SIN HOK bemerkte in seiner Diagnose sehr richtig, daß sich der Stiel morphologisch aus aufgebogenen zentralen Anteilen der Strahlen zusammensetzt, eine Erkenntnis, die besonders durch die Morphologie des Trichterstieles von *Discoaster kuepperi* (siehe S. 94) bestätigt wird.

### DISCOASTER SALISBURGENSIS STRADNER

Taf. 28, Fig. 3 a, b u. 5; Textabb. 18/1—5 u. 24/2

Synonym: *Discoaster* cf. *barbadiensis* BRAMLETTE & RIEDEL in STRADNER, Foss. Discoasteriden Österr. II, S. 478, Abb. 27, 1959.

1960 *Discoaster salisburgensis* STRADNER; BRÖNNIMANN & STRADNER, Erdölzeitschr. Jg. 76, H. 10, S. 366, Schema I/B

1961 *Discoaster salisburgensis* nov. spec. STRADNER, Erdölzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 84, Abb. 77 u. 78.

Diagnose und Beschreibung: Asterolithen, die in Flächenansicht weitgehende Ähnlichkeit mit *Discoaster barbadiensis* zeigen, in der Seitenansicht sich aber deutlich von letzterer Art unterscheiden. Die Fläche des Asterolithen ist nicht wie bei *Discoaster barbadiensis* schirmförmig gewölbt, sondern sehr massiv und auf beiden Seiten abgeflacht. Die mit einem kräftigen Stiel versehene der Facies concava entsprechende Flach-



seite kann auch konisch erhöht sein. Auch die der Facies convexa entsprechende Flachseite trägt gewöhnlich einen zentralen Höcker, der jedoch nur wenig absteht. Auf beiden Flachseiten sind Unterteilungslinien erkennbar. Diese sind mehr oder weniger stark gebogen und ähnlich bei den übrigen Arten des Subgenus *Gyro-Discoaster* angeordnet.

Durchmesser: 12—18  $\mu$ .

Vorkommen und Fundort (Locus typicus): Paläozän des Kühlgrabens, Salzburg (Probe 1).

Beziehungen: *Discoaster salisburgensis* scheint ein direkter Vorläufer von *Discoaster barbadiensis* zu sein. Er hat so wie die übrigen Formen der Nannoflora des Kühlgraben-Paläozäns eine sehr massive Gestalt, die sich nicht auf Kalkaposition zurückführen läßt. Er steht auch dem von BRÖNNMANN & STRADNER beschriebenen *Discoaster aecus* nahe, von dem er sich durch das Fehlen des zentralen Kanals unterscheidet.

Bemerkungen: *Discoaster salisburgensis* kann nur in der Seitenansicht von den naheverwandten Arten wie *Discoaster barbadiensis* oder *Discoaster aecus* unterschieden werden. Nähere Anleitungen zur günstigen Beobachtung der Seitenansichten von Nannofossilien auf S. 42.

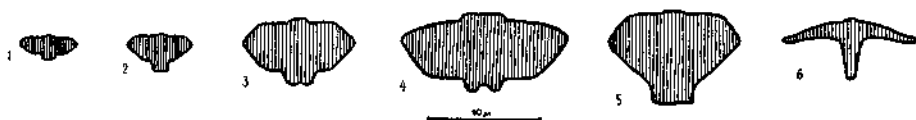


Abb. 18: Optische Querschnitte durch *Discoaster salisburgensis* n. sp. (1—5) und *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK (6).

### DISCOASTER ELEGANS BRAMLETTE & SULLIVAN

Taf. 28, Fig. 4 a u. b; Textabb. 9/8

1961 *Discoaster elegans* nov. spec. BRAMLETTE & SULLIVAN, Coccol. and rel. Nannopl., Micropal. Vol. 7, No. 2, P. 159, Pl. 11, Fig. 16 a—b

1961 *Discoaster stradneri* nov. spec. MARTINI, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 2, Fig. 22 u. Taf. 5, Fig. 52.

Diagnose (BRAMLETTE & SULLIVAN): Asterolithen mit 11—15 spitzen Strahlen, die den größten Teil ihrer Länge mitsammen verbunden und konzentrisch gestreift sind. Die Zentralfläche hat auf der konkaven Seite einen auffallenden Stiel. Durchmesser: 11—21  $\mu$ .

Beschreibung: Asterolithen mit flachen, gewölbten Strahlen, deren kurze freie Enden spitz sind und die auf ihrer konkaven Flachseite durch mehrere Vertiefungen mit dazwischenliegenden Rippen gekennzeichnet sind. Die Facies convexa läßt keine Unterteilungslinien und Oberflächenstrukturen erkennen außer einem Kreise von kleinen Punkten rings um das Zentrum (Canales pericentrales?). Auch auf der Facies concava fehlen die Unterteilungslinien. Sie sind dort durch verstärkte Rippen ersetzt, welche in den gerundeten Interradialbuchten distal enden, nachdem sie auf halber Länge eine in die Spitze des Strahles auslaufende Rippenabzweigung abgespalten haben. Das in der Rippengabel liegende Nebenfenster ist von dreieckigem Umriß und kann gut zur Differentialdiagnose gegenüber *Discoaster kuepperi* verwendet werden. Der zentrale Knopf ist gerundet und nicht wie bei *Discoaster kuepperi* trichterförmig erweitert.

Vorkommen und Fundort in Österreich: Lutet von Oichtental, Stat. 258/7.

Vorkommen und Fundorte in Amerika: Unter-Mittel-Eozän des Lodo Canyon, Kalifornien (BRAMLETTE & SULLIVAN) und Mittel-Eozän von Guyabal, Mexiko.

Vorkommen und Fundorte in Deutschland und Frankreich (MARTINI): Wöhrden und Hankensbüttel Süd 26 u. 1001 (Ober-Eozän); Gan, Carrière de la Tuilerie (Unter-Eozän).

Durchmesser: 9—20  $\mu$ .

Beziehungen: *Discoaster elegans* BRAMLETTE & SULLIVAN gehört in die Reihe von *Discoaster kuepperi* STRADNER und *Discoaster perpolitus* MARTINI wie aus der Unterteilung der Facies concava durch Querrippen hervorgeht. Durch seinen einfachen Umriß und die Reduktion der Unterteilungslinien läßt sich seine Zugehörigkeit zur Untergattung *Gyro-Discoaster* erkennen. Aus dem Umstand, daß sowohl Asterolithen mit der Strahlenanzahl eines *Discoaster barbadiensis* (*Discoaster kuepperi*) als auch solche mit der Strahlenanzahl eines *Discoaster multiradiatus* (*Discoaster perpolitus*) eine Feingliederung der Facies concava entwickelten, geht hervor, daß keine scharfe Grenze zwischen den Untergattungen *Gyro-Discoaster* und *Helio-Discoaster* gezogen werden kann.

Bemerkungen: *Discoaster elegans* BRAMLETTE & SULLIVAN ist eine bis jetzt nur selten gefundene Art, die allerdings diesseits und jenseits des Atlantik vorkommt.

Von den beiden nächstfolgenden Arten kann *Discoaster multiradiatus* als dem für vielstrahlige Arten reservierten Subgenus *Helio-Discoaster* TAN SIN HOK zugehörig aufgefaßt werden. Bezüglich der Einordnung von *Discoaster perplexus* in eine Untergattung vgl. S. 58 u. 100.

## DISCOASTER MULTIRADIATUS BRAMLETTE & RIEDEL

Taf. 29, Fig. 1—7; Textabb. 9/9, 16 u. 24/1

- 1927 *Discoaster Ehrenbergi* TAN SIN HOK pro parte, Jaarb. Mijnwezen Ned. Ind. S. 119, Textfig. 2, Fig. 2
- 1954 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value of Discoasters, Journ. of Pal. Bd. 28, Nr. 4, Taf. 38, Fig. 10
- 1956 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL; HILTERMANN Mikropal. Arbeitsmethoden, Erdöl u. Kohle, Jg. 9, S. 752, Fig. 15
- 1958 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER Die foss. Discoasteriden Österr. 1. Teil, Erdölzeitschr. Jg. 74, H. 6, S. 181, Abb. 4
- 1959 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK; MANIVIT, Cocolithes Eocene, Publ. Lab. Geol. Appl. Alger, H. 3, S. 40, Taf. 10, Fig. 5
- 1959 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, First Report ... 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1082, Abb. 1
- 1960 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Nanoplankton i. d. Geol., Umschau, H. 13, Bild 1 u. 10
- 1960 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL; BALDI, Magyar. Cocolithoporiák, Földt. Közl. H. 2, S. 222, Taf. 14, Fig. 17

1960 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Braar. Disc. Rupelton, Notizb. hess. L.-Amt Bodenforsch. Bd. 88, S. 75, Taf. 8, Fig. 9

1961 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micropaleont. vol. 7, no. 2, S. 161, Taf. 12, Fig. 10

1961 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 2, Fig. 19.

Diagnose (TAN SIN HOK): Mit 11—21 Armen.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Asterolith rosettenförmig, bestehend aus gewöhnlich 16—24 Strahlen, die in ihrer gesamten Länge einander berühren. Die Nahtlinien sind vertieft. Die Spitzen der Strahlen sind distal stumpf gespitzt, so daß ein sägeförmiger Rand entsteht. Der Mittelteil ist auf beiden Flachseiten oft flach vertieft, gewöhnlich mit einem sehr kleinen Knopf oder Stiel in der Mitte. Gesamtdurchmesser im allgemeinen 9—15  $\mu$ . Diese Art unterscheidet sich von *Discoaster barbadiensis* durch die größere Anzahl der Strahlen, und dadurch, daß sie im Verhältnis zu ihrem Durchmesser flacher und dünner ist.

Beschreibung: Der sehr detaillierten Beschreibung dieser Art durch BRAMLETTE & RIEDEL bleibt nur wenig hinzuzufügen. Wie die Seitenansicht und die optischen Schnitte zeigen, ist der Mittelteil nur wenig erhöht. Er kann durch einen kleinen Zentralkanal durchbohrt sein (Taf. 29, Fig. 1 b, 2 a, 3 a u. 4 b). Wenn der Mittelteil aber zu einem Knopf erhöht ist, so zeigt dieser im polarisierten Lichte bei gekreuzten Filtern ein Löschungskreuz ähnlich wie *Discoaster kuepperi* STRADNER. Schon 1927 hatte TAN SIN HOK in seiner Beschreibung zu *Discoaster barbadiensis* darauf hingewiesen, daß „die Arme im Mittelpunkt in einer Richtung axial hochgezogen sind, wodurch ein Kern entsteht“. Da die axial hochgezogenen Strahlenanteile stets stark um die Hauptachse gedreht sind, kommen sie schief zu liegen. Je nach ihrer Lage zur Schwingungsrichtung des Polarisators und Analysators löschen daher die gedrehten Strahlenanteile eines zentralen Knopfes oder nicht. Es liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß die Anteile des zentralen Knopfes kristalloptisch vom Hauptteil der Strahlen abweichen, da ja auch ein gesamter schief liegender Asterolith irgendeiner beliebigen Art, sobald er schief im Präparat liegt, ein viermaliges Aufleuchten bzw. Löschen bei einer Drehung um 360° bei gekreuzten Polarisationsfiltern zeigt (vgl. Textabb. 17).

Durchmesser: 10—20  $\mu$ .

Vorkommen und Fundorte (TAN SIN HOK): Insel Rotti, Kleine Molukken; (BRAMLETTE & RIEDEL): Velasco Schiefer, Mexiko, Paläozän; (MARTINI): Gan Pan, Südfrankreich, Paläozän.

In Österreich: Paläozän des Eitelgrabens, Salzburg (Probe 18 a u. b).

Beziehungen: *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL hat offensichtlich verwandtschaftliche Beziehungen zu *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK und *Discoaster perpolitus* MARTINI.

Bemerkungen: Der Arname *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL wurde 1954 neu eingeführt und wurde in der Folge wegen der im mittleren Paläozän zu beobachtenden charakteristischen Nannoplanktongesellschaften auch auf die Zone (*Discoaster multiradiatus*-Zone) erstreckt (vgl. BRÖNNIMANN & STRADNER 1960, HAY & SCHAUB 1960 und BRAMLETTE & SULLIVAN 1961).

## DISCOASTER PERPLEXUS BRAMLETTE &amp; RIEDEL

Taf. 30, Fig. 1—7; Textabb. 9/10

1954 *Discoaster perplexus* BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value of Discoasters, J. of Pal. Bd. 28, Nr. 4, S. 400, Taf. 39, Fig. 9.

**Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL):** Asterolithen klein, dünn, scheibenförmig mit kreisförmiger Umrißlinie, welche nur durch die geraden Ränder der Strahlen modifiziert wird. Gewöhnlich 11 oder 12 Strahlen, gelegentlich auch 10 oder 13. Diese sind dreieckig und stark in die Länge gezogen, in ihrer ganzen Länge miteinander verwachsen und durch Nahtlinien, die außer im Phasenkontrastmikroskop ziemlich wenig auffallend sind, begrenzt. Gesamtdurchmesser im allgemeinen 6—10  $\mu$ .

**Beschreibung:** *Discoaster perplexus* hat eine leicht konvex gewölbte Flachseite mit schwach linksgebogenen Unterteilungslinien und eine plane oder leicht konkave Flachseite mit einem winzigen Zentralknopf und geraden Unterteilungslinien. Weiters kommen nicht selten zusätzliche Unterteilungslinien vor, die von den Strahlen kleine, meist spitzwinkelige Zwischenstrahlen abtrennen. Diese fallen leicht aus dem Verband der übrigen Strahlen heraus (vgl. Taf. 30, Fig. 3 a, b). Da die Asterolithen dieser Art sehr dünn sind, zerbrechen sie leichter als bei anderen Arten. Man findet daher im Material häufig einzelne Strahlen oder Sektoren, die aus mehreren Strahlen bestehen. Der Außenrand der Strahlen ist entweder gerade oder leicht konkav. Auffallend sind bei dieser Art die deutlich erkennbaren Oberflächenstrukturen auf beiden Flachseiten. Es handelt sich dabei um zahlreiche runde oder längliche Grübchen, die, wenn sie eng liegen, den Eindruck einer regelmäßigen Anordnung erwecken.

Durchmesser: 8—12  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundort (BRAMLETTE & RIEDEL):** Ciperó Formation, Zone II, Retrench Stbr., Trinidad. Oberes Oligozän (Locus typicus).

**Vorkommen im Mittelländischen Meer:** Meeresschlammprobe der 2. Österreichischen Tiefsee-Expedition, Nr. 77, Br. 34° 37' 20" Nord L. 26° 33' 30" Ost, Tiefe 3310 m.

**Beziehungen:** *Discoaster perplexus* BRAMLETTE & RIEDEL läßt sich nur schwer einer Untergattung zuordnen. Die Anordnung der Unterteilungslinien würden ihn in die Untergattung *Eu-Discoaster* verweisen, wenn nicht der Asterolith in die entgegengesetzte Richtung, nämlich gegen die Flachseite mit den geraden Unterteilungslinien hin gewölbt wäre. Gegen eine Einordnung in der Untergattung *Gyro-Discoaster* spricht die Krümmung der Unterteilungslinien der konvexen Flachseite nach links herum.

**Bemerkungen:** Die Unterscheidung der Flachseiten ist nur in flüssigem Einschlußmedium (Kanadabalsam + Nelkenöl) eindeutig möglich. Da die Asterolithen sehr flach und durchsichtig sind, ist eine Unterscheidung der beiden Flachseiten bei plan liegenden Asterolithen im Hartpräparat nicht möglich.

Subfamilia: **Discoasteroideae**Genus: **Nannotraster** MARTINI & STRADNER

Die auf den Seiten 101—107 beschriebenen Arten wurden vor 1960 teils als *Discoaster*, teils als *Trochoaster* beschrieben. Sie wurden von MARTINI & STRADNER von den Gattungen *Discoaster* und *Trochoaster* abgetrennt,

da sie sich sowohl durch ihre Morphologie, ihre Variationsbreite als auch teilweise durch ihr früheres Auftreten von diesen unterscheiden.

Genero-Diagnose (nach MARTINI & STRADNER): Mikroskopisch kleine Kalkkörperchen, die aus vier meist miteinander verwachsenen Sektoren bestehen und wie *Discoaster* ortholithischen Aufbau aufweisen. Der Umfang kann abgerundet, rhombusartig oder kreuzförmig sein. Die Oberseite und Unterseite sind analog zu *Discoaster* voneinander verschieden, wobei die auf der stärker gewölbten Flachseite zu einem Reliefkreuz verwachsenen Verstärkungskanten für diese neue Gattung besonders charakteristisch sind.

Genero-Typus: *Nannotetraster (Discoaster) staurophorus* (GARDET).

### NANNOTETRASTER STAUROPHORUS (GARDET) MARTINI & STRADNER

Taf. 31, Fig. 2—4; Textabb. 10/2

- 1955 *Discoaster staurophorus* n. sp. GARDET, Contrib. Coccolith. Terr. Neogen. Algerie., Publ. Serv. Cart. Geol. Algerie. Bull. Nr. 5, S. 534, Taf. 10, Fig. 96
- 1959 *Trochoaster staurophorus* (GARDET) STRADNER nov. comb. Die foss. Discoasteriden Österr. 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 480, Abb. 49 u. 50
- 1960 *Nannotetraster staurophorus* (GARDET) MARTINI & STRADNER, Nannotetraster, Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 266—267, Fig. 1
- 1960 *Trochoaster staurophorus* (GARDET) STRADNER; MARTINI Braarud. Disco. Rupelton, Notizb. hess. L.-Amt Bodenforsch. Bd. 88, S. 82, Taf. 10, Fig. 37.

Diagnose (GARDET): Viereckiges Kalkplättchen mit einer Dicke von 1  $\mu$ , das an seiner Oberfläche ein leicht konvexes profiliertes Kreuz trägt. Die Achsen dieses Kreuzes fallen mit den Diagonalen der Platte zusammen.

Beschreibung: Asterolithen mit meist rhombischem oder fast quadratischem Umriß. Die vier in sich unsymmetrisch gebauten Asteroradien sind auf der Facies lineata durch gerade Unterteilungslinien getrennt. Auf der Facies cruciata sind die den Nahtlinien entsprechenden Teile der Strahlen stark erhöht und zu einem Reliefkreuz verschmolzen. Nur bei großen und gut erhaltenen Exemplaren ist der Verlauf der Nahtlinien eindeutig zu erkennen.

Durchmesser: 6—11  $\mu$ .

Vorkommen und Fundorte (GARDET): Cap de Fér, Prevost-Paradol, Marceau 1 et 2, Tliouanet, Djebel Bou Ziri, Sainte Clothilde, Suufren, Nordafrika. Jungtertiär.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: In zahlreichen oberkretazischen Materialien aus dem Wienerwaldflysch, aus der Gosau und dem Helvetikum von Mattsee, Salzburg. Sehr verbreitet.

Beziehungen: *Nannotetraster staurophorus* (GARDET) MARTINI & STRADNER ist eine sehr einfach geformte Art, die als Ausgangsform für die tertiären Arten von *Nannotetraster* angesehen werden kann. Vor allem die Kleinformen von *Nannotetraster swasticoides* (MARTINI) MARTINI & STRADNER zeigen große Ähnlichkeit mit dieser Art.

**Bemerkungen:** Bei der Untersuchung von stark korrodierten Materialien ist es nicht immer leicht, die Asterolithen von *Nannotetraster staurophorus* von kleinen Doppelkristallen zu unterscheiden, da die bei der Korrosion übrigbleibenden Reliefkreuze sich im polarisierten Lichte ähnlich verhalten wie ein schlanker Vierlingskristall bzw. ein *Tetralithus*. Die Unterscheidung gelingt dadurch, daß Doppelkristalle scharfe Kanten und Trennungslinien zeigen und bei gekreuzten Polarisationsfiltern meist heller aufleuchten als ein Asterolith von *Nannotetraster staurophorus*. Außerdem zeigt das Reliefkreuz des Asterolithen beim Heben und Senken des Objektivs meist eine schwache Drehung der zentralen Partie.

### NANNOTETRASTER CONCAVUS STRADNER

Taf. 31, Fig. 1 a—d; Textabb. 10/1 u. 19/1—4

1960 *Nannotetraster concavus* STRADNER in MARTINI & STRADNER, Nannotetraster, Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 269, Abb. 18 a—d

1961 *Nannotetraster concavus* STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss. Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 83, Abb. 66—69.

**Diagnose (STRADNER):** Ein kleinwüchsiger Nannotetraster mit konkav gewölbten Reliefseiten und kurzen Strahlen, die nicht in der Hauptebene sondern in der Richtung der Sagittalachse gebogelt sind.

**Beschreibung:** Die der Facies lineata und der Facies cruciata anderer *Nannotetraster*arten entsprechenden Flachseiten sind bei dieser Art beide konkav gewölbt. Beim Heben des Ölimmersionsobjektivs fällt der Schärfbereich auf die 4 dem Beschauer zugewendeten Spitzen, die Mitte des Asterolithen erscheint unscharf. Die eine Flachseite trägt ein sehr dünnes, kaum erhöhtes Reliefkreuz, an der anderen Flachseite sind Unterteilungslinien zu erkennen. In der Seitenansicht erscheint dieses Nannofossil x-förmig, in schräger Seitenansicht erscheint es infolge teilweiser Überdeckung der Strahlenenden als 6strahlig.

Durchmesser: 5—10  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundorte in Österreich (STRADNER 1960 und 1961 und BRIX 1961):** Senon von Waidach, Salzburg (Locus typicus) und in zahlreichen Fundpunkten des Oberkreideflysches im Wienerwald.

**Beziehungen:** *Nannotetraster concavus* STRADNER ist größenordnungsmäßig nur mit *Nannotetraster staurophorus* (GARDET) MARTINI & STRADNER zu vergleichen, mit dem er auch sein zeitliches Vorkommen gemeinsam hat. Mit den übrigen großwüchsigen *Nannotetraster*arten des Tertiärs ist er durch die Unterteilungslinien, das Reliefkreuz und die Vierstrahligkeit verbunden. Von der erst im Paläozän vorkommenden und wesentlich größeren Art *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER unterscheidet er sich durch die Gestalt der quer zur Hauptachse liegenden Flächen. Diese sind bei *Nannotetraster concavus* hohl gewölbt und viereckig. Sie tragen die typischen *Nannotetraster*-Strukturen (Balkenkreuz bzw. Unterteilungslinien), während bei *Marthasterites bramlettei* die Flachseiten des Nannofossils giebelförmig erhöht sind und keine Unterteilungslinien besitzen. In schräger Seitenansicht (Textabb. 19/3) bietet *Nannotetraster concavus*

ein der Draufsicht auf *Marthasterites bramlettei* (Textabb. 19/5) recht ähnliches Bild. *Marthasterites bramlettei* seinerseits kann in schräger Lage ein würfelförmiges, an *Nannotetraster concavus* erinnerndes Nannofossil vortäuschen. Beiden Arten gemeinsam ist nämlich die Anzahl der Seitenflächen. Bei *Nannotetraster concavus* entsprechen sie in ihrer Lage annähernd den sechs Flächen eines eingedellten Würfels, dessen Boden- und Deckfläche besonders gekennzeichnet sind. Bei *Marthasterites bramlettei* ist jede Flachseite durch die stark erhöhten 3strahligen Rippen dem Mantel einer flachen Pyramide mit dreieckiger Grundfläche ähnlich. Wenn man sich das Kalkkörperchen letzterer Art aus zwei solchen um  $60^\circ$  zueinander verstellten und mit ihren Bodenflächen aneinanderliegenden Pyramiden zusammengesetzt denkt, kommt man ebenso zu 6 Seitenflächen. Dies ist der Grund, warum *Nannotetraster concavus* und *Marthasterites bramlettei* in bestimmten Lagen zum Sehstrahl einander ähnlich sein können.

Bemerkungen: *Nannotetraster concavus* STRADNER kommt in manchen Flyschproben als Resultat von Nannoplanktoninvasionen so häufig vor, daß in  $1\text{cm}^3$  des Sedimentes über 1.000.000 Exemplare angenommen werden müssen. Die Unterteilungslinien und das Reliefkrenz können an den sehr schlanken Asterolithen der Flyschvorkommen fast nie beobachtet werden. Nur im Typusmaterial von Waidach, Salzburg, wo die Asterolithen relativ breit und gut erhalten sind, gelingt es bei Durchsicht von 30—50 Exemplaren ein solches zu finden, bei dem alle typischen *Nannotetraster*merkmale deutlich zu sehen sind.

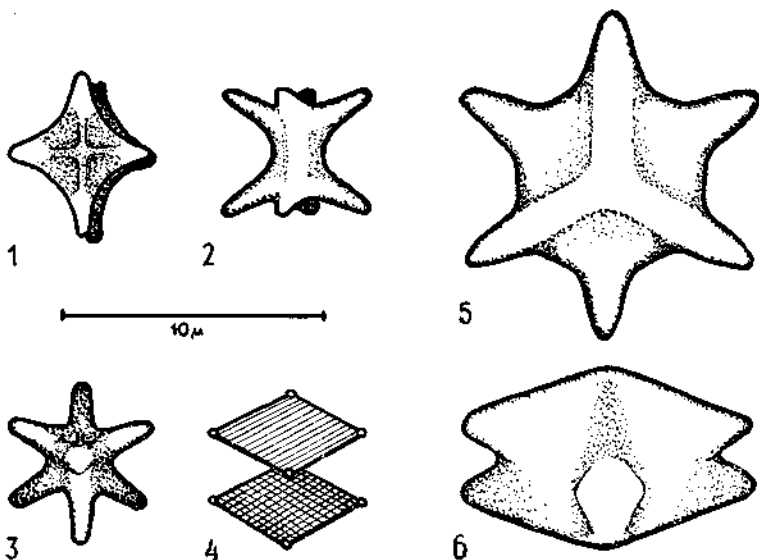


Abb. 19: *Nannotetraster concavus* STRADNER, Draufsicht auf die Facies cruciata (1), Seitenansicht (2), schräge Seitenansicht (3), die durch die Lage der Eckpunkte gegebenen Flächen in Fig. 3 (4); *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, Draufsicht auf eine Flachseite (5), Seitenansicht (6). Fundorte: SENON von Waidach, Salzburg (1—3); Alkazar-Formation auf Kuba (5 u. 6 nach BRÖNNIMANN & STRADNER).

## NANNOTETRASTER SWASTICOIDES (MARTINI) MARTINI &amp; STRADNER

Taf. 31, Fig. 5—7 u. 9; Textabb. 10/5

- 1958 *Trochoaster swasticoides* n. sp. MARTINI, Discoasteriden und verw. Formen, Senck. leth. Bd. 39, Nr. 5/6, S. 368, Taf. 5, Fig. 27 a, b
- 1959 *Trochoaster swasticoides* MARTINI; STRADNER, First Report, 5th World Petr. Congr., Sect. 1, Paper 60, S. 1089, Abb. 12
- 1959 *Trochoaster swasticoides* MARTINI; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr. 2. Teil, Erdölzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 480, Abb. 51 u. 52
- 1960 *Trochoaster swasticoides* MARTINI; MARTINI, Nannoplankton in der Geol.; Umschau, H. 13, S. 395, Bild 7
- 1960 *Trochoaster swasticoides* MARTINI; MARTINI, Braar. Disc. Rupelton; Notizb. hess. L.-Amt Bodenforsch. Bd. 88, S. 82, Taf. 10, Fig. 36
- 1960 *Nannotetraster swasticoides* (MARTINI) MARTINI & STRADNER; Nannotetr., Erdölzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 266 u. 267, Abb. 3.

Diagnose (MARTINI): Ein *Trochoaster* mit Armen, die am Ende hakenförmig gebogen sind.

Beschreibung: Asterolithen, bestehend aus vier in sich stark asymmetrisch gebauten Asteroradien, deren freie Strahlenenden in der Hauptebene nach einer Seite hin abgebogen sind. Bei kleinen Asterolithen können Unterteilungslinien auf beiden Flachseiten zu erkennen sein, im Normalfall findet man sie aber nur auf der weniger gewölbten Flachseite (Facies lineata). Die das Reliefkreuz tragende Flachseite (Facies cruciata) ist stark konisch erhöht und zeigt meist keine Unterteilungslinien. *Nannotetraster swasticoides* ist in bezug auf die Anzahl der Strahlen sehr konstant, er variiert aber sehr in der Form der Haken. Diese sind zwar meist rechtwinkelig geknickt, doch kommen auch solche mit spitzem Winkel und stärker eingeschlagenem Ende vor.

Durchmesser: 7—15  $\mu$ .

Typus-Lokalität (MARTINI): Unteres Ober-Eozän der Tiefbohrung Repke 1, NW Deutschland.

Vorkommen und Fundort in Österreich: Mittel-Eozän von Mattsee, Salzburg, Stat. 1 u. 37.

Beziehungen: Als nächster Verwandter dieser Art dürfte *Nannotetraster insignitus* MARTINI anzusehen sein. Wie die Kleinformen von *Nannotetraster swasticoides* zeigen, steht einer Ableitung dieser Art von *Nannotetraster staurophorus* (GARDET) MARTINI & STRADNER nichts im Wege.

## NANNOTETRASTER CRISTATUS (MARTINI) MARTINI &amp; STRADNER

Taf. 31, Fig. 8 u. 10; Textabb. 10/10

- 1958 *Trochoaster cristatus* n. sp. MARTINI, Discoasteriden und verw. Formen Senck. leth. Bd. 39, S. 368, Taf. 5, Fig. 26 a, b
- 1959 *Trochoaster cristatus* MARTINI; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr. 2. Teil, Erdölzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 481, Abb. 56 u. 58
- 1960 *Nannotetraster cristatus* (MARTINI) MARTINI & STRADNER; Nannotetr. Erdölzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 266 u. 267, Abb. 2.

Diagnose (MARTINI): Ein *Trochoaster* mit mehreren Knötchen zwischen den Armen auf dem Außenrand der Scheibe.



**Beschreibung:** Der in Draufsicht annähernd rund erscheinende Asterolith ist aus 4 in ihrer ganzen Länge miteinander verwachsenen Strahlen zusammengesetzt. Wie MARTINI feststellte, sind kurze Verbindungsnähte im Zentrum der Facies lineata zu erkennen. Auf dieser leicht konvexen Flachseite bilden die oberflächlichen Erhebungen ein oft sehr regelmäßiges Relief, welches nahe der Peripherie die von MARTINI beschriebenen Knoten beistellt. Auf der Facies cruciata sind diese Knoten zwischen den Endigungen des erhabenen Reliefkreuzes deutlich zu sehen. Die Seitenansicht zeigt, daß die Facies cruciata konisch erhöht ist.

Durchmesser: 12—15  $\mu$ .

**Typus-Lokalität (MARTINI):** Unteres Ober-Eozän der Tiefbohrung Repke 1, NW Deutschland.

**Vorkommen und Fundort in Österreich:** Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 1.

**Beziehungen:** *Nannotetraster cristatus* ist nahe mit *Nannotetraster spinosus* STRADNER und *Nannotetraster mexicanus* STRADNER verwandt. Er zählt zu jenen Arten der Gattung *Nannotetraster*, deren Strahlen in je drei Enden auslaufen.

**Bemerkungen:** Die von MARTINI aus der Tiefbohrung Repke 1 beschriebenen Exemplare dieser Art zeigen die Knötchen wesentlich besser als die Exemplare aus Salzburg. Sie besitzen auch ein markanteres Relief.

#### NANNOTETRASTER SPINOSUS STRADNER

Taf. 32, Fig. 1 a, b u. 6; Textabb. 10/9

1960 *Nannotetraster spinosus* n. sp. STRADNER, Nannotetr. Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 269, Abb. 11 u. 17 a—c.

**Diagnose:** Ein *Nannotetraster*, dessen 4 Strahlen distal stark verbreitert sind und von zwei kurzen Dornen überragt werden.

**Beschreibung:** Asterolithen aus 4 miteinander verwachsenen Strahlen zusammengesetzt. Unterteilungslinien sind nur im Zentrum der Facies lineata zu sehen. Die Strahlen, die ein ähnliches Oberflächenrelief wie *Nannotetraster cristatus* MARTINI besitzen, tragen distal je zwei kurze spitze Dornen. Die Seitenansicht (Fig. 6) zeigt, daß diese Dornen in der Hauptebene liegen. Die Facies cruciata ist konisch erhöht.

Durchmesser: 13—15  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundort in Österreich (STRADNER):** Mittel-Eozän von Mattsee, Salzburg, Stat. 37 (Locus typicus).

**Beziehungen:** *Nannotetraster spinosus* ist ein naher Verwandter von *Nannotetraster cristatus* MARTINI und von *Nannotetraster mexicanus* (STRADNER) MARTINI & STRADNER.

#### NANNOTETRASTER MEXICANUS (STRADNER) MARTINI & STRADNER

Taf. 32, Fig. 3 a, b u. 7; Textabb. 10/8

1959 *Trochoaster mexicanus* n. sp. STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr. 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 480—481, Abb. 55  
*Nannotetraster mexicanus* (STRADNER) MARTINI & STRADNER, Nannotetr., Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 266 u. 267, Abb. 6.

**Diagnose und Beschreibung:** Asterolithen bestehend aus 4 Astero-radialen, von denen jeder distal in drei verschieden große Höcker ausläuft. Wie bei Betrachtung von der Facies lineata her zu erkennen ist, sind die beiden der linken Unterteilungslinie rechts anliegenden Strahlenenden eng miteinander verwachsen und nur durch eine seichte Furche getrennt. Der dritte Strahlenanteil liegt der rechten Unterteilungslinie links an und ist durch eine gerundete Bucht von den beiden erstbeschriebenen Strahlenenden getrennt.

Die Facies cruciata trägt ein stark erhöhtes Reliefkreuz (vgl. Seitenansicht Fig. 7), die andere Facies gibt meist im Zentrum und gelegentlich auch bis zum Rande Unterteilungslinien zu erkennen.

Durchmesser: 12—15  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundort:** Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Locus typicus).

**Beziehungen:** *Nannotetraster mexicanus* gehört in die Gruppe der *Nannotetraster*arten, deren Strahlen in 3 Enden auslaufen, wie bei *Nannotetraster cristatus* (MARTINI) MARTINI & STRADNER und *Nannotetraster spinosus* STRADNER.

**Bemerkungen:** *Nannotetraster mexicanus* nimmt in der Nannoflora von Aragon, Mexiko, denselben Platz wie *Nannotetraster cristatus* im Mittel-Eozän von Mattsee, nämlich den eines wenig häufigen Mitläufers ein.

#### NANNOTETRASTER PAPPI (STRADNER) MARTINI & STRADNER

Taf. 32, Fig. 4 a, b u. 5 a, b, Textabb. 10/7

1959 *Trochoaster pappi* n. sp. STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr. Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 480, Abb. 54

1960 *Nannotetraster pappi* (STRADNER) MARTINI & STRADNER, Nannotetr. Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 266 u. 267, Abb. 5.

**Diagnose und Beschreibung:** Asterolithen mit 8 distal abstehenden stachelartigen Fortsätzen, von denen je 2, und zwar ein längerer und ein kürzerer, einem der 4 Strahlen zuzurechnen sind. Die das Reliefkreuz tragende Facies cruciata zeigt, daß die Stacheln nicht in Verlängerung der Kreuzbalken liegen, sondern als Verlängerungen von Reliefleisten der Facies lineata angesehen werden müssen. Dort können im Zentrum die Unterteilungslinien deutlich erkannt werden. Die für diese Art besonders charakteristischen geradlinig gezogenen Reliefleisten der Facies lineata können bei schwacher Vergrößerung den Eindruck eines 8strahligen Asterolithen hervorrufen. Die Unterteilungslinien zeigen aber deutlich, daß auch *Nannotetraster pappi* nur aus 4 Strahlen zusammengesetzt ist. Die Peripheriestrecken zwischen den Stacheln sind als leichte Buchten konkav eingezogen.

Durchmesser: 13—21  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundort in Mexiko:** Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Locus typicus).

**Beziehungen:** *Nannotetraster pappi* ist nahe mit *Nannotetraster austriacus* (STRADNER) MARTINI & STRADNER verwandt, und wegen der Ausbildung von Stacheln auch mit *Nannotetraster fulgens* STRADNER und mit *Nannotetraster spinosus* STRADNER.

Bemerkungen: Diese Art wurde 1959 zu Ehren von Herrn Univ. Prof. Dr. ADOLF PAPP, Paläontolog. Institut der Univ. Wien, benannt.

### NANNOTETRASTER AUSTRIACUS (STRADNER) MARTINI & STRADNER

Taf. 33, Abb. 1 a, b u. 2 a, b; Textabb. 10/6

- 1959 *Trochoaster austriacus* n. sp. STRADNER, First Report, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Pap. 60, S. 1088, Abb. 11  
 1959 *Trochoaster austriacus* STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr. 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 480, Abb. 53  
 1960 *Nannotetraster austriacus* (STRADNER) MARTINI & STRADNER, Nannotetr. Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 266—267, Abb. 4.

Diagnose und Beschreibung: Asterolithen bestehend aus 4 Strahlen, die in sich asymmetrisch distal einen langen, kräftigen Fortsatz und einen erhöhten Buckel tragen. Das Reliefkreuz der Facies cruciata liegt genau in der Richtung der großen Fortsätze. Es ist erhaben und läßt die dazwischenliegenden Buckel als tieferliegend erscheinen. Auf dieser Seite sind Unterteilungslinien fast nie, und wenn, so nur schwach angedeutet zu erkennen. Auf der Facies lineata hingegen sind die Unterteilungslinien meist sehr gut zu sehen. Sie enden in der Bucht zwischen einem großen Fortsatz und dem diesem links anliegenden Buckel des benachbarten Strahles.

Durchmesser: 14—25  $\mu$ .

Vorkommen und Fundort in Österreich: Lutet von Holzmannberg, Salzburg (Locus typicus).

Beziehungen: *Nannotetraster austriacus* ist nahe mit *Nannotetraster pappi* (STRADNER) MARTINI & STRADNER verwandt, von dem er leicht dadurch unterschieden werden kann, daß bei letzterem das Reliefkreuz nicht in der Richtung der stachelartigen Fortsätze liegt.

Bemerkungen: Bei genauer Beobachtung der Größenverhältnisse dürften Verwechslungen mit dem wesentlich kleineren *Nannotetraster staurophorus* (GARDET) MARTINI & STRADNER kaum möglich sein.

### NANNOTETRASTER FULGENS STRADNER

Taf. 33, Fig. 3 a, b u. 4 a, b; Textabb. 10/4

- 1960 *Nannotetraster fulgens* n. sp. Nannotetr. Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 268 u. 269, Abb. 10, 16 a u. b.

Diagnose (STRADNER): Ein *Nannotetraster* mit 4 langen, dünnen, spitzen Strahlen, die aufeinander senkrecht stehen.

Beschreibung: Das Relief der beiden Flachseiten ist verschieden. Auf der Facies cruciata ist das Reliefkreuz analog zu *Nannotetraster swasticoides* (MARTINI) MARTINI & STRADNER in bezug auf den Umfang des Asterolithen leicht nach rechts gedreht und mehr erhaben als die reliefartigen Erhebungen auf der Facies lineata. Dort sind bei den bis jetzt gefundenen Exemplaren keine Unterteilungslinien erkennbar, doch besteht kein Zweifel darüber, daß auch bei dieser Art die Asterolithen aus 4 Strahlen bestehen, die in sich asymmetrisch gebaut sind und so fest mit-

einander verwachsen sind, daß sie eine Einheit bilden. Die stachelartigen Fortsätze sind bei dieser Art auffallend lang. Sie können die zentralen Strahlenanteile um mehr als das dreifache an Länge übertreffen.

Durchmesser: 20—30  $\mu$ .

Vorkommen und Fundort in Mexiko: Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Locus typicus).

Beziehungen: *Nannotetraster fulgens* gehört wegen seiner geknickten Reliefleisten in die nähere Verwandtschaft von *Nannotetraster swasticoides* (MARTINI) MARTINI & STRADNER und *Nannotetraster insignitus* MARTINI.

### Tribus: Marthasteriteae

#### Genus: Marthasterites DEFLANDRE

1959 *Marthasterites* nov. gen. DEFLANDRE, Nannofossiles calcaires, Rev. d. Micropal. Vol. 2, Nr. 3, S. 138.

Genero-Diagnose (DEFLANDRE): Kalkkörperchen dreieckig oder vom Typ der Asterolithen; die Ansichten der 2 Flachseiten sind gleich, die 3 Arme gehen von einem nicht differenzierten Mittelteil aus. Die Arme sind gerade oder können gebogen sein; die Enden sind einfach oder gelappt oder mit Spitzen, die nicht in derselben Ebene liegen.

Wie aus DEFLANDRE's Gattungsbeschreibung hervorgeht ist das Kalkkörperchen durch keine Unterteilungslinien differenziert. Es erscheint nicht aus 3 Strahlen zusammengesetzt, sondern als einheitliches Gebilde. Bei den kretazischen Arten ist die Aufspaltung der Enden wie bei *Marthasterites furcatus* DEFLANDRE eine mehrfache, bei den tertiären Arten sind die Arme nur in 2 Enden aufgespalten, doch kann diese Aufspaltung bis zur Erreichung eines regelmäßigen 6strahligen Umrisses so wie bei *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER durchgeführt sein.

Genero-Typus: *Marthasterites furcatus* DEFLANDRE.

#### MARTHASTERITES FURCATUS DEFLANDRE

Taf. 34, Fig. 1 a, b, 2 a, b u. 5 a, b; Textabb. 11/1 u. 3

1954 *Discoaster* (?) *furcatus* nov. spec., DEFLANDRE, Observ. Coccolithophor., Ann. de Pal. S. 54, Taf. 13, Fig. 14

1958 *Discoaster* (?) *furcatus* DEFLANDRE; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 1. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 74, S. 181, Abb. 7

1959 *Marthasterites furcatus* (DEFLANDRE) DEFLANDRE, Nannofossiles calcaires, Rev. de Micropal. Nr. 3, S. 139, Taf. 2, Fig. 3—12, Taf. 3, Fig. 1 u. 5

1961 *Marthasterites furcatus* DEFLANDRE; STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss., Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 83, Abb. 62 u. 63.

Diagnose (DEFLANDRE 1954): Kalkkörperchen mit 3 geraden oder ein wenig zurückgebogenen Armen. Jeder Arm hat an seinem äußersten Ende mehrere gerade, lange, spitze, oft abgebrochene Dornen. Größe ohne Dornen 8—11  $\mu$ .

Beschreibung: Die etwas erweiterten Enden der Arme tragen 3 oder 4 Dornen oder Höcker.

Durchmesser: 9—14  $\mu$ .

Vorkommen und Fundorte: Detroit (Texas) und Niobrara, Süd-Dakota, Santon-Campan. Salies-de-Béarn, Basses-Pyrénées, Campanien (DEFLANDRE).

In Österreich: Im Oberkreideflysch des Wienerwaldes (BRIX 1961, Stat. 86); in der Oberkreide der Tiefbohrung Texing I (bei 360 m) und umgearbeitet in einigen jungtertiären Proben.

Beziehungen: *Marthasterites furcatus* DEFLANDRE, die in ihrem Vorkommen älteste und wegen der Unregelmäßigkeit ihrer Armen (vgl. Taf. 34, Fig. 5) als primitiv anzusehende Art, scheint die Stammform für alle später folgenden *Marthasterites*-arten zu sein.

Bemerkungen: *Marthasterites furcatus* DEFLANDRE unterscheidet sich von *Marthasterites jucundus* DEFLANDRE dadurch, daß die Arme im Umriß parallel und erst am Ende erweitert und gespalten sind, während bei *Marthasterites jucundus* die Verbreiterung der Arme näher dem Mittelpunkt des Kalkkörperchens beginnt.

### MARTHASTERITES JUCUNDUS DEFLANDRE

Taf. 34, Fig. 3 a, b u. 4 a, b; Textabb. 11/2

1959 *Marthasterites jucundus* n. sp. DEFLANDRE, Nannofossiles calcaires, Rev. de Micropal. Nr. 3, S. 140, Taf. 2, Fig. 18—21

1959 *Discoaster* (?) *furcatus* DEFLANDRE; STRADNER, First Report., 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1084, Abb. 7

1959 *Marthasterites* (?) *furcatus* DEFLANDRE; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 477, Abb. 1.

Diagnose (DEFLANDRE): Kalkkörperchen mit 3 Armen, von denen jeder stark verbreitert 2 kurze Hörner formt, die durch einen leicht konkaven Rand verbunden sind. Die Einschnitte zwischen den Armen sind halbkreisförmig oder tiefer, manchmal ein wenig abgerundet-winkelig.

Beschreibung: *Marthasterites jucundus* DEFLANDRE unterscheidet sich von der vorhergehenden Art durch stärker ausladende Verbreiterungen, bzw. Dornen an den Armen.

Durchmesser: 7—10  $\mu$ .

Typus-Lokalität (DEFLANDRE): Salies de Bèarn, Basses-Pyrénées (Campanien).

Vorkommen und Fundort in Österreich: Im Senon der Gosau, und umgelagert im Helvet von Göllersdorf und Limberg, NÖ.

Bemerkungen: Wenn die Achse des Armes durch einen kurzen Dorn verlängert ist, kann ein solches Nannofossil als *Marthasterites jucundus* var. *dentiferus* DEFLANDRE bestimmt werden.

### MARTHASTERITES ROBUSTUS (STRADNER) nov. comb.

Taf. 34, Fig. 7 a, b u. 8; Textabb. 11/4 u. 20/1

1959 *Discoaster tribrachiatus robustus* nov. subcent. STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 477, Abb. 4 u. 9.

Diagnose und Beschreibung: Dreieckige oder Y-förmige Kalkkörperchen, deren Arme im Querschnitt sehr hoch und elliptisch sind und Winkel von je 120° einschließen. Die Enden der Arme sind entweder abgerundet oder leicht gekerbt. In der Seitenansicht erscheint das Kalk-

körperchen im Gegensatz zu *Marthasterites tribrachiatius* (BRAMLETTE & RIEDEL) DEFLANDRE immer dreieckig und nie konkav-konvex gewölbt.

Durchmesser: 6—16  $\mu$ .

Vorkommen und Fundort in Österreich: Paleozän des Kühlgrabens am Untersberg, Salzburg (Locus typicus).

Beziehungen: *Marthasterites robustus* scheint der direkte Vorläufer des nach HAY & SCHAUB erst im oberen Eozän einsetzenden *Marthasterites tribrachiatius* zu sein.

Bemerkungen: Zur Unterscheidung dieser Art von der nächstfolgenden ist das Studium der Seitenansicht unbedingt erforderlich.

### MARTHASTERITES TRIBRACHIATUS (BRAMLETTE & RIEDEL) DEFLANDRE

Taf. 35, Fig. 1—4 u. 7; Textabb. 11/5, 11/6 u. 20/2

- 1954 *Discoaster tribrachiatius* n. sp. BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value of Discoasters, J. of Pal., Vol. 28, S. 397, Taf. 38, Fig. 11
- 1955 *Discoaster triradiatus* var. (beta) TAN SIN HOK; GARDET, Contribution, Publ. Serv. Carte Geol. de l'Algerie. Bull. Nr. 5, S. 526, Taf. 8, Fig. 77
- 1958 *Discoaster tribrachiatius* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 1. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 74, H. 6, S. 181, Abb. 5
- 1958 *Discoaster tribrachiatius* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Discoasteriden und verw. Formen, Senck. leth., Bd. 39, Nr. 5/6, S. 357, Taf. 2, Fig. 8 a, b
- 1959 *Discoaster solidus* NOEL 1960, *Discoaster obtusus* NOEL 1960 und *Discoaster tribrachiatius* BRAMLETTE & RIEDEL; MANIVIT, Contrib. Cocol., Publ. Lab. Geol. Appl., S. 36, Taf. 8, Fig. 3—6
- 1959 *Discoaster tribrachiatius* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, First Report, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1084, Abb. 8
- 1959 *Discoaster tribrachiatius* BRAMLETTE & RIEDEL; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 477, Abb. 5, 6 u. 10
- 1959 *Marthasterites tribrachiatius* (BRAMLETTE & RIEDEL) nov. comb. DEFLANDRE, Nannofossiles calcaires Rev. de Micropal., Nr. 3, S. 138 bis 139, Taf. 2, Fig. 1
- 1960 *Discoaster tribrachiatius* BRAMLETTE & RIEDEL; MARTINI, Braarud., Disc. Rupelton, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. Bd. 88, S. 81, Taf. 10, Fig. 30
- 1961 *Discoaster tribrachiatius* BRAMLETTE & RIEDEL; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micropaleont. vol. 7, no. 2, S. 162, Taf. 13, Fig. 6 a, b, 7—9, 11—13.

Diagnose (BRAMLETTE & RIEDEL): Asterolith 3strahlig, bestehend aus 3 annähernd zylindrischen, meist sich leicht verjüngenden Strahlen, die stumpf abgeschnitten sind und eine kleine Endkerbe tragen oder nicht. Die Strahlen sind im allgemeinen gebogen wie jene von *Discoaster tani* und *Discoaster brouweri*. Gesamtdurchmesser gewöhnlich 8—13  $\mu$ .

**Beschreibung:** *Marthasterites tribrachiatus* kann, da er sehr arm an Merkmalen ist, nur in bezug auf den Durchmesser der Arme sowie die Form der Enden variieren. Man findet Exemplare mit parallelrandigen Armen (Taf. 35, Fig. 3) und auch solche mit spitzen Armen (Taf. 35, Fig. 4). Die Endkerbe kann seicht oder tief sein oder überhaupt fehlen. Die Kleinformen (Taf. 35, Fig. 2) lassen in der Seitenansicht die typische Wölbung der Arme noch nicht erkennen.

Durchmesser: 7—18  $\mu$ .

**Typus-Lokalität (BRAMLETTE & RIEDEL):** Unter-Eozän der Lodoformation (Capay stage), Lodo Gulch, Kalifornien.

**Vorkommen und Fundorte in Österreich:** Unter-Eozän des Kühlgrabens, Salzburg, und Unteres Lutet von Mattsee, Stat. 138, Salzburg.

**Beziehungen:** *Marthasterites tribrachiatus* (BRAMLETTE & RIEDEL) DEFLANDRE ist eng mit *Marthasterites rotans* (STRADNER) DEFLANDRE und wahrscheinlich auch mit *Discoaster hohnensis* MARTINI und *Discoaster diversus* MARTINI verwandt. Die beiden letzteren aus Deutschland bekanntgewordenen Arten konnten in Österreich noch nicht aufgefunden werden.

**Bemerkungen:** *Marthasterites tribrachiatus* scheint Korrosion besser standhalten zu können als die meisten Asterolithen der Gattung *Discoaster*.

Im deutschen Lias (Wutachgebiet, Württemberg) findet man Mikrofossilien, die im Umriß *Marthasterites tribrachiatus* sehr ähneln, aber ein Vielfaches von dessen Größe erreichen. Es kann sich bei diesen Mikrofossilien unter Umständen um kleine Hautskelettreste der Holothurien-gattung *Cucumarites* handeln, die im Schlemmrückstand (Feinstfraktion) gefunden werden können.

#### MARTHASTERITES ROTANS (STRADNER) DEFLANDRE

Taf. 35, Fig. 5 a, b, 6 a, b u. 8; Textabb. 11/7

- 1959 *Discoaster rotans* n. sp. STRADNER, First Report, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1084, Abb. 9
- 1959 *Discoaster rotans* STRADNER; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdölzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 477, Abb. 7 u. 11
- 1960 *Discoaster rotans* STRADNER; MARTINI, Braatud., Disc., Rupelton, Notizb. hess. L.-Amt Bodenforsch., Bd. 88, S. 81, Taf. 10, Fig. 32
- 1961 *Discoaster tribrachiatus* BRAMLETTE & RIEDEL; BRAMLETTE & SULLIVAN, Tert. Coccol. Micropaleont. vol. 7, no. 2, Taf. 13, Fig. 10 (?)
- 1961 *Marthasterites rotans* (STRADNER) DEFLANDRE; MARTINI, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 3, Fig. 33.

**Beschreibung und Diagnose:** Asterolithen von ähnlicher Gestalt wie jene von *Marthasterites tribrachiatus* (BRAMLETTE & RIEDEL) DEFLANDRE, von denen sie sich aber durch die Art der Gabelung der Arme unterscheiden. Bei *Marthasterites rotans* ist eines der Armenden kurz, das andere hingegen kräftig und gebogen. Von der konvexen Flachseite des Asterolithen her be-

trachtet, weisen alle kräftigen Armen den Uhrzeigersinn. Die Endeinschnitte der Arme liegen schräg zur Hauptebene.

Durchmesser: 10—12  $\mu$ .

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Unteres Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 138 (Locus typicus). Gelegentlich umgelagert in jungtertiären Sedimenten (Sarmat von Matzen).

Beziehungen: *Marthasterites rotans* ist ein enger Verwandter von *Marthasterites tribrachiatus* und im besonderen von *Discoaster diversus* MARTINI, dessen Armen ebensov asymmetrisch ausgebildet sind.

#### MARTHASTERITES CONTORTUS (STRADNER) DEFLANDRE

Taf. 36, Fig. 1—8; Textabb. 11/8 u. 20/3

- 1958 *Discoaster contortus* n. c. STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 1. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 74, H. 6, S. 187, Abb. 35 u. 36
- 1959 *Discoaster contortus* STRADNER; STRADNER, First Report, 5th World Petr. Congr. Sect. I, Paper 60, S. 1084, Abb. 10
- 1959 *Discoaster contortus* STRADNER; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 477, Abb. 2, 3 u. 8
- 1959 *Marthasterites contortus* (STRADNER) nov. comb. DEFLANDRE, Nanofossilies calcaires, Rev. de Micropal., Nr. 3, S. 139
- 1960 *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE; BRÖNNIMANN & STRADNER, Die Foram. u. Disco.-Zonen v. Kuba, Erdoelzeitschr. Jg. 76, S. 368, Schema II, C.

Diagnose und Beschreibung: Kalkkörperchen, die aus 3 massiven, weitgehend gespaltenen Armen bestehen. Je 3 der aus der Spaltung resultierenden Spitzen sind gegen eine Flachseite zu versetzt und bilden einen 3strahligen Stern. Die zu den beiden Flachseiten gehörigen Sterne sind zueinander bis zu 40° verdreht, so daß die Winkel zwischen den Spitzen abwechselnd jeweils 40° und 80° betragen. Unterteilungslinien fehlen.

Durchmesser: 7—18  $\mu$ .

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Paleozän des Kühlgrabens, Untersberg, Salzburg, und umgelagert in diversen oligozänen und miozänen Materialien.

Vorkommen und Fundorte auf Kuba: Alkazar-Formation, Reporto Capri bei Arroyo Naraujo (BRÖNNIMANN & STRADNER).

Beziehungen: *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE nimmt eine Zwischenstellung zwischen *Marthasterites tribrachiatus* und *Marthasterites bramlettei* ein. Die Aufspaltung der Arme, die bei *Marthasterites tribrachiatus* nur das Ende der Arme betrifft, hat bei *Marthasterites contortus* bereits den gesamten Körper des Armes erfaßt und bei *Marthasterites bramlettei* den höchstmöglichen Grad erreicht.

Bemerkungen: Das vom Verfasser 1958 aus der oberen Kreide (Gosau) gemeldete Exemplar dürfte eher mit *Marthasterites furcatus* var. *crassus* DEFLANDRE zu vergleichen sein als mit *Marthasterites contortus*. Letztere Art kommt nur im Alttertiär (Paleozän—Ypres) vor.



### MARTHASTERITES BRAMLETTEI BRÖNNIMANN & STRADNER

Textabb. 11/9 u. 19/5 u. 6

1960 *Marthasterites bramlettei* n. sp. BRÖNNIMANN & STRADNER, Die Foram. u. Disco.-Zonen v. Kuba, Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 10, S. 366, Fig. 17—20, 23 u. 24

1961 *Rhombaster cuspis* nov. gen. nov. spec. BRAMLETTE & SULLIVAN, Micropaleont. vol. 7, no. 2, S. 165—166, Taf. 14. Fig. 17, 18, 19 a—c.

**Diagnose und Beschreibung:** Ein Kalkkörperchen von regelmäßigem 6strahligem Umriß ohne Unterteilungslinien, von dem je 3 Armenenden wie die Zacken eines Zionsternes miteinander verbunden sind. Von einer Flachseite her betrachtet erscheinen die 3 dem Beschauer näher liegenden verbundenen Strahlen als gleichseitiges Dreieck, unter welchem beim Senken des Objektivs die anderen 3 Strahlen als ein um 60° gedrehtes ebensogroßes Dreieck erscheinen.

Durchmesser: 8—13  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundorte in Österreich:** Vereinzelt in jungtertiäre Sedimente umgelagert, so im Badener Tegel und im Sarmat von Matzen. Autochthone Vorkommen sind in Österreich noch nicht bekanntgeworden.

**Vorkommen und Fundorte auf Kuba:** Alkazar-Formation, Reporto Capri bei Arroyo Naraujo (Locus typicus) (BRÖNNIMANN & STRADNER).

**Beziehungen:** *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER stellt die Endphase der Aufspaltung der Arme innerhalb der Gattung *Marthasterites* DEFLANDRE dar. *Marthasterites contortus* ist als die unmittelbar davorstehende Stufe anzusehen. Da die Seitenansichten dieser beiden Arten einander sehr ähnlich sind, wurde von einer Abtrennung dieser Art von der Gattung *Marthasterites* Abstand genommen.

Diese Art wurde Herrn Prof. M. N. BRAMLETTE, La Jolla, Kalifornien, gewidmet, welcher diese Art laut brieflicher Mitteilung vom 12. November 1958 als erster gefunden hat.

### MARTHASTERITES RIEDELI BRÖNNIMANN & STRADNER

Textabb. 11/10 u. 20/4

1960 *Marthasterites riedeli* n. sp. BRÖNNIMANN & STRADNER, Die Foram.-u. Disco.-zonen v. Kuba, Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 10, S. 366, Fig. 21 u. 22.

**Diagnose und Beschreibung:** Kalkkörperchen vom selben räumlichen Aufbau wie *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, von dem sie sich durch den Besitz von je 6 länglichen Poren auf jeder Flachseite unterscheiden.

Durchmesser: 9—12  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundort auf Kuba:** Alkazar-Formation von Reporto Capri bei Arroyo Naraujo (Locus typicus).

In Österreich bis jetzt noch nicht gefunden.

**Beziehungen:** Für *Marthasterites riedeli* sind die gleichen verwandtschaftlichen Beziehungen zu anderen Arten anzunehmen wie für *Marthasterites bramlettei*.

**Bemerkungen:** Diese Art wurde Herrn Geologen W. R. RIEDEL, La Jolla, Kalifornien, gewidmet.

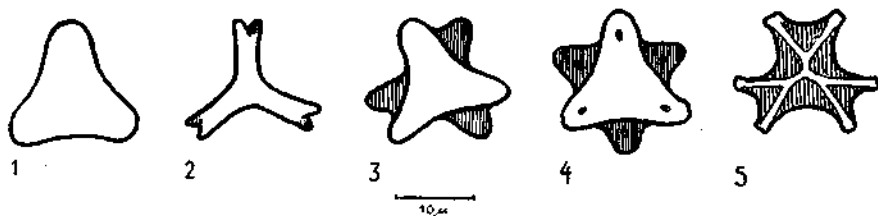


Abb. 20: Die verschiedenen Grade der Spaltung der Arme bei den Arten der Gattungen *Marthasterites* DEFLENDRE und *Trochastrites* STRADNER: *Marthasterites robustus* (1), *M. tribrachiatus* (2), *M. contortus* (3), *M. riedeli* (4), *Trochastrites bramlettei* (5).

Genus: *Trochastrites* nov. gen.

1961 *Trochastrites* nov. gen. STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss., Erdölzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 86 (vorl. Mitteilg.).

Genero-Diagnose: 3strahlige Kalkkörperchen mit gebuchtetem Umriß. Die Flachseiten sind durch drei nahe dem Zentrum sich gabelnde Verstärkungsleisten reliefartig verziert. Zwischen diesen radialen Gabelleisten erscheinen die flachen Anteile schwimnhautartig ausgespannt. Die Umrandung ist leicht wulstartig verdickt.

Genero-Typus: *Trochastrites bramlettei* (MARTINI) STRADNER.

TROCHASTRITES BRAMLETTEI (MARTINI) nov. comb.

Textabb. 20/5 u. 21 a, b

1958 *Discoaster bramlettei* n. sp. MARTINI, Discoasteriden und verw. Formen. Senck. leth., Bd. 39, Nr. 5/6, S. 359, Taf. 3, Fig. 11 a, b

1961 *Trochastrites bramlettei* (MARTINI) nov. comb. STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss., Erdölzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 86, Abb. 89 (vorl. Mitteilg.).

Diagnose (MARTINI): Ein *Discoaster* mit tief gegabelten Armen, ohne Zentralknopf.

Beschreibung: Ergänzend zu den obigen Diagnosen (Genero-Diagnose und Art-Diagnose) wäre hinzuzufügen, daß die distalen Enden des Kalkkörperchens ein zweites Mal leicht gegabelt sein können und daß die Flachseiten zahlreiche grubchenförmige Vertiefungen zeigen.

Durchmesser: 9—18  $\mu$ .

Typus-Lokalität (MARTINI): Unteres Ober-Eozän der Tiefbohrung Repke 1, NW Deutschland.

Vorkommen und Fundort in Österreich: Oligozänschlier von Rogatsboden, Stat. 49, NÖ. (leg. Dr. S. PREY).

Beziehungen: *Trochastrites bramlettei* (MARTINI) STRADNER nimmt eine Zwischenstellung zwischen den Gattungen *Trochoaster* und *Marthasterites* ein. Er hat mit diesen beiden Gattungen die folgenden Merkmale gemeinsam:

mit *Trochoaster* die nahe dem Zentrum erfolgende Aufspaltung der Achsen und die wulstigen Ränder,

mit *Marthasterites* die Dreistrahligkeit und das Fehlen von Unterteilungslinien.

Da einerseits die Abtrennung von *Discoaster* angezeigt erschien und andererseits eine Einordnung in die Gattungen *Trochoaster* oder *Marthasterites* auf Grund der morphologischen Eigenheiten dieses Nannofossiles nicht gut möglich war wurde für diese von MARTINI 1958 entdeckte interessante Art vom Verfasser eine neue Gattung vorgeschlagen.

Bemerkungen: Die wenigen bis jetzt von dieser Art entdeckten Exemplare sind alle in starrem Einschlußmedium aufbewahrt, weswegen die Wiedergabe der Seitenansichten noch nicht möglich war.

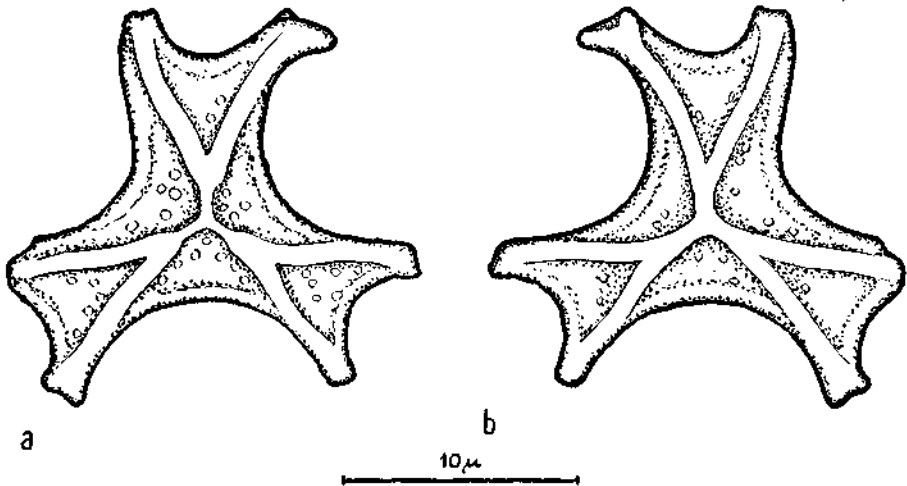


Abb. 21: *Trochastrites bramlettei* (MARTINI) n. g. n. comb. Vorderseite (a), Rückseite (b)  
Fundort: Oligozänschlier von Rogatsboden, Stat. 49 (leg. Dr. S. PREY).

#### Subfamilia: Braarudosphaeroideae

Die zu den 5 Gattungen *Tetralithus* GARDET, *Hexalithus* GARDET, *Braarudosphaera* DEFLANDRE, *Micrantholithus* DEFLANDRE und *Pemma* KLUMPF gehörenden Arten zeichnen sich durch ein zu den im bisherigen Text beschriebenen Nannofossilien unterschiedliches polarisationsoptisches Verhalten und durch eine sehr geringe Variationsbreite bezüglich ihrer Sektorenanzahl aus (vgl. S. 57). Im polarisierten Lichte erscheinen die einzelnen Sektoren dieser radiär gebauten Nannofossilien in verschiedener Helligkeit und bei Verwendung eines Gipsplättchens in verschiedener Farbe.

#### Genus: Braarudosphaera DEFLANDRE

Genero-Diagnose (DEFLANDRE): Ein Coccolithophoride mit einem Gehäuse auf fünfeckigen Kalkteilen, von denen jeder aus 5 Platten zusammengesetzt ist.

Genero-Typus: *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE comb. nov. Syn.: *Pontosphaera bigelowi* GRAN & BRAARUD.

Die im Umriß meist fünfeckigen Kalkplättchen (Pentalithen) dieser Gattung sind Teile des dodekaedrischen Gehäuse eines Kalkflagellaten. Nicht nur in rezemtem Meeresschlamm (GRAN & BRAARUD), sondern auch

in fossilen Sedimenten konnten im Ganzen erhaltene Gehäuse von *Braarudosphaera bigelowi* gefunden werden (DEFLANDRE 1947, MARTINI 1958, STRADNER 1960).

### BRAARUDOSPHAERA BIGELOWI (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE

Taf. 37, Fig. 1—3; Textabb. 12/1

- 1935 *Pontosphaera bigelowi* n. sp. GRAN & BRAARUD, Phytoplankton, J. of biol. Board Cand., 1, S. 388, Abb. 67
- 1947 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) nov. comb. DEFLANDRE, *Braarudosphaera* nov. gen., C. R. Acad. Sci. Paris 225, S. 439, Abb. 1 bis 5
- 1952 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; KAMPTNER, Mikrosk. Studium d. Coccol., Mikroskopie Bd. 7, H. 7/8, S. 236, Abb. 15 a, b
- 1954 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; DEFLANDRE, Observations Coccolithoph., Ann. Pal. Bd. 40, S. 51, Taf. 10, Fig. 8—12, Taf. 13, Fig. 7—9
- 1954 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; KAMPTNER, Unters. Feinbau d. Coccol., Arch. f. Prot., Bd. 100, H. 1, S. 46, Abb. 46 u. 47
- 1955 *Braarudosphaera bigelowi* DEFLANDRE; GARDET, Contr. Coccol., Publ. Serv. Carte Geol. de l'Algerie, Bull. 5, S. 520, Taf. 7, Fig. 64, 65 a, b
- 1954 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value, J. of Pal. Bd. 28, Nr. 4, S. 393, Taf. 38, Fig. 6 a, b
- 1958 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; MARTINI, Disc. u. verw. Formen, Senck. leth., Bd. 39, Nr. 5/6, S. 355, Taf. 2, Fig. 6 a, b
- 1959 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; MANIVIT, Contr. Coccol., Pub. Lab. Geol. Appl. Alger, Bull. 25, S. 24, Taf. 4, Fig. 1
- 1959 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdölzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 482, Abb. 63, 64 u. 68
- 1960 a *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; MARTINI, Nannoplankton, Umschau, H. 13, S. 396, Bild 9
- 1960 b *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; MARTINI, Braarud., Disco., Rupelton, Notizb. hess. L.-Amt Bodenforsch., Bd. 88, S. 73, Taf. 8, Fig. 1
- 1960 c *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; MARTINI, Nannofoss. im pol. Licht, Phot. u. Wissenschaft, Jg. 9, S. 31, Abb. 1—3
- 1960 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE; STRADNER, Nannoplankton-Invasionen, Erdölzeitschr. Jg. 76, H. 12, S. 430, Abb. 1
- 1961 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD); BRAMLETTE & SULLIVAN, Micropaleont. vol. 7, no. 2, S. 153, Taf. 8, Fig. 1 a, b, 3—5.

**Beschreibung:** Dodekadische Gehäuse aus 12 Kalkplättchen bestehend. Diese haben einen regelmäßigen fünfeckigen Umriss und leicht abgeschrägte Seitenflächen. Ein solch fünfeckiges Kalkplättchen (Pentalith) besteht seinerseits aus 5 im Umriss unregelmäßig trapezförmigen Einzelsteinen („Teilkristallen“ nach KAMPTNER). Diese verhalten sich im polarisierten Lichte wie Einzelkristalle. Die Unterteilungslinien zwischen den Einzelsteinen gehen vom Mittelpunkt des Pentalithen aus und treffen die Seitenkanten des fünfeckigen Umrisses von der Facies distalis her betrachtet in der rechten Hälfte. Die Dicke der Pentalithen kann sehr verschieden sein. Bei dünnen Pentalithen sind die Außen- und Innenfläche parallel, bei dicken Pentalithen kann die Facies distalis etwas aufgewölbt sein (vgl. Taf. 37, Fig. 7 u. 8).

Durchmesser der Pentalithen: 10—25  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundorte in Österreich:** In praktisch allen Tertiärproben vereinzelt vorkommend, besonders häufig nur im Rupel und im Sarmat (Invasionshorizonte! Siehe MARTINI 1960 b und STRADNER 1960).

Auch rezent im Atlantischen Ozean.

**Beziehungen:** *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE scheint sich von der bereits in der unteren Kreide vorkommenden *Braarudosphaera discula* BRAMLETTE & RIEDEL (Textabb. 12/3) abzuleiten.

Die Subfamilie der *Braarudosphaerideae* als Ganzes steht den *Discoasteroideae* näher als andere Subfamilien (wie z. B. die *Lithostromationideae*). Sie unterscheiden sich von ihnen hauptsächlich durch die von ihren Einzelteilen (Teilkristallen) hervorgerufenen verschiedenen polarisationsoptischen Effekte.

**Bemerkungen:** Die bisher genauesten Untersuchungen über das Verhalten der Pentalithen im polarisierten Lichte lieferte KAMPTNER 1954, auf dessen Arbeit der diesbezüglich interessierte Leser verwiesen sei. Schöne Colorphotos von *Braarudosphaeroideae* sind in MARTINI's Arbeit (1960 c), die dem farbphotographischen Studium von Nannofossilien gewidmet ist, zu sehen.

**BRAARUDOSPHAERA BIGELOWI** (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE ssp.  
parvula STRADNER  
Textabb. 22/2 a u. b

1960 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE *parvula* n. ssp. STRADNER, Nannoplankton-Invasionen, Erdölzeitschr. Jg. 76, H. 12, S. 431, Abb. 2.

**Diagnose und Beschreibung:** Pentalithen von ähnlichem Aufbau wie die der typischen Art, jedoch um die Hälfte kleiner und wesentlich dünner. Im polarisierten Lichte erscheinen sie wegen ihrer geringen Dicke sehr blaß und wenig leuchtend.

Durchmesser der Pentalithen meist kleiner als 10  $\mu$ , Dicke meist 2  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundorte in Österreich:** Sarmat des Wiener Beckens, stratigraphisch über dem Hauptvorkommen der typischen Art. Tiefbohrung Laxenburg 1, 300—305 m (Locus typicus), Tiefbohrung Laxenburg 2, bei 205 m, Tiefbohrung Himberg 1, 950—1030 m.

Beziehungen: Die Kleinform von *Braarudosphaera bigelowi*, welche für sich selbständig, also ohne gleichzeitiges Vorkommen der Großform vorkommt, kann als eine durch die Verbrückung des Sarmatmeeres hervorgerufene Kümmerform angesehen werden. Da sie aber in so enorm großer Zahl vorkommt, wird sie vom Verfasser als „physiologische“ Unterart angesehen, die vermutlich bei einer geringen Salinität des Meerwassers ihr Optimum an Lebensbedingungen vorfand und sich dann stark verbreitete, wenn die typische Großform nicht so gute ernährungsphysiologische Gegebenheiten hatte.

Bemerkungen: *Braarudosphaera bigelowi* ssp. *parvula* kann bei Benützung von Durchlicht sehr leicht übersehen werden. Es empfiehlt sich daher bei Untersuchungen von Sarmatproben immer polarisiertes Licht und auch starke Objektive zu verwenden.

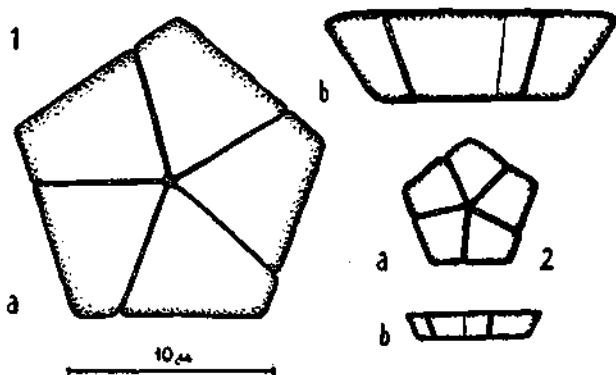


Abb. 22: Pentacalithen von *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE: Großform (1), Kleinform ssp. *parvula* STRADNER (2); Facies distalis (.a), Seitenansichten (.b). Fundort: Sarmat der Tiefbohrungen Laxenburg 1 u. 2.

### BRAARUDOSPHAERA AFRICANA nov. spec.

Taf. 37, Fig. 4 a, b; Textabb. 12/2

1958 *Braarudosphaera* sp. NOËL, Étude de Coccolithes, Publ. Lab. Geol. Appl. Univ. Alger., S. 189, T. IX, Fig. 47

1961 *Braarudosphaera africana* n. sp. STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss., Erdölzeitschr. Jg. 76, H. 3, S. 82, Abb. 44 (vorl. Mitteil.).

Diagnose und Beschreibung: Pentacalithen, deren Einzelteile mit ihren distalen Kanten spitze Winkel einschließen. Zwischen den Spitzen der Einzelteile liegen Einschnitte, in welche die Unterteilungslinien münden. Durchmesser: 10—15  $\mu$ .

Paratypus: Präp. AR/5/N.

Vorkommen: Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko; von NOËL in Phosphaten des Alb von Ravix, Nordafrika gefunden, aber nicht mit einem eigenen Namen belegt (*Braarudosphaera* à pentacalithes très effilés).

Beziehungen: Diese Art läßt sich direkt von *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE ableiten.

**Bemerkungen:** Die Gehäuse dieser Art scheinen, wie aus der Gestalt der Pentalithen zu entnehmen ist, einen sehr lockeren Zusammenhalt gehabt zu haben. Aus diesem Grunde konnten bis jetzt nur einzelne Pentalithen beschrieben werden.

### BRAARUDOSPHAERA UNDATA STRADNER

Taf. 37, Fig. 6 a, b; Textabb. 12/4

1959 *Braarudosphaera undata* n. c. STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 487, Abb. 65.

**Diagnose und Beschreibung (STRADNER 1959):** Pentalithen mit gewelltem Umriß. Jeder Einzelteil hat zwischen 2 runden Höckern eine sanfte Einbuchtung.

Durchmesser der Pentalithen: 13—16  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundorte:** Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130 (Locus typicus). Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko. Universidad Formation von Habana, Kuba (BRÖNNIMANN & STRADNER).

**Beziehungen:** *Braarudosphaera undata* STRADNER ist eine Art, die, wie in kubanischen Materialien zu sehen ist, *Braarudosphaera discula* BRAMLETTE & RIEDEL näher steht als *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE.

### Genus: Pemma KLUMPP

**Genero-Diagnose (KLUMPP):** Eine runde Scheibe, die in 5 gleiche Teile zerfällt, deren jeder an der gleichen Stelle einen Knopf mit möglicherweise einer feinen Durchbohrung trägt. Die 5 Teile sind einzelne Kalkspatkristalle, die im polarisierten Licht das gleiche Auslöschungsbild wie die anderen Gattungen der Familie zeigen.

Die Gattung *Pemma* unterscheidet sich von der vorhergehenden Gattung *Braarudosphaera* dadurch, daß jeder Einzelstein eine dem Mittelpunkt mehr oder weniger nahe Pore besitzt.

**Genero-Typus:** *Pemma rotundum* KLUMPP.

### PEMMA ROTUNDUM KLUMPP

Taf. 38, Fig. 1 a, b; Textabb. 12/6

1953 *Pemma rotundum* n. sp. KLUMPP, Beitr. Mikrofoss. Eozän, Palaeontogr. Nr. 103 (A), S. 381, Abb. 2/3; Taf. 16, Fig. 3

1958 *Pemma rotundum* KLUMPP; MARTINI, Discoasteriden u. verw. Formen, Senck. leth., Bd. 39, Nr. 5/6, S. 355, Taf. 2, Fig. 7 a, b

1959 *Pemma rotundum* KLUMPP; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 487, Abb. 66

1960 *Pemma rotundum* KLUMPP; MARTINI, Braarud., Disco. Rupelton, Notizb. hess. L.-Amt Bodenforsch. Bd. 88, S. 74, Taf. 8, Fig. 6

1960 *Pemma rotundum* KLUMPP; MARTINI, Nannoplankton, Umschau, H. 13, S. 395, Bild 3

1959 *Pemma rotundum* KLUMPP; MARTINI, *Pemma angulatum* ..., Senck. leth., Bd. 40, Nr. 5/6, S. 416, Taf. 1, Fig. 5 a, 6—8.

**Diagnose (KLUMPP):** Die Diagnose der Art ist mit der des Genero-Typus gegeben.

**Beschreibung:** Für die Differentialdiagnose dieser Art gegenüber anderen *Pemmas*arten ist, wie MARTINI zeigte, der Abstand der Pore vom Mittelpunkt des Pentalithen wichtig. Dieser beträgt bei *Pemma rotundum* weniger als die Hälfte des Abstandes von der Peripherie bis zum Mittelpunkt (im Gegensatz zu *Pemma angulatum* MARTINI, Textabb. 12/5).

Durchmesser: 14—16  $\mu$ .

**Typus-Lokalität (KLUMPF):** Ober-Eozän von Wöhrden, NW Deutschland.

**Vorkommen und Fundort:** Mittel-Eozän von Holzmannberg, Salzburg.

**Beziehungen:** *Pemma rotundum* KLUMPF zeigt polarisationsoptisch das gleiche Bild wie *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE. Da die meisten der bis jetzt beschriebenen Pentalithen dieser Art einen unregelmäßigen Außenrand besitzen, wäre es ohne weiters denkbar, daß es sich bei all diesen Exemplaren nur um stark korrodierte Pentalithen der nächstfolgenden Art *Pemma papillatum* MARTINI handelt. Nähere diesbezügliche Untersuchungen an Materialien, in denen *Pemma rotundum* häufiger vorkommt als hier in Österreich, wären durchzuführen.

**Bemerkungen:** Die Seitenansicht dieser Art ist bis jetzt noch keinem Mikroskopiker zugänglich gewesen und daher auch noch nicht veröffentlicht. Sie scheint der von *Braarudosphaera bigelowi* zu ähneln.

#### PEMMA PAPILLATUM MARTINI

Taf. 38; Fig. 2—6; Textabb. 12/7

1959 *Pemma papillatum* n. sp. MARTINI, Stratigr. Wert v. Nannofoss., Erdöl und Kohle, 12. Jg., S. 139, Abb. 1 a, b

1959 *Pemma papillatum* MARTINI; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdölzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 487, Abb. 67 u. 69

1961 *Pemma papillatum* MARTINI; MARTINI, Nannoplankton SW-Frankreich, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 2, Fig. 15.

**Diagnose (MARTINI):** Eine Art der Gattung *Pemma* mit 4 warzenähnlichen Ausstülpungen am Außenrand jedes Segmentes.

**Beschreibung:** Die Segmente der im Umriß kreisrunden Pentalithen haben nahe dem Zentrum eine längliche Pore, die auf der Facies proximalis von einer rautenförmigen Vertiefung umgeben ist. Die warzenförmigen Papillen, die dem Einzelstein am peripheren Rande aufsitzen, sind meist verschieden stark ausgebildet. Die lateralen, den Unterteilungslinien angrenzenden Papillen sind etwas schwächer als die in der Mitte stehenden. Die Richtung der Papillen, deren Länge nicht mehr als ein Drittel des Radius des Pentalithen ausmacht, ist zueinander parallel, so daß die Lateralpapillen zweier benachbarter Sektoren deutlich auseinanderstehen.

Durchmesser: 8—14  $\mu$ .

**Vorkommen und Fundorte:** Mittel-Eozän von Aragon und Guayabal, Mexiko. In Österreich nur sehr selten umgelagert in oligozänen Sedimenten (Puchkirchen 1, Rupel).

**Typus-Lokalität (MARTINI):** Township 10 N, Range 16 W, Clark County, Mississippi, USA (Oberes Ober-Eozän).



Beziehungen: *Pemma papillatum* MARTINI zeigt in stark korrodierten Exemplaren große Ähnlichkeit mit *Pemma rotundum*, als deren nächste Verwandte diese Art zu bezeichnen ist.

#### Genus: *Micrantholithus* DEFLANDRE

Genero-Diagnose (DEFLANDRE 1950): Sternförmige Pentalithen, bestehend aus dreieckigen, wenig aneinanderhaftenden Teilen, die sich im polarisierten Lichte so wie *Braarudosphaera* verhalten. Einzelteile häufiger als vollständige Pentalithen.

Genero-Typus: *Micrantholithus flos* DEFLANDRE.

Die Pentalithen dieser Gattung unterscheiden sich von denen der beiden vorhergegangenen Gattungen der Subfamilie der *Braarudosphaerideae* dadurch, daß sie keine Poren besitzen und stark eingebuchtete periphere Ränder besitzen.

#### MICRANTHOLITHUS FLOS DEFLANDRE

Taf. 36, Fig. 2 u. 4; Textabb. 12/9

- 1950 *Micrantholithus flos* n. sp. DEFLANDRE, Obs. s. 1. Cocol. C. R. Acad., Sc. Paris, 231/1156—1158, Fig. 8—11
- 1958 *Micrantholithus flos* DEFLANDRE; MARTINI, Discoasteriden u. verw. Formen, Senck. leth., Bd. 39, Nr. 5/6, S. 356, Taf. 1, Fig. 2 a—c
- 1959 *Micrantholithus flos* DEFLANDRE; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 482, Abb. 60
- 1961 *Micrantholithus flos* DEFLANDRE; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micro-paleont. vol. 7, no. 2, S. 155, Taf. 9, Fig. 8 a, b
- 1961 *Micrantholithus flos* DEFLANDRE; MARTINI, Nannoplankton SW-Frankreich, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 1, Fig. 11.

Beschreibung: Pentalithen von fünfeckigem Umriß mit rauhen Außenkanten. Eine Flachseite trägt parallel zu den Unterteilungslinien kräftige Verstärkungsleisten. Die zwischen ihnen liegenden flacheren Anteile der Sektoren sind von keiner Pore durchbrochen.

Durchmesser: 10—12  $\mu$ .

Typus-Lokalität (DEFLANDRE): Lutet-Mergel von Landes (Donzacq), Frankreich.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Ypres des Kühlgrabens, Salzburg, und Lutet von Mattsee, Stat. 1, Salzburg.

Beziehungen: *Micrantholithus flos* DEFLANDRE ist nahe mit *Micrantholithus angulosus* STRADNER und wahrscheinlich auch mit *Pemma angulatum* MARTINI verwandt.

#### MICRANTHOLITHUS VESPER DEFLANDRE

Taf. 39, Fig. 5 a, b u. 6 a, b; Textabb. 12/8

- 1950 *Micrantholithus vesper* n. sp. DEFLANDRE, Observ. Cocol. Micrantholithus, C. R. Acad. Sc., Paris, S. 1158, Fig. 5—7
- 1954 *Micrantholithus* cf. *M. vesper* DEFLANDRE; BRAMLETTE & RIEDEL, Stratigr. Value, J. of Pal. Vol. 28, Nr. 4, S. 394, Taf. 38, Fig. 8
- 1958 *Micrantholithus vesper* DEFLANDRE; MARTINI, Discoasteriden u. verw. Formen, Senck. leth., Bd. 39, Nr. 5/6, S. 356, Taf. 1, Fig. 3 a—c

- 1959 *Micrantholithus vesper* DEFLANDRE; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdölzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 482, Abb. 59
- 1961 *Micrantholithus vesper* DEFLANDRE; BRAMLETTE & SULLIVAN, Micro-paleont. vol. 7, no. 2, S. 156, Taf. 9, Fig. 10 a, b
- 1961 *Micrantholithus vesper* DEFLANDRE; MARTINI, Nannoplankton SW-Frankreich, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 1, Fig. 9 u. 10.

Beschreibung: Der sternförmige Umriß des Pentalithen kommt dadurch zustande, daß ein jeder Einzelstein sehr weit gegen den Mittelpunkt des Pentalithen zu eingebuchtet ist. Die aus je 2 Schenkeln von Einzelsteinen zusammengesetzten „Sternstrahlen“ können spitz auslaufend oder leicht abgerundet bis abgestumpft sein. Die Seitenansicht der Pentalithen ist im Gegensatz zu *Micrantholithus fornicatus* MARTINI flach.

Durchmesser: 9—16  $\mu$ .

Typus-Lokalität (DEFLANDRE): Lutet-Mergel von Landes (Donzacq), Frankreich.

Vorkommen und Fundort in Österreich: In den meisten untersuchten tertiären Planktonmaterialien, häufig aber nur im Helvet von Göllersdorf, NÖ.

Beziehungen: *Micrantholithus flos* DEFLANDRE ist zunächst mit *Micrantholithus fornicatus* MARTINI und *Micrantholithus attenuatus* BRAMLETTE & SULLIVAN und erst in zweiter Linie mit dem mehr flächig ausgebildeten *Micrantholithus flos* DEFLANDRE, *Micrantholithus basquensis* MARTINI und *Micrantholithus angulosus* STRADNER verwandt.

#### MICRANTHOLITHUS ANGULOSUS nov. comb.

Taf. 39, Fig. 1 u. 2; Textabb. 12/10

- 1959 *Micrantholithus flos angulosus* nov. subcent. STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdölzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 482, Abb. 61 u. 62.

Diagnose und Beschreibung: Pentalithen bestehend aus 5 Einzelteilen, deren Umrißlinien kantig sind und am Außenrand des Einzelsteines 3 Buchten bilden, eine tiefere in der Mitte und je eine seichtere nahe der rechten und linken Unterteilungslinie. Die zwischen den seichten Lateralbuchten liegenden Anteile von je 2 benachbarten Einzelsteinen ragen ein wenig in distaler Richtung vor. Verstärkungsleisten fehlen oder sind nur sehr dünn ausgebildet. Die Pentalithen sind flach, gelegentlich aber sehr dick (vgl. Taf. 39, Fig. 1 b).

Durchmesser: 9—13  $\mu$ .

Vorkommen und Fundort: Mittel-Eozän von Gujabal, Mexiko (Locus typicus). In Österreich noch nicht gefunden.

Beziehungen: *Micrantholithus angulosus* hat die beiden Lateralbuchten mit *Micrantholithus bramlettei* DEFLANDRE gemeinsam, welcher allerdings an Stelle eines Mitteleinschnittes eine distale Erweiterung der Einzelsteine besitzt. Ansonsten steht *Micrantholithus angulosus* vermittelnd zwischen *Micrantholithus flos* DEFLANDRE und *Micrantholithus vesper* DEFLANDRE.

Genus: **Tetralithus** GARDET

Genero-Diagnose (GARDET): Dieses Manipel ist durch viereckige Plättchen gekennzeichnet, welche im polarisierten Lichte zwei dunkle und zwei helle Zonen zeigen.

Genero-Typus: *Tetralithus pyramidus* GARDET.

Die Kalkkörperchen dieser Art bestehen aus 4 in der Draufsicht kreuzförmig angeordneten Bausteinen („Einzelkristallen“), die ähnlich den Pentalithen von *Braarudosphaera* im polarisierten Lichte verschiedene Helligkeit, bzw. Löschung zeigen. Je 2 gegenüberliegende Einzelsteine verhalten sich polarisationsoptisch gleich. Die Kalkkörperchen (Tetralithen) sind im Gegensatz zur Gattung *Lucianorhabdus* DEFLANDRE flach. Sie scheinen den distalen Teilen von Coccolithen der Gattung *Zygrhablithus* DEFLANDRE homolog zu sein, also distale Derivate des Ektoplasmas von Coccolithineen (vgl. STRADNER 1961, S. 78, Abb. 93).

**TETRALITHUS PYRAMIDUS GARDET**

Taf. 40, Fig. 12 a, b u. Textabb. 13/1

- 1955 *Tetralithus pyramidus* n. cent. GARDET, Contrib. Coccolithes Publ. Serv. Carte Geol. de l'Algerie, S. 521, Taf. 7, Fig. 66  
 1961 *Tetralithus pyramidus* GARDET; STRADNER, Vorkommen Nannofoss. Erdoelzeitschr., Jg. 77, H. 3, S. 83, Abb. 90 u. 91  
 1961 *Tetralithus pyramidus* GARDET; MARTINI, Nannoplankton SW-Frankreich, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 1, Fig. 1.

Diagnose (nach GARDET): Tetralithen von 4  $\mu$  Seitenlänge, bestehend aus 4 kristallartigen Einzelteilen mit feinen dazwischenliegenden Rinnen.

Beschreibung: Flache Kalkkörperchen von annähernd rhombischem oder abgerundet viereckigem Umfang. Die Einzelteile haben in unkorrodiertem Zustand einen rhombus- bis deltoidartigen Umfang. Die Verbindung zwischen den Einzelsteinen scheint durch eine polarisationsoptisch indifferente Kittsubstanz hergestellt zu sein. Eine Flachseite kann leicht konvex gewölbt sein, während die andere flach oder leicht konkav ist (vgl. STRADNER 1961, Abb. 91).

Durchmesser: 6–12  $\mu$ .

Typus-Lokalität (GARDET): Marceau WSW Algier (Vindobonien inferior).

Vorkommen und Fundorte in Österreich: In vielen Oberkreidematernalien (Wienerwaldflysch, BRIX 1961). Im Tertiär nur vereinzelt (umgelagert). Im Ober-Eozän von Biarritz, Frankreich.

Beziehungen: Da *Tetralithus pyramidus* GARDET auch ohne begleitende *Braarudosphaera*-arten vorkommt, erscheint es ausgeschlossen, daß es sich bei den Tetralithen nur um Variationsformen einer *Braarudosphaera*-art handelt, obgleich auch *T. pyramidus* in bezug auf die Anzahl seiner Einzelsteine variieren könnte (vgl. *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE). Die Form der Einzelsteine ist der von *Braarudosphaera africana* n. sp. auffallend ähnlich (vgl. Textabb. 12/2 u. 13/1). Es wird erst nach Auffindung von Materialien, in denen *T. pyramidus* reichlich vorkommt, überprüft werden können, ob Beziehungen zwischen *Tetralithus pyramidus* (vierteilig) und *Braarudosphaera africana* (fünfteilig) bestehen.

## TETRALITHUS GOTHICUS DEFLANDRE

Taf. 40, Fig. 13 a, b; Textabb. 13/2 u. 23/3 a—c

1959 *Tetralithus gothicus* n. sp. DEFLANDRE, Nannofossiles calcaires, Rev. de Micropal. Nr. 3, S. 138, Taf. 3, Fig. 25

1961 *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE; MARTINI, Nannoplankton SW-Frankreich, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 1, Fig. 4.

**Diagnose** (nach DEFLANDRE): Sternförmige Kalkkörperchen, deren Einzelsteine einen spitzbogigen äußeren Umriß haben.

**Beschreibung**: Die Einzelteile dieser sehr charakteristischen Art sind schlank und lang. Sie sind durch geradlinige Unterteilungslinien und stumpfwinkelige Buchten getrennt.

Durchmesser: 12—17  $\mu$ .

**Typus-Lokalität** (DEFLANDRE): Kreide von Vanves, Seine (Maestrichtien).

**Vorkommen und Fundort in Österreich**: Paleozän von Rogatsboden, Stat. 36 (leg. Dr. S. PREY).

**Beziehungen**: *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE leitet sich offenbar von *Tetralithus pyramidus* GARDET ab.

**Bemerkungen**: *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE ist die einzige *Tetralithus*-art von der die 3strahlige Form (Textabb. 23/3 a, b, c) häufig vorkommt. Die 3strahligen Formen verhalten sich zu den 4strahligen so wie 7 : 3, sie sind also in diesem Material sogar häufiger als die typische Form. Um die beiden Formen nomenklatorisch definieren zu können werden als Namen der Unterarten *Tetralithus gothicus* (forma typica) und *Tetralithus gothicus* (forma trifida), bzw. *Tetralithus gothicus* und *Tetralithus gothicus trifidus* n. ssp. vorgeschlagen.

## TETRALITHUS COPULATUS DEFLANDRE

Taf. 40, Fig. 14 u. 15; Textabb. 13/4

1959 *Tetralithus copulatus* n. sp. DEFLANDRE, Nannofossiles calcaires, Rev. de Micropal. Nr. 3, S. 138, Taf. 3, Fig. 19—24

1961 *Tetralithus copulatus* DEFLANDRE; MARTINI, Nannoplankton SW-Frankreich, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 1, Fig. 3.

**Diagnose** (nach DEFLANDRE): Tetralithen aus 4 Einzelteilen in kreuzförmiger Anordnung. Der Rand der Einzelteile ist abgerundet oder leicht abgeflacht. Die Mitte einer Flachseite trägt Anzeichen von einer eckigen Kalkauflage, die dünn oder sehr dick sein kann. Auf der anderen Flachseite ist ein mehr oder weniger gut erhaltener Coccolith angefügt.

**Beschreibung**: Die gefundenen Exemplare stimmen weitgehend mit der Diagnose DEFLANDRE's überein. Entsprechend den Verhältnissen bei den Coccolithen s. str. wäre die den Coccolithenkranz tragende Flachseite von *Tetralithus copulatus* DEFLANDRE als Facies proximalis, die andere als Facies distalis zu bezeichnen. Die zentrale Erhöhung der Facies distalis ist bei dem auf Taf. 40, Fig. 15 a gezeigten Tetralithen rund.

Durchmesser: 8—10  $\mu$ .

**Typus-Lokalität** (DEFLANDRE): Kreide von Vanves, Seine (Maestrichtien).

Vorkommen und Fundort in Österreich: Obere Kreide des Eitelgrabens, Salzburg; gelegentlich in tertiären Proben (umgelagert).

Beziehungen: *Tetralithus copulatus* DEFLANDRE wurde von DEFLANDRE zu Recht mit *Zygrabhlithus* in Verbindung gebracht. Er stellt ein systematisch sehr wichtiges Bindeglied, sozusagen das „missing link“ zwischen den Coccolithen s. str. und den Tetralithen und somit mit den Braarudosphaerideen im weitesten Sinne her. Er ist auch ein naher Verwandter der noch eher zu den Coccolithen s. str. zählenden *Heliorthus*-arten (*Heliorthus* BRÖNNIMANN & STRADNER 1960).

Bemerkungen: Daß auch andere Arten von *Tetralithus* auf der Facies distalis eine zentrale Erhöhung tragen können, zeigt die Beschreibung von *Tetralithus nitidus* MARTINI, wo die Erhöhung einem ansonsten *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE sehr ähnlichen Tetralithenkörper aufsitzt.

### TETRALITHUS MURUS MARTINI

Textabb. 13/5 u. 23/2 a, b

1961 *Tetralithus murus* n. sp. MARTINI, Nannoplankton SW-Frankreich, Senck. leth. Bd. 42, H. 1, Taf. 1, Fig. 6, Taf. 4, Fig. 42.

Diagnose (MARTINI): Ein Tetralithus, bei dem jedes der 4 rechteckigen Einzelteile ein Nachbarteil überragt.

Beschreibung: Von den in Waidach vorkommenden Tetralithen dieser Art entsprechen die kleineren Exemplare voll der Diagnose MARTINI's, die größeren hingegen haben längliche, distal abgerundete Einzelteile, die, wie die Seitenansicht zeigt, stark gekrümmt sind und deren Ende hakenartig gebogen ist. Die konvexe Flachseite wäre als Facies distalis, die konkave als Facies proximalis anzusehen.

Durchmesser: 5—7  $\mu$ .

Typus-Lokalität (MARTINI): Bidart, Plage de Caseville, SW-Frankreich (Danien).

Vorkommen und Fundort in Österreich: Obere Kreide (Senon) von Waidach, Salzburg. In tertiären Materialien nur sehr selten (umgelagert).

Beziehungen: *Tetralithus murus* MARTINI nimmt zu *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE eine ähnliche Stellung ein wie *Micrantholithus attenuatus* BRAMLETTE & SULLIVAN zu *Micrantholithus vesper* DEFLANDRE. Bei ersteren Arten haben die Einzelteile ungleichlange Kontaktflächen mit den Nachbarteilen. Ob auch der Drehsinn von *Tetralithus murus* MARTINI mit dem von *Micrantholithus attenuatus* BRAMLETTE & SULLIVAN übereinstimmt, wird durch das Studium der Seitenansicht der letzteren Art geklärt werden können.

### TETRALITHUS QUADRATUS nov. spec.

Textabb. 13/3 u. 23/1 a, b

1961 *Tetralithus quadratus* n. sp. STRADNER, Vorkommen von Nannofoss., Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 86, Abb. 92 (vorl. Mitteilg.).

Diagnose und Beschreibung: Ein Tetralith, dessen Umfang annähernd quadratisch ist und dessen Unterteilungslinien in der Richtung der Diagonalen des Quadrates liegen. Die Ecken des Quadrates sind ausgespart. Polarisationsoptisches Verhalten so wie von *Tetralithus pyramidus*

**GARDET.** Die Einzelsteine werden durch eine Kittsubstanz zusammengehalten, die im polarisierten Lichte indifferent ist. Die Unterteilungslinien sind auf der einen Flachseite leicht geschwungen, auf der anderen Flachseite gerade. Sie entsprechen der Lage der die Einzelsteine zusammenhaltenden Kittsubstanz.

Durchmesser: 8—12  $\mu$ .

Holotypus: Präp. E/2/B.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Paläozän des Eitelgrabens, Salzburg (Locus typicus); Paleozän von Rogatsboden, Stat. 36 (leg. Dr. S. PREY).

Beziehungen: *Tetralithus quadratus* STRADNER scheint ein naher Verwandter von *Tetralithus copulatus* DEFLANDRE zu sein, doch konnten an ihm noch keine anhaftenden Coccolithen beobachtet werden.

Bemerkungen: Bereits 1949 wiesen LECAL und 1954 KAMPTNER auf die Existenz einer amorphen Substanz hin, deren Brechungsindex von jenem der Kriställchen deutlich abweicht. Die Existenz einer solchen Kittsubstanz macht das leichte Zerfallen von Pentolithen erklärlich. Vielleicht könnten Versuche mit organischen Farbstoffen diesbezüglich weitere Ergebnisse bringen.

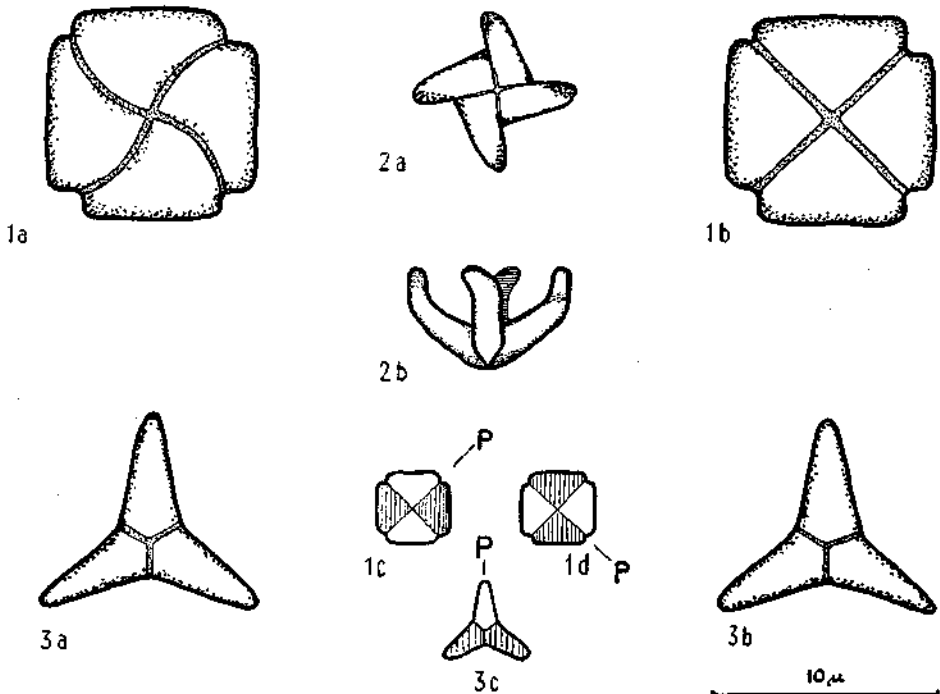


Abb. 23: *Tetralithus quadratus* n. sp., Vorderansicht (1 a), Rückansicht (1 b); *Tetralithus murus* MARTINI, Ansicht der konvexen Fläche (2 a), Seitenansicht (2 b); *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE, Vorder- und Rückansicht der dreistrahligen Form (3 a u. 3 b); Verhalten im polarisierten Licht (P = Schwingungsebene des Polarisators): *Tetralithus quadratus* n. sp. (1 c u. 1 d); *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE (3 c). Fundorte: Rogatsboden, NÖ., Stat. 36 (leg. Dr. PREY), Paleozän, Fig. 1 u. 3; Oichtental, Salzburg, Stat. 28/14 (leg. Dr. BRAUMÜLLER), Senon, Fig. 2.

Genus: *Lucianorhabdus* DEFLANDRE

**Genero-Diagnose** (nach DEFLANDRE): Kalkstäbe, die aus vier eng aneinandergesetzten parallelen Elementen gebildet sind. Die Verbindungsnahte erscheinen entsprechend der optischen Orientierung der Einzelemente als eine gerade Linie. Die Form ist sehr variabel: zylindrisch oder fast zylindrisch, an einem Ende konisch oder kugelig bis pilzförmig erweitert. In der ganzen Länge gerade, oder ein wenig gebogen, seltener stark gebogen, in Ausnahmefällen in einem rechten Winkel geknickt. Der Umriss ist stets unregelmäßig, ebenso die Oberfläche, welche rau oder körnig erscheint. Im Querschnitt ist jedes Einzelement deutlich rhombisch, gegen die Mitte mit einem rechten Winkel, nach außen hin durch einen Viertelkreisbogen abgerundet oder etwas erweitert.

**Genero-Typus:** *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE.

## LUCIANORHABDUS CAYEUXI DEFLANDRE

Taf. 40, Fig. 3; Textabb. 13/6

- 1959 *Lucianorhabdus cayeuxi* n. sp. DEFLANDRE, Nannofossiles calcaires, Rev. de Micropal., Nr. 3, S. 142, Taf. 4, Fig. 11—25  
 1961 *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE; STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss., Erdölzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 82, Abb. 45—48 u. 50  
 1961 *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE; MARTINI, Nannoplankton SW-Frankreich, Senck. leth. H. 1, Taf. 4, Fig. 39.

**Diagnose** (DEFLANDRE): Die Artdiagnose deckt sich mit der des Generotypus.

**Beschreibung:** Die Kalkkörper dieser Nannofossilienart sind bei Verwendung polarisierten Lichtes leicht aufzufinden, weil die Einzelteile bei gekreuzten Polarisationsfiltern in verschiedener Helligkeit, bzw. Farbe aufleuchten. So erscheint ein flachliegender vierteiliger Kalkkörper (im weiteren Sinne als Tetralith zu bezeichnen) als ein der Länge nach geteiltes zweifarbige Band. Liegt der Kalkkörper aber so, daß der Sehstrahl mit dessen Hauptachse zusammenfällt, so gibt *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE das gleiche Polarisationsbild wie ein Tetralithus mit abgerundetem Umfang.

Durchmesser der Facies distalis: 6—10  $\mu$ , Länge: 10—20  $\mu$ .

**Typus-Lokalität** (DEFLANDRE): Kreide von Vanves, Seine (Maestrichtien).

**Vorkommen und Fundorte in Österreich:** In der Oberkreide der Gosau (Senon) und des Wienerwaldfysches stellenweise sehr häufig; umgelagert in verschiedenen tertiären Sedimenten.

**Beziehungen:** *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE ist wegen seiner Ähnlichkeit mit *Tetralithus* als eine echte *Braarudosphaerideae* anzusehen. Er scheint ein homologes Gebilde zu den zentralen Erhöhungen, bzw. Aufsätzen von *Zygrablithus intercisus* DEFLANDRE und verschiedener Discolithen, wie z. B. *Discolithus embergeri* NOEL zu sein (vgl. STRADNER 1961, Abb. 93).

**LUCIANORHABDUS DISPAR STRADNER**

Taf. 40, Fig. 1, 2, 4, 6—11; Textabb. 13/7

1961 *Lucianorhabdus dispar* n. sp. STRADNER, Vorkommen v. Nannofoss.,  
Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 87, Abb. 49, 51 u. 52 (vorl. Mittelgl.).

Diagnose und Beschreibung: Kalkkörperchen, deren 4 längliche Einzelteile verschieden lang sind und auf der distalen Fläche 4 grubige Vertiefungen besitzen. Je 2 gegenüberliegende Einzelteile sind gleich lang. Das in der Richtung der Querachse der Facies distalis liegende, stark in seiner Länge reduzierte Einzelteilpaar kann leicht aus der Klammer des längeren Einzelteilpaares herausfallen. Im polarisierten Lichte erscheint die Facies distalis ähnlich der von *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE oder *Tetralithus pyramidus* GARDET.

Durchmesser der Facies distalis: 5—11  $\mu$ , Länge: 7—20  $\mu$ .

Holotypus: Präp. MA/105/2/J.

Vorkommen und Fundorte: Cuisien von St. Pankraz, Stat. 184 (TRAUB 1953) und Lutet von Mattsee, Stat. 105, Salzburg (Locus typicus).

Beziehungen: *Lucianorhabdus dispar* STRADNER ist in erster Linie mit *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE und im weiteren Sinne mit den Arten der Gattung *Tetralithus* verwandt.

**Subfamilia: Lithostromationoideae**

Kalkkörperchen von entweder dreieckigem, rundem, sechseckigem oder sternförmigem Umriss. Das nach 3strahliger oder 6strahliger Symmetrie aufgebaute, und von zahlreichen regelmäßig angeordneten Fenstern durchbrochene Kalkgerüst ist durch keinerlei Unterteilungslinien in Sektoren unterteilt. Die beiden Flachseiten sind in ihrem Oberflächenmuster annähernd deckungsgleich, obwohl sie um  $360^\circ/n$  ( $n$  = Strahlenanzahl) zueinander verstellt sind.

Nach DEFLANDRE (1942 u. 1959) entsprechen die Kalkkörperchen der *Lithostromationoideae* in bezug auf den Ort ihrer Entstehung nicht den Elementen einer Zellverkleidung, wie z. B. Coccolithen, sondern intrazellulären Skeletten, sowie *Actiniscus* EHR.

**Genus: Lithostromation DEFLANDRE**

Genero-Diagnose (DEFLANDRE): Komplexes Kalkskelett bestehend aus einer dreieckigen Platte mit 6 Durchbrechungen; in der Mitte der beiden Flachseiten ruht auf pfeilerförmigen Erhöhungen ein 3spaltiger Aufsatz, dessen Achsen in bezug zu denen der Platte um  $30^\circ$  verstellt sind. Jeder Ast entsendet einen Ausläufer gegen die Spitze des Dreieckes und einen anderen gegen die Seitenkante. In der Seitenansicht erscheint der Organismus sehr gewölbt und ist einem kleinen Kissen vergleichbar.

Genero-Typus: *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE.

**LITHOSTROMATION PERDURUM DEFLANDRE**

Taf. 41, Fig. 1—5; Textabb. 14/4

1942 *Lithostromation perdurum* n. sp. DEFLANDRE, Poss. morph. Lithostromation. C. R. Acad. Sc., 214, S. 917—919, Fig. 1—9

1959 *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 487, Abb. 70—72, 77 a—d

1961 *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE; MARTINI, Strat. Wert d. Lithostromationidae, Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 100.



**Diagnose:** Die Art-Diagnose deckt sich mit der Diagnose des Genero-Typus (DEFLANDRE 1942, vgl. S. 128).

Durchmesser: 10—14  $\mu$ .

**Beschreibung:** Da die Oberfläche des Kalkkörperchens von *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE im Normalfalle sehr regelmäßig ist und mit der von *Trochoaster simplex* KLUMPF gewisse Ähnlichkeiten aufweist, sollen die Einzelheiten derselben näher beschrieben werden. Wie schon im systematischen Teil (S. 60) gezeigt wurde, können außer dem Zentralfenster solche erster, zweiter, dritter und vierter Ordnung unterschieden werden (vgl. Textabb. 14/4). Bei *Lithostromation* ist das Zentralfenster offen und gewährt einen Einblick in den komplizierten Achsenbau des Inneren (Taf. 41, Fig. 5 b, c). Der Aufsatz (Appendix nach DEFLANDRE) kann rings um das Zentralfenster (A) wallartig erhöht sein (Taf. 41, Fig. 1 a, b) und trägt 3 kleine schräg liegende Fenster erster Ordnung (B). Die Fenster zweiter Ordnung (C) sind so wie bei *Trochoaster* die größten Fenster des Kalkkörperchens. Sie bilden die Buchten des dreieckigen Aufsatzes. Die zwischen ihnen liegenden Teile des Aufsatzes (F) werden von den mehr distal liegenden Fenstern dritter Ordnung (D) aufgespalten. Der größere vom Zentrum aus betrachtet links liegende Ast führt in Richtung zur Spitze des dreieckigen Körpers hin, der kürzere rechte Ast mündet von einem kleinen Fenster vierter Ordnung (I) weiter aufgegabelt flach in die Seitenkante. Bei gut erhaltenen Exemplaren können auch noch Fenster fünfter und eventuell sechster Ordnung unterschieden werden, die abwechselnd rechts und links vom Hauptast des Aufsatzes angelegt sind.

Durchmesser: 10—14  $\mu$ .

Typus-Lokalität (DEFLANDRE): Sahélien d'El Medhi, Oranien.

Vorkommen und Fundorte in Österreich: Mittel-Eozän von Holzmannberg, Szbg. Vereinzelt auch in jungtertiären Proben (Sarmat von Matzen, NÖ.).

**Beziehungen:** *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE entspricht mit seiner Oberflächenstruktur einem *Trochoaster simplex* KLUMPF, bei dem jeder zweite Eckfortsatz nicht zur Ausbildung gekommen ist, und zwar nicht jeder beliebige zweite, sondern nur jeweils derjenige Eckfortsatz, der rechts von der Linie Zentralfenster—Fenster erster Ordnung liegt. Somit erscheinen *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE und *Trochoaster simplex* KLUMPF mindestens ebenso nahe verwandt wie *Trochoaster simplex* KLUMPF und *Coronaster fragilis* MARTINI. Letzterer stellt einen *Trochoaster* mit doppelter Strahlenszahl dar. Wie aus den Darstellungen der beiden Flachseiten (MARTINI 1961, Abb. 2) hervorgeht, verhalten sich die Netzstrukturen bei dieser rosettenförmigen Art analog zu denen von *Trochoaster simplex*. Die Zahl der Ecken bei den drei erwähnten Gattungen verhalten sich so wie 1 : 2 : 4 (*Lithostromation* dreieckig, *Trochoaster* sechseckig und *Coronaster* zwölfeckig). Nur *Trochoaster operosus* (DEFLANDRE) MARTINI & STRADNER kann als seltene Variante auch vierachsige (achteckige) Formen hervorbringen.

**Bemerkungen:** Inwiefern die Erscheinungsbilder der Arten *Lithostromation triangularis* GARDET und *Lithostromation reticulum* GARDET verschiedenen Korrosions- und Variationsformen (wie z. B. Taf. 41, Fig. 3b, 4a u. 4b) von *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE gleichkommen, bleibt noch, wie auch MARTINI feststellte, Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Genus: *Trochoaster* KLUMPP

Genero-Diagnose (KLUMPP): Leicht verstärkte Radien laufen vom Knopf in der Mitte etwas über den Rand der runden Scheibe hinaus.

Durch einen Vergleich des Genero-Typus von *Trochoaster* KLUMPP (*Trochoaster simplex* KLUMPP) mit gut erhaltenen Exemplaren des 1959 vom Verfasser beschriebenen *Polycladolithus stellaris* konnte gesehen werden, daß kein Unterschied zwischen *Trochoaster simplex* und letzterer Art besteht. Infolgedessen mußte gemäß dem Prioritätsgesetz der dem Holotypus anhaftende Namen *Trochoaster* für dieses Nannofossil beibehalten werden. Sechs von MARTINI und STRADNER in den Jahren 1958 und 1959 in die Gattung *Trochoaster* gestellte Arten hatten zwar in die recht allgemein gehaltene Diagnose KLUMPP's gepaßt, erwiesen sich aber beim Studium des Genero-Typus von *Trochoaster* als sehr heteromorph. Deshalb mußten MARTINI & STRADNER 1960 die zum größten Teil von ihnen bis dahin unter dem Gattungsnamen *Trochoaster* beschriebenen Nannofossilien in die neue Gattung *Nannotetraster* stellen. Die nachstehende Tabelle gibt die 1960 von MARTINI & STRADNER vorgeschlagenen nomenklatorischen Änderungen wieder (aus *Erdoelzeitschr.* 1960, H. 8, S. 266 mit freundlicher Genehmigung des Verlages).

Artnamen vor der Revision 1960	Revidierte Artnamen
<i>Trochoaster simplex</i> KLUMPP 1953	<i>Trochoaster simplex</i> KLUMPP
<i>Trochoaster duplex</i> KLUMPP 1953	<i>Trochoaster simplex</i> KLUMPP
<i>Polycladolithus operosus</i> DEFLANDRE 1954	<i>Trochoaster operosus</i> (DEFLANDRE) MARTINI & STRADNER
<i>Polycladolithus stellaris</i> STRADNER 1959	<i>Trochoaster simplex</i> KLUMPP
<i>Polycladolithus deflandrei</i> STRADNER 1959	<i>Trochoaster deflandrei</i> (STRADNER) MARTINI & STRADNER
<i>Trochoaster staurophorus</i> (GARDET) STRADNER 1959	<i>Nannotetraster staurophorus</i> (GARDET) MARTINI & STRADNER
<i>Trochoaster swasticoides</i> MARTINI 1958	<i>Nannotetraster swasticoides</i> (MARTINI) MARTINI & STRADNER
<i>Trochoaster cristatus</i> MARTINI 1958	<i>Nannotetraster cristatus</i> (MARTINI) MARTINI & STRADNER
<i>Trochoaster austriacus</i> STRADNER 1959	<i>Nannotetraster austriacus</i> (STRADNER) MARTINI & STRADNER
<i>Trochoaster pappi</i> STRADNER 1959	<i>Nannotetraster pappi</i> (STRADNER) MARTINI & STRADNER
<i>Trochoaster mexicanus</i> STRADNER 1959	<i>Nannotetraster mexicanus</i> (STRADNER) MARTINI & STRADNER

Nach dem jetzigen Stand der Beobachtungen lassen sich die morphologischen Merkmale der Gattung *Trochoaster* KLUMPP folgendermaßen zusammenfassen:

Genero-Diagnose: *Trochoaster* KLUMPP emend.: Runde, sechseckige oder sternförmige Kalkkörperchen von annähernd bikonvexem Querschnitt mit sehr regelmäßig angeordneten Oberflächendetails. Von einem 3strahligen Mittelteil, dessen Achsen bei *Trochoaster deflandrei* in den Richtungen der Diagonalen des Kalkkörperchens liegen, bei *Trochoaster*

*simplex* jedoch so wie bei *Lithostromation* um  $30^\circ$  gegenüber den Diagonalen verstellt sind, gehen sich regelmäßig verzweigende Bögen aus, die eine Reihe von rundlichen oder ovalen Fenstern freilassen. Die Oberflächenstrukturen der beiden Flachseiten sind zueinander um  $60$  bzw.  $180^\circ$  verdreht, ansonsten aber deckungsgleich.

Genero-Typus: *Trochoaster simplex* KLUMPP.

### TROCHOASTER SIMPLEX KLUMPP

Taf. 42, Fig. 1—4 u. 6 a—d; Textabb. 14/1, 14/2 u. 24/12

- 1953 *Trochoaster simplex* n. sp. KLUMPP, Beitr. Mikrofoss. Eozän, Palaeontograph. Bd. 103 A. S. 385, Abb. 4, Fig. 2, Taf. 16, Fig. 7 (nicht Fig. 9)
- 1953 *Trochoaster duplex* n. sp. KLUMPP, ibidem, S. 385, Abb. 4, Fig. 3, Taf. 16, Fig. 10
- 1958 *Trochoaster simplex* KLUMPP; MARTINI, Discoasteriden u. verw. Formen. Senck. leth., Bd. 39, S. 368, Taf. 5, Fig. 25 a, b
- 1959 *Polycladolithus stellaris* n. sp. STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 487, Abb. 73—75, 77 e—h
- 1960 *Trochoaster simplex* KLUMPP; MARTINI & STRADNER, Nannotetraster, Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 269, Abb. 19 a, b
- 1961 *Trochoaster simplex* KLUMPP; MARTINI, Stratigr. Wert d. Lithostromationidae, Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 101
- etiam 1959 *Polycladolithus operosus* DEFLANDRE; STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 487, Abb. 73
- etiam 1960 *Trochoaster operosus* (DEFLANDRE) nov. comb. MARTINI & STRADNER, Nannotetraster, Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 266
- etiam 1961 *Trochoaster operosus* (DEFLANDRE) MARTINI & STRADNER; MARTINI, Stratigr. Wert d. Lithostromationidae, Erdoelzeitschr. Jg. 77, H. 3, S. 101.

Diagnose (KLUMPP): Eine Art der Gattung mit 6 Radien (*Trochoaster simplex*). Eine Art der Gattung mit je 6 nicht übereinanderliegenden Radien auf der Ober- und Unterseite der Scheibe (*Trochoaster duplex*).

Beschreibung: 6strahlig-sternförmige Kalkkörperchen mit auf beiden Flachseiten identischen Oberflächenstrukturen. Querschnitt annähernd bikonvex. Von einem zentral gelegenen 3strahligen erhöhten Aufsatz (Zentralbrücke nach MARTINI), der durch ein sechseckiges oder rundes Fenster durchbrochen ist, gehen in Richtung der Sternspitzen abbiegend leistenförmige Bögen aus, die durch schräge Querstege miteinander verbunden sind. Die dem Zentralfenster am nächsten liegenden Fenster erster Ordnung (Nebenfenster nach MARTINI) liegen räumlich schräg und stimmen bei dieser Art mit der Orientierung der Buchten des Umrisses überein. Die Fenster zweiter Ordnung sind die größten, noch zur Gänze von Bögen umrahmten Fenster dieser Art. Sie umgeben die Zentralbrücke und werden in distaler Richtung von zwei schrägen Querstegen abgeschlossen. Die außerhalb dieser Stege liegenden Fenster dritter Ordnung münden in die Bucht zwischen den Spitzen des sternförmigen Umrisses. Da nur jedes zweite Sechstel der Oberfläche durch feinere Verzweigungen gegliedert ist, erscheinen die zwischen den gegitterten Sektoren liegenden Anteile der Ober-

fläche leer. Diese glatten distalen Buchten lassen aber bei tieferer optischer Einstellung das Gitterwerk der Querstege der um  $60^\circ$  versetzten Oberfläche der Rückseite des Kalkkörperchens erkennen. Die Verbindungsstelle der die Fenster zweiter Ordnung umgebenden Querstege kann bei kleinen Exemplaren leicht in der Umrißlinie zwischen den Sternzacken zu erkennen sein. Es ist dies die Stelle, wo bei der morphologisch recht ähnlichen Art *Trochoaster deflandrei* das weitere distale Wachstum der Strahlen seinen Ausgang nimmt. Bei *Trochoaster simplex* werden die Strahlen von den zwischen den Fenstern erster und zweiter Ordnung liegenden Leisten richtungsmäßig vorherbestimmt, bei *Trochoaster deflandrei* sind es die zwischen den Fenstern dritter Ordnung vereinten Querstege. Mehr darüber bei der Beschreibung jener Art.

Durchmesser: 12—17  $\mu$ .

Typus-Lokalität (KLUMPP): Voosbrook bei Kiel (Ober-Eozän).

Vorkommen und Fundort in Österreich: Tiefbohrung Puchkirchen I, Rupel.

Beziehungen: *Trochoaster simplex* KLUMPP ist, wie auf Grund der Oberflächenstruktur bewiesen werden kann, nahe mit *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE, *Trochoaster operosus* (DEFLANDRE) MARTINI & STRADNER und *Trochoaster deflandrei* STRADNER (MARTINI & STRADNER) verwandt.

Bemerkungen: Nach Ansicht des Verfassers ist die systematische Aufgliederung in Gattungen innerhalb der Subfamilie der *Lithostromationoideae* besonders scharf durchgeführt worden, was seinen Grund hauptsächlich in der Geschichte der sukzessiven Entdeckung dieser Nannofossilien hat. Die folgende Übersicht gestaltet die Bestimmung schlecht erhaltener Reste relativ einfach.

Dreieckiger Umriß und Fenster	}	= <i>Lithostromation perdurum</i>
Sechseckiger Umriß und Fenster; alle Ecken in einer Ebene		= <i>Trochoaster simplex</i>
Sechseckiger Umriß und Fenster; drei Zacken nach oben, drei nach unten	}	= <i>Trochoaster deflandrei</i>
Rundlicher Umriß und Fenster		= <i>Trochoaster operosus</i>
Rosettenförmiger Umriß und Fenster		= <i>Coronaster fragilis</i>

#### TROCHOASTER DEFLANDREI (STRADNER) MARTINI & STRADNER

Taf. 42, Fig. 5 a, b, 6 e—h u. Textabb. 14/3

- 1959 *Polycladolithus deflandrei* nov. cent. STRADNER, Die foss. Discoasteriden Österr., 2. Teil, Erdoelzeitschr. Jg. 75, H. 12, S. 487, Abb. 76 u. 77 i—l
- 1960 *Trochoaster deflandrei* (STRADNER) nov. comb. MARTINI & STRADNER, Nannotetraster, Erdoelzeitschr. Jg. 76, H. 8, S. 266
- 1961 *Trochoaster deflandrei* (STRADNER) MARTINI & STRADNER, Stratigr. Wert d. Lithostromationidae, ibidem, Jg. 77, H. 3, S. 102.

Diagnose (nach STRADNER): Sechsaarmige Kalkkörperchen mit reichen Oberflächenverzerrungen. Die Primärferster sind im Gegensatz zu *Trochoaster simplex* KLUMPP groß ausgebildet. Je 3 zu einer Flachseite gehörende Arme sind aus der Hauptebene herausgehoben.

Beschreibung: 6strahlig-sternförmige Kalkkörperchen mit zahlreichen Fenstern. Je 3 in Winkeln von  $120^\circ$  zueinander stehende Strahlen sind auf

jeder Flachseite erhöht und zwar so, daß diese erhöhten Strahlen bei gehobenem Objektiv zu einem dreieckigen Schärfefeld vereinigt sind, während die dazwischenliegenden Strahlen tiefer sind und daher unscharf erscheinen. Beim Wenden des Kalkkörperchens ergibt sich dasselbe Bild jedoch um  $60^\circ$  gedreht. Auf jeder Flachseite ist ein sechseckiges oder rundes Zentralfenster vorhanden. Der erhöhte dreieckige Mittelteil gabelt sich in die Umrandungen von 6 eiförmigen Fenstern, und zwar 3 kleinen Fenstern erster Ordnung und 3 größeren Fenstern zweiter Ordnung. Die Fenster erster Ordnung sind wesentlich größer als bei *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE und *Trochoaster simplex* KLUMPP. Sie können, so wie beim Holotypus (Taf. 42, Fig. 5 a, b) vom Zentralfenster abgerückt sein und gegen die Peripherie hin offen erscheinen. Bei mittlerer optischer Einstellung (Ölimmersion  $100 \times 10 \times$ ) sieht man, daß die Kalkkörperchen an den Stellen, die zwischen Fenster erster und zweiter Ordnung und eingebuchtetem Rand liegen, aus kompaktem Kalk bestehen, wodurch sie hier etwas glasiger erscheinen. Es sind dies diejenigen Stellen, wo bei *Trochoaster simplex* die Hauptachse der Sternstrahlen weiterführt. Bei *Trochoaster deflandrei* hingegen nehmen die Sternstrahlen von den distalen Enden der Fenster zweiter Ordnung ihren Ausgang. Dadurch wird verständlich wieso bei dieser Art die Strahlen im Raume orientiert sind und nicht wie bei *Trochoaster simplex* in einer Ebene liegen. Wie aus der Beschreibung jener Art hervorgeht, sind auch dort die Netzstrukturen nur in jedem zweiten Sektor des Kalkkörperchens erhöht, während die dazwischenliegenden Sektoren vertieft sind. Als Derivate solcher erhöhten Fensterumrandungen liegen bei *Trochoaster deflandrei* auch die Strahlen in bezug zum Beschauer abwechselnd erhöht oder vertieft. Die Fenster dritter, vierter und fünfter Ordnung liegen symmetrisch zu den Strahlenachsen. Die Strahlenenden können leicht gespalten sein.

Durchmesser: 13—16  $\mu$ .

Vorkommen und Fundorte in Mexiko: Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (*Locus typicus*). In Österreich noch nicht nachgewiesen.

Beziehungen: *Trochoaster deflandrei* ist, wie auch aus den schematischen Darstellungen der Achsen (Taf. 42, Fig. 6 e—h) hervorgeht, eng mit *Trochoaster simplex* und *Lithostromation perdurum* verwandt.

Bemerkung: Diese Art wurde 1959 Herrn Direktor Prof. Dr. GEORGES DEFLANDRE, École Pratique des Hautes Etudes, Paris, zu Ehren benannt.

#### TROCHOASTER OPEROSUS (DEFLANDRE) MARTINI & STRADNER

Taf. 41, Fig. 6 a, b

- 1954 *Polycladolithus operosus* spec. nov. DEFLANDRE & FERT, *Observ. Coccolithoporides*, Ann. d. Pal. S. 56, Abb. 125, Taf. 12, Fig. 3—6  
 non 1959 *Polycladolithus operosus* DEFLANDRE; STRADNER, *Die foss. Discoasteriden Österr.*, *Erdoelzeitschr.* Jg. 75, H. 12, S. 487, Abb. 73  
 non 1960 *Trochoaster operosus* (DEFLANDRE) nov. comb. MARTINI & STRADNER, *Nannotetraster*, *Erdoelzeitschr.* Jg. 76, H. 8, S. 266  
 non 1961 *Trochoaster operosus* (DEFLANDRE) MARTINI & STRADNER; MARTINI, *Stratigr. Wert d. Lithostromationideae*, *Erdoelzeitschr.* Jg. 77, H. 3, S. 101.  
 1961 *Polycladolithus operosus* DEFLANDRE; BRAMLETTE & SULLIVAN, *Tert. Cocol.*, *Micropal.* 7/2, p. 165, Pl. 14, fig. 13 a—c.

**Diagnose (nach DEFLANDRE):** Abgerundet-polyedrisches Kalkkörperchen von merklich sechseckigem Umriß, zusammengesetzt aus Ästen, die vom Mittelpunkt ausgehend verzweigt und anastomisierend sind. Die Verzweigungen enden an der Oberfläche und lassen rundliche Vertiefungen frei. Die Äste schließen untereinander Winkel von  $120^\circ$  ein.

**Beschreibung:** Der Umfang der Kalkkörperchen dieser Art ist etwas wellig. Er wird aus den distalen Anteilen der Fensterumrahmungen gebildet. Die Fenster entsprechen nach ihrer Form und Anordnung weitgehend denen von *Trochoaster simplex* und *Trochoaster deflandrei*. Es können Fenster erster, zweiter, dritter und vierter Ordnung unterschieden werden. Die Strukturen der beiden Flachseiten sind zueinander um  $60^\circ$  bzw.  $180^\circ$  verdreht.

Durchmesser: 10—12  $\mu$ .

**Typus-Lokalität (DEFLANDRE):** Diatomit von Oamaru, Neuseeland.

**Vorkommen und Fundort in Österreich:** Ober-Eozän bei Klein Schweinbarth, NÖ. (leg. Dr. SCHULZ). **In Mexiko:** Unteres Mittel-Eozän von Aragon.

**Beziehungen:** Mit allen Arten der Gattungen *Trochoaster* und *Lithostromation* nahe verwandt.

**Bemerkungen:** Während nach DEFLANDRE, welcher 1954 die erste klare Beschreibung dieser Art bot, der Umriß abgerundet, jedoch merklich hexagonal ist, brachten BRAMLETTE & SULLIVAN 1961 Abbildungen dieser Art, die einen annähernd kreisrunden Umfang zeigen. Da solche Exemplare, deren Oberflächenstrukturen sich weitgehend mit denen von *Trochoaster simplex* und *Trochoaster deflandrei* decken, vom Verfasser sowohl in österreichischen als auch in mexikanischen Materialien gefunden werden konnten, scheint es angezeigt, diese Art im Sinne DEFLANDRE's nur auf stark abgerundete bis runde Formen zu beziehen. Deshalb wurden die von STRADNER 1959 und von MARTINI & STRADNER 1960 als *Trochoaster operosus* bezeichneten betont sechseckigen Kleinformen nun zu *Trochoaster simplex* gestellt und der Artname *Trochoaster operosus* für die Formen mit annähernd kreisrundem Umfang reserviert. Da sich auch durch die neuesten Untersuchungen (BRAMLETTE & RIEDEL 1961) ergibt, daß dieses Nannofossil in seinen Grundzügen *Trochoaster simplex* gleicht (vgl. Taf. 42, Fig. 6 b, c, f, g und BRAMLETTE & SULLIVAN, Taf. 14, Fig. 13 b, c), wurde entsprechend den Vorschlägen von MARTINI & STRADNER 1960 dem Gattungsnamen *Trochoaster* 1953 gegenüber *Polycladolithus* 1954 die Priorität eingeräumt. Weitere Untersuchungen an dieser interessanten Nannofossil-Art, besonders in bezug auf ihre Variationsbreite, werden die Frage zu klären haben, ob diese Art, welche nach den jetzigen Beobachtungen keine Zacken entwickelt, *Trochoaster simplex* oder *Trochoaster deflandrei* näher steht.

Abb. 24: Mikrophotographische Aufnahmen von sternförmigen Nannofossilien:

Bild 1: *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL.

Bild 2: *Discoaster saliburgensis* n. sp.

Bild 3: *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL.

Bild 4—6: *Discoaster gemmifer* n. sp.

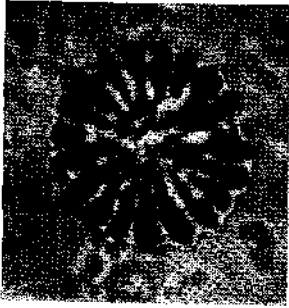
Bild 7: *Discoaster mirus* DEFLANDRE.

Bild 8: *Discoaster colleti* (PAREJAS) BERSIER.

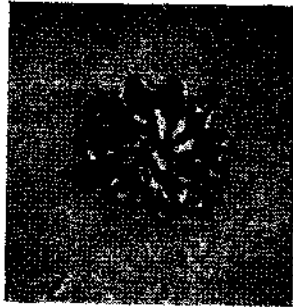
Bild 9: *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL.

Bild 10 u. 11: *Discoaster challengerii* BRAMLETTE & RIEDEL.

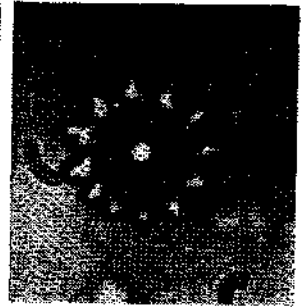
Bild 12: *Trochoaster simplex* KLUMPF.



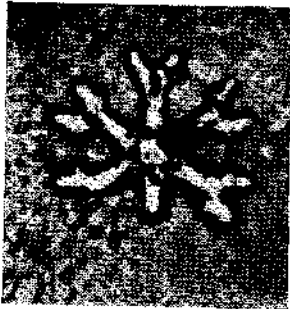
1



2



3



4



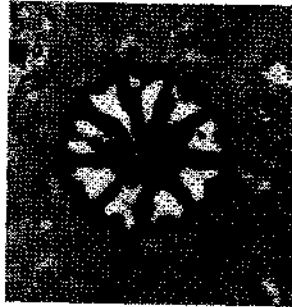
5



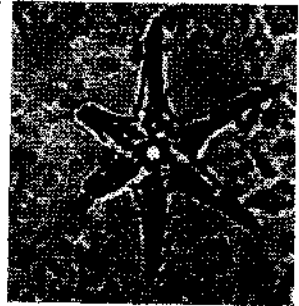
6



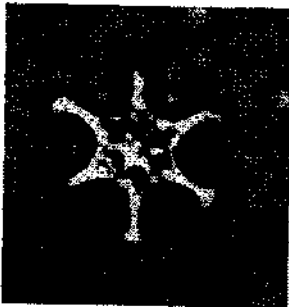
7



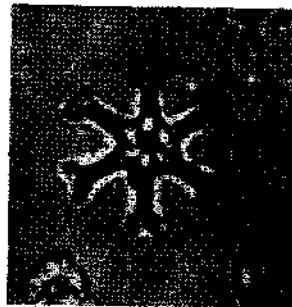
8



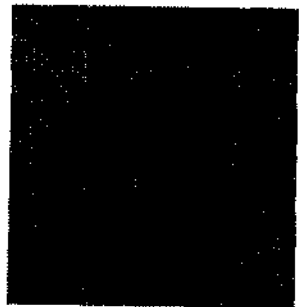
9



10



11



12





### III. Stratigraphische Auswertung der Discoasteridenvorkommen

ADOLF PAPP und HERBERT STRADNER

(1 Tabelle)

Um Discoasteriden in der Geologie und vornehmlich in der Erdölstratigraphie verwenden zu können, ist es notwendig, das Erstauftreten der Arten und ihre zeitliche Aufeinanderfolge zu ermitteln. Unter den zahlreichen Formen vorzeitlicher Nannoplanktonorganismen gibt es nur relativ wenige mit sternförmigem Umriss. Die Hauptmasse der fossilen Kalkflagellatenreste ist nicht sternförmig, sondern oval oder rund. Es wurde für diese Studie nur jene Gruppe von Nannofossilien herausgegriffen, die wegen der sternförmigen Umrisse und des robusteren Baues auffälliger und leichter beobachtbar sind als die ovalen Coccolithen, zu deren Studium die Verwendung eines Elektronenmikroskops bereits unerlässlich geworden ist (BRAARUD, DEFLANDRE, HALLDAL & KAMPTNER 1955). Die Asterolithen der auf S. 10—21 beschriebenen Materialien wurden, um einen Überblick der nebeneinander vorkommenden Discoasteridenarten zu gewinnen, ausgezählt. Da aber aus den Prozentzahlen der einzelnen Arten ihre Gesamthäufigkeit innerhalb des Sedimentes nicht entnommen werden kann, so mußte bei jedem Fundpunkt auch noch ein allgemeiner Hinweis auf die Frequenz der Discoasteriden in bezug auf die anorganische Sedimentsmenge gegeben werden. Es bedeuten:

Selten = zirka 2—10 Asterolithen in 50 Blickfeldern.

Mäßig häufig = zirka 10—25 Asterolithen in 50 Blickfeldern.

Häufig = 25—50 Asterolithen in 50 Blickfeldern.

Sehr häufig = mehr als 50 Asterolithen in 50 Blickfeldern.

Der Durchmesser des runden Blickfeldes beträgt bei dem verwendeten Mikroskop (Zetopan, REICHERT-Werke, Wien) bei 400facher Vergrößerung 40  $\mu$ . Um beim Auszählen die einzelnen Arten gut voneinander unterscheiden zu können, darf das Deckglas des Dauerpräparates nicht zu dicht mit Nannofossilien besetzt worden sein, da sich diese sonst gegenseitig überdecken oder durch undurchsichtige Sedimentsteilchen überlagert werden. Aber auch eine zu schütterere Verteilung der Nannofossilien im Präparat erschwert die Arbeit. Bei einzelnen Materialien, so z. B. beim obereozänen Mergel von Ernstbrunn, wurde besonders darauf hingewiesen, daß zwar die Coccolithen s. str. (Placolithen) sehr häufig sind, die Discoasteriden hingegen ziemlich selten. Es wurde also nicht nur das Verhältnis der Discoasteriden zur Sedimentsmenge, sondern auch ihr Verhältnis zu den übrigen Nannofossilien berücksichtigt. Dort, wo auch andere Nannofossilarten, wie z. B. Braarudosphaera- oder Isthmolithus-Arten, von besonderem stratigraphischem Wert sind, ist dies durch einen entsprechenden Hinweis vermerkt.

Das Auszählen von Nannofossilien kann wegen der Kleinheit der Objekte natürlich nur in einem Durchlichtmikroskop durchgeführt werden. Stereo-Mikroskope mit einer maximalen Vergrößerung von 200 $\times$  können zu

diesem Zwecke nicht verwendet werden, da sie bestenfalls die größten Asterolithen einiger großwüchsiger Arten zur Not erkennen lassen, jedoch zu einer Artenbestimmung von Discoasteriden vor allem wegen der ungünstigen Beleuchtung und zu geringen Vergrößerung ungeeignet sind. Die für das Studium von Nannofossilien erforderliche mikroskopische und polarisationsmikroskopische Ausrüstung wurde bereits im Abschnitt „Mikroskopie“ (S. 40) besprochen. Für die Gewinnung der folgenden Häufigkeitsangaben und Prozentzahlen wurde sowohl normales Durchlicht als auch polarisiertes Licht verwendet, u. zw. ersteres zum Auszählen der Discoasteriden (Objektiv 100×, Okulare 10×) und letzteres zur Beobachtung der übrigen vorkommenden Coccolithenarten. In allen hier beschriebenen Materialien sind die ovalen Coccolithen (Placolithen) mit gedrehtem Löschungskreuz gegenüber anderen Coccolithen weitaus in der Überzahl. Die ovalen Discolithen mit großem Binnenraum sind ähnlich den Discoasteriden in tertiären Materialien weniger häufig als die Placolithen. Auch die sternförmigen Discoasteriden sind, besonders in obereozänen Materialien, den Placolithen an Zahl weit unterlegen. Nannofossilien, die aus älteren Schichten stammend in jüngere Sedimente sekundär eingelagert wurden und als allochthon-heterochrone Elemente der Nannoflora erkannt wurden, sind in den Listen und in der Tabelle 4 (S. 152) durch ein „a“ gekennzeichnet.

### Verteilung der Discoasteriden-Arten in den bearbeiteten Vorkommen

Paleozän des Eitelgrabens, nördlich des Untersberges, Salzburg:

#### Probe 181:

<i>Discoaster gemmeus</i> .....	98%
<i>Discoaster indet.</i> .....	2%
	<hr/>
	100%

#### Probe 18 c:

<i>Discoaster salisburgensis</i> .....	57%
<i>Discoaster ornatus</i> .....	21%
<i>Discoaster gemmeus</i> .....	12%
<i>Discoaster aster</i> .....	10%
	<hr/>
	100%

#### Probe 18 b:

<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	84%
<i>Discoaster salisburgensis</i> .....	7%
<i>Discoaster ornatus</i> .....	6%
<i>Discoaster gemmeus</i> .....	1%
<i>Discoaster indet.</i> .....	2%
	<hr/>
	100%

#### Probe 18 a:

<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	79%
<i>Discoaster ornatus</i> .....	13%
<i>Discoaster gemmeus</i> .....	4%
<i>Discoaster indet.</i> .....	4%
	<hr/>
	100%

In allen Proben vom Eitelgraben sind Placolithen, Discolithen und auch Discoasteriden sehr häufig. Besonders auffallend sind zahlreiche Exemplare von *Fasciculithus involutus* BRAMLETTE & SULLIVAN in Probe 181, 18 b und 18 c. Auch die etwas größere *Nannoturbella moriformis* BRÖNNIMANN & STRADNER kommt in diesen Proben häufig vor.

Die Proben 18 d—f sind durch das Vorkommen von

*Lucianorhabdus cayeuxi*  
*Nannotetraster staurophorus*  
*Tetraolithus copulatus*

als Oberkreide gekennzeichnet.

Paleozän des Kühlgrabens nördlich des Untersberges, Salzburg:

Probe 1:

<i>Discoaster ornatus</i> .....	50%
<i>Discoaster salisburgensis</i> .....	25%
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	1%
<i>Discoaster indet.</i> .....	2%
<i>Marthasterites robustus</i> .....	20%
<i>Marthasterites contortus</i> .....	2%
	<hr/>
	100%

Placolithen und Discoasteriden sehr häufig, Discolithen mäßig häufig. Auch *Nannoturbella moriformis* und kleinwüchsige Sphenolithen kommen vor.

Unter-Eozän des Kühlgrabens:

Probe 2:

<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	30%
<i>Discoaster salisburgensis</i> .....	35%
<i>Discoaster hilli</i> .....	11%
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	7%
<i>Discoaster indet.</i> .....	5%
<i>Nannotetraster staurophorus</i> .....	2%
<i>Marthasterites tribrachiatus</i> .....	10%
	<hr/>
	100%

Placolithen sehr häufig, Discoasteriden und Discolithen häufig. *Sphenolithus radians* DEFLANDRE und *Nannoturbella moriformis* BRÖNNIMANN & STRADNER mäßig häufig. Es ist bei diesem Vorkommen möglich, daß ein Teil der Arten (z. B. *N. staurophorus*) aus älteren Straten umgelagert ist.

Cuisien vom Michelberg bei Stockerau, NÖ.:

<i>Discoaster lodoensis</i> .....	54%
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	18%
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	15%
<i>Discoaster hilli</i> .....	3%
<i>Discoaster indet.</i> .....	10%
	<hr/>
	100%

Placolithen mit *Coccolithus grandis* BRAMLETTE & RIEDEL und *Coccolithus expansus* BRAMLETTE & SULLIVAN häufig. Discoasteriden und Discolithen mäßig häufig. *Zygodolithus dubius* DEFLANDRE selten.

## Proben aus dem Helvetikum nördlich Salzburg

Unteres Lutet von Mattsee, Land Salzburg:

## Stat. 130:

<i>Discoaster lodoensis</i> .....	55%
<i>Discoaster kuepperi</i> .....	11%
<i>Discoaster gemmifer</i> .....	10%
<i>Discoaster mirus</i> .....	7%
<i>Discoaster elegans</i> .....	9%
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	3%
<i>Discoaster hilli</i> .....	2%
<i>Discoaster currens</i> .....	1%
<i>Discoaster gemmeus</i> .....	2%
	<hr/>
	100%

Placolithen, Discolithen, Rhabdolithen, Sphenolithen und Discoasteriden sehr häufig. *Zycolithus dubius* DEFLANDRE mäßig häufig.

## Stat. 138:

<i>Discoaster lodoensis</i> .....	36%
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	16%
<i>Discoaster mirus</i> .....	10%
<i>Discoaster binodosus</i> .....	1%
<i>Marthasterites tribrachiatus</i> .....	35%
<i>Marthasterites rotans</i> .....	1%
<i>Nannotraster stauroporus</i> .....	1%
	<hr/>
	100% a

Placolithen und Rhabdolithen sehr häufig, Discoasteriden und Discolithen häufig. *Sphenolithus radians* DEFLANDRE mäßig häufig. *Braarudospaera undata* STRADNER sehr selten.

Mittel-Eozän von Holzhäusel, östlich Mattsee, Salzburg:

## Stat. 1:

<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	57%
<i>Discoaster quinarius</i> .....	19%
<i>Discoaster binodosus</i> .....	16%
<i>Discoaster colleti</i> .....	6%
<i>Nannotraster swasticoides</i> .....	1%
<i>Nannotraster cristatus</i> .....	1%
	<hr/>
	100%

## Stat. 36:

<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	54%
<i>Discoaster colleti</i> .....	17%
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	16%
<i>Discoaster binodosus</i> .....	9%
<i>Discoaster nonaradiatus</i> .....	1%
<i>Discoaster indet.</i> .....	1%
<i>Nannotraster cristatus</i> .....	2%
	<hr/>
	100%

## Stat. 37:

<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	63%	
<i>Discoaster quinarius</i> .....	12%	
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	15%	
<i>Discoaster distinctus</i> .....	2%	
<i>Discoaster colleti</i> .....	2%	
<i>Discoaster mirus</i> .....	1%	
<i>Discoaster nonaradiatus</i> .....	1%	
<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	1%	a ?
<i>Nannotetraster swasticoides</i> .....	2%	
<i>Nannotetraster spinosus</i> .....	1%	
	<hr/>	
	100%	

## Stat. 105:

<i>Discoaster quinarius</i> .....	66%
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	25%
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	8%
<i>Nannotetraster cristatus</i> .....	1%
	<hr/>
	100%

In allen Proben von Holzhäusel sind Placolithen sehr häufig, ebenso Rhabdolithen, *Lucianorhabdus dispar* n. sp. und Discoasteriden. Discolithen und *Zygodolites dubius* DEFLANDRE, *Isthmolithus claviformis* BRÖNNIMANN & STRADNER sind mäßig häufig, *Micrantholithus flos* DEFLANDRE und *Trochostoma simplex* KLUMPF sind selten.

## Mittel-Eozän von Holzmannberg, nordöstlich Nußdorf, Salzburg:

<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	61%	
<i>Discoaster trinus</i> .....	29%	
<i>Discoaster hilli</i> .....	3%	
<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	1%	a ?
<i>Discoaster mirus</i> .....	1%	
<i>Discoaster indet.</i> .....	3%	
<i>Nannotetraster staurophorus</i> .....	1%	a ?
<i>Nannotetraster austriacus</i> .....	1%	
	<hr/>	
	100%	

Placolithen und Discolithen (*Discolithus fimbriatus* BRAMLETTE & SULLIVAN) sehr häufig; *Sphenolithus radians* DEFLANDRE und *Lucianorhabdus dispar* n. sp. mäßig häufig; *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE und *Pemma rotundum* KLUMPF sehr selten. Discoasteriden durch robuste Exemplare vertreten; mäßig häufig.

## Mitteloazäne Stockletten im Hangenden der Assilinenschichten

## St. Pankraz im Oichtental, Salzburg:

## Stat. 197:

<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	51%	
<i>Discoaster tani</i> .....	24%	
<i>Discoaster saipanensis</i> .....	21%	
<i>Discoaster binodosus</i> .....	3%	
<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	1%	a ?
	<hr/>	
	100%	

Placolithen sehr häufig, Rhabdolithen, Discolithen, Sphenolithen und Discoasteriden häufig.

Seeham am Obertrumersee, Salzburg:

Stat. 74:

<i>Discoaster binodosus</i> .....	45%
<i>Discoaster saipanensis</i> .....	34%
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	19%
<i>Discoaster gemmifer</i> .....	2%
	<hr/>
	100%

Die Probe 74 enthält sehr viele Placolithen, Rhabdolithen, Sphenolithen und Discoasteriden; *Isthmolithus claviformis* und *Zygodolithus dubius* sind weniger häufig. Die Proben 6 und 7 enthalten zwar sehr viele Placolithen, aber nur wenige Discoasteriden (*D. barbadiensis*), Rhabdolithen und Pentolithen von *Braarudosphaera bigelovi*. *Isthmolithus recurvus* DEFLANDRE kann in diesen beiden Proben in massiven Exemplaren gefunden werden. Auch umgelagerte ältere Formen, wie *Nannoconus steinmanni* KAMPTNER und *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, können vereinzelt angetroffen werden.

Oichtental, nordöstlich St. Pankraz, Salzburg:

Stat. 258/7:

<i>Discoaster elegans</i> .....	66%
<i>Discoaster distinctus</i> .....	33%
<i>Discoaster binodosus</i> .....	1%
	<hr/>
	100%

Placolithen, Rhabdolithen und Discoasteriden sehr häufig; Sphenolithen und Discolithen mäßig häufig.

Stat. 258/8:

<i>Discoaster binodosus</i> .....	76%
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	7%
<i>Discoaster saipanensis</i> .....	16%
<i>Nannotetraster cristatus</i> .....	1%
	<hr/>
	100%

Placolithen und Discolithen (besonders *Discolithus fimbriatus*) sehr häufig; Discoasteriden, *Zygodolithus dubius* und *Sphenolithus radians* mäßig häufig.

Ober-Eozän von Ernstbrunn, NÖ.:

<i>Discoaster tani nodifer</i> .....	63%
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	30%
<i>Discoaster indet.</i> .....	7%
	<hr/>
	100%

Placolithen und Discolithen (*D. fimbriatus*) sehr häufig; Rhabdolithen und *Isthmolithus recurvus* häufig; Discoasteriden relativ selten.

## Vergleichsproben aus Mexiko und aus Frankreich

## Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko:

<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	53%	
<i>Discoaster gemmifer</i> .....	36%	
<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	1%	a ?
<i>Discoaster binodosus</i> .....	1%	
<i>Discoaster strictus</i> .....	1%	
<i>Discoaster munitus</i> .....	1%	
<i>Discoaster corniger</i> .....	1%	
<i>Discoaster martinii</i> .....	1%	
<i>Discoaster bronnimanni</i> .....	1%	
<i>Nannotraster mexicanus</i> .....	2%	
<i>Nannotraster pappi</i> .....	1%	
<i>Nannotraster fulgens</i> .....	1%	
	<hr/>	
	100%	

Placolithen und Discolithen sehr häufig, ebenso die Discoasteriden. *Braarudosphaera bigelowi*, *Br. undata* und *Pemma papillatum* selten.

## Mittel-Eozän von Guyabal, Mexiko:

<i>Discoaster distinctus</i> .....	56%
<i>Discoaster elegans</i> .....	30%
<i>Discoaster binodosus</i> .....	10%
<i>Discoaster corniger</i> .....	2%
<i>Discoaster indet.</i> .....	2%
	<hr/>
	100%

Placolithen und Discolithen sehr häufig; Discoasteriden und Braarudosphaeriden mäßig häufig, unter letzteren ist besonders *Pemma papillatum* MARTINI auffallend. *Micrantholithus flos* DEFLANDRE, *M. vesper* DEFLANDRE und *M. angulosus* STRADNER sind selten.

## Ober-Eozän von Chapotepec, Mexiko:

<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	54%
<i>Discoaster tani</i> .....	25%
<i>Discoaster saipanensis</i> .....	16%
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	3%
<i>Discoaster binodosus</i> .....	2%
	<hr/>
	100%

Placolithen häufig; Discolithen, Rhabdolithen und Discoasteriden mäßig häufig. *Isthmolithus recurvus* DEFLANDRE ist als Leitform des Ober-Eozäns bemerkenswert.

## Oligozän von Palma Real, Mexiko:

<i>Discoaster deflandrei</i> .....	40%
<i>Discoaster tani nodifer</i> .....	31%
<i>Discoaster saipanensis</i> .....	27%
<i>Discoaster gemmifer</i> .....	2%
	<hr/> 100%

Placolithen und Discolithen häufig; Discoasteriden mäßig häufig.

## Oligozän von Alazan, Mexiko:

<i>Discoaster deflandrei</i> .....	92%
<i>Discoaster saipanensis</i> .....	6%
<i>Discoaster tani nodifer</i> .....	2%
	<hr/> 100%

Placolithen sehr häufig; Discolithen und Discoasteriden selten.

## Unter-Miozän von Coatzintla, Mexiko:

<i>Discoaster deflandrei</i> .....	sehr selten
<i>Discoaster corniger</i> .....	sehr selten

Placolithen mäßig häufig; Discolithen selten.

## Ober-Eozän von Biarritz, SW-Frankreich:

Eine aus älteren umgelagerten Sedimenten stammende Nannofossilien-Gesellschaft, bestehend aus:

<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	a
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	a ?
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	a
<i>Discoaster binodosus</i> .....	a ?
<i>Discoaster gemmifer</i> .....	a
<i>Discoaster mirus</i> .....	a
<i>Nannotraster concavus</i> .....	a
<i>Nannotraster staurophorus</i> .....	a
<i>Marthasterites furcatus</i> .....	a
<i>Marthasterites tribrachiatus</i> .....	a
<i>Pemma papillatum</i> .....	a
<i>Micrantholithus attenuatus</i> .....	a
<i>Braarudosphaera bigelovi</i> .....	s ?
<i>Lucianorhabdus cayeuxi</i> .....	a
<i>Tetralithus copulatus</i> .....	s

u. a. m.

Die in dieser Probe häufig vorkommenden Nannofossilien sind zum größten Teil ein- oder mehrfach umgelagerte Formen, die zu einer Pseudoflora vereint sind. Typisch obereozäne Arten scheinen nicht auf. Auch MARTINI (1961, D, e) machte analoge Beobachtungen an Proben des Bartonien von Biarritz.



## Rupel der Tiefbohrung Puchkirchen 1, OÖ.:

Ärmliche Nannoflora mit meist schlecht erhaltenen allochthon-heterochronen Exemplaren von

<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	a
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	a
<i>Discoaster hilli</i> .....	a
<i>Discoaster mirus</i> .....	a
<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	a
<i>Discoaster saipanensis</i> .....	a
<i>Marthasterites tribrachiatus</i> .....	a
<i>Marthasterites contortus</i> .....	a
<i>Micrantholithus flos</i> .....	a
<i>Braarudosphaera bigelowi</i> .....	a ?
<i>Trochoaster simplex</i> .....	a ?

Placolithen und Discolithen mäßig häufig; Discoasteriden und andere sternförmige Nannofossilien selten.

## Rupel der Tiefbohrung Texing 1, NÖ.:

Discoasteriden-Flora ähnlich der des Rupels von Puchkirchen 1 und des Rupeltones im Mainzer Becken (MARTINI 1960).

<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	a
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	a
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	a
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	a
<i>Discoaster mirus</i> .....	a
<i>Discoaster hilli</i> .....	a
<i>Marthasterites tribrachiatus</i> .....	a
<i>Nannotetraster staurophorus</i> .....	a

Außer diesen umgelagerten Formen kommt *Braarudosphaera bigelowi* in zahlreichen autochthonen Exemplaren vor, ähnlich wie in der Zone 2 des Mainzer Rupeltones. (Auf 100 Discoasteriden kommen mehr als 80 Pentalithen von *Braarudosphaera bigelowi*.)

Placolithen und Discolithen häufig; Discoasteriden und *Braarudosphaera bigelowi* mäßig häufig.

## Proben aus dem Neogen des Wiener Beckens

Helvet (Laaer Serie) von Laa a. d. Thaya; NÖ.:

Meist sehr seltene, umgelagerte alttertiäre Formen von

<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	a
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	a
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	a
<i>Discoaster hilli</i> .....	a
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	a
<i>Discoaster saipanensis</i> .....	a
<i>Marthasterites tribrachiatus</i> .....	a
<i>Nannotetraster cristatus</i> .....	a

## Helvet (Laaer Serie) der Tiefbohrung Korneuburg 1:

Seltene, umgelagerte alttertiäre Formen von

<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	a
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	a
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	a
<i>Discoaster deflandrei</i> .....	a
<i>Discoaster mirus</i> .....	a
<i>Discoaster binodosus</i> .....	a
<i>Discoaster hilli</i> .....	a
<i>Marthasterites tribrachiatus</i> .....	a

Auch im Helvet der Ziegelei Göllersdorf, NÖ., konnten nur umgelagerte alttertiäre Discoasteriden gefunden werden, außerdem Pentalithen-Teile von *Micrantholithus vesper* DEFLANDRE.

In den Helvetproben des Wiener Beckens sind die Placolithen im allgemeinen wenig häufig, Discolithen und Discoasteriden sind meist selten bis sehr selten. Autochthone Formen konnten unter letzteren bis jetzt nicht gefunden werden.

## Torton (Badener Serie) der Ziegelei Frättingsdorf, NÖ.:

<i>Discoaster challengerii</i> .....	60%	
<i>Discoaster musicus</i> .....	9%	
<i>Discoaster perforatus</i> .....	1%	
<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	10%	a
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	7%	a
<i>Discoaster hilli</i> .....	5%	a
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	1%	a
<i>Discoaster saipanensis</i> .....	1%	a
<i>Marthasterites tribrachiatus</i> .....	6%	a
	<hr/>	
	100%	

Nur von den ersten drei in dieser Liste angeführten Arten (*Discoaster challengerii*, *D. musicus* und *D. perforatus*) ist anzunehmen, daß sie autochthon sind. Der Rest der Arten ist aus dem Alttertiär umgelagert.

Die Kalkgeißlerreste (Coccolithen) nehmen in dieser Probe gegenüber den Kieselresten (Diatomeen-Schalen und Skelette von Radiolarien und Kieselgeißlern) nur eine untergeordnete Rolle ein. Die Placolithen sind mäßig häufig, die Discoasteriden selten.

Torton (Badener Serie) von Sooss bei Baden/Wien, Mischgesellschaft aus autochthonen jungtertiären und allochthon-heterochronen alttertiären Discoasteriden, die letzteren meist in sehr schlechtem Erhaltungszustand:

<i>Discoaster challengerii</i> .....	34%	
<i>Discoaster hilli</i> .....	17%	a
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	12%	a
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	6%	a
<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	4%	a
<i>Discoaster mirus</i> .....	4%	a
<i>Discoaster binodosus</i> .....	1%	a
<i>Discoaster indet.</i> .....	18%	a
<i>Nannotetraster staurophorus</i> .....	3%	a
<i>Marthasterites bramlettei</i> .....	1%	a
	<hr/>	
	100%	

## Torton (Badener Serie) von Wien-Nußdorf:

<i>Discoaster challengeri</i> .....	60%	
<i>Discoaster brouweri</i> .....	25%	
<i>Discoaster molengraaffi</i> .....	4%	
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	5%	a
<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	1%	a
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	1%	a
<i>Marthasterites tribrachiatus</i> .....	3%	a
<i>Nannotetraster staurophorus</i> .....	1%	a
	<hr/>	
	100%	

In den beiden letztgenannten Vorkommen sind die Placolithen (meist *Coccolithus pelagicus*) sehr häufig, die Discolithen und Discoasteriden hingegen nur mäßig häufig bzw. selten. Die Coccolithen s. str. dieser Vorkommen wurden von KAMPTNER (1948) als erstes fossiles Coccolithineenvorkommen Österreichs in einer eingehenden Arbeit behandelt.

## Vergleichsproben aus Rumänien und aus Italien:

## Torton (Badener Serie) von Breschitza bei Turnu Severin, Rumänien:

<i>Discoaster challengeri</i> .....	98%	
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	} 2%	a
<i>Discoaster binodosus</i> .....		a
<i>Nannotetraster staurophorus</i> .....		a
	<hr/>	
	100%	

Annähernd rein autochthones Discoasteridenvorkommen mit nur sehr geringer Beimischung von alttertiären Formen. Placolithen, Discolithen und Discoasteriden sehr häufig.

## Torton (Strato-Typ) von Tortona, Bocca d'Asino:

## Stat. 8:

<i>Discoaster brouweri</i> .....	65%	
<i>Discoaster challengeri</i> .....	12%	
<i>Discoaster pentaradiatus</i> .....	8%	
<i>Discoaster molengraaffi</i> .....	3%	
<i>Discoaster indet.</i> .....	9%	a
<i>Nannotetraster staurophorus</i> .....	3%	a
	<hr/>	
	100%	

## Stat. 9:

<i>Discoaster pentaradiatus</i> .....	73%	
<i>Discoaster brouweri</i> .....	20%	
<i>Discoaster challengeri</i> .....	5%	
<i>Discoaster indet.</i> .....	2%	a ?
	<hr/>	
	100%	

In beiden Proben sind Placolithen und Discolithen häufig; die autochthonen Discoasteriden sind mäßig häufig und überwiegen bei weitem die umgelagerten Formen. Auch verfrachtete Exemplare von *Nannoconus steinmanni* KAMPTNER sind gelegentlich zu finden, ebenso *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE.

## Pliozän (Piacenziano) von Castell d'Arquato, Italien:

<i>Discoaster pentaradiatus</i> .....	38%	
<i>Discoaster brouweri</i> .....	32%	
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	12%	a
<i>Discoaster challengeri</i> .....	4%	
<i>Discoaster multiradiatus</i> .....	2%	a
<i>Discoaster lodoensis</i> .....	2%	a
<i>Nannotetraster staurophorus</i> .....	10%	a
	<hr/>	
	100%	

Placolithen und Discolithen häufig; Discoasteriden mäßig häufig. Relativ mehr umgelagerte Formen als in den Materialien von Tortona.

## Vergleichsprobe aus dem Mittelländischen Meer (rezent):

<i>Discoaster perplexus</i> .....	60%	
<i>Discoaster brouweri</i> .....	35%	
<i>Discoaster barbadiensis</i> .....	1%	a
<i>Discoaster indet.</i> .....	4%	
	<hr/>	
	100%	

Placolithen, Discolithen, Rhabdolithen, Lopadolithen und Thoracosphaeren sehr häufig; Discoasteriden nur mäßig häufig. Umgelagerte Formen selten.

Bei dem Versuch, die bezeichnenden Zonen der Discoasteriden zeitlich einzuordnen, ist es zweckmäßig, das Nannoplankton des typischen Dan zu erwähnen. Die untersuchte Probe stammt aus einer Mergellage an der Basis der Bryozoenkalke mit Seeiegeln von Stevens Klint südlich Kopenhagen von der Basis der als Dan bezeichneten Serie. Sie enthält keine Discoasteriden, sondern nur Placolithen-, Discolithen-, Braarudosphaera- und Thoracosphaera-Arten.

In dem Bereich der Tethys ist, wie bereits erwähnt, zwischen dem Bereich mit Globotruncanen (z. B. Eitelgraben, Probe 18 d, e, f) und dem Bereich mit Globorotalien bzw. Truncorotalien ein Globigerinenbereich entwickelt. Planktonfaunen mit *Globigerina daubjergensis*, *G. triloculinoides*, *G. compressa*, *G. pseudobulloides* sind als Dan beim Haidhof nahe Ernstbrunn im Bereich der Waschbergzone (NÖ.) (vgl. KÜHN 1930) belegt. Die Flora des Nannoplanktons entspricht jener vom Stevens Klint, es fehlen Discoasteriden. Das gleiche gilt für Proben aus dem Oichtental mit typischer Globigerinenfauna. Somit ist sehr wahrscheinlich, daß im Dan bzw. im Globigerinenbereich der Tethys die Discoasteriden, mit Ausnahme kleiner Nannotetraster-Arten, noch nicht entwickelt sind. Die zeitliche Äquivalenz wird durch die planktonischen Foraminiferen sehr wahrscheinlich.

Die älteste hier beschriebene Flora (Probe 181 aus dem Eitelgraben) enthält fast nur *Discoaster gemmeus* und *Fasciculithus involutus* in großen, wohlentwickelten Exemplaren. Dies ist eine Position, wo Truncorotalien bereits vorhanden sind. Es ist andererseits bemerkenswert, daß diese Flora mit dem Thanet (locus typicus) vgl. BRAMLETTE & SULLIVAN 1961 übereinstimmt. In irgendeiner Form dürfte somit das Erstauftreten der

Discoasteriden mit dem Thanet und auch dem Aufblühen der Truncorotalien parallel gehen. Jedenfalls deutet sich in der Kombination von Nannoplankton und planktonischen Foraminiferen eine wertvolle Hilfe für die Koordinierung der Schichtserien im älteren Paleozän an. Diese Zone konnte auch von BRAMLETTE & SULLIVAN in der basalen Lodoformation erfaßt werden und dürfte weltweit zu verfolgen sein.

Das jüngere Paleozän bzw. Ilerdien wird ebenfalls durch eine typische Flora mit *Discoaster multiradiatus* charakterisiert (vgl. HAY & SCHAUB 1960 und BRÖNNIMANN & STRADNER 1960). Sie wurde im Eitelgraben (Probe 18 a und 18 b) beschrieben. Zwischen den Bereich mit *D. gemmeus* und *D. multiradiatus* schalten sich im Eitelgraben Station 180 Floren mit einem Vorkommen von *Discoaster aster* ein. Durch HAY & SCHAUB 1961 wurde eine Verbreitung wichtiger Discoasterarten im Profil des Schlieren-Flyschs angegeben. Andererseits ist die Koordinierung der auf Großforaminiferen (Nummuliten und Alveolinen) aufgebauten Chronologie mit jener planktonischer Foraminiferen noch nicht in allen Einzelheiten abgeglichen. Jedenfalls stufen HAY & SCHAUB das Auftreten von *Discoaster multiradiatus* gemeinsam mit *Nummulites solitarius* und *N. desertus* in das untere Ilerdien (= jüngeres Paleozän) ein. Für den Bereich der Proben mit *Discoaster aster* bleibt daher nur der Bereich der oberen Lagen des älteren Paleozäns bzw. der Grenzbereich älteres—jüngeres Paleozän.

Die Probe Kühlgraben Probe 1 zeigt neben *Discoaster multiradiatus* eine Vormacht von *Marthasterites robustus*. Diese Flora kann für den Bereich des oberen Teiles des jüngeren Paleozän (oberes Ilerdien) bezeichnend sein.

Der Bereich mit *Discoaster multiradiatus* ist im Sparnacien ebenso nachzuweisen wie in Mitteleuropa (vgl. BRAMLETTE & SULLIVAN 1961, S. 136), er kann in der Lodoformation (vgl. BRAMLETTE & SULLIVAN 1961) im Paläozän SW-Frankreichs (MARTINI 1961) deutlich abgegliedert werden, ebenso in Kuba (vgl. BRÖNNIMANN & STRADNER 1960), womit seine weltweite Verbreitung angedeutet ist.

Für die Gliederung des Paleozäns waren somit folgende Floren heranzuziehen:

## Leitformen

Jüngeres Paleozän (Ilerdien)	}	<i>Marthasterites robustus</i>
		<i>Discoaster multiradiatus</i>
Älteres Paleozän	}	<i>Discoaster aster</i>
		<i>Discoaster salisburgensis</i>
		<i>Discoaster gemmeus</i> und <i>Fasciculithus involutus</i>

Globigerinenbereich  
ohne Truncorotalia

Als jüngere Vergesellschaftungen sind Floren mit einem reichen Vorkommen von *Discoaster lodoensis* hervorzuheben. Sie sind bezeichnend im Bereich des Kühlgrabens Probe 2 (unteres Cuisien) und vom Michelberg (oberes Cuisien) belegt. Auch diese Zone, die dem Unter-Eozän im engeren

Sinn entspricht (vgl. HOTTINGER & SCHAUB 1960), hat eine weltweite Verbreitung und kann für die hier angenommene Grenze Paläozän-Eozän bei fehlenden Großforaminiferen und planktonischen Foraminiferen wertvolle Dienste leisten.

Durch BRAMLETTE & RIEDEL 1954, BRAMLETTE & SULLIVAN 1961, BRÖNNIMANN & STRADNER 1960 usw. wurde der Bereich des *D. lodoensis* auch im amerikanischen Kontinent erfaßt. Seine Bedeutung für interkontinentale Koordinierung ist nicht zu unterschätzen. Auch das Einsetzen von *Marthasterites tribrachiatus* ist für den Grenzbereich Paleozän—Unter-Eozän besonders kennzeichnend.

Das im allgemeinen gut zu erfassende Mittel-Eozän hat eine weitere charakteristische Art in *Discoaster barbadiensis*. Dieser Bereich wurde durch die Proben Holzhäusel, Holzmannberg, St. Pankraz, Mattsee, belegt. Der Bereich von *Discoaster barbadiensis* ist ebenfalls weltweit verbreitet (vgl. BRAMLETTE & RIEDEL 1954). Das Mittel-Eozän ist gleichzeitig die Phase der optimalen Entwicklung der Discoasteriden im Paläogen (vgl. MARTINI 1961). Sie tritt auch in der nordeuropäischen Faunenprovinz als optimale Phase (MARTINI 1959) in Erscheinung. In Nordwestdeutschland wird diese Position aber allgemein als „unteres Ober-Eozän“ geführt.

Die Proben Seeham am Obertrumersee Stat. 6 und 7 enthalten bereits *Isthmolites recurvus*, der nach DEFLANDRE 1959 bereits nach dem Mittel-Eozän auftritt. Eine typische Nannoflora aus dem Ober-Eozän ist durch den Globigerinenmergel westlich Ernstbrunn belegt. Es fehlt *D. barbadiensis*, *Isthmolithus recurvus* hingegen ist häufig und typisch. Im Ober-Eozän ist die progressive Entwicklungsphase paleogener Discoasteriden bereits erschöpft. Auch dieses Phänomen dürfte eine regionale Erscheinung sein.

Nach dem Ober-Eozän setzt weltweit eine Verarmungszone der Discoasteridenflora ein. Im europäischen Raum und ebenso in unseren Proben Puchkirchen 1 und Texing 1 treten autochthone Discoasteriden kaum in Erscheinung. *Braadosphaera bigelowi* tritt ebenso wie im Rupelton des Mainzer Beckens ingressionsartig auf. Die beobachtbaren Discoasteriden sind jedoch umgelagert. Nur in Mexiko scheint eine Entwicklungstendenz zu den jüngeren Discoasteriden mit *Discoaster deflandrei* zu bestehen; vgl. das Ober-Oligozän von Palma Real, Alazan, Coatzintla u. a.

Der Mangel an autochthonen Discoasteriden hält in unserem Material auch im älteren Neogen an, bis einschließlich der Laaer Serie belegt mit den Proben aus Laa a. d. Thaya und der Bohrung Korneuburg 1. Diese Beobachtung wurde auch bei allen anderen Proben aus dem älteren Neogen des Wiener Beckens gemacht.

Mit dem Einsetzen der Badener Serie, die unter den planktonischen Foraminiferen einen neuen Impuls mit der Entwicklung zu *Orbulina* hat, tritt auch bei den Discoasteriden eine neue Phase der Entwicklung ein. Es kann heute noch nicht endgültig geklärt werden, ob diese Erscheinung auf paläogeographische Gegebenheiten zurückgeht, die mit der Faunen-ingression der unteren Lagenidenzone im Zusammenhang stehen. Auf die Möglichkeit muß jedoch hingewiesen werden. In Amerika ist jedenfalls im Miozän mit *Globigerinoides trilobus* aus Coatzintla (Mexiko) *Discoaster deflandrei*, der als Vorform der jüngeren Discoasteriden in Betracht kommt, vorhanden.

Die untere Lagenidenzone wird durch das Auftreten der jüngeren Art *Discoaster challengeri* charakterisiert. Im typischen Torton von Tortona treten weitere junge Formen, wie *Discoaster brouweri* und *Discoaster pentaradiatus*, neben *Discoaster challengeri* in den Vordergrund.

Im Sarmat des Wiener Beckens sind autochthone Discoasteriden nicht mehr nachweisbar. Nur *Braarodosphaera bigelowi* ssp. *parvula* tritt lagenweise in sehr hoher Frequenz autochthon auf (STRADNER 1960).

Die Tone des Piacenzianos weisen gegenüber dem Torton keine bedeutende Veränderung der Nannoflora auf.

Eine Stichprobe rezenten Materials aus dem Mittelmeer zeigt allerdings einen anderen Charakter mit einer Vormacht von *Discoaster perplexus*. Diese Erscheinung verdient deshalb festgehalten zu werden, weil über die rezente Nannoflora des Mittelmeeres bisher wenig bekanntgeworden ist.

Für die interkontinentale Koordinierung des Neogens auf biostratigraphischer Grundlage wird die Entwicklungsreihe *Globigerinoides*—*Orbulina* immer von Bedeutung bleiben. Es ist dies die letzte deutliche Planktongrenze, die im Tertiär angegeben werden kann. Ihre weltweite Bedeutung und ihre Zeitgleichheit stößt heute noch vereinzelt auf Kritik, die aber in Zukunft einer exakteren Beurteilung weichen wird (GLÄSSNER in PAPP 1959). Daß sich diese Grenze auch in der Flora des Nannoplanktons deutlich abzeichnet, wird in Zukunft auch gebührend zu berücksichtigen sein.

Überblickt man die Möglichkeiten, die sich beim heutigen Stand der Kenntnisse der Nannoplanktonflore für die Stratigraphie des Tertiärs abzeichnen, so sind die Ergebnisse, wie ausgeführt, bereits bedeutend, besonders im Hinblick auf den Aufbau einer weltweiten Biostratigraphie. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß die sich bietenden Möglichkeiten noch nicht ausgeschöpft sind. Im Grenzbereich Kreide—Tertiär und im Paläozän ist von einer speziellen Untersuchung des Nannoplanktons noch manche Erkenntnis zu erwarten, die nach Abgleichung mit der Evolution anderer Organismengruppen eine wertvolle Ergänzung darstellen wird.

Tabelle 4: Discoasteriden-Vorkommen im Tertiär Österreichs

Name der Arten :	Paleozäne Discoasteriden-Floren					Optimale eozäne Discoasteriden-Floren										Umgelegte Discoasteriden-Floren		Umgelegte Discoasteriden-Floren											
	Alteozoän		Jüngeres Paläozän			Unteres Eozän		Mittleres Eozän						Oberes Eozän		Oligozän		Loos-Serie (Hertel)											
	Eifelgraben 181	Eifelgraben 182	Eifelgraben 183	Eifelgraben 184	Kölngraben 1	Kölngraben 2	Michelberg	Melise 130	Melise 138	Hochäusel 1	Hochäusel 36	Hochäusel 37	Hochäusel 105	Holzmannberg	St. Aentz	Sachsen 74	Dachstein 231/7	Dachstein 231/6	Ennsbrunn	Puchkirchen 1	Teufel 1	Loos a.d. Th.	Konradberg 1	Göllersdorf	Föllgöschel	Stass/Boßen	Wien-Hübsdorf		
D. molengraffi																													•
D. brouweri																													+
D. challengeri																											+		+
D. musicus																											+		+
D. perforatus																													•
D. tani																													•
D. saipanensis																													•
N. austriacus																													•
D. trinus																													•
N. spinosus																													•
D. distinctus																													•
D. nonradiatus																													•
N. cristatus																													•
D. collei																													•
D. quinarius																													•
M. rotans																													•
D. binodosus																													•
D. elegans																													•
D. kuepperi																													•
D. currens																													•
D. gemmifer																													•
D. mirus																													•
D. barbadiensis																													•
D. deflandrei																													•
D. hilli																													•
M. tribrachiatus																													•
M. contortus																													•
M. robustus																													•
D. lodaensis																													•
D. multiradiatus																													•
D. aster																													•
D. ornatus																													•
D. selisburgensis																													•
D. gemmeus																													•

Zeichenerklärung:

• weniger als 10%

+ 10-50%

■ mehr als 50%

a umgelegte  
(Miochthones Vorkommen)



## Artenverzeichnis

	Seite
<i>Braarudosphaera</i> .....	115
<i>africana</i> .....	118
<i>bigelowi</i> .....	116
<i>bigelowi</i> ssp. <i>parvula</i> .....	117
<i>discula</i> .....	119
<i>undata</i> .....	119
<i>Corollithion</i> .....	61
<i>exiguum</i> .....	62
<i>Discoaster</i> .....	63
<i>aster</i> .....	63
<i>barbadiensis</i> .....	95
<i>binodosus</i> .....	66
<i>bronnimanni</i> .....	76
<i>brouweri</i> .....	85
<i>challengeri</i> .....	83
<i>colleti</i> .....	78
<i>corniger</i> .....	75
<i>currens</i> .....	91
<i>deflandrei</i> .....	71
<i>distinctus</i> .....	72
<i>elegans</i> .....	97
<i>gemmifer</i> .....	69
<i>gemmeus</i> .....	77
<i>hilli</i> .....	77
<i>kuepperi</i> .....	93
<i>lodoensis</i> .....	92
<i>martinii</i> .....	81
<i>mirus</i> .....	68
<i>molengraaffi</i> .....	80
<i>multiradiatus</i> .....	98
<i>munitus</i> .....	74
<i>musicus</i> .....	85
<i>nonradiatus</i> .....	74
<i>ornatus</i> .....	64
<i>pentaradiatus</i> .....	87
<i>perforatus</i> .....	88
<i>perplexus</i> .....	100
<i>quinarius</i> .....	89
<i>saiipanensis</i> .....	90
<i>salisburgensis</i> .....	96
<i>strictus</i> .....	65
<i>tani</i> .....	82
<i>trinus</i> .....	79
<i>Favolithora</i> .....	61
<i>cyclopta</i> .....	62
<i>Lithostromation</i> .....	128
<i>perdurum</i> .....	128
<i>Lucianorhabdus</i> .....	127
<i>cayeuxi</i> .....	127
<i>dispar</i> .....	128
<i>Marthasterites</i> .....	108
<i>bramlettei</i> .....	113
<i>contortus</i> .....	112

	Seite
<i>furcatus</i> .....	108
<i>jucundus</i> .....	109
<i>riedeli</i> .....	113
<i>robustus</i> .....	109
<i>rotans</i> .....	111
<i>tribrachiatas</i> .....	110
<i>Micrantholithus</i> .....	121
<i>angulosus</i> .....	122
<i>flos</i> .....	121
<i>vesper</i> .....	121
<i>Nannotetraster</i> .....	100
<i>austriacus</i> .....	107
<i>concauus</i> .....	102
<i>crisatus</i> .....	104
<i>fulgens</i> .....	107
<i>mexicanus</i> .....	105
<i>pappi</i> .....	106
<i>staurophorus</i> .....	101
<i>spinosus</i> .....	105
<i>swasticoides</i> .....	104
<i>Pemma</i> .....	119
<i>papillatum</i> .....	120
<i>rotundum</i> .....	119
<i>Tetralithus</i> .....	123
<i>copulatus</i> .....	124
<i>gothicus</i> .....	124
<i>murus</i> .....	125
<i>pyramidus</i> .....	123
<i>quadratus</i> .....	125
<i>Trochastrites</i> .....	114
<i>bramlettei</i> .....	114
<i>Trochoaster</i> .....	130
<i>destandrei</i> .....	132
<i>operosus</i> .....	133
<i>simplex</i> .....	131

## Literaturverzeichnis

**ABERER, F. & BRAUMÜLLER, E.:**

1958 Über Helvetikum und Flysch im Raume nördlich Salzburg. — Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 49, S. 1—39, 3 Karten.

**BALDI-BEKE, M.:**

1960 Magyarországi miocén coccolithophoridák rétegtani jelentősége. — Földtani Közöny, Bd. XC, 2. Heft, S. 213—223, 3 Tafeln, Budapest.

**BERSIER, A.:**

1939 Discoastéridés et Coccolithophoridés des marnes oligocènes vaudoises. — Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., Vol. 60, Nr. 248, p. 229—248, Lausanne.

**BRAMLETTE, M. N. & RIEDEL, W. R.:**

1954 Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to recent coccolithophores. — Jour. Pal., vl. 28, no. 4, pp. 385—403, pls. 38—39.

1958 Significance of coccolithophorids in calcium carbonate deposition. — Geol. Soc. Amer., Bull., vol. 69, pp. 121—126.

1960 Age relations in early tertiary of Europe and America as indicated by Coccolithophorids and related microfossils. — Bull. Geol. Soc. Am. vol. 71, no. 12, S. 1832.

**BRIX, F.:**

1961 Beiträge zur Stratigraphie des Wienerwaldflysches auf Grund von Nannofossil-funden. — Erdölzeitschr., Jg. 77, H. 3, S. 89—100, 1 Karte. Wien-Hamburg.

**BRÖNNIMANN, P. & STRADNER, H.:**

1960 Die Foraminiferen- und Discoasteridenzonen von Kuba und ihre interkontinentale Korrelation. — Erdölzeitschr., Jg. 76, H. 10, S. 364—369, 1 Korrelations-Übersicht u. 44 Abb.

**CICHA, J. & ZAPLETALOVA, J.:**

1960 Stratigraphische Verbreitung der planktonischen Foraminiferen im Miozän der Karpatischen Becken. — Věstník Ú. Ú. G. 35, Praha.

**COLOM, G. & GAMUNDI, J.:**

1951 Sobre la extensión e importancia de las „Moronitas“ a lo largo de las formaciones acuitano-burdigalienses del estrecho nort-bético. — Rev. Estudios Geológicos, vol. 7, no. 14, pp. 331—385, pls. 25—36.

**DEFLANDRE, G.:**

1934 Les Discoastéridés, microfossiles calcaires incertae sedis. — Bull. Soc. franc. Microsc., vol. 3, pp. 59—67, 31 fig.

1939 Sur la présence de Coccolithophoridés et de Discoasteridés dans les marnes sabéliennes d' El Medhi. — Bull. Soc. Zool. de Fr., LXIV, 1939, p. 200—202.

1942 Possibilités morphogénétiques comparées du calcaire et de la silice à propos d'un nouveau type de microfossile calcaire de structure complexe, Lithostromation perdurum n. g. n. sp. — C.R.Acad.Sc., CCXIV, 1942, p. 917—919, 9 fig.

1947 Braarudosphaera nov. gen., type d'une famille nouvelle de Coccolithophoridés actuels a éléments composites. — C.R.Acad.Sc., CCXXV, 1947, p. 439—441, 5 fig.

1950 Observations sur les Coccolithophoridés, à propos d'un nouveau type de Braarudosphaeridés, Micrantholithus, à éléments élastiques. — C.R.Acad.Sc., CCXXXI, p. 1156—1158, 11 fig.

1950 Contribution à l'étude des Silicoflagellidés actuels et fossiles. — Microscopic, Bd. 2, p. 72 et seq. Paris.

- 1952 Classe des Coccolithophoridés, in P. P. GRASSÉ, *Traité de Zoologie*. — T. I. fasc. 1, p. 439—470, Fig. 339—364 bis.
- 1954 Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique. — *Ann. Paléont.*, 40, p. 115—176, 15 Pl., 127 fig. (gem. m. Ch. FERT).
- 1959 Sur les Nannofossiles calcaires et leur systématique. — *Rev. de Micropal.*, Vol. 2, no. 3, pp. 127—152, 4 pl.
- DEFLANDRE, G. & DEFLANDRE-RIGAUD:
- 1943 Fichier Micropaléontologique Général, Centre National de la Recherche Scientifique, 16, rue Pierre Curie, Paris 5<sup>e</sup>.  
In Vorbereitung: Coccolithophoridés actuels et fossiles.
- DROOGER, C. W.:
- 1956 Transatlantic correlation of the Oligo-Miocene by means of foraminifera. — *Micro-paleontology*, Vol. 41, Nr. 6, p. 514—518.
- EHRENBERG, C. G.:
- 1854 Mikrogeologie, das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. — Leipzig.
- ELLIS, B. F. & MESSINA, A. R.:
- 1940 Catalogue of Foraminifera, Mus. of Nat. Hist. New York.
- FRENGUELLI, J.:
- 1940 Consideraciones sobre los Silicoflagelados fosiles. — *Rev. Mus. La Plata, N. Ser.* 7, Bd. II (Secc. Pal.). La Plata.
- GARDET, M.:
- 1955 Contribution a l'étude des Coccolithes des terrains néogènes de l'Algérie. — *Publ. du service de la carte géol. de l'Algérie. Bull. no 5 Trav. des Collab.* 1954, p. 477—530, 1 fig., 11 pl. Alger.
- GRAN, H. H. & BRAARUD, T.:
- 1935 A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine. — *Jour. Biol. Board Canada*, vol. 1, pp. 279—467.
- KÜHN, O. & Mitarbeiter:
- 1930 Das Danien der äußeren Klippenzone bei Wien. — *Geol. pal. Abh. n. F.* 17, Jena.
- GRILL, R.:
- 1941 Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den benachbarten Molasse-Anteilen. — *Öl u. Kohle* 37, Wien.
- 1943 Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. — *Mitt. Reichsanst. f. Bodenf.*, Wien.
- 1953 Der Flysch, die Waschbergzone und das Jungtertiär um Ernstbrunn (NÖ.). — *Jb. Geol. B.A.*, Bd. 96, H. 1.
- HAY, W. W. & SCHAUB, H. W.:
- 1960 Discoasterides from the Schlierenflysch, Switzerland. — *Bull. Geol. Soc. of America*. Vol. 71, No. 12, Part 2, p. 1885.
- HILTERMANN, H.:
- 1956 Mikropaläontologische Arbeitsmethoden in den Vereinigten Staaten von Amerika. — *Erdöl und Kohle*, Jg. 9, S. 750—753.
- HÖRNES, M.:
- 1856 u. 1870 Die fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien. — 1. Univalven, *Abh. Geol. R.A. Wien*, 1856; 2. Bivalven, *Abh. Geol. R.A. Wien*, 1870.
- HOTTINGER, L. & SCHAUB, H.:
- 1960 Zur Stufengliederung des Paleozäns und des Eozäns. — *Eclogae Geol. Helvetiae*, Bd. 53, Nr. 1, Basel.

**JUKES-BROWNE, A. J. & HARRISON, J. B.:**

1892 The geology of Barbados, Part II, The oceanic deposits. — *Quart. Jour. Geol. Soc.*, vol. 48, pp. 170—226.

**KAMPTNER, E.:**

1948 Coccolithen aus dem Torton des Inneralpinen Wiener Beckens. — *Österr. Akad. Wiss., Math.-Naturwiss. Kl., Sitzber., Abt. 1, Bd. 157, S. 1—16, 2 Taf.*

1949 Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus dem Molukken-Archipel. — *Anz. Österr. Akad. wiss. math.-naturwiss. Kl.*, vol. 86, p. 77—80.

1952 Das mikroskopische Studium des Skelettes der Coccolithineen (Kalkflagellaten). I. u. II. Teil. — *Mikroskopie*, Bd. 7, H. 7/8 u. 11/12, S. 232—244 u. 375—386, Wien.

1954 Untersuchungen über den Feinbau der Coccolithen. — *Arch. f. Protistenkunde*, Bd. 100, H. 1, S. 1—90, Jena.

1955 Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus Insuline. Eine mikropaläontologische Untersuchung. — *Verh. kon. Nederl. Akad. Wet., Reihe 2, Teil 50, Nr. 2, S. 1—87, Taf. 1 bis 9, Amsterdam.*

1958 Betrachtungen zur Systematik der Kalkflagellaten, nebst Versuch einer neuen Gruppierung der Chrysoomonadales. — *Arch. f. Protistenkunde*, Bd. 103, H. 1/2, S. 54—116.

**KAPOUNEK, J., PAPP, A. & TURNOVSKY, K.:**

1960 Grundzüge der Gliederung von Oligozän und älterem Miozän in Niederösterreich nördlich der Donau. — *Verh. Geol. B.A.*, H. 2, Wien.

**KLUMPP, B.:**

1953 Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des Mittleren und Oberen Eozän. — *Paläontographica*, Bd. 103, Abt. A, S. 377—406, Taf. 16—20, Stuttgart.

**KREJCI-GRAF, K.:**

1955 Erdöl. — *Verst. Wiss.* Bd. 28, 2. Aufl., VI+165 S., 32 Abb., Springer, Berlin.

1961 Mikronaphtha und die Entstehung des Erdöls. — *Mitt. d. Geol. Ges. Wien*, Bd. 53, S. 133—176, 13 Tab.

**LECAL-SCHLAUDER, J.:**

1952 Sur un Protiste pélagique rattachable aux Discoastéridés. — *Arch. Zool. exp.*, vol. 89, N. et R. pp. 51—55, 2 fig.

**LOEBLICH, A. & Mitarbeiter:**

1957 Studies in Foraminifera. — *Bull. Unit. States Nat. Mus.* Bd. 213, Washington.

**MANIVIT, H.:**

1959 Contribution a l'étude des Coccolithes de l'éocène. — *Publ. du Lab. de Géol. Appl. Univ. d'Alger*, S. 1—52.

**MARTINI, E.:**

1958 Discoasteriden und verwandte Formen im NW-deutschen Eozän (Coccolithophorida) I. Teil. — *Senck. leth.* Bd. 39, S. 353—388, 31 Abb.

1959 II. Teil. — *Ibidem*, Bd. 40, S. 137—157, 6 Abb.

1959 *Pemna angulatum* und *Micrantholithus basquensis*, zwei neue Coccolithophoriden-Arten aus dem Eozän. — *Senck. leth.* Vol. 40, Nr. 5—6, S. 415—421, Taf. 1.

1959 Der stratigraphische Wert von Nannofossilien im nordwestdeutschen Tertiär. — *Erdöl und Kohle*, Bd. 12, S. 137—140, Hamburg.

1960 Braarudosphaeriden, Discoasteriden und verwandte Formen aus dem Rupelton des Mainer Beckens. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, Bd. 88, S. 65—87, Taf. 8—11, Wiesbaden 1960.

1960 Nannofossilien im polarisierten Licht. — *Photographie und Wissenschaft*, Jg. 9, S. 31.

1960 Nannoplankton in der Geologie. — *Die Umschau in Wiss. u. Techn.*, H. 13, S. 394 bis 397, 14 Bilder.

**MARTINI, E. & STRADNER, H.:**

1960 Nannotetraster, eine stratigraphisch bedeutsame neue Discoasteridengattung. — *Erdölzeitschr.*, Jg. 76, H. 8, S. 266—270, 19 Abb., 2 Tab., Wien-Hamburg.

NOEL, D.:

1958 Étude de Cocolithes du Jurassique et du Crétacé inférieur. — Publ. du Lab. de Géol. Appl. Univ. d'Alger, S. 156—196, 11 Tab., 61 Fig.

PAREJAS, E.:

1934 Sur quelques Actiniscus du Crétacé supérieur des Brasses (Préalpes médianes) et de l'île d'Elbe. — C.R.d.Séances d. l. Soc. d. Phys. et d'Hist. Nat. de Genève, vol. 51, Nr. 2, S. 100—107.

PAPP, A.:

1952 Über die Verbreitung und Entwicklung von Clithon usw. — Sitzber. Österr. Akad. wiss. math-naturw. Kl., Bd. 161, Wien.

1958 Probleme der Grenzziehung zwischen der helvetischen und tortonischen Stufe im Wiener Becken. — Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 49, Wien.

1959 Nummuliten aus dem Untereozän vom Kühlgraben am Fuße des Untersberges (Salzburg). — Verh. Geol. B.A., H. 2, Wien.

1959 Handbuch der stratigraphischen Geologie, Bd. III, Tertiär I. Teil, Stuttgart, Verlag F. Enke.

PAPP, A. & KÜPPER, K.:

1954 The Genus *Heterostegina* in the upper Tertiary of Europe. — Contr. Cushman Found. Foramin. Research, Massachusetts U.S.A.

PAPP, A. & TURNOVSKY, K.:

1953 Die Entwicklung der Uvigerinen im Vindobon (Helvet und Torton) des Wiener Beckens. — Jb. Geol. B.A., Bd. 96, Wien.

PREY, S.:

1957 Ergebnisse der bisherigen Forschungen über das Molassefenster von Rogatsboden (NÖ.). — Jb. Geol. B.A., Bd. 100, Wien.

le ROY, L. W.:

1948 The Foraminifera *Orbulina universa* d'Orb, a suggested Middle Tertiary time indicator. — Journ. Pal. Vol. 22, Menasha.

SCHAUB, H.:

1955 Zur Nomenklatur und Stratigraphie der europäischen Assilinen. — *Eclogae geol. Helv.*, Bd. 48, Basel.

SHAMRAY, I. A. & LAZAREVA, E. P.:

1956 Paleogenic Cocolithophoridae and their stratigraphic importance. — Dokl. Akad. Nauk. SSSR, Bd. 108, S. 711—714, Moskau.

SORBY, H. C.:

1861 On the organic origin of the so-called crystalloids of the chalk. — Ann. and Mag. Nat. Hist., Ser. 3, Vol. 8, S. 193—200.

STRADNER, H.:

1958 Die fossilen Discoasteriden Österreichs, I. Teil. — *Erdoelzeitschr.* Jg. 74, H. 6, S. 178—188, 38 Abb., 2 Diagramme.

1959 First Report on the Discoasters of the Tertiary of Austria and their Stratigraphic Use. — 5th World Petroleum Congress, Sect. I, Paper 60, p. 1081—1095, 30 fig., New York.

1959 Die fossilen Discoasteriden Österreichs, II. Teil. — *Erdoelzeitschr.* Jg. 75, H. 12, S. 472—488, 77 Abb. und 2 Diagramme.

1960 Namnotetraster, eine stratigraphisch bedeutsame neue Discoasteridengattung (gemeinsam mit E. MARTINI). — *Erdoelzeitschr.* Jg. 76, H. 8, S. 266—270, 19 Abb. und 2 Tab.

1960 Die Foraminiferen- und Discoasteridenzonen von Kuba und ihre interkontinentale Korrelation (gemeinsam mit P. BRÖNNIMANN). — *Erdoelzeitschr.* Jg. 76, H. 10, S. 364—369, 1 Taf. m. 40 Fig. und 2 schem. Abb. und eine stratigr. Übersicht.

- 1960 Über Nannoplankton-Invasionen im Sarmat des Wiener Beckens. — *Erdoelzeitschr.* Jg. 76, H. 12, S. 430—432, 2 Mikrophotos.
- 1961 Über fossile Silicoflagelliden und die Möglichkeit ihrer Verwendung in der Erdölstratigraphie. — *Erdöl u. Kohle*, 14. Jg., H. 2, S. 87—92, 3 Taf. m 106 Fig. und 1 Textabb.
- 1961 Vorkommen von Nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiär. — *Erdoelzeitschr.* Jg. 77, H. 3, S. 77—88, 99 Abb.
- SUJKOWSKI, Z. L.:
- 1930 Étude pétrographique du Crétacé de Pologne. La série de Lublin et sa comparaison avec la craie blanche. — *Bull. Serv. Géol. Pologne*, vol. 6.
- TAN SIN HOK:
- 1927 Over de samenstelling en het ontstaan van krijt-en mergelgesteenten van de Molukken. — *Jaarb. Mijnwezen Nederlandsch-Indie*, val. 1926, Verh. 3. Teil, S. 1 bis 165, Taf. 1—16, s'Gravenhage.
- TRAUB, F.:
- 1953 Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich Salzburg. — *Geol. Bav.* Nr. 15, S. 1—38, München.
- WASSOJEWITSCH, N. B.:
- 1950 Mikronjeft. — *Trudy WNICRI* 132, S. 131—162, Moskau.
- 1958 Probleme der Erdölgenese. — *Angew. Geologie* 4, S. 512—515.

### Nachtrag


(während der Drucklegung dieser Arbeit erschienen)

- BRAMLETTE, M. N. & SULLIVAN, F. R.:
- 1961 Coccolithophorids and related Nannoplankton of the early Tertiary in California. — *Micropaleontology*, Vol. 7, No. 2, pp. 129—188, pls. 1—14.
- MARTINI, E.:
- 1961 Nannoplankton aus dem Tertiär und der obersten Kreide von SW-Frankreich. — *Senck. leth.*, Bd. 42, H. 1, S. 1—41, Taf. 1—5, Frankfurt a. M. (Diese Arbeit lag nur als Bürstenabzug vor).

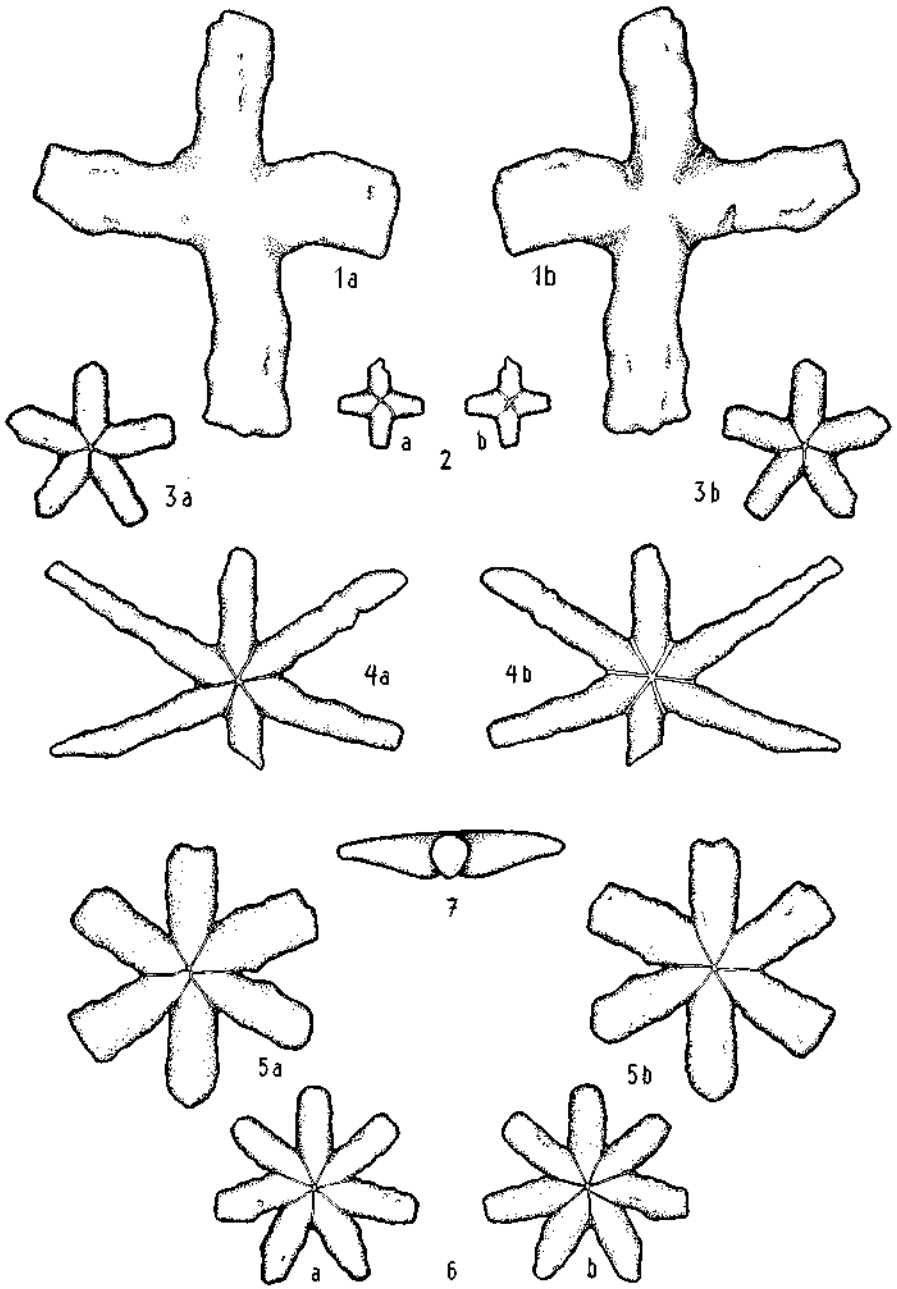
### Tafel 1

#### Figuren

- 1 *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL, großer 4strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 2 *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL, kleiner 4strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 3 *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL, 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 4 *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL, schlanker 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 5 *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 6 *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL, 7strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 7 *Discoaster aster* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht eines 6strahligen Asterolithen.
- Vorkommen und Fundort: Paleozän des Eitelgrabens, Salzburg, Stat. 18 c.

Maßstab:  
  
10  $\mu$





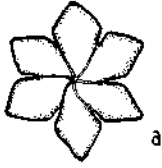
## Tafel 2

### Figuren

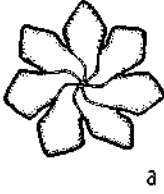
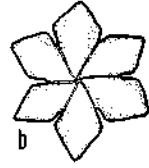
- 1 *Discoaster ornatus* STRADNER, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster ornatus* STRADNER, 7strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster ornatus* STRADNER, 8strahliger Asterolith,  
a) Facies superior mit vereinzelt Poren,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster ornatus* STRADNER, 8strahliger Asterolith,  
a) Facies superior mit vereinzelt Poren,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster ornatus* STRADNER, großer 8strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster ornatus* STRADNER, Seitenansicht eines 8strahligen Asterolithen.

Vorkommen und Fundorte: Paleozän des Kühlgrabens, Salzburg (Fig. 1—3, 5 u. 6);  
Torton des Matzener Ölfeldes (allochthon-heterochron?) (Fig. 4).

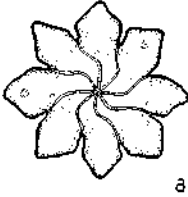
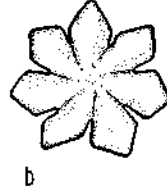
Maßstab:  
|—————|  
10  $\mu$



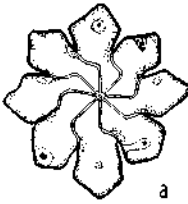
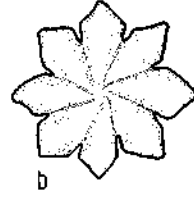
1



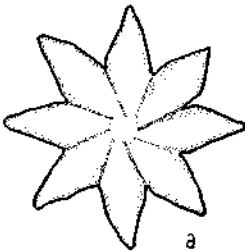
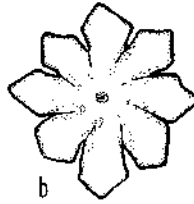
2



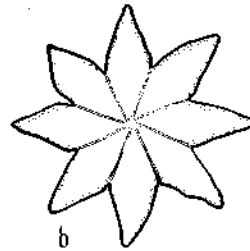
3



4



5



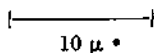
6

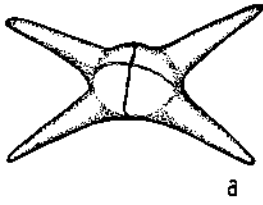
### Tafel 3

#### Figuren

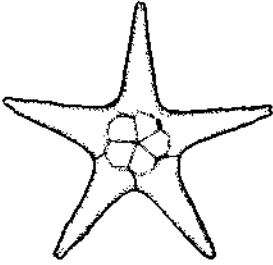
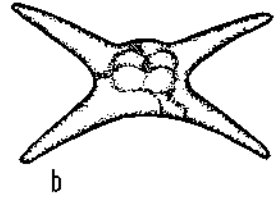
- 1 *Discoaster strictus* n. sp., 4strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 2 *Discoaster strictus* n. sp., 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 3 *Discoaster strictus* n. sp., 6strahliger Asterolith mit Endkerben,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 4 *Discoaster strictus* n. sp., kleiner 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 5 *Discoaster strictus* n. sp., großer 6strahliger Asterolith ohne Endkerben,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 6 *Discoaster strictus* n. sp., Seitenansicht eines 6strahligen Asterolithen.
- Vorkommen und Fundort: Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko.

Maßstab:

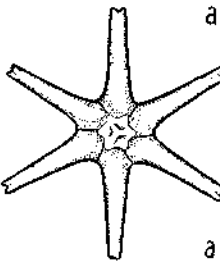
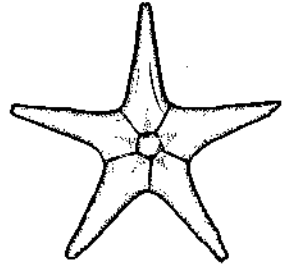




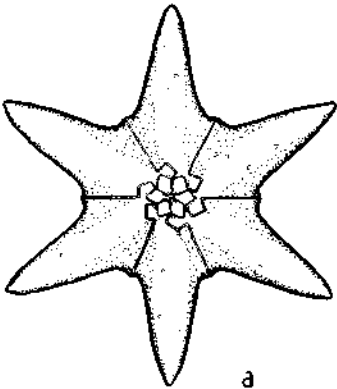
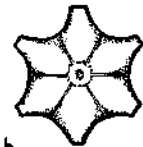
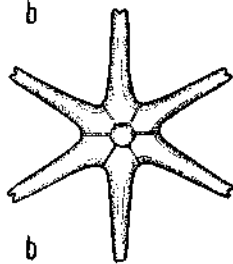
1



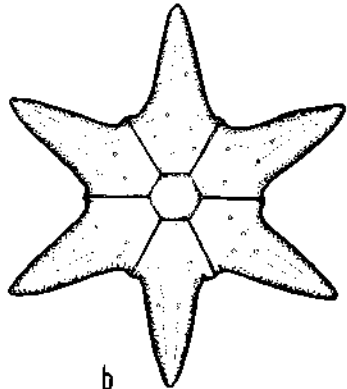
2



3



5

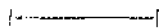


#### Tafel 4

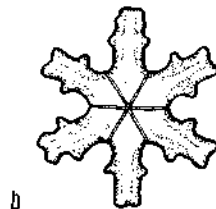
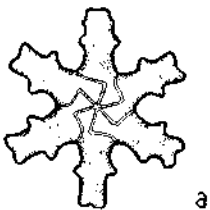
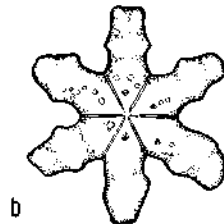
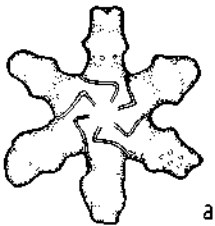
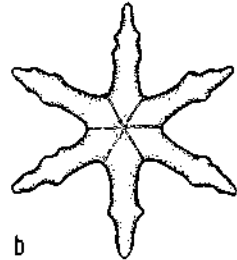
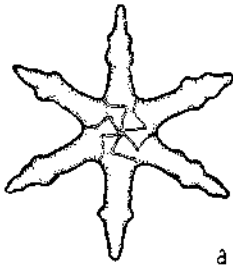
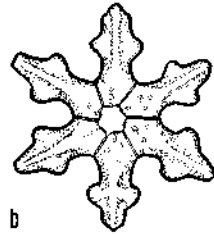
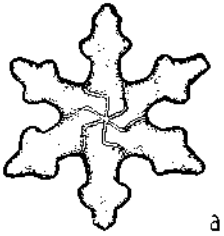
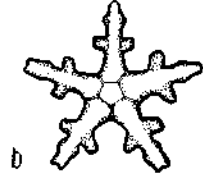
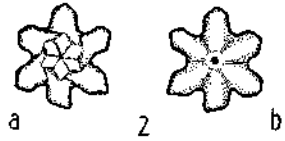
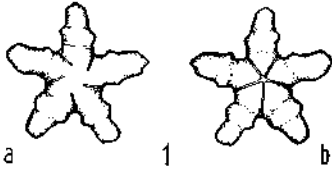
##### Figuren

- 1 *Discoaster binodosus* MARTINI, kleiner 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 2 *Discoaster binodosus* MARTINI, kleiner 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 3 *Discoaster binodosus* MARTINI, 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 4 *Discoaster binodosus* MARTINI, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 5 *Discoaster binodosus* MARTINI, schlanker 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 6 *Discoaster binodosus* MARTINI, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 7 *Discoaster binodosus* MARTINI, 6strahliger Asterolith mit deutlichen Endkerben,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- Vorkommen und Fundorte: Oberes Lutet von Seeham, Stat. 74 (Fig. 2—7); Rupel der Tiefbohrung Puchkirchen 1, OÖ. (Fig. 1).

Maßstab:



10  $\mu$



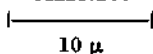
## Tafel 5

### Figuren

- 1 *Discoaster binodosus* MARTINI, 6strahliger Asterolith mit leicht geschwungenen Strahlen,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster binodosus* MARTINI, 7strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster binodosus* MARTINI, 7strahliger Asterolith mit zusätzlichen Knotenpaaren,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster binodosus* MARTINI, 8strahliger Asterolith (korrodiert?),
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster binodosus* MARTINI, großer 8strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster binodosus* MARTINI, Seitenansicht eines 5strahligen Asterolithen.

Vorkommen und Fundorte: Oberes Lutet von Seeham, Salzburg, Stat. 74 u. Oberes Lutet des Oichtentales, Salzburg, Stat. 258/8 (Fig. 1—3, 5 u. 6); Helvet der Tiefbohrung Korneuburg 1, NÖ. (allochthon-heterochron?) (Fig. 4).

Maßstab:

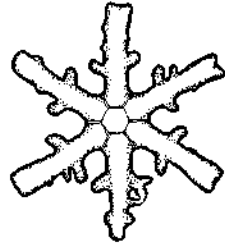






a

1

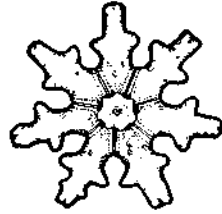


b

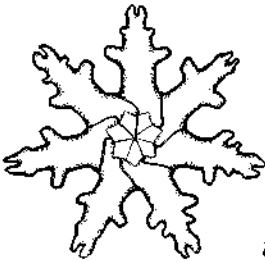


a

2

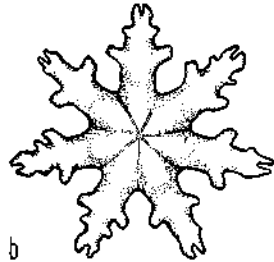


b



a

3



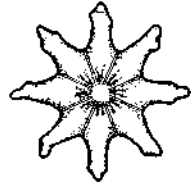
b



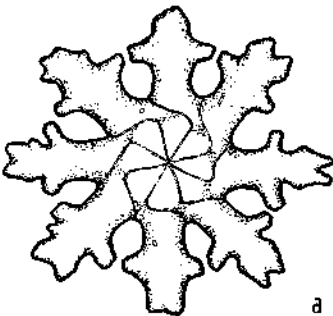
4a



6

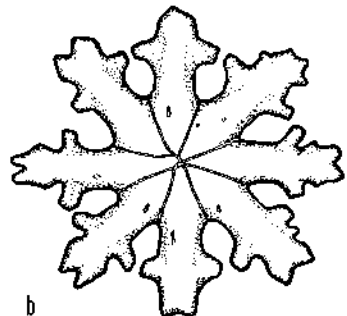


4b



a

5



b

## Tafel 6

### Figuren

- 1 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, dicker 3strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, 3strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, kleiner 4strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, 4strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, 7strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.

Vorkommen und Fundort: Unteres Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130.

Maßstab:



10  $\mu$



a

1



b



a

2



b

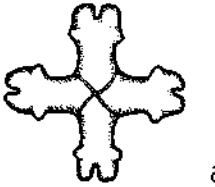


a

3

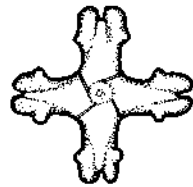


b

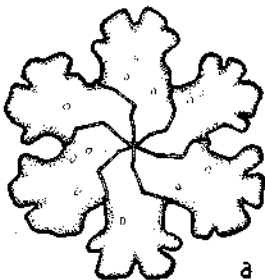


a

4

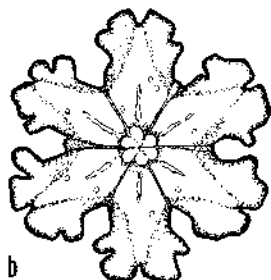


b

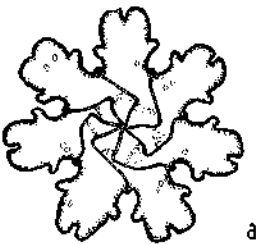


a

5

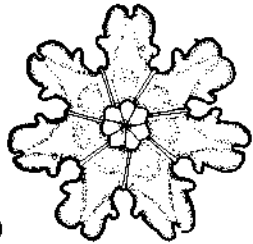


b



a

6



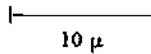
b

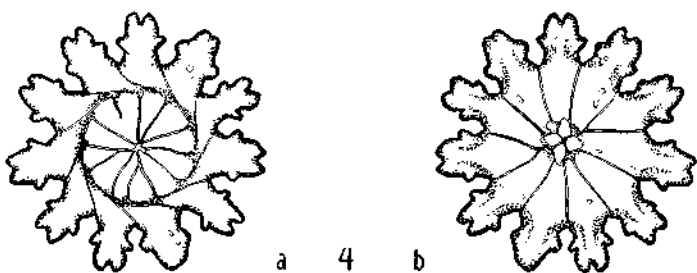
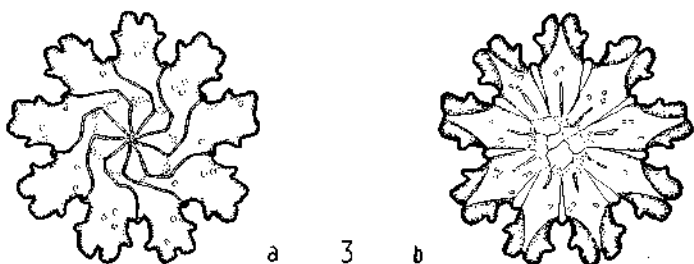
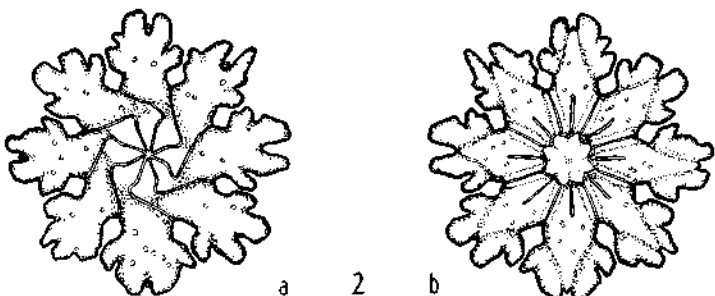
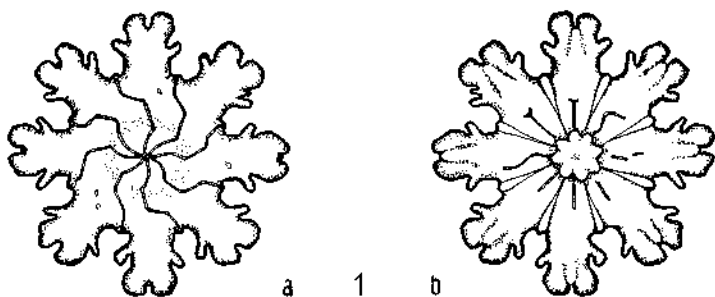
**Tafel 7**

**Figuren**

- 1 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, 8strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, 8strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, 9strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, 11strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster mirus* DEFLANDRE, Seitenansicht eines 8strahligen Asterolithen.
- Vorkommen und Fundort: Unteres Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130.

Maßstab:





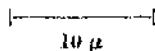
5

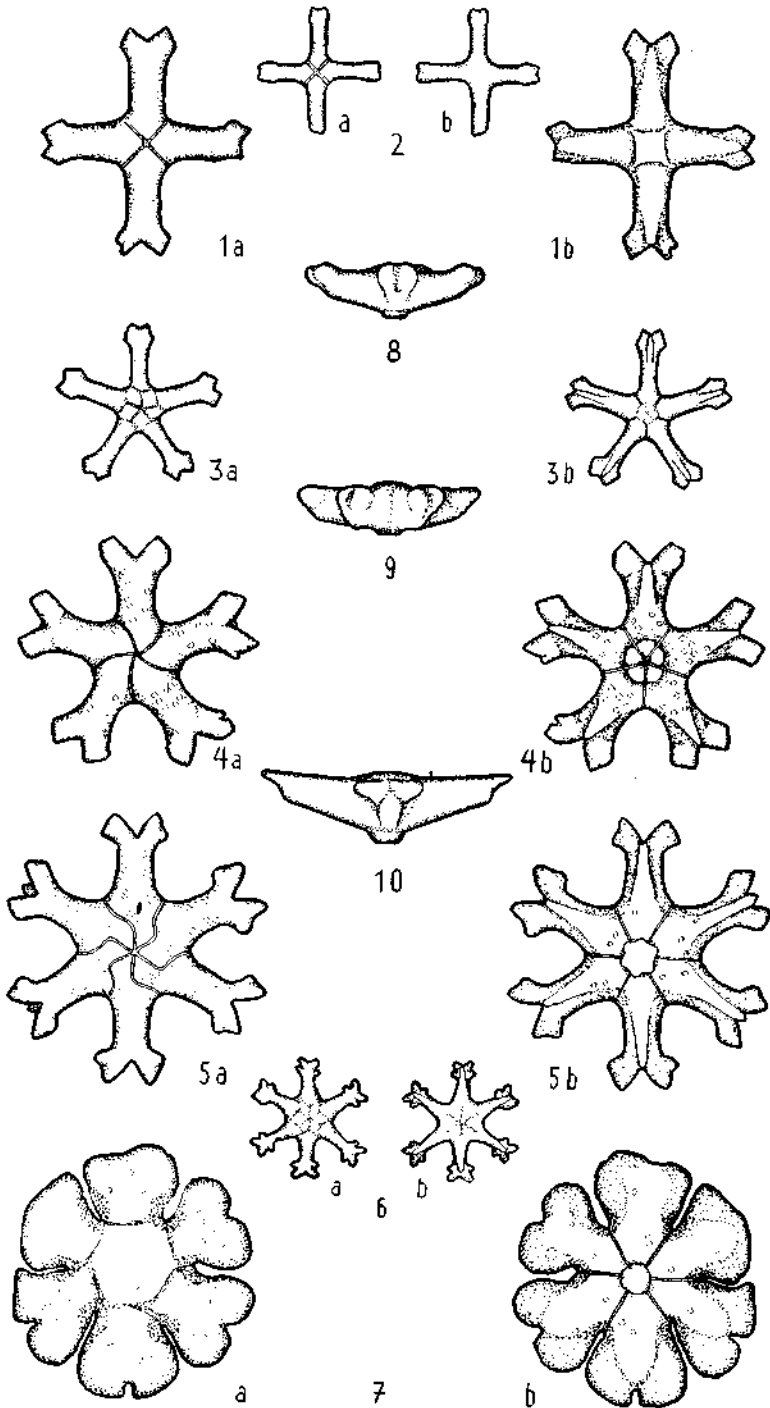
## Tafel 8

### Figuren

- 1 *Discoaster gemmifer* n. sp., 4strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 2 *Discoaster gemmifer* n. sp., kleiner 4strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 3 *Discoaster gemmifer* n. sp., kleiner 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 4 *Discoaster gemmifer* n. sp., großer 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 5 *Discoaster gemmifer* n. sp., 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 6 *Discoaster gemmifer* n. sp., sehr kleiner 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 7 *Discoaster gemmifer* n. sp., außergewöhnlich dicker 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
  - 8 u. 9 *Discoaster gemmifer* n. sp., Seitenansichten von 6strahligen Asterolithen.
  - 10 *Discoaster gemmifer* n. sp., Seitenansicht eines 5strahligen Asterolithen.
- Vorkommen und Fundort: Unteres Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130.

Maßstab:






### Tafel 9

#### Figuren

- 1 *Discoaster gemmifer* n. sp., Übergangsanomalie zwischen 6- und 7strahliger Form,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster gemmifer* n. sp., 7strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster gemmifer* n. sp., 8strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster gemmifer* n. sp., 9strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster gemmifer* n. sp., 10strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.

Vorkommen und Fundort: Unteres Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130.

Maßstab:  
  
10  $\mu$



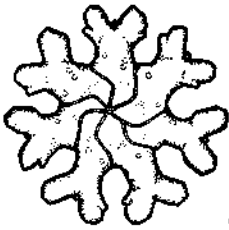


a

1

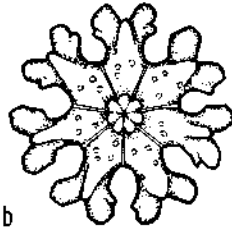


b

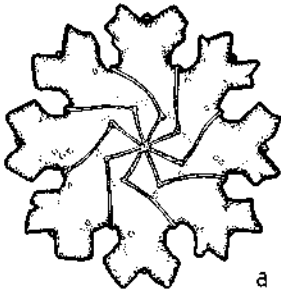


a

2

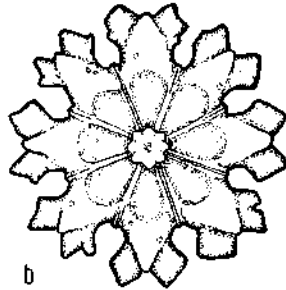


b

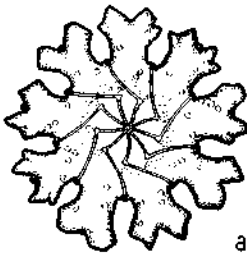


a

3

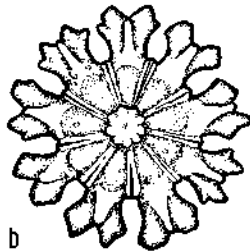


b

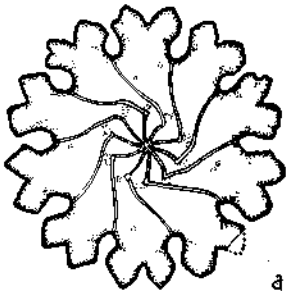


a

4

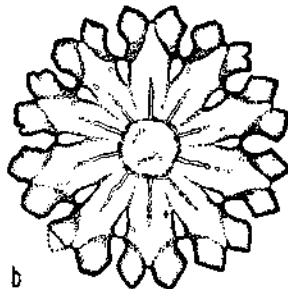


b



a

5



b

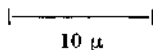
## Tafel 10

### Figuren

- 1 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, 5strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, großer 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith mit großer Zentralfläche,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, mittelgroßer 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht eines 6strahligen Asterolithen.

Vorkommen und Fundorte: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 37 (Fig. 3); Ober-Eozän von Marzoll, Salzburg (Fig. 2 u. 6); Mittel-Oligozän von Alazan, Mexiko (Fig. 4); Unter-Miozän von Coatzintla, Mexiko (Fig. 1 u. 5).

Maßstab:



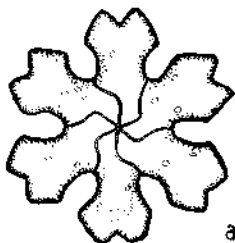


a

1

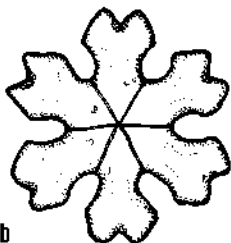


b



a

2

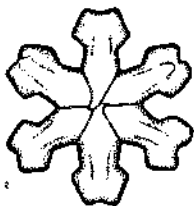


b



a

3



b



a

4



b



a

5



b



6

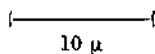
## Tafel 11

### Figuren

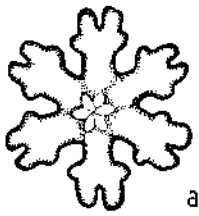
- 1 *Discoaster distinctus* MARTINI, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster munitus* n. sp., 7strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster nonradiatus* KLUMPF, 9strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA, mittelgroßer 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster corniger* SHAMRAY & LAZAREVA, großer 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster bronnimanni* n. sp., 7strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.

Vorkommen und Fundorte: Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Fig. 2 u. 6); Mittel-Eozän von Mattsee, Salzburg, Stat. 37 (Fig. 1 u. 3); Mittel-Eozän von Habana, Cuba, Universidad Formation (Fig. 5, das von BRONNIMANN & STRADNER 1960 erwähnte Exemplar); Unter-Miozän von Coatzintla, Mexiko (Fig. 4).

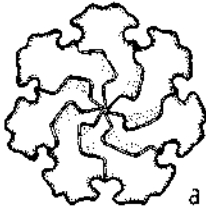
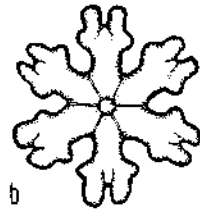
Maßstab:



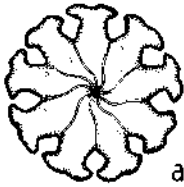
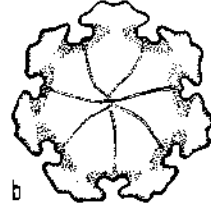
10  $\mu$



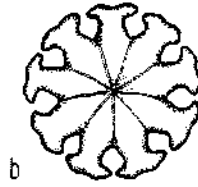
1



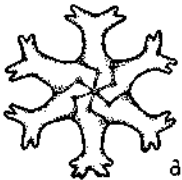
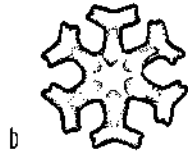
2



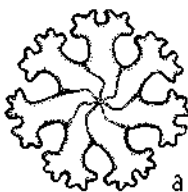
3



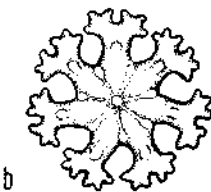
4



5



6



## Tafel 12

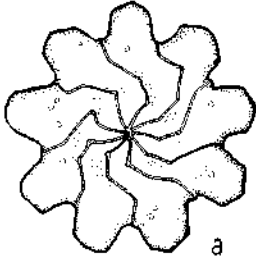
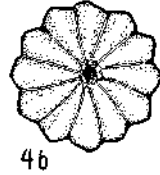
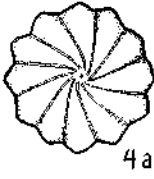
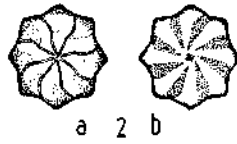
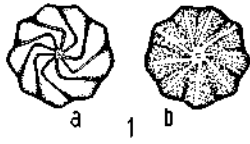
### Figuren

- 1 *Discoaster gemmeus* STRADNER, 9strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster gemmeus* STRADNER, 8strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster indet.*, kleiner 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster gemmeus* STRADNER, 12strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster hilli* TAN SIN HOK, 9strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster hilli* TAN SIN HOK, 7strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 7 *Discoaster hilli* TAN SIN HOK, 10strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 8 *Discoaster gemmeus* STRADNER, Seitenansicht.
- 9 *Discoaster hilli* TAN SIN HOK, Seitenansicht.

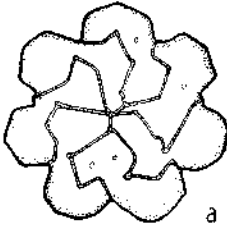
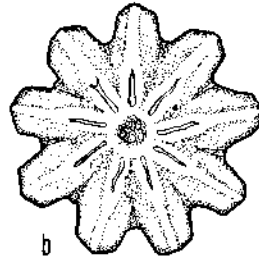
Vorkommen und Fundorte: Unteres Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130 (Fig. 1—6, 8 u. 9); Helvet der Tiefbohrung Korneuburg 1, NÖ. (Fig. 7).

Maßstab:

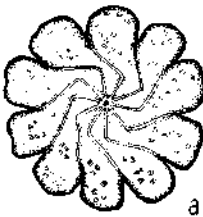
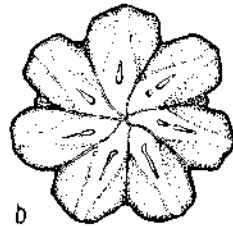
|—————|  
10  $\mu$



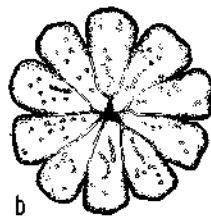
5



6



7



### Tafel 13

#### Figuren

- 1 *Discoaster cf. colleti* (PAREJAS) BERSIER, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster colleti* (PAREJAS) BERSIER, 7strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster colleti* (PAREJAS) BERSIER, 8strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster colleti* (PAREJAS) BERSIER, 9strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster colleti* (PAREJAS) BERSIER, großer 10strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster colleti* (PAREJAS) BERSIER, Seitenansicht.

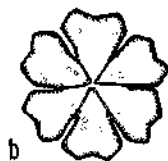
Vorkommen und Fundort: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 37.

Maßstab:  
|-----|  
10  $\mu$

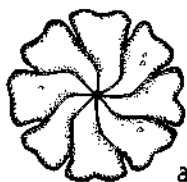




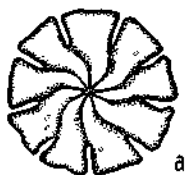
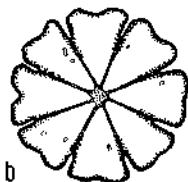
1



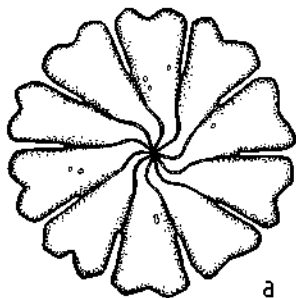
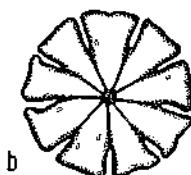
2



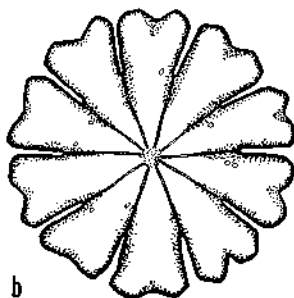
3



4



5



6

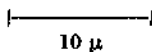
## Tafel 14

### Figuren

- 1 *Discoaster trinus* n. sp., 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster trinus* n. sp., 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster trinus* n. sp., 6strahliger Asterolith mit starker Betonung der 3strahligkeit,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster trinus* n. sp., 7strahliger Asterolith ohne „*Hemidiscoaster*“-zeichnung,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster molengraaffi* TAN SIN HOK, kleiner 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster molengraaffi* TAN SIN HOK, großer 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.

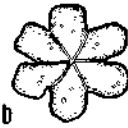
Vorkommen und Fundorte: Mittleres Lutet von Holzmannberg, Salzburg (Fig. 2—4); Helvet der Tiefbohrung Korneuburg 1, NÖ. (Fig. 1); Torton von Wien-Nußdorf (Fig. 5 u. 6).

Maßstab:

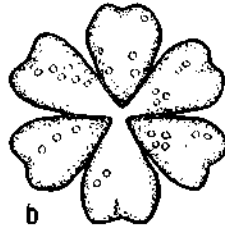




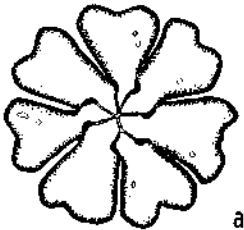
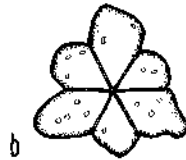
1



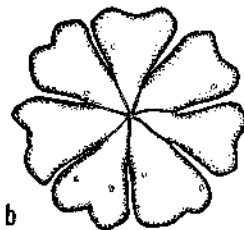
2



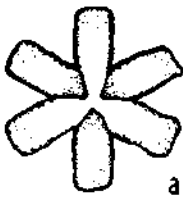
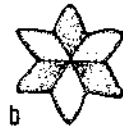
3



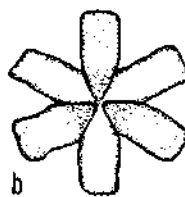
4



5



6



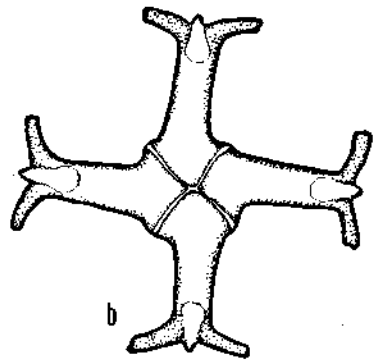
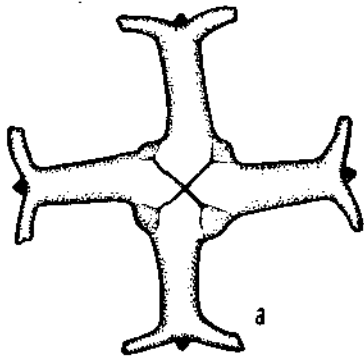
## Tafel 15

### Figuren

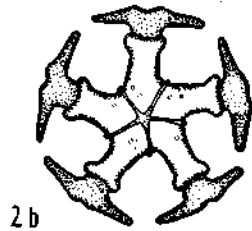
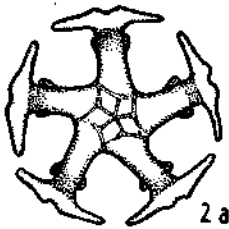
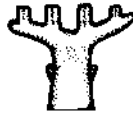
- 1 *Discoaster martinii* STRADNER, 4strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster martinii* STRADNER, 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster martinii* STRADNER, kleiner 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster martinii* STRADNER, großer 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster martinii* STRADNER, Einzelradius mit röhrenförmigen Fortsätzen (Facies superior, Schrägansicht).
- 6 *Discoaster martinii* STRADNER, Seitenansicht mit Querschnitt.

Vorkommen und Fundort: Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko.

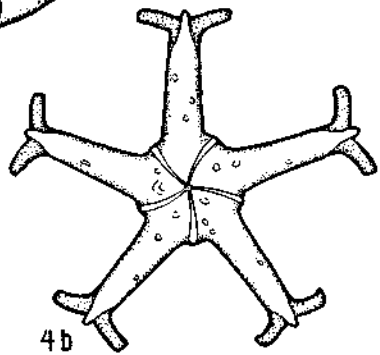
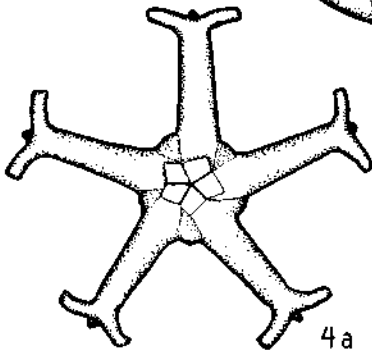
Maßstab:  
|-----|  
10  $\mu$



1



5



6

**Tafel 16**

**Figuren**

1 *Discoaster martinii* STRADNER, 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.

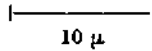
2 *Discoaster martinii* STRADNER, 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.

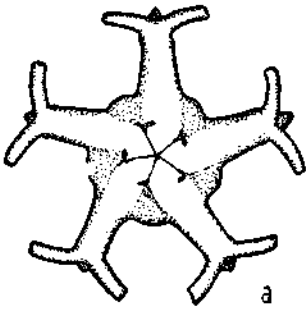
3 *Discoaster tani* BRAMLETTE & RIEDEL, kleiner 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.

4 *Discoaster tani* BRAMLETTE & RIEDEL, 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.

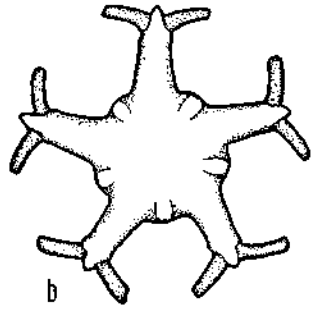
Vorkommen und Fundorte: Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Fig. 1 u. 2);  
Oberes Lutet von St. Pankraz, Stat. 97, Salzburg (Fig. 3 u. 4).

Maßstab:

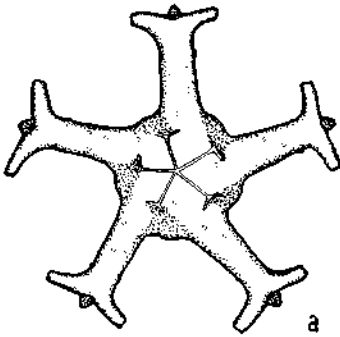




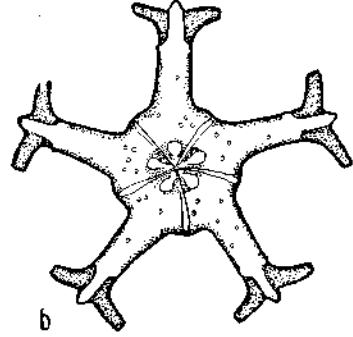
1



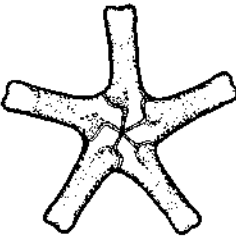
b



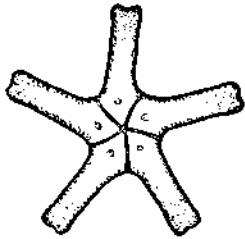
2



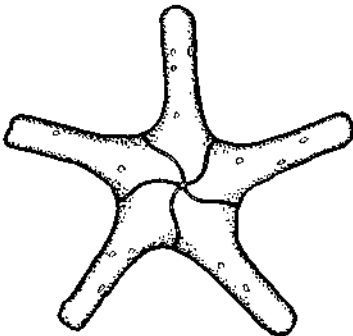
b



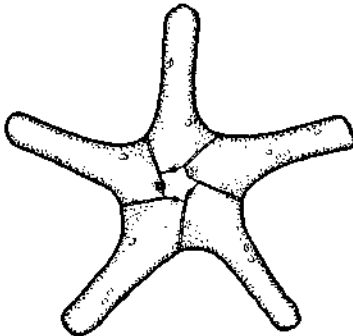
3



b



4



b

## Tafel 17

### Figuren

- 1 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, 3strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, kleiner 5strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, kleiner 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster musicus* STRADNER, kleiner 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster musicus* STRADNER, dicker 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, sehr kleiner 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 7 *Discoaster musicus* STRADNER, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 8 *Discoaster musicus* STRADNER, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 9 *Discoaster cf. musicus* STRADNER, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 10 *Discoaster musicus* STRADNER, Seitenansicht.

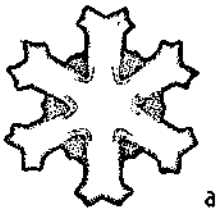
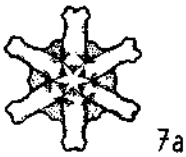
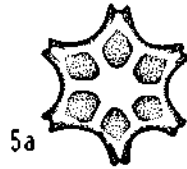
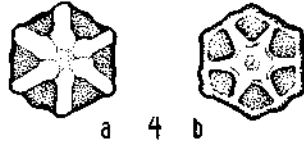
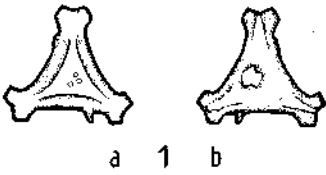
Vorkommen und Fundorte: Torton von Breschitza, Rumänien (Fig. 1, 2 u. 4); Unteres Torton von Baden bei Wien (Fig. 3); Unteres Torton von Frättingsdorf, NÖ. (Fig. 5 bis 10).

Maßstab:

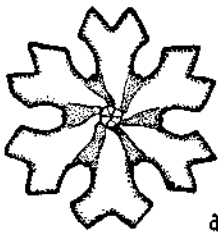
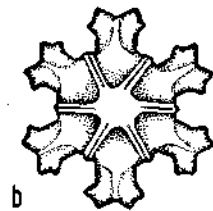


10  $\mu$





8



9



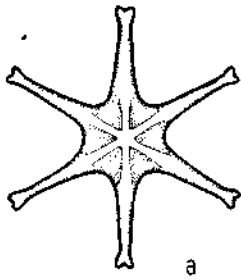
## Tafel 18

### Figuren

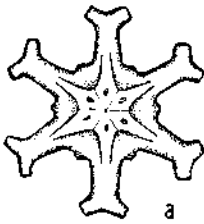
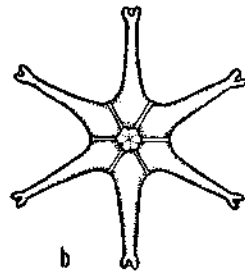
- 1 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, schlanker 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith (Übergangsform zu *Discoaster musicus* STRADNER),
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith (typisch),
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundorte: Unteres Torton von Breschitza, Rumänien (Fig. 1, 2, 4 u. 6); Unteres Torton von Baden bei Wien (Fig. 3); Tiefseeprobe der 2. Österreichischen Tiefsee-Expedition 1891, (rezent?) (Fig. 5).

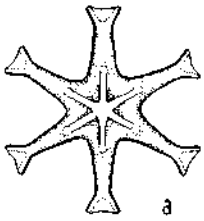
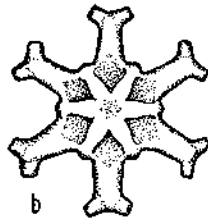
Maßstab:  
|-----|  
10  $\mu$



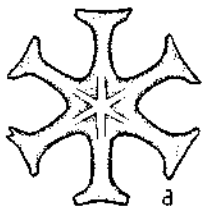
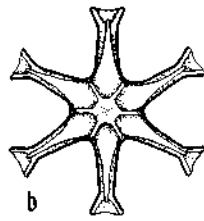
1



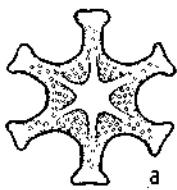
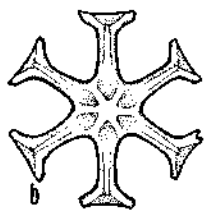
2



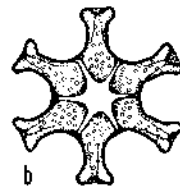
3



4



5




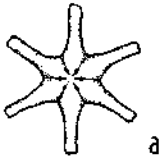
Tafel 19

Figuren

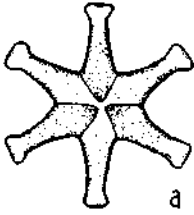
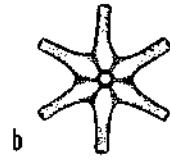
- 1 *Discoaster* cf. *challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, kleiner 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster* cf. *challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahlige Übergangsform zu *Discoaster molengraaffi* TAN SIN HOK,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster* cf. *challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster* ex gr. *challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, kleiner 6strahliger Asterolith mit Poren,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundorte: Torton von Nußdorf, Wien (Fig. 1—4 u. 6); Torton von Frättingsdorf, NÖ. (Fig. 5).

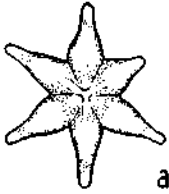
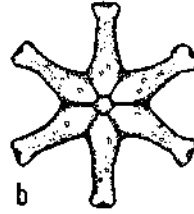
Maßstab:  
  
10  $\mu$



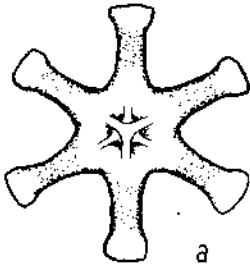
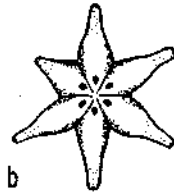
1



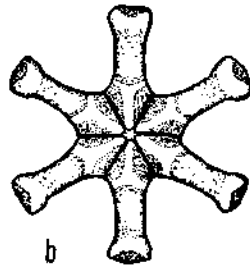
2



3



4



6



5



## Tafel 20

### Figuren

- 1 *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, 5strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, kräftiger 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, schlanker 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, großer 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundorte: Tortona von Tortona, Italien (Fig. 4 u. 5); Pliozän von Castell d'Arquato, Italien (Fig. 3 u. 6); Tiefseeprobe der 2. Österreichischen Tiefsee-Expedition 1891, (rezent?) (Fig. 1 u. 2).

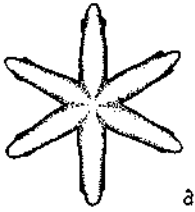
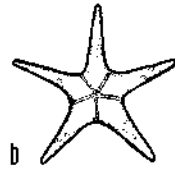
Maßstab:



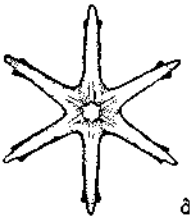
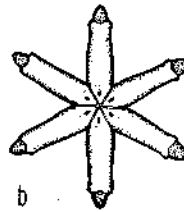
10  $\mu$



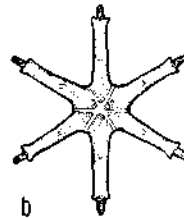
1



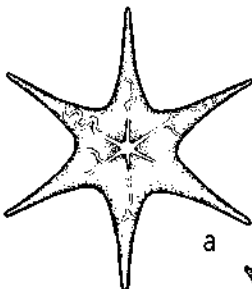
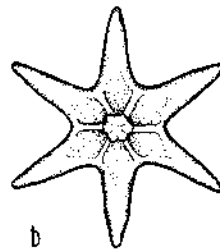
2



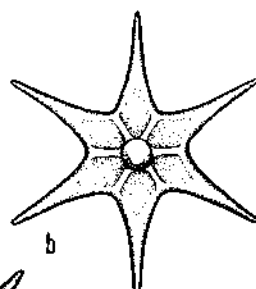
3



4



5



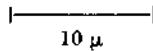
Tafel 21

Figuren

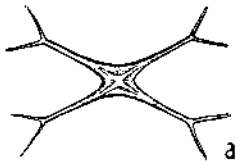
- 1 *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, 4strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 2 *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, kleiner 5strahliger Asterolith ohne Gabelung der Strahlen,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 3 *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, großer 5strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 4 *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, 5strahliger Asterolith ohne Gabelung der Strahlen,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 5 *Discoaster perforatus* STRADNER (Holotypus), 6strahliger Asterolith,
  - a) Facies superior,
  - b) Facies inferior.
- 6 *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundorte: Pliozän von Castell d'Arquato, Italien (Fig. 1—4 u. 6); Torton von Frättingsdorf, NÖ. (Fig. 5).

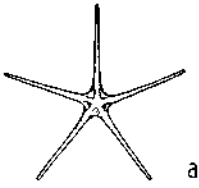
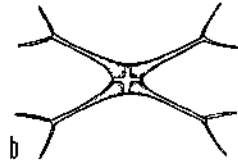
Maßstab:



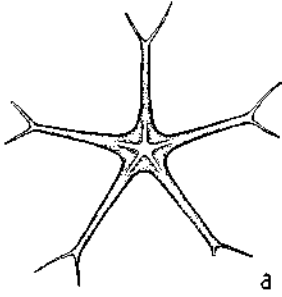
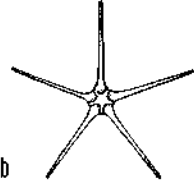




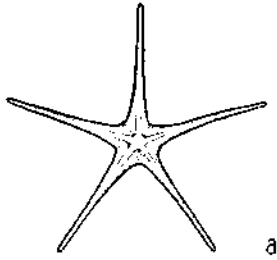
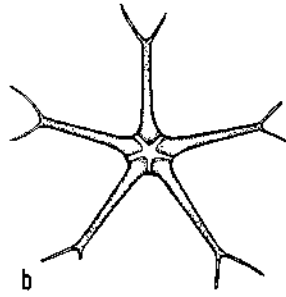
1



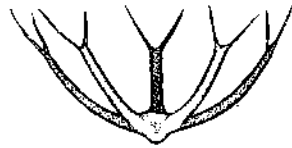
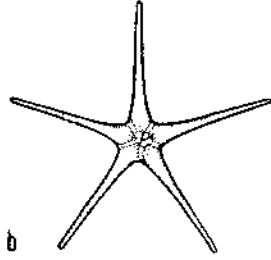
2



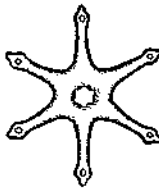
3



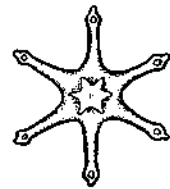
4



5



a



b

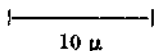
## Tafel 22

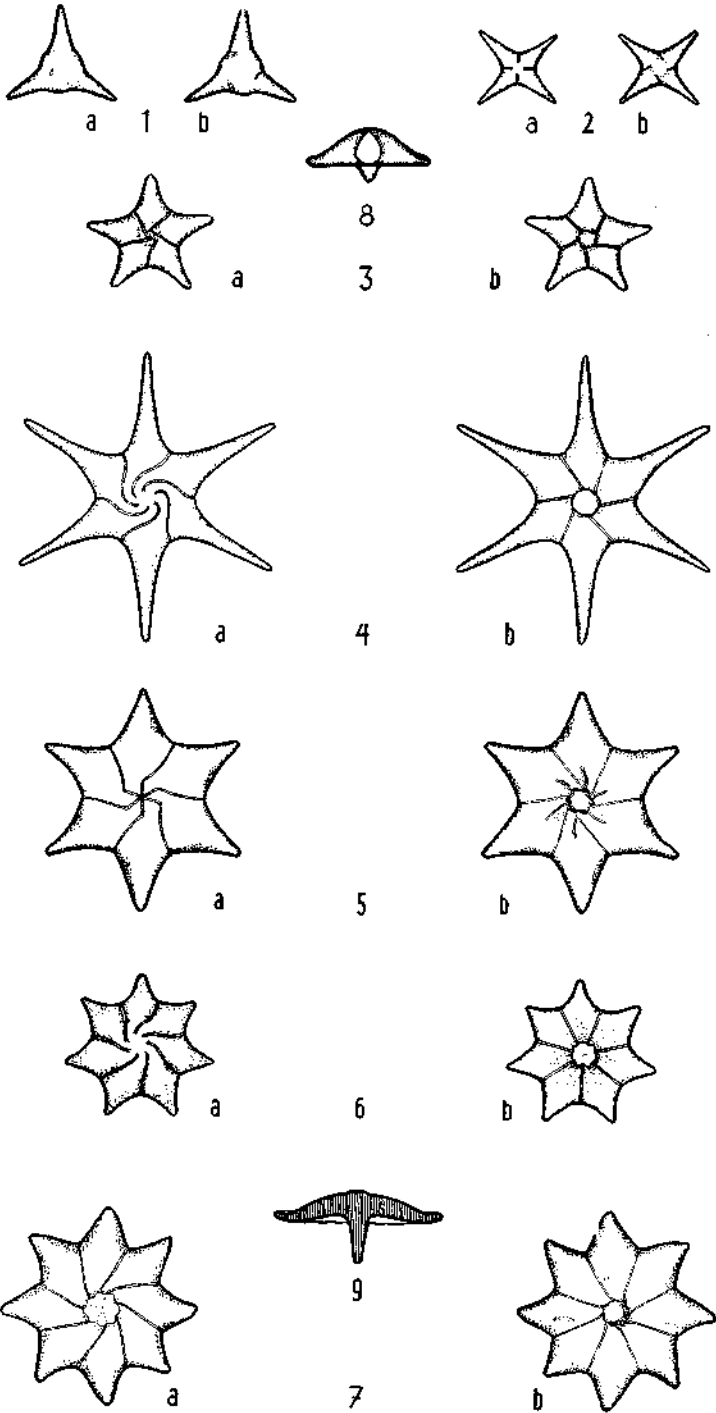
### Figuren

- 1 *Discoaster quinarius* (EHRENBERG) BERSIER, 3strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 2 *Discoaster quinarius* (EHRENBERG) BERSIER, 4strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 3 *Discoaster quinarius* (EHRENBERG) BERSIER, kleiner 5strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 4 *Discoaster quinarius* (EHRENBERG) BERSIER, sehr großer 6strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 5 *Discoaster quinarius* (EHRENBERG) BERSIER, großer 6strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 6 *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 7strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 7 *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 8strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 8 *Discoaster quinarius* (EHRENBERG) BERSIER, Seitenansicht.
- 9 *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundorte: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 37 (Fig. 1—5 u. 8);  
Oberes Lutet von Seeham, Stat. 74 (Fig. 6, 7 u. 9).

Maßstab:





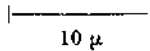
Tafel 23

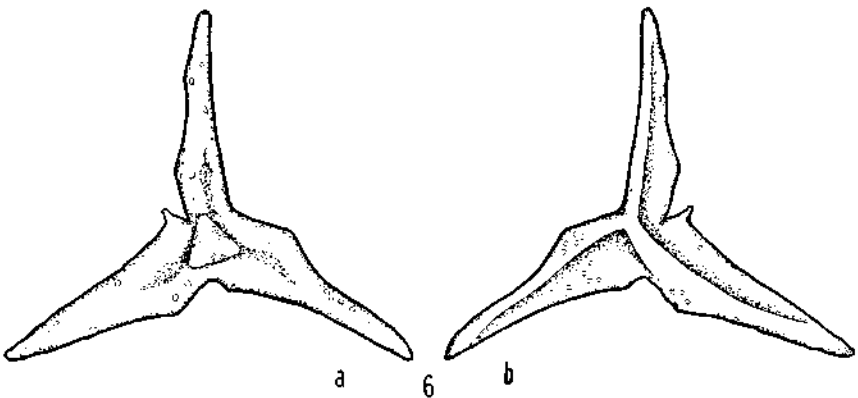
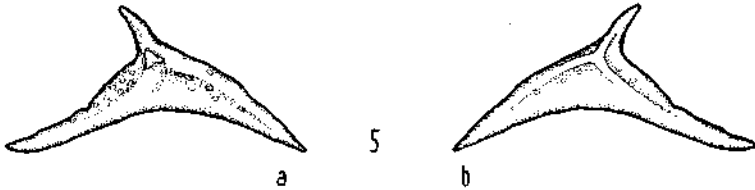
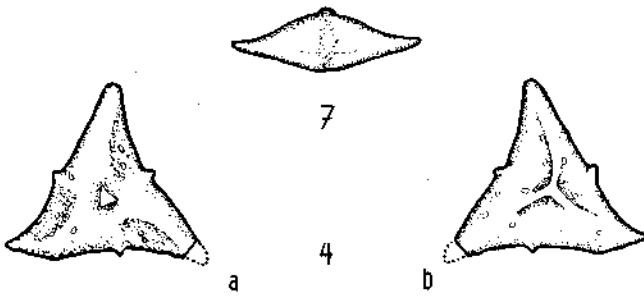
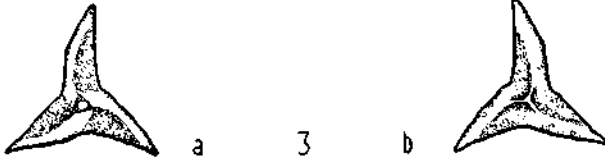
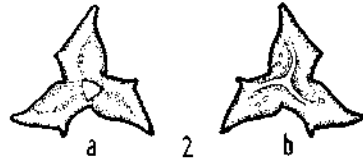
Figuren

- 1 *Discoaster currens* STRADNER, kleiner dreieckiger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 2 *Discoaster currens* STRADNER, kleiner 3strahliger Asterolith mit Dornfortsätzen,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 3 *Discoaster currens* STRADNER, 3strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 4 *Discoaster currens* STRADNER, mitteigroßer dreieckiger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 5 *Discoaster currens* STRADNER, 2½strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 6 *Discoaster currens* STRADNER, großer 3strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 7 *Discoaster currens* STRADNER, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundort: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130.

Maßstab:





## Tafel 24

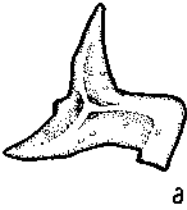
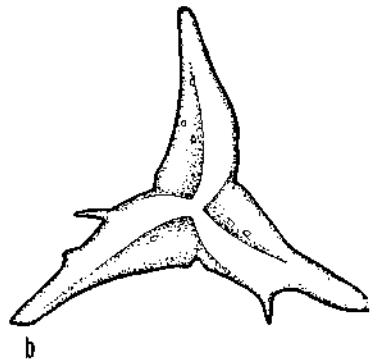
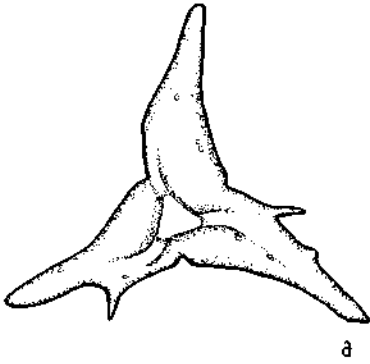
### Figuren

- 1 *Discoaster currens* STRADNER (Holotypus), großer 3strahliger Asterolith,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 2 *Discoaster currens* STRADNER, 3strahliger Asterolith mit sonderbarer Deformierung,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 3 *Discoaster currens* STRADNER, 3strahliger Asterolith, Übergangsform,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 4 *Discoaster currens* STRADNER, 3strahliger Asterolith mit gespaltene[m] Strahl,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.
- 5 *Discoaster currens* STRADNER, 3strahliger Asterolith mit gespaltene[m] Strahl,  
a) Facies dextrogyra,  
b) Facies laevogyra.

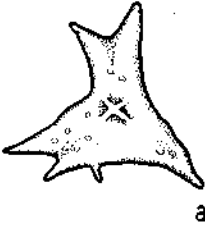
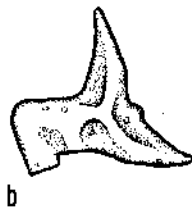
Vorkommen und Fundort: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130.

Maßstab:

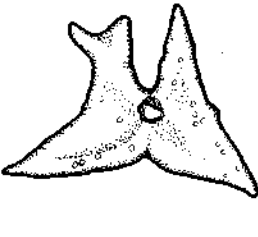
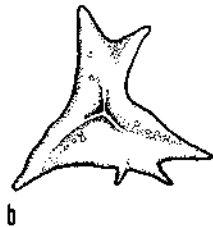
|—————|  
10  $\mu$



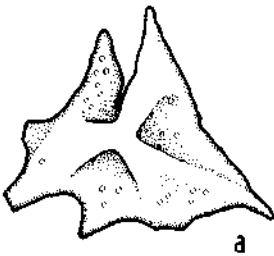
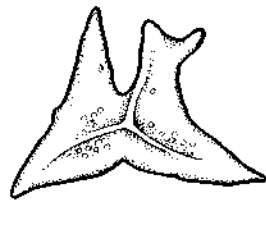
2



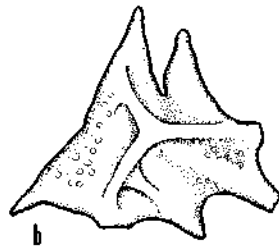
3



4



5

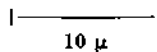


## Tafel 25

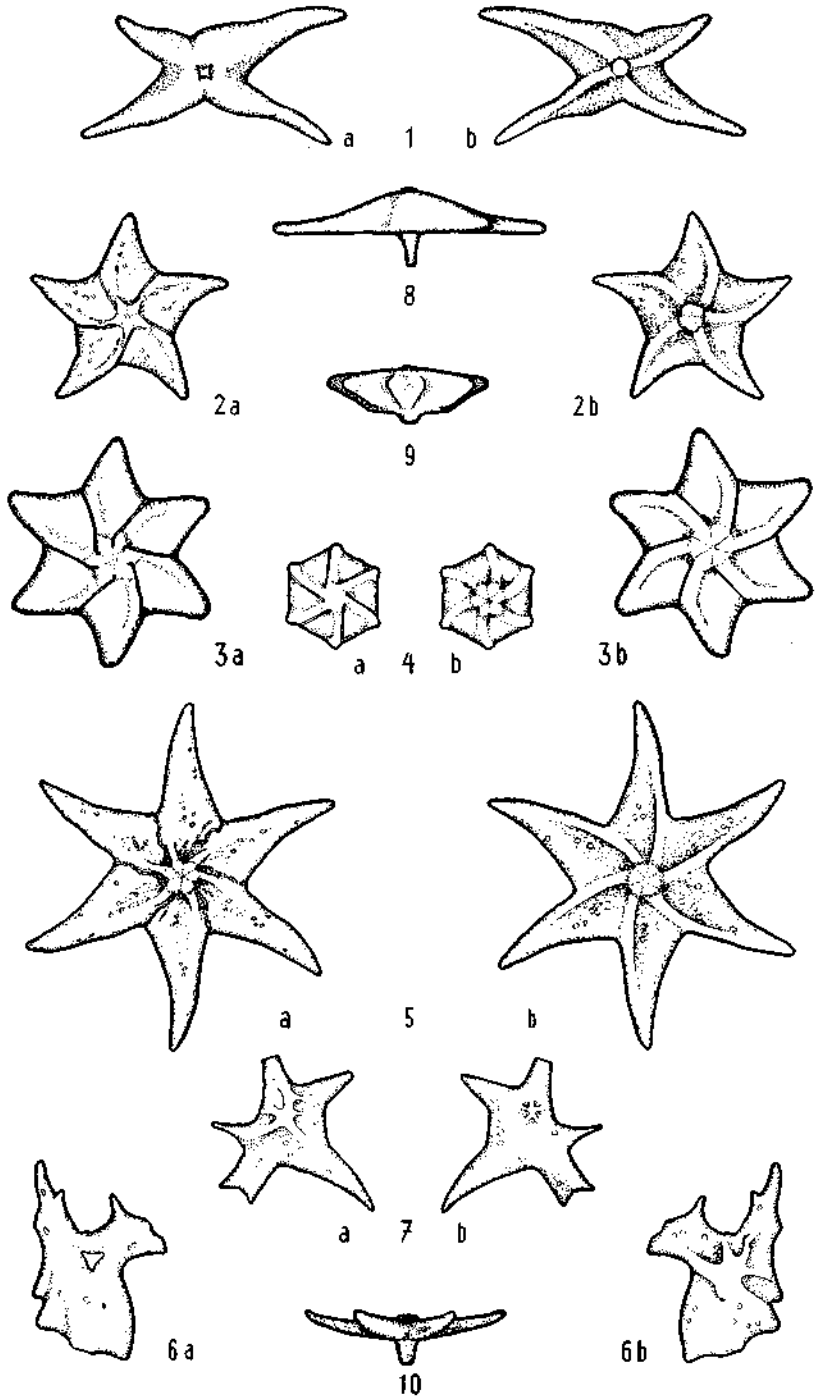
## Figuren

- 1 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 4strahliger Asterolith (Übergangsform zu *Discoaster currens* STRADNER),
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 2 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 5strahliger Asterolith,
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 3 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 6strahliger Asterolith,
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 4 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, robuster 6strahliger Asterolith,
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 5 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, großer 6strahliger Asterolith,
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 6 *Discoaster cf. lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, teratologischer Asterolith,
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 7 *Discoaster cf. lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, teratologischer Asterolith,
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 8 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL (Seitenansicht zu Fig. 1).
  - 9 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht eines 7strahligen Asterolithen.
  - 10 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht eines 6strahligen Asterolithen.
- Vorkommen und Fundorte: Paleozän des Kühlgrabens, Salzburg (Fig. 3 u. 9); Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130 (Fig. 1, 2, 4—8 u. 10).

Maßstab:





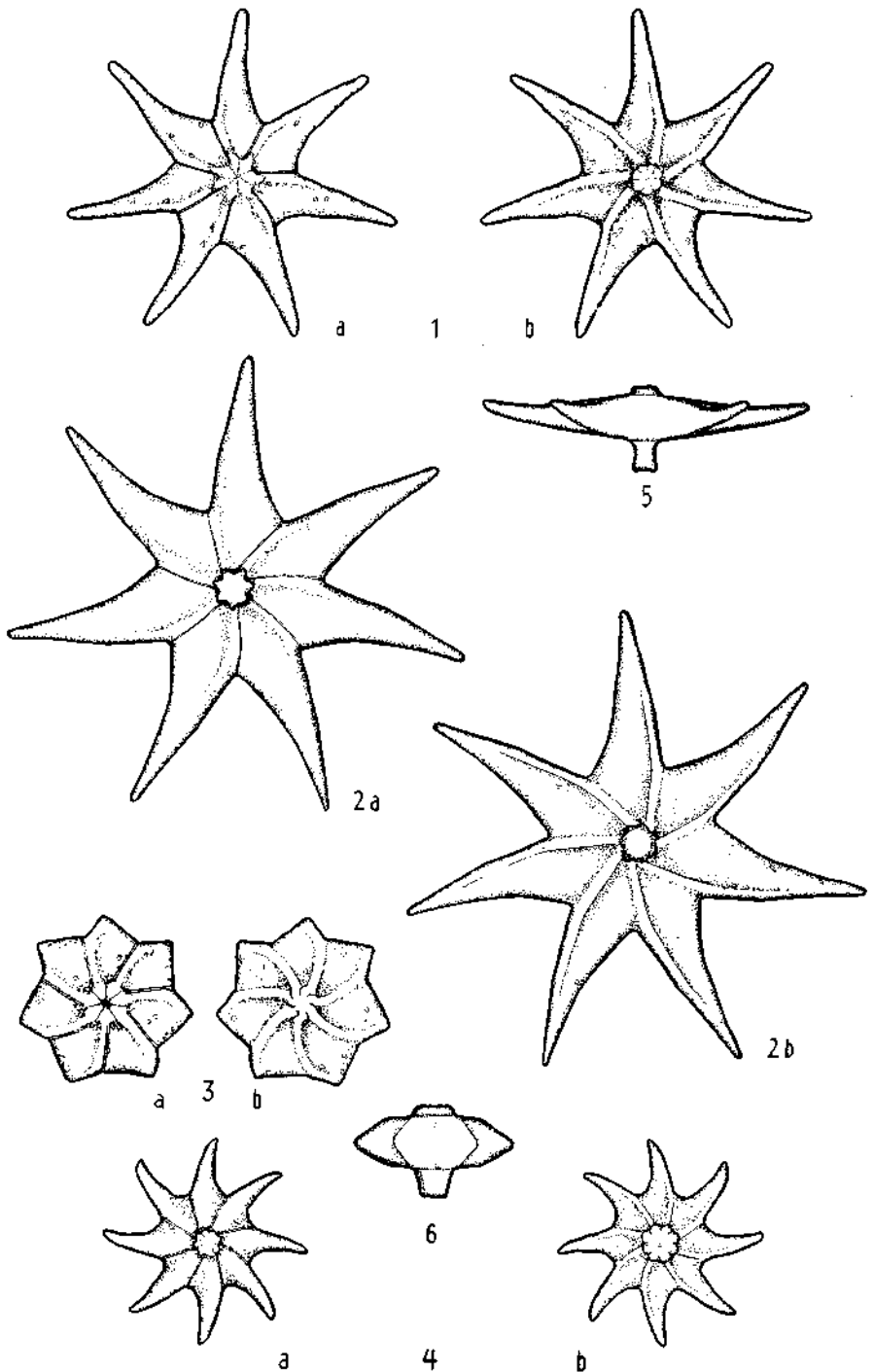


## Tafel 26

### Figuren

- 1 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 7strahliger Asterolith,
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 2 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, sehr großer 7strahliger Asterolith,
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 3 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, gedrungen gebauter 7strahliger Asterolith.
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 4 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 8strahliger Asterolith,
    - a) Facies dextrogyra,
    - b) Facies laevogyra.
  - 5 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht eines großen 6strahligen Asterolithen.
  - 6 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht eines gedrungen gebauten 6strahligen Asterolithen.
- Vorkommen und Fundort: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130 (Fig. 1—3, 5 u. 6) und Stat. 138 (Fig. 4).

Maßstab:  
|-----|  
10  $\mu$



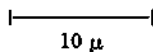
## Tafel 27

### Figuren

- 1 *Discoaster kuepperi* STRADNER, 7strahliger Asterolith,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 2 *Discoaster kuepperi* STRADNER, 8strahliger Asterolith,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 3 *Discoaster kuepperi* STRADNER, 9strahliger Asterolith (Holotypus),  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 4 *Discoaster kuepperi* STRADNER, 10strahliger Asterolith,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 5 *Discoaster kuepperi* STRADNER, Seitenansicht.
- 6 *Discoaster kuepperi* STRADNER, Querschnitt.

Vorkommen und Fundort: Unteres Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130.

Maßstab:





a

1



b

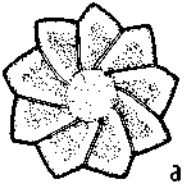


a

2



b

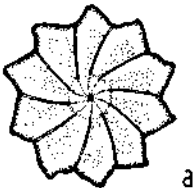


a

3

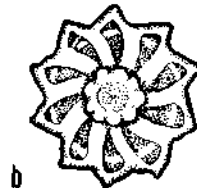


b



a

4



b



5



6

## Tafel 28

### Figuren

- 1 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK sens. emend., kleiner 8strahliger Asterolith,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 2 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK sens. emend., 12strahliger Asterolith,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 3 *Discoaster salisburgensis* n. sp., 17strahliger Asterolith,  
a) Facies cf. convexa,  
b) Facies cf. concava.
- 4 *Discoaster elegans* BRAMLETTE & SULLIVAN, 10strahliger Asterolith,  
a) Facies cf. convexa,  
b) Facies cf. concava.
- 5 *Discoaster salisburgensis* n. sp., Seitenansicht.
- 6 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK sens. emend., Seitenansicht.

Vorkommen und Fundorte: Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 37 (Fig. 1, 2 u. 6);  
Paleozän des Kühlgrabens, Salzburg (Fig. 3 u. 5); Mittleres Eozän von Guyabal,  
Mexiko (Fig. 4).

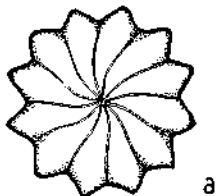
Maßstab:



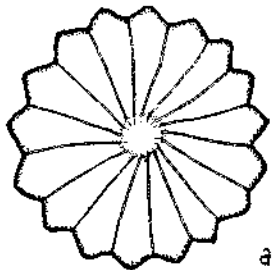
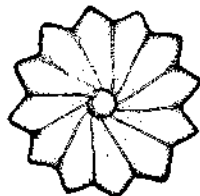
10  $\mu$



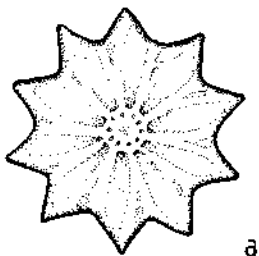
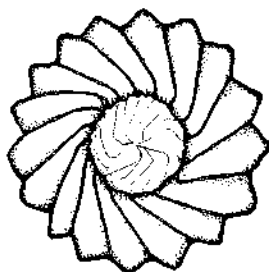
1



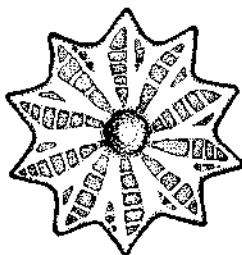
2



3



4



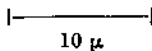
Tafel 29

Figuren

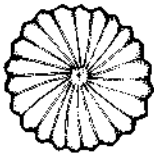
- 1 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, 22strahliger Asterolith,  
a) Facies cf. convexa,  
b) Facies cf. concava.
- 2 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, 26strahliger Asterolith,  
a) Facies cf. convexa,  
b) Facies cf. concava.
- 3 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, 20strahliger Asterolith,  
a) Facies cf. convexa,  
b) Facies cf. concava.
- 4 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, 25strahliger Asterolith,  
a) Facies cf. convexa,  
b) Facies cf. concava.
- 5 u. 6 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, Querschnitte zweier verschiedener Asterolithen.
- 7 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundort: Unter-Eozän des Kühlgrabens, Salzburg.

Maßstab:

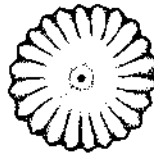




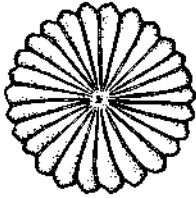


a

1

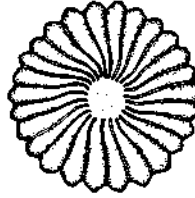


b

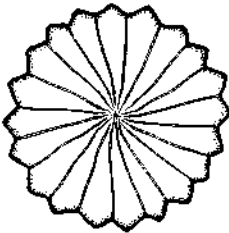


a

2

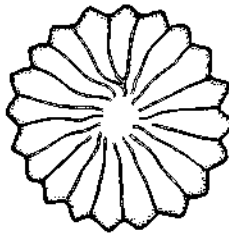


b

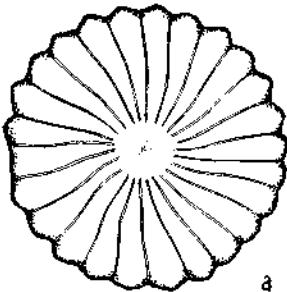


a

3

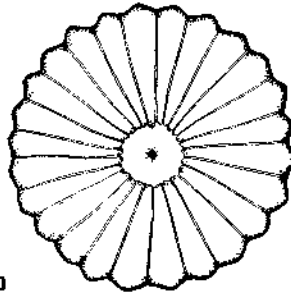


b



a

4



b



5



6



7

### Tafel 30

#### Figuren

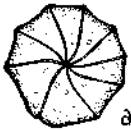
- 1 *Discoaster perplexus* BRAMLETTE & RIEDEL, 9strahliger Asterolith,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 2 *Discoaster perplexus* BRAMLETTE & RIEDEL, 10strahliger Asterolith,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 3 *Discoaster perplexus* BRAMLETTE & RIEDEL, 11strahliger Asterolith mit fehlenden  
Zwischenstrahlen,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 4 *Discoaster perplexus* BRAMLETTE & RIEDEL, 11strahliger Asterolith,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 5 *Discoaster perplexus* BRAMLETTE & RIEDEL, 10strahliger Asterolith mit 2 Zwischen-  
strahlen,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 6 *Discoaster perplexus* BRAMLETTE & RIEDEL, 12strahliger Asterolith,  
a) Facies convexa,  
b) Facies concava.
- 7 *Discoaster perplexus* BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundort: Tiefseeprobe der 2. Österreichischen Tiefsee-Expedition 1891,  
(rezent ?).

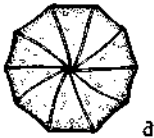
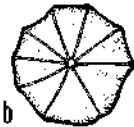
Maßstab:



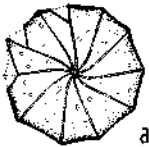
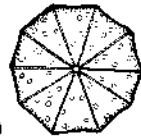
10  $\mu$



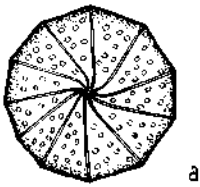
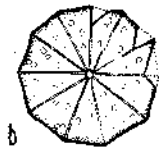
1



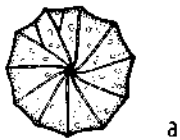
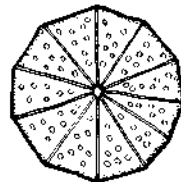
2



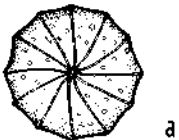
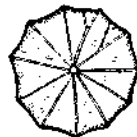
3



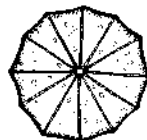
4



5



6



7

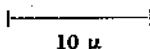
## Tafel 31

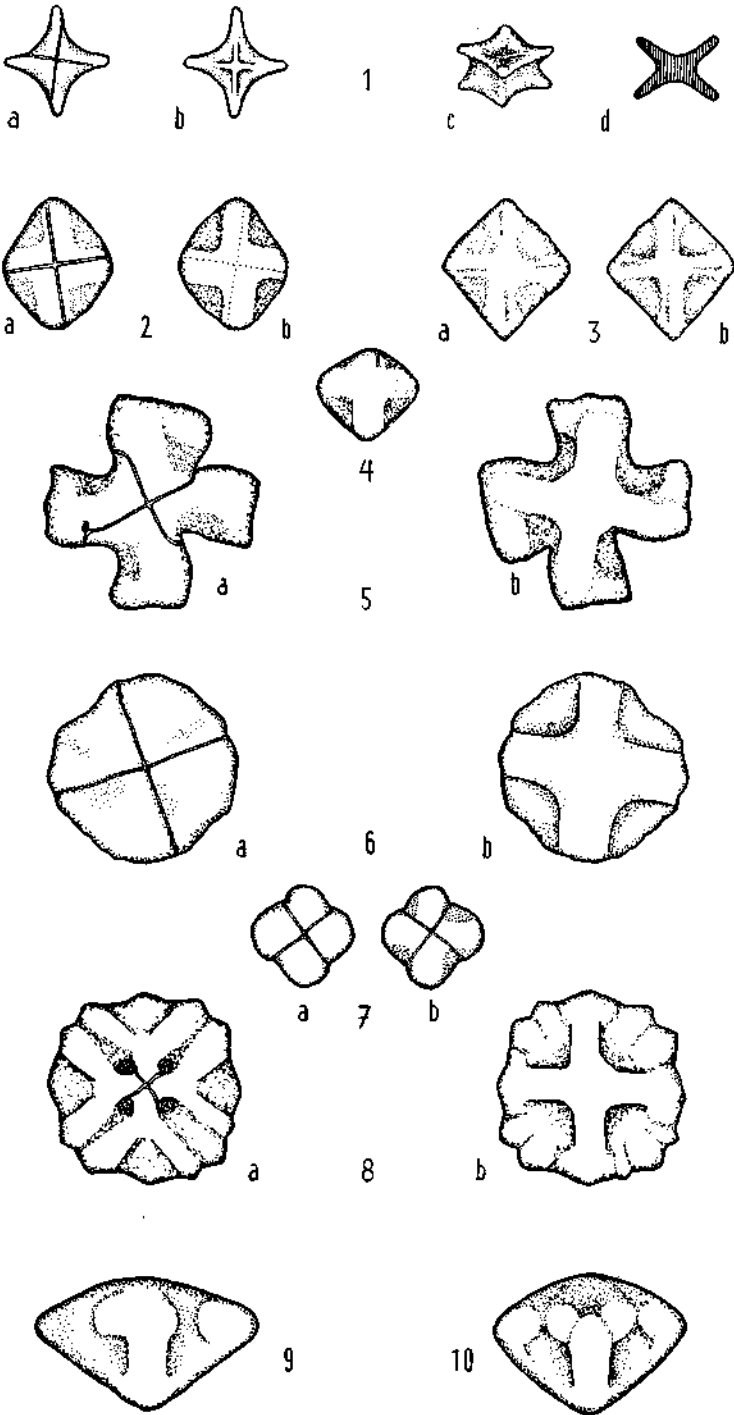
## Figuren

- 1 *Nannotetraster concavus* STRADNER, 4strahlige Asterolithen,  
 a) Facies lineata,  
 b) Facies cruciata,  
 c) Seitenansicht (schräg),  
 d) Querschnitt.
- 2 *Nannotetraster staurophorus* (GARDET) MARTINI & STRADNER, etwas abgerundeter Asterolith,  
 a) Facies lineata,  
 b) Facies cruciata mit von der Facies durchschimmernden Unterteilungslinien (punktiert).
- 3 *Nannotetraster staurophorus* (GARDET) MARTINI & STRADNER, großer Asterolith,  
 a) Facies lineata,  
 b) Facies cruciata.
- 4 *Nannotetraster staurophorus* (GARDET) MARTINI & STRADNER, Seitenansicht.
- 5 *Nannotetraster swasticoides* (MARTINI) MARTINI & STRADNER, großer Asterolith,  
 a) Facies lineata,  
 b) Facies cruciata.
- 6 *Nannotetraster swasticoides* (MARTINI) MARTINI & STRADNER, atypischer, stark korrodierter Asterolith,  
 a) Facies lineata,  
 b) Facies cruciata.
- 7 *Nannotetraster swasticoides* (MARTINI) MARTINI & STRADNER, kleiner Asterolith,  
 a) Facies lineata,  
 b) Facies cruciata.
- 8 *Nannotetraster cristatus* (MARTINI) MARTINI & STRADNER, mittelgroßer Asterolith,  
 a) Facies lineata,  
 b) Facies cruciata.
- 9 *Nannotetraster swasticoides* (MARTINI) MARTINI & STRADNER, Seitenansicht.
- 10 *Nannotetraster cristatus* (MARTINI) MARTINI & STRADNER, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundorte: Obere Kreide des Oichtentales, Salzburg (Fig. 1); Obere Kreide des Leopoldsberges bei Wien (Fig. 2—4); Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 37 (Fig. 5—10).

Maßstab:



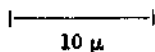


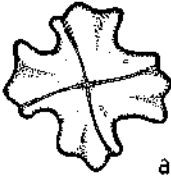
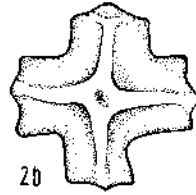
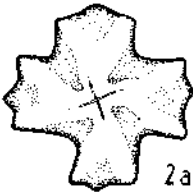
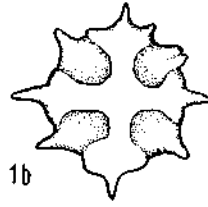
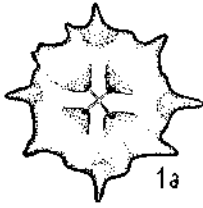
### Tafel 32

#### Figuren

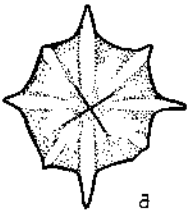
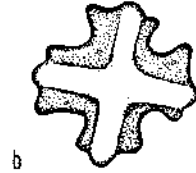
- 1 *Nannotraster spinosus* STRADNER, mittelgroßer Asterolith,
    - a) Facies lineata,
    - b) Facies cruciata.
  - 2 *Nannotraster mexicanus* STRADNER, großer Asterolith,
    - a) Facies lineata,
    - b) Facies cruciata.
  - 3 *Nannotraster mexicanus* STRADNER, Holotypus,
    - a) Facies lineata,
    - b) Facies cruciata.
  - 4 *Nannotraster pappi* STRADNER, mittelgroßer Asterolith,
    - a) Facies lineata,
    - b) Facies cruciata.
  - 5 *Nannotraster pappi* STRADNER, großer Asterolith,
    - a) Facies lineata,
    - b) Facies cruciata.
  - 6 *Nannotraster spinosus* STRADNER, Seitenansicht.
  - 7 *Nannotraster mexicanus* STRADNER, Seitenansicht eines auffallend hohen Asterolithen.
- Vorkommen und Fundorte: Lutet von Mattsee, Stat. 37 (Fig. 1 u. 6); Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Fig. 2—5 u. 7).

Maßstab:

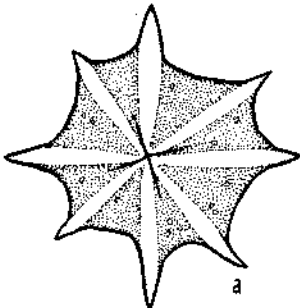
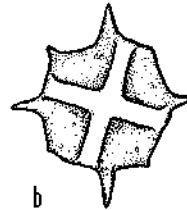




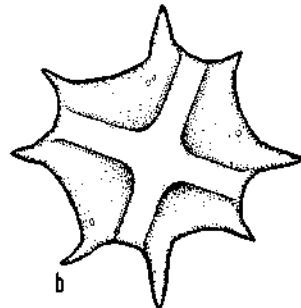
3



4



5



### Tafel 33

#### Figuren

1 *Nannotraster austriacus* STRADNER, mittelgroßer Asterolith,

a) Facies lineata,

b) Facies cruciata.

2 *Nannotraster austriacus* STRADNER, großer Asterolith,

a) Facies lineata,

b) Facies cruciata.

3 *Nannotraster fulgens* STRADNER, Asterolith mit großer Zentralscheibe,

a) Facies lineata,

b) Facies cruciata.

4 *Nannotraster fulgens* STRADNER, Asterolith mit kleiner Zentralscheibe,

a) Facies lineata,

b) Facies cruciata.

Vorkommen und Fundorte: Lutet von Holzmannsberg, Salzburg (Fig. 1 u. 2); Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Fig. 3 u. 4).

Maßstab:



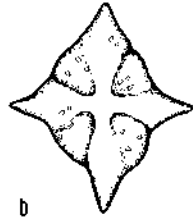
10  $\mu$



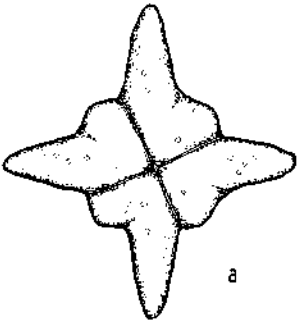


a

1

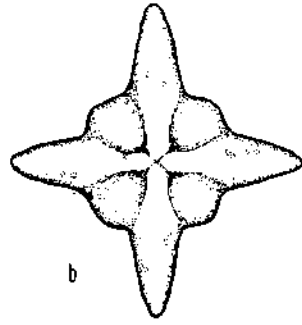


b

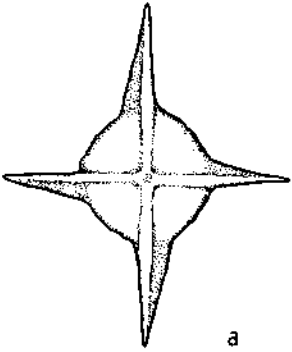


a

2

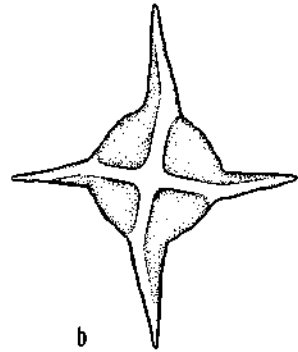


b

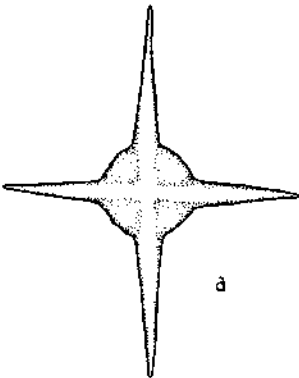


a

3

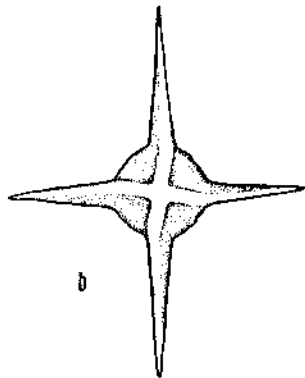


b



a

4



b

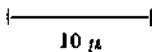
### Tafel 34

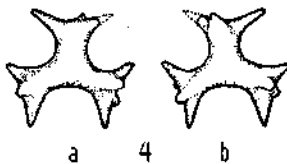
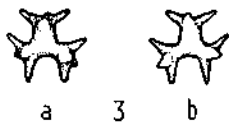
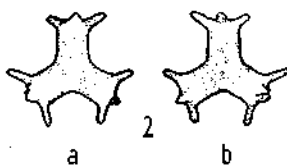
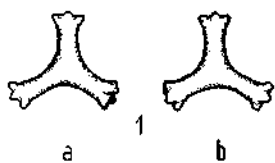
#### Figuren

- 1 *Marthasterites furcatus* DEFLANDRE, Asterolith mit kurzen Endfortsätzen,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Marthasterites furcatus* DEFLANDRE, Asterolith mit langen Endfortsätzen,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Marthasterites jucundus* DEFLANDRE, kleiner Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Marthasterites jucundus* DEFLANDRE, großer Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Marthasterites furcatus* DEFLANDRE, großer Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Marthasterites robustus* n. sp., schlanker Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 7 *Marthasterites robustus* n. sp. großer Asterolith,  
a) Facies cf. concava,  
b) Facies convexa.
- 8 *Marthasterites robustus* n. sp., Seitenansicht.

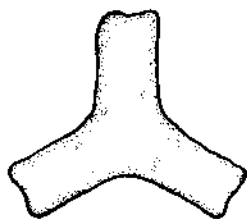
Vorkommen und Fundorte: Obere Kreide von Gosau, OÖ. (Fig. 1 u. 2); Helvet von Göllersdorf, NÖ. (Fig. 3); Helvet von Limberg, NÖ. (Fig. 4); Ober-Eozän von Biarritz, Frankreich (Fig. 5); Paleozän des Kühlgrabens, Salzburg (Fig. 6—8).

Maßstab:

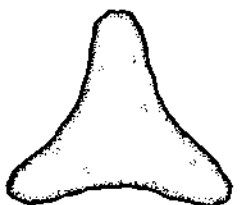
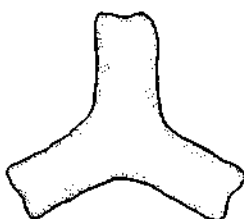




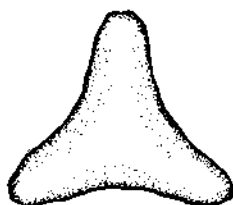
5



6



7



8

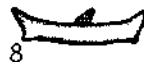
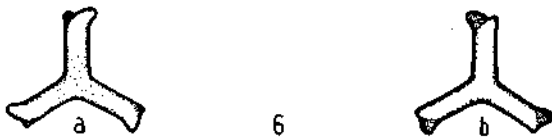
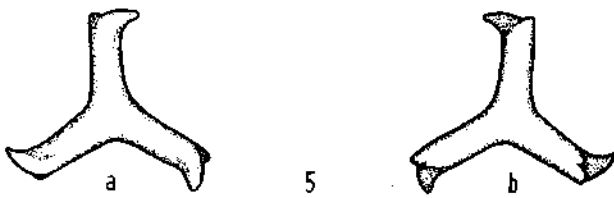
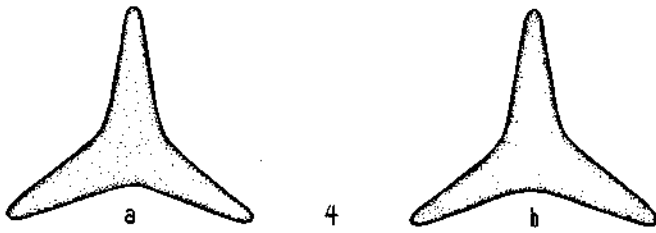
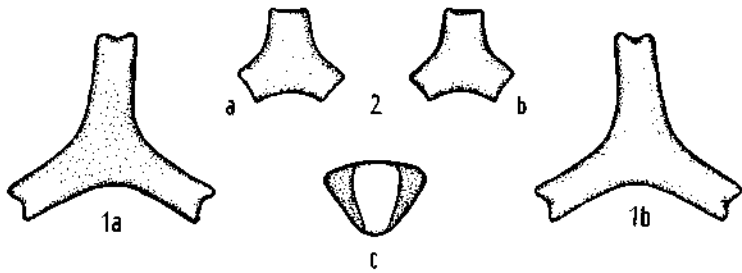
Tafel 35

Figuren

- 1 *Marthasterites tribrachiatu*s BRAMLETTE & RIEDEL, Asterolith mit typisch gegabelten Armenden,
  - a) Facies concava,
  - b) Facies convexa.
- 2 *Marthasterites tribrachiatu*s BRAMLETTE & RIEDEL, sehr kleiner Asterolith,
  - a) Facies concava,
  - b) Facies convexa,
  - c) Seitenansicht.
- 3 *Marthasterites tribrachiatu*s BRAMLETTE & RIEDEL, Asterolith mit abgerundeten Armenden,
  - a) Facies concava,
  - b) Facies convexa.
- 4 *Marthasterites tribrachiatu*s BRAMLETTE & RIEDEL, Asterolith mit zugespitzten Armen,
  - a) Facies concava,
  - b) Facies convexa.
- 5 *Marthasterites rotans* (STRADNER) DEFLANDRE, großer Asterolith,
  - a) Facies concava,
  - b) Facies convexa.
- 6 *Marthasterites rotans* (STRADNER) DEFLANDRE, mittelgroßer Asterolith,
  - a) Facies concava,
  - b) Facies convexa.
- 7 *Marthasterites tribrachiatu*s BRAMLETTE & RIEDEL, Seitenansicht.
- 8 *Marthasterites rotans* (STRADNER) DEFLANDRE, Seitenansicht.

Vorkommen und Fundort: Unteres Lutet von Mattsee, Stat. 138 (Fig. 1—8).

Maßstab:  
|—————|  
10  $\mu$



### Tafel 36

#### Figuren

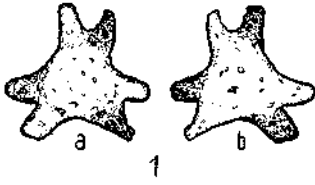
- 1 *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE, sehr dicker Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 2 *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE, kleiner Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 3 *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE, mittelgroßer Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 4 *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE, großer Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 5 *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE, sehr robuster Asterolith,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 6 *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE, großer Asterolith mit scharf zugespitzten Armenden,  
a) Facies superior,  
b) Facies inferior.
- 7 *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE, Seitenansicht eines Asterolithen, der mit einem Arme zum Beschauer zeigt.
- 8 *Marthasterites contortus* (STRADNER) DEFLANDRE, Seitenansicht eines Asterolithen; Blick in einen Einschnitt (die punktierte Linie bezeichnet den vom Beschauer abgewendeten Arm).

Vorkommen und Fundorte: Obere Kreide von Gosau, OÖ. (Fig. 1); Paleozän des Kühlgrabens, Salzburg (Fig. 4 u. 5, 7 u. 8); Unteres Oligozän (Rupel) der Tiefbohrung Puchkirchen 1, OÖ. (Fig. 3); Paleozän des Eitelgrabens, Salzburg (Fig. 2); Helvet von Göllersdorf, NÖ. (Fig. 6).

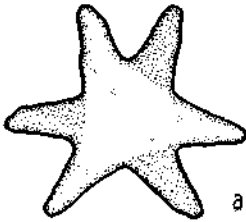
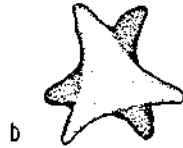
Maßstab:



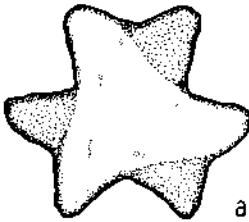
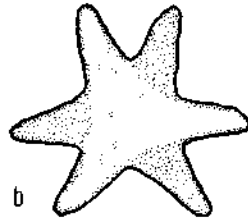
10  $\mu$



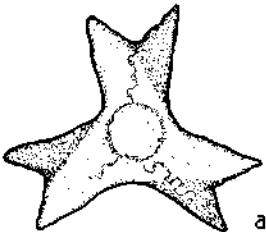
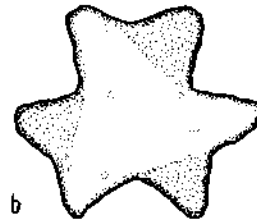
3



4



5



6



8




### Tafel 37

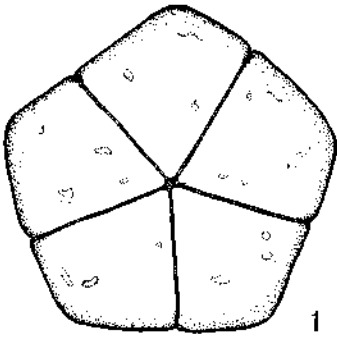
#### Figuren

- 1 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE, sehr großer Pentalith (Facies distalis).
- 2 Dodekaedrisches Gehäuse von *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE, aus 12 mittelgroßen Pentalithen aufgebaut.
- 3 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE, mittelgroßer Pentalith,
  - a) Facies distalis,
  - b) Facies proximalis.
- 4 *Braarudosphaera africana* n. sp., mittelgroßer Pentalith,
  - a) Facies distalis,
  - b) Facies proximalis.
- 5 *Braarudosphaera* cf. *discula* BRAMLETTE & RIEDEL, kleiner Pentalith,
  - a) Facies distalis,
  - b) Facies proximalis.
- 6 *Braarudosphaera undata* STRADNER, mittelgroßer Pentalith,
  - a) Facies distalis,
  - b) Facies proximalis.
- 7 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE, Seitenansicht eines dünnen Pentalithen.
- 8 *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE, Seitenansicht eines dicken Pentalithen.

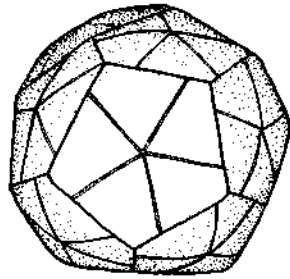
Vorkommen und Fundorte: Praktisch in allen Nannoplanktonmaterialien von der Unteren Kreide bis ins Holozän, teils selten, teils sehr häufig (stratigraphisch brauchbare Frequenzmaxima im Rupel und im Sarmat!) (Fig. 1—3, 7, 8); Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Fig. 4); Paleozän von Mattsee, Salzburg, Stat. 133 (Fig. 5); Unteres Lutet von Mattsee, Salzburg, Stat. 130 (Fig. 6).

Maßstab:  
  
10  $\mu$

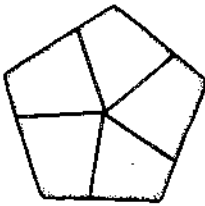




1

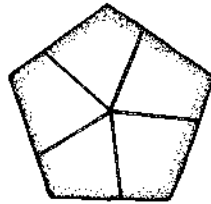


2

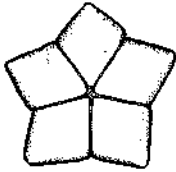


a

3

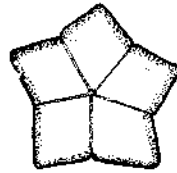


b

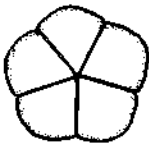


a

4

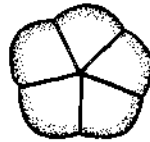


b

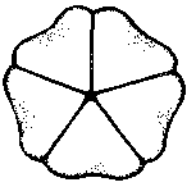


a

5

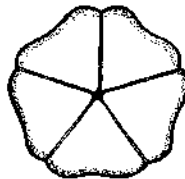


b



a

6



b



7



8

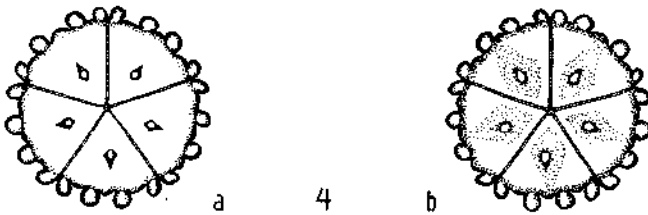
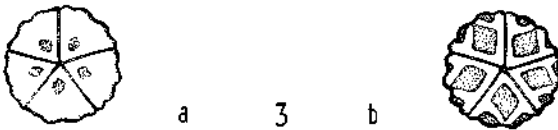
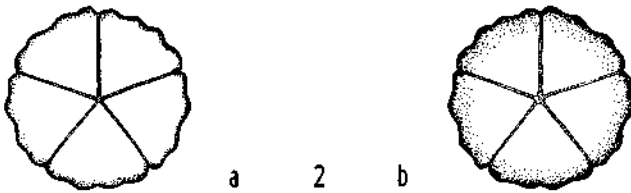
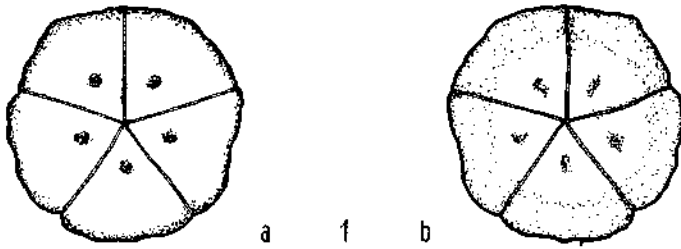
Tafel 38

Figuren

- 1 *Pemma rotundum* KLUMPP, großer Pentalith,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 2 *Pemma papillatum* MARTINI, großer Pentalith ohne Poren und Papillen,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 3 *Pemma papillatum* MARTINI, kleiner Pentalith ohne Papillen,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 4 *Pemma papillatum* MARTINI, großer Pentalith mit kleinen Papillen,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 5 *Pemma papillatum* MARTINI, mittelgroßer Pentalith mit großen Papillen,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 6 *Pemma papillatum* MARTINI, Seitenansicht (Facies proximalis unten).

Vorkommen und Fundorte: Lutet von Holzmannberg, Salzburg (Fig. 1); Mittel-Eozän von Guyabal, Mexiko (Fig. 2—6).

Maßstab:  
|—————|  
10  $\mu$



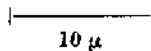
### Tafel 39

#### Figuren

- 1 *Micrantholithus angulosus* n. sp., sehr dicker Pentalith mit Relieffleisten und Poren,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 2 *Micrantholithus angulosus* n. sp., großer Pentalith ohne Relieffleisten,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 3 *Micrantholithus flos* DEFLANDRE, mittelgroßer Pentalith,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 4 *Micrantholithus flos* DEFLANDRE, Pentalith mit unregelmäßigem Umriß,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 5 *Micrantholithus vesper* DEFLANDRE, mittelgroßer Pentalith,  
a) vollständig erhaltener Pentalith,  
b) Einzelteile von Pentalithen.
- 6 *Micrantholithus* cf. *vesper* DEFLANDRE, kleiner Pentalith mit leicht gekerbten Armen.

Vorkommen und Fundorte: Lutet von Mattsee, Salzburg (Fig. 3); Unter-Eozän des Eitelgrabens, Salzburg (Fig. 4); Mittel-Eozän von Guyabal, Mexiko (Fig. 1, 2 u. 6); Helvet (Miozän) von Göllersdorf, NÖ. (Fig. 5).

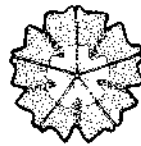
Maßstab:



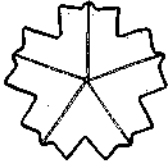


a

1



b

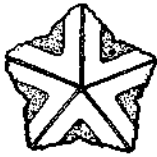


a

2

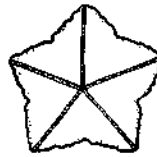


b

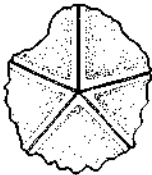


a

3

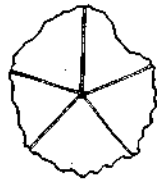


b



a

4



b



a

5

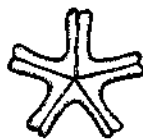


b



a

6



b

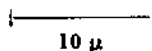
Tafel 40

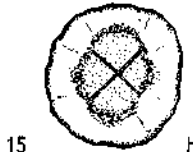
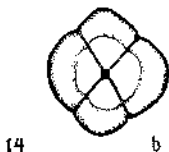
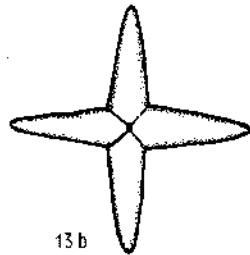
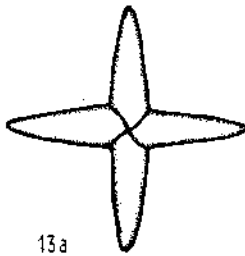
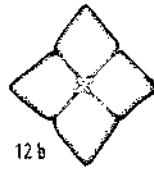
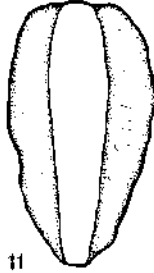
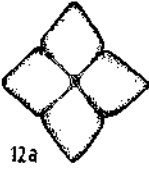
Figuren

- 1 *Lucianorhabdus dispar* n. sp., Facies distalis eines Tetralithen mit ungleich großen Vertiefungen.
- 2 *Lucianorhabdus dispar* n. sp., Facies distalis eines Tetralithen mit periphär geöffneten Vertiefungen.
- 3 *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE, Facies distalis eines mittelgroßen Tetralithen.
- 4 *Lucianorhabdus dispar* n. sp., Facies proximalis eines Tetralithen mit ungleichlangen Einzelteilen.
- 5 *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE, schräge Seitenansicht eines kleinen Tetralithen mit gleichlangen Einzelteilen.
- 6 *Lucianorhabdus dispar* n. sp., Ansicht der Breitseite eines unvollständig erhaltenen Tetralithen.
- 7 *Lucianorhabdus dispar* n. sp., Seitenansicht eines Tetralithen mit ungleichlangen Einzelteilen (Breitseite).
- 8 *Lucianorhabdus dispar* n. sp., Seitenansicht des Tetralithen von Fig. 1 (Schmalseite).
- 9 a u. b Darstellung des Verhaltens von *Lucianorhabdus dispar* n. sp. im polarisierten Lichte, P = Schwingungsrichtung des Polarisators, A = Schwingungsrichtung des Analysators.
- 10 *Lucianorhabdus dispar* n. sp., großer Tetralith mit typischer Ausbildung der Facies distalis.
- 11 *Lucianorhabdus dispar* n. sp., Seitenansicht eines großen Tetralithen mit gleichlangen Einzelteilen.
- 12 *Tetralithus pyramidus* GARDET, großer Tetralith,  
a) Vorderansicht,  
b) Rückansicht.
- 13 *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE, sehr großer, schlanker Tetralith,  
a) Vorderansicht,  
b) Rückansicht.
- 14 *Tetralithus copulatus* DEFLANDRE,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.
- 15 *Tetralithus copulatus* DEFLANDRE,  
a) Facies distalis,  
b) Facies proximalis.

Vorkommen und Fundorte: Obere Kreide (Senon) von Waidach, Salzburg (Fig. 3 u. 5); Mittel-Eozän von Mattsee, Salzburg, Stat. 105 und Mittel-Eozän von St. Pankraz, Stat. 184 (Fig. 1, 2, 4, 6—11); Paläozän des Eitelgrabens, Untersberg, Salzburg (Fig. 12, 14 u. 15); Paläozän von Rogatsboden, Stat. 36 (Fig. 13).

Maßstab:





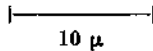
Tafel 41

Figuren

- 1 *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE,
  - a) Vorderansicht, annähernd identisch mit
  - b) Rückansicht.
- 2 *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE,
  - a) Vorderansicht,
  - b) Rückansicht.
- 3 *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE,
  - a) Vorderansicht,
  - b) Ansicht der rückwärtigen Fläche mit unregelmäßigem Reliefnetz.
- 4 *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE,
  - a) Vorderansicht,
  - b) Ansicht der rückwärtigen Fläche mit unregelmäßigem Reliefnetz.
- 5 Schematische Darstellung des Grundgerüsts von *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE,
  - a) Höchster optischer Schnitt,
  - b) Höherer mittlerer optischer Schnitt,
  - c) Tieferer mittlerer optischer Schnitt,
  - d) Tiefster optischer Schnitt.
- 6 *Trochoaster operosus* (DEFLANDRE) MARTINI & STRADNER, stark abgerundetes Exemplar,
  - a) Vorderansicht,
  - b) Rückansicht.

Vorkommen und Fundorte: Lutet von Holzmannberg, Salzburg (Fig. 1); Torton von Tortona, Italien (Fig. 2); Badener Serie (Torton) von Frättingsdorf, NÖ. (Fig. 3); Laaer Serie (Helvet) von Göllersdorf, NÖ. (Fig. 4); Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Fig. 6).

Maßstab:







a

1



b



a

2



b



a

3



b



a

4



b

5



a



b



c



d



10µm



a

6



b

Tafel 42

Figuren

- 1 *Trochoaster simplex* KLUMPP, Kleinform,  
a) Vorderansicht,  
b) Rückansicht.
- 2 *Trochoaster simplex* KLUMPP, stark korrodiertes Exemplar,  
a) Vorderansicht,  
b) Rückansicht.
- 3 *Trochoaster simplex* KLUMPP, kleineres Exemplar,  
a) Vorderansicht,  
b) Rückansicht.
- 4 *Trochoaster simplex* KLUMPP, großes Exemplar,  
a) Vorderansicht,  
b) Rückansicht.
- 5 *Trochoaster deflandrei* (STRADNER) MARTINI & STRADNER, großes Exemplar,  
a) Vorderansicht,  
b) Rückansicht.
- 6 Schematische Darstellung des Grundgerüsts von *Trochoaster simplex* KLUMPP (a—d)  
und *Trochoaster deflandrei* (STRADNER) MARTINI & STRADNER (e—h),  
a, e Höchster optischer Schnitt,  
b, f Höherer mittlerer optischer Schnitt,  
c, g Tieferer mittlerer optischer Schnitt,  
d, h Tiefster optischer Schnitt.

Vorkommen und Fundorte: Lutet von Holzmannberg, Salzburg (Fig. 1); Unteres Mittel-Eozän von Aragon, Mexiko (Fig. 2 u. 5); Unteres Oligozän (Rupel) der Tiefbohrung Puchkirchen 1, OÖ. (Fig. 3 u. 4).

Maßstab für Fig. 1—5:

