

*K. Holm*

Die  
fossilen Discoasteriden Österreichs

II. Teil

Von

H. STRADNER

---

Sonderdruck aus  
ERDOEL-ZEITSCHRIFT

Heft 12 — Dezember 1959

---

URBAN-VERLAG GES.M.B.H. • WIEN — HAMBURG

# Die fossilen Discoasteriden Österreichs

## II. Teil

Von H. STRADNER

### *Die Discoasteriden als Gesteinsbildner*

Die Discoasteriden oder Scheibensterne, welche allgemein als Reste von Kalkgeißlern (Coccolithineae incertae sedis) angesehen werden, gehören ihrer Größenordnung (5 bis 40  $\mu$ ) nach zu den Nannofossilien (nannos griech. Zwerg). Die Bedeutung dieser Kleinstfossilien für die Bildung mancher Sedimentgesteine wird leider allzuoft übersehen. Da in der Erdölgeologie und Mikropaläontologie hauptsächlich Foraminiferen zu stratigraphischen Untersuchungen aus den Sedimenten herausgelöst werden und der Schlämmrückstand meist vernachlässigt wird, finden die Nannofossilien wenig Beachtung. EHRENBERG wies schon 1854 in seiner Mikrogeologie auf „das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde“ hin. Er beschrieb Hunderte von Foraminiferen, Kieselalgen und Kieselgeißlern, die Natur der Discoasteriden und Coccolithen als Produkte von Lebewesen zu erkennen blieb aber späteren Forschern vorbehalten. Über die Bedeutung der Discoasteriden bei der Gesteinsbildung machte TAN SIN HOK, welcher 1927 die Gattung *Discoaster* aufstellte, Zahlenangaben. Er fand, daß in einem der von ihm untersuchten Materialien aus den Molukken die Discoasteriden in einer Häufigkeit von 5 500 000 Stück pro Kubikmillimeter, das sind  $55 \times 10^{14}$  pro Kubikmeter, vorkommen. Wenn man nun bedenkt, daß außer den Discoasteriden die meist kleineren und noch viel häufigeren Coccolithen ebenso an der Gesteinsbildung teilhaben, so kann man sich bei entsprechender Vergrößerung und Vervielfachung der Zahlen ein Bild machen, wie ungeheuerlich groß die Gesamtzahl an Nannofossilien ist, die in einem starken Schichtkomplex von mehreren hundert Quadratkilometern Flächenausdehnung vorkommen.

BRAMLETTE (2, 1958, T. 1) stellte die prozentuellen Mengenanteile von acht verschiedenen Meeressedimenten (Kreide — Gegenwart) zusammen und fand, daß z. B. im Oligozän der Midpacific Bohrung 40 die Coccolithen und Discoasteriden 58 Prozent der Gesamtmasse des Sedimentes ausmachen. Abzüglich des nicht-kalkigen Rückstandes (9%) liefern also diese kalkigen Nannofossilien fast 64% der gesamten Kalkmenge in diesem Sediment.

Solch riesige Stückzahlen und hohe Mengenanteile in fossilen Meeressedimenten beweisen, wie berechtigt ein näheres Studium der Nannofossilien ist. Steht zu Beginn einer jeden mikropaläontologischen Untersuchung die Erfassung der vorgefundenen Arten (vgl. STRADNER 1958 und 1959), so spielt im Verlauf der weiteren Untersuchungen die Häufigkeit (Abundanz, Frequenz) der verschiedenen Arten eine ebenso wichtige Rolle.

### *Die zahlenmäßige Erfassung der Discoasteriden*

Um Discoasteriden oder andere ähnliche sternförmige Nannofossilien (z. B. Braarudosphaeroiden) für die stratigraphische Arbeit in der Erdölpaläontologie

verwendbar zu machen, ist die genaue Untersuchung der Verteilung der Formarten in den Bohrkernproben unerlässlich. Um die Häufigkeit (Abundanz) der Formarten einer Gesellschaft zu beschreiben, gibt es verschiedene Skalen, die man je nach Bedarf und entsprechend der zur Verfügung stehenden Zeit anwenden kann.

Von der einfachen dreiteiligen Skala (h = häufig, s = selten, + = nachgewiesen) bis zur sechsspaltigen Skala nach RAABE gibt es viele verschiedene Einteilungssysteme. MARTINI verwendete eine fünfspaltige Skala (sehr häufig—massenhaft, häufig, selten, Einzelunde, fragliche Funde). GUINOCHET verwendete für Algenuntersuchungen eine vierteilige Skala (TA = tres abondante, sehr häufig; A = abondante, häufig; PA = peu abondante, wenig häufig; (+) = présente à rare, selten). Nach der KOLKWITZ-MARSSON-Methode werden die fünf Kategorien mit Ziffern bezeichnet (1 = sehr selten, 2 = in geringer Menge, 3 = in zahlreichen Exemplaren, 4 = sehr häufig oder reichlich, 5 = dominant). All diesen Methoden, die von der Pflanzensoziologie herrühren, ist aber gemeinsam, daß sie die den Gesellschaften eigenen Zahlenverhältnisse in ein Schema zwingen. Die Entscheidung ob eine bestimmte Art selten oder sehr selten ist, bleibt der Abschätzung des Beobachters überlassen. Erfahrungsmäßig hängt es aber nicht nur vom Glück, sondern auch von der Geduld des Beobachters ab, wieviele Exemplare einer Art er findet.

Nach der THOMASSON-Methode hingegen wird eine bestimmte Zahl (lat. numerus) aus der praktisch unendlich großen Zahl von vorhandenen Exemplaren herausgezählt und untersucht. So wählten CHOLNKY und HÖFLER, und CHOLNOKY und SCHINDLER bei ihren Diatomeenzählungen 500 als festen Numerus. Während bei den Kieselalgen (Diatomeen) wegen deren meist sehr hoher Artenzahl ein so hoher Numerus wie 500 notwendig ist, um auch die selteneren Arten wenigstens durch ein Exemplar zu erfassen, findet man bei den Discoasteriden, für welche bis jetzt erst annähernd 50 Formarten beschrieben wurden, mit einem kleineren Numerus (100 oder 150) sein Auslangen. Je höher allerdings der gewählte Numerus ist, um so genauer ist dann das Endergebnis der Zählung. Es werden also in einem nicht zu dicht beschickten Präparat, dessen Herstellung bereits im I. Teil (Juni-Heft 1958) ausführlich beschrieben wurde, die beim langsamen Verschieben des Präparates am Objektiv des Mikroskopes vorüberziehenden Discoasteriden bestimmt. Die während einer solchen Durchsicht gefundenen einzelnen Asterolithen werden nach Formarten getrennt in eine Tabelle eingetragen. In der Praxis ist das so, daß man rechts neben dem Mikroskop ein Blatt Papier liegen hat, auf welchem man jedes Kalksternchen mittels eines kleinen Striches in der für seine Art vorgemerkten Zeile festhält. Asterolithen, welche wegen ihres schlechten Erhaltungszustandes nicht näher bestimmt werden können, werden unter „formae indeterminatae“ (nicht näher bestimmte Formen) eingetragen. Nicht nur

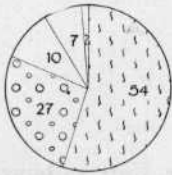
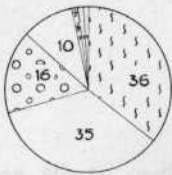
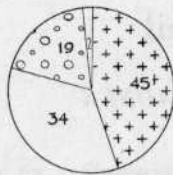
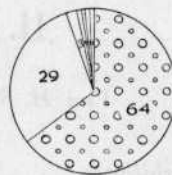
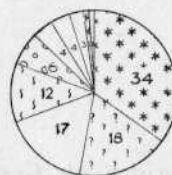
Mattsee, Stat. 130,  
SalzburgMattsee, Stat. 138,  
SalzburgSeeham, Stat. 74,  
SalzburgHolzmannberg,  
SalzburgBaden bei Wien,  
NiederösterreichTurnu-Severin,  
Rumänien

Diagramm I. Sektorendiagramme zu Discoasteriden-Gesellschaften von fünf österreichischen und einem rumänischen Fundort. Erläuterungen im Text.

die Zahlenverhältnisse der Formarten untereinander können so ermittelt werden, sondern auch die Frequenzmaxima der Strahlenanzahlen bei den einzelnen Formarten werden auf diese Weise gefunden (vgl. STRADNER 1958, Diagr. 1). In der Pollenanalyse, welche sich hauptsächlich mit der zahlenmäßigen Erfassung von Kleinstfossilien, nämlich den in den Torfen, Kohlen und in Absatzgesteinen vorkommenden fossilen Blütenstaubkörnern befaßt, wird die Methode des Auszählens bereits seit dem vorigen Jahrhundert gehandhabt. Jedes Lehrbuch der Pollenanalyse gibt darüber näheren Aufschluß (vgl. BERTSCH).

### Die Aufstellung und Verwendung von Discoasteridendiagrammen

Die bei den Zählungen aus den Präparaten herausgeholtene Werte sind wenig anschaulich und nur ein mit lebhafter Zahlenvorstellung begabter Mensch kann sich daraus ein Bild von der mengenmäßigen Verteilung der Arten im Sediment machen. Ein einfaches Schaubild, ein Diagramm, kann hier durch seine Anschaulichkeit vermittelnd helfen.

Die Diagramme I und II sollen als Beispiele dafür angesehen werden, wie man sich mit geringer Mühe das Verständnis der Discoasteriden-Gesellschaften erleichtern kann. Die unter I gezeigten sechs Kreise stellen Sektorendiagramme dar. Der volle Kreis bedeutet 100%, die Sektoren mit den in ihnen vermerkten Zahlen entsprechen den Prozentanteilen der verschiedenen Formarten. Die ersten vier Sektorendiagramme wurden zu alttertiären Materialien gezeichnet, die beiden letzten zu jungtertiären. Durch Ausfüllung einzelner Sektoren mit einfachen Symbolen oder Buchstaben wurde der Anteil einiger Discoasteriden-Formarten an den Gesellschaften verdeutlicht. Von den in diesen Sektorendiagrammen verwendeten Zeichen bedeutet o = Discoaster barbadiensis, s = Discoaster lodoensis, + = Discoaster molengraaffi, \* = Discoaster challengerii. Die Zahlenwerte wurden von den größten zu den kleinsten im Sinne des Uhrzeigers angeordnet. Die Analysen hatten ergeben:

Mattsee Station 130:	54%	Discoaster lodoensis
Paläozän (Thanet)	27%	Discoaster barbadiensis
	10%	Discoaster distinctus
	7%	Discoaster mirus
	2%	Discoaster gemmeus
Mattsee Station 138:	36%	Discoaster lodoensis
Paläozän (Thanet)	35%	Discoaster tribrachiatus
	16%	Discoaster barbadiensis
	10%	Discoaster mirus
je	1%	von Discoaster rotans, Discoaster binodosus und Trochoaster staurophorus

Seeham Station 74:	45%	Discoaster binodosus
Eozän (Lutet)	34%	Discoaster saipanensis
	19%	Discoaster barbadiensis
	2%	Discoaster distinctus
Holzmannberg:	64%	Discoaster barbadiensis
Eozän (Lutet)	29%	Discoaster molengraaffi
	3%	Discoaster hilli
je	1%	von Discoaster multi- radiatus, Discoaster tribrachiatus, Discoaster mirus und Trochoaster staurophorus

Diese ersten vier Sektorendiagramme zeigen vor allem, wie verschiedenartig die Zusammensetzung des Formartenbestandes sein kann. Allen vier Proben gemeinsam ist nur das Vorkommen von Discoaster barbadiensis, während Discoaster lodoensis auf die beiden paläozänen Proben beschränkt ist. In den beiden letzten Diagrammen, welche zu miozänen Gesellschaften gezeichnet wurden, ist der dominierende Anteil von Discoaster challengerii auffallend. Daß diese für das Jungtertiär charakteristische Formart in Baden bei Wien nur zu 34% vertreten ist, erklärt sich aus der starken Vermischung des miozänen Materials mit alttertiären Sedimentsteilchen. Sicherlich mehr als die Hälfte der vorgefundenen Asterolithen ist allochthon-heterochron, also aus älteren Schichten von wo anders her zum miozänen Sediment hinzugeschwemmt. Diese Beimischung von wiederverarbeiteten Sedimentsanteilen gehört in gebirgsnahen Gegenden, so im Alpenvorland, zu den größten Problemen des Mikropaläontologen. Das letzte Diagramm zu einem Globigerinenmergel aus Breschitza bei Turnu-Severin (Rumänien) zeigt, daß dort das Gesamtbild von der typisch miozänen Formart Discoaster challengerii beherrscht wird und nur 2% alttertiäre Formarten vorhanden sind. Die Analysen für die beiden letztgenannten Materialien hatten ergeben:

Baden bei Wien:	34%	Discoaster challengerii
Torton, obere Lage-	18%	Discoaster indet.
nidenzone (PAPP)	17%	Discoaster hilli
	12%	Discoaster lodoensis
	6%	Discoaster barbadiensis
	4%	Discoaster multiradiatus
	4%	Discoaster mirus
	3%	Trochoaster stauro- phorus
	1%	Discoaster binodosus
	1%	Rhombaster spec.*
Breschitza bei Turnu-	98%	Discoaster challengerii
Severin: älteres	1%	Discoaster barbadiensis
Torton (PAPP)	1%	Discoaster binodosus

\* Anmerkung: Die Formgattung Rhombaster BRAMLETTE, welche hier nur als nomen nudum angeführt ist, wird nach brieflicher Mitteilung in Abde von ihrem Entdecker, Herrn Prof. BRAMLETTE, beschrieben werden.

D. pentaradiatus  
 D. brouweri  
 D. challengerii  
 D. lodoensis  
 D. hilli  
 D. barbadiensis  
 D. multiradiatus  
 D. tribrachiatus  
 Tr. stauroporus

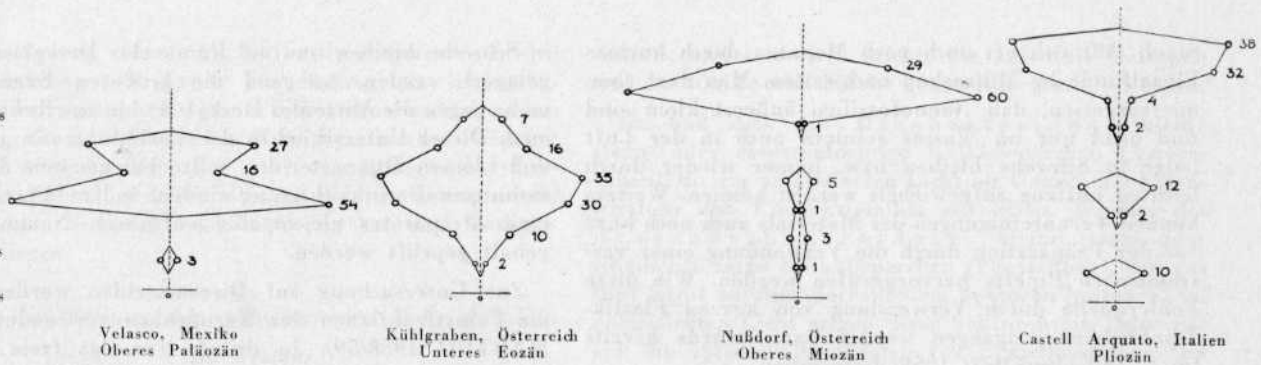


Diagramm II. Liniendiagramme zu Discoasteriden-Vorkommen in Mexiko, Österreich und Italien. Erläuterungen im Text.

Nur allzuleicht ist man nun geneigt zu sagen, daß in Baden bei Wien mehr aus alttertiären Schichten hinzugeschwemmt wurde als in Breschitza in Rumänien. Dies muß aber, obwohl es die Zahlen doch deutlich ausdrücken, nicht unbedingt der Fall gewesen sein. Es kann auch ebensogut sein, daß in Breschitza die wiederverarbeiteten Formarten (20%) durch eine sehr stark florierende Gesellschaft (98%) überdeckt wurden, während in Baden die im Miozän dort vielleicht nur spärlich vegetierende Discoasteriden-Gesellschaft zahlenmäßig nicht stark genug war, um die alttertiären Formen um ein Vielfaches zu übertreffen. Um solche Fragen beantworten zu können, müßten weitere Nannofossilengruppen, wie z. B. die Coccolithineen, in die Untersuchungen einbezogen werden.

Die in II gezeigten Schaubilder sind Liniendiagramme. Sie zeigen wie mit Hilfe von Discoasteriden-Diagrammen die Correlation von weit voneinander entfernten Schichten durchgeführt werden kann.

Auf der Abszisse sind von Null ausgehend nach rechts und links die prozentuellen Anteile der vorkommenden Discoasteriden aufgetragen. Entlang der Ordinate wurden die Namen der Formarten übereinander eingetragen. Die Zahlen in den Diagrammen bedeuten Prozente. Durch Verbindung der Koordinatenpunkte erhält man symmetrische Figuren, die ein recht deutliches Bild vom Vorkommen der einzelnen Arten bieten. Entweder verbindet man auf jeder Seite die zu den verschiedenen Formarten gehörenden Punkte untereinander, so wie in den Diagrammen II, oder man verbindet jeden Punkt mit seinem Spiegelbild auf der anderen Seite der Koordinate durch einen kräftigen Strich. Die parallel übereinander liegenden Linien zeigen dann ebenso deutlich die Unterschiede in der Verteilung der Discoasteriden-Formarten an (vgl. STRADNER 1959, Supplement).

Als Grundlage für die vier Liniendiagramme (II) wurden zwei Materialien aus Österreich und je eines aus Italien und aus Mexiko ausgewählt. In den beiden alttertiären Materialien überwiegen weitaus die rosettenförmigen Asterolithen der Formarten *Discoaster multiradiatus* und *Discoaster barbadiensis*, welche in den beiden jungtertiären Materialien nur mehr sehr spärlich vertreten sind. Die Hauptmasse an Discoasteriden wird in diesen letzteren Materialien von *Discoaster challengerii*, *Discoaster brouweri* und *Discoaster pentaradiatus* erstellt. Auch die Frage, ob es sich bei den im unteren Teile des pilzförmigen Diagrammes von Nußdorf aufscheinenden Arten um eingeschwemmte allochthon-heterochrone Nannofossilien handelt oder um

Formarten, die eine sehr große geologische Reichweite hatten, also um persistierende Formarten, wird mit Hilfe von Diagrammen entschieden werden können. Wenn nämlich verlagert wurde, so wurde die gesamte Gesellschaft in ein jüngeres Sediment verlagert. Hingegen ist sehr zweifelhaft, ob eine größere Anzahl von Formarten gleichlang persistieren bzw. gleichzeitig aussterben konnte. In einer genügend großen Anzahl von Diagrammen zu Tertiärsedimenten verschiedener Kontinente müßte der wahre Sachverhalt einmal in Zukunft deutlich aufscheinen. Wieso kommt es nun, daß der Großteil der bis jetzt beschriebenen Discoasteriden-Formarten sowohl in marinen Sedimenten von Europa und Amerika als auch in solchen von Ostasien vorkommt, also kosmopolitisch verbreitet ist? Wie im systematischen Teil dieser Arbeit noch genau erläutert wird, gehören die leider bis jetzt noch so gut wie unbekanntenen Organismen, welche Kalksternchen (Asteroolithen) erzeugen, den Meeresschweborganismen (Meeresplanktonen) an. Diese werden durch die Strömungen des Meerwassers von einem Kontinent zum anderen befördert und so wird es auch sicherlich in der Vorzeit gewesen sein. Daraus erklärt sich, wieso Discoasteriden in so weit von einander entfernten Sedimentationsräumen wie z. B. in Mexiko und im Alpenvorland in annähernd gleicher Formartenzusammensetzung abgelagert werden konnten.

#### Über Fehlerquellen bei der Beurteilung von Discoasteridendiagrammen

Ein Diagramm hat nur dann wissenschaftlichen Wert, wenn die Echtheit und Reinheit des dem Diagramm zugrunde liegenden Materials garantiert ist. Ebenso wenig wie ein ernsthafter Wissenschaftler bemüht ist, ein auf Grund der Beobachtung erstelltes Diagramm zu verändern, es zu „frisieren“, ist er auch interessiert, verfälschtes Material zu untersuchen. Wie und wo und wann können nun Verunreinigungen des Materials vorkommen? Schon nach der Entnahme der Bohrkern kann man beobachten, daß am zylindrischen Mantel des Bohrkernes ein feiner Schlammabsatz vorhanden ist, der von der Spülung herrührt. Es empfiehlt sich daher, nur Kernstückchen, die von den sauberen Bruchflächen der Kerne entnommen wurden, zu untersuchen. Auch beim Transport sowie beim Umfüllen von weichen und leicht zerfallenden Mergeln kann es zu Verunreinigungen mit fremdem Material kommen. Die in Stoffbeutel abgefüllten Proben beginnen beim Transport in trockenem Zustande zu stauben. Der beim Umfüllen von Proben im Laboratorium frei entwichene

Staub läßt sich oft noch nach Monaten durch kuriose Einzelfunde im Mikroskop nachweisen. Man darf eben nie vergessen, daß Nannofossilien äußerst klein sind und nicht nur im Wasser sondern auch in der Luft lange in Schwebelagern bzw. immer wieder durch leichten Luftzug aufgewirbelt werden können. Weiters können Verunreinigungen des Materials auch noch kurz vor der Präparation durch die Verwendung einer verschmutzten Pipette hervorgerufen werden. Wie diese Fehlerquelle durch Verwendung von kurzen Plastik-Trinkhalmen umgangen werden kann, wurde bereits im 1. Teil (Juni-Heft 1958) besprochen.

Doch was hilft uns dies alles, wenn Mutter Natur mit Materialien, die wir untersuchen wollen, bereits vor langer Zeit viel großzügiger umgegangen ist? Da wurden vor vielen Millionen Jahren, als das uns interessierende Sediment abgelagert wurde, gleichzeitig durch Flüsse und die Wogen des Meeres mächtige Schichten von weichen Sedimenten abgetragen. Die aus diesen Sedimenten stammende Trübe des Wassers enthielt, sofern die Schichten nicht älter als Oberkreide waren, Discoasteriden, die nun zum zweitenmal sedimentiert wurden und uns in den wesentlich jüngeren Schichten erhalten blieben. So können wir Kreide-Trochoasterarten im Eozän finden, oder paläozäne Discoasteriden in pliozänen Sedimenten, ja sogar im rezenten Meeresschlamm. Dieser Tatsache des Wiederverarbeitens muß bei der Untersuchung des fossilen Nannoplanktons Rechnung getragen werden. Nicht nur das Nannofossil selbst wird aus älteren in jüngere Schichten verschleppt, auch die geologisch vielleicht nur sehr kurze Lebensdauer seiner Formart wird dadurch fälschlich auf alle jüngeren Zeiträume projiziert. Dieses Problem der Wiederverarbeitung der Discoasteriden (reworking) wurde von BRAMLETTE 1954 und „Discussion to STRADNER 1959“ eingehend besprochen. Es ist zu hoffen, daß diese natürliche und dabei bedeutendste Fehlerquelle in den Discoasteridendiagrammen bald durch zahlreiche Veröffentlichungen auf diesem Forschungsgebiet behoben werden kann.

#### *Hinweise zur Aufbereitung und Untersuchung der Proben*

Um die Discoasteriden vor das mikroskopische Blickfeld zu bekommen, müssen sie aus dem fossilen Meeressediment herausgelöst, flach aufgelegt und in einem optisch günstigen Einbettungsmittel eingeschlossen werden. Eine genaue Anleitung zur Herstellung von Präparaten wurde von STRADNER (1958) und MARTINI (1958/59) gegeben. Was sich vor vielen Millionen Jahren vollzog, nämlich das Zusammenpacken der unzähligen im dreidimensionalen marinen Lebensraum verteilten Discoasteriden in die annähernd zweidimensionale Sedimentsschicht, muß wieder rückgängig gemacht werden, indem die Sedimentsschicht bzw. ein winziges Stückchen derselben, wieder aufgelöst wird, so daß die Discoasteriden wieder in den Schwebelagerzustand kommen. Der Bau des Mikroskopes macht es aber erforderlich, die zu untersuchenden Objekte, in unserem Falle die Discoasteriden, in eine optische Schärfebene zu bringen. Die aus dem Gestein herausgelösten Nannofossilien müssen daher erneut sedimentiert werden, und zwar auf ein Deckglas. Selbst hier auf einem kleinen Glasplättchen von nur  $15 \times 15$  mm zeigt sich dasselbe Gesetz wie in der großen Natur, daß nämlich die kleineren Nannofossilien als die leichteren Teile länger

in Schwebelagern bleiben und am Rande des Deckglases abgelagert werden, während die größeren Exemplare mehr gegen die Mitte des Deckglases hin zur Ruhe kommen. Dieser Unterschied in der Verteilung von großen und kleinen Discoasteriden sollte bei genauen Untersuchungen Berücksichtigung finden, indem alle Zonen eines Präparates gleichmäßig auf ihren Nannofossilgehalt geprüft werden.

Zur Untersuchung auf Discoasteriden werden nur die Feinstfraktionen der Kernproben verwendet (vgl. MARTINI 1958/59). In diesem für das freie Auge gleichförmigen Pulver lassen sich mittels fraktionierter Sedimentation noch viele verschiedene Feinheitsgrade unterscheiden. Es wäre eine lohnende Aufgabe, einmal die Zahlenwerte der Nannofossilien innerhalb der verschiedenen Feinstfraktionen zu untersuchen. Vor mehr als 70 Jahren trennte GRUNOW Diatomeenproben in drei verschiedene Fraktionen, wie aus den Etiketten der Glaspräparate (Collectio Grunow, Nat. Hist. Mus. Wien) hervorgeht. Nach 1 Minute lassen sich nämlich die größten Diatomeen vom Boden des Kelchspitzglases abpipettieren, nach 5 Minuten die mittelgroßen, nach 60 Minuten alles was noch bis dahin in Schwebelagern war. Durch Verwendung einer Handzentrifuge kommt man natürlich mit Bruchteilen der angegebenen Zeiten aus.

Da es unter den Discoasteriden-Formarten wesentliche Unterschiede in der arteigenen Durchschnittsgröße gibt, gewinnt daher jeder Auslesevorgang bei der Präparation für das Verhältnis der einzelnen Formarten im Präparat an Bedeutung. So wie durch kleine Abänderungen bei der Anfertigung der Präparate bereits Unterschiede im Formartenbestand hervorgerufen werden können, so bekommt man auch durch Verwendung verschieden starker Objektive ein recht unterschiedliches Bild vom Artenbestand an Discoasteriden. Bei 200facher Vergrößerung, welche zum Nachweise von Nannofossilien verwendet werden kann, fallen nur die großwüchsigen Arten, wie z. B. *Discoaster mirus*, *Discoaster multiradiatus* oder *Discoaster lodoensis* auf, während die Asterolithen der kleinwüchsigen Formarten wie *Discoaster quinarius* und *Discoaster saipanensis* verborgen bleiben. Wollte man zwei Proben vergleichen, von denen man die eine bei schwacher Vergrößerung, die andere aber bei starker Vergrößerung untersucht hat, so bekäme man ein vollkommen falsches Bild von der tatsächlichen mehr oder minder großen Ähnlichkeit der in ihnen enthaltenen Discoasteriden-Gesellschaften. Es wird daher in Zukunft erforderlich sein, genau anzugeben, mit welcher optischen Ausrüstung die Untersuchungen angestellt wurden, um die Prozentangaben verschiedener Autoren unter gleichen Voraussetzungen vergleichen zu können. Auch die genaue Angabe, welche Fraktion des Sedimentrückstandes untersucht wurde, wäre wünschenswert. So würde zwei Minuten aus  $150 \text{ cm}^3$  bedeuten, daß alles, was zwei Minuten nach dem Aufschütteln in  $150 \text{ cm}^3$  Wasser bei Zimmertemperatur ( $20^\circ$ ) noch im Kelchspitzglas in Schwebelagern war, in ein anderes Kelchspitzglas gefüllt und zum Absetzen gebracht wurde. Vorausgesetzt ist dabei eine gründlich vorherige Aufschließung des fossilen Meeresschlammes durch Kochen mit Wasser oder mittels  $30\%$ igem Wasserstoffsuperoxyd.

Die Discoasteriden-Gesellschaften, die die Grundlage zur Aufstellung der in dieser Arbeit gezeigten Diagramme bildeten, wurden einheitlich bei 1500facher

Vergrößerung untersucht. Es fanden Präparate mit der mittelschweren Fraktion Verwendung, um ein möglichst umfassendes Bild vom Formartenbestand zu erhalten. Was die Dichte der Nannofossilien im Präparat anbetrifft, so sollen sich diese womöglich nicht überdecken. Man darf daher nicht zu viel von der zu untersuchenden aufgeschlemmten Probe auf das Deckglas pipettieren.

### *Über die Stellung der sternförmigen Nannofossilien im System*

Das Studium des ziemlich neuen und stratigraphisch wichtigen Fachgebietes der Nannofossilien hat in den vergangenen Jahren die besondere Aufmerksamkeit der Erdöl-Paläontologen auf sich gezogen. Aus dem Ausmaß der in den verschiedenen Ländern für diesen Zweig der systematischen Mikropaläontologie aufgewendeten Mühe kann man ersehen, daß in naher Zukunft eine rasche Entfaltung dieses Wissensgebietes zu erwarten ist.

Als Nannofossilien werden mikroskopisch kleine Reste aquatischer Lebewesen bezeichnet, die beim Schlämmen von Sedimentsproben durch die Maschen des feinsten Siebes hindurchgeschwemmt werden, sich längere Zeit in der Schlämmlüssigkeit in Schwebe halten und sich schließlich als Schlämmrückstand am Boden des Sammelgefäßes absetzen. Unter die Nannofossilien sind vor allem die als Coccolithen bekannten kalkigen Gehäuseelemente der Kalkgeißler (Coccolithineae), die häufigsten Kleinstfossilien schlechthin, sowie die diesen zugeordneten Discoasteriden und Braarudosphaeroiden zu zählen. KAMPTNER reihte in seinen Betrachtungen zur Systematik der Kalkflagellaten (1958) seine Subfamilie Braarudosphaeroideae direkt unter die Familie der Coccolithaceae ein, die Discoasteriden hingegen stellte er als Genus dubium et incertae sedis ans Ende seines Systems. Auch die Lithostromatien und Polycladolithen, nach DEFLANDRE und KAMPTNER ebenso Genera dubia et incertae sedis, sowie die kleinen Kalkkörperchen der Holothurien (Micrascidites) sind ihrer Größenordnung nach als Nannofossilien zu bezeichnen. Unter den Organismen, die kieselige Nannofossilien liefern, sind es vor allem kleine Diatomeen, Ebrüden und Archaeomonadineen, die die Hauptmasse der Nannofossilien in Kieselguren oder ähnlichen kieseligen Sedimenten bilden. Im österreichischen Tertiär überwiegen weitaus die Kalkfossilien führenden Sedimente, während Sedimente mit erhaltenen Kieselorganismen zu den Seltenheiten gehören.

Die große Mehrheit der einzelligen Organismen, die Nannofossilien zu erzeugen imstande sind, wird wegen der kleinen Dimensionen zum Nannoplankton gerechnet. Als solches gelten im Wasser frei schwebende Mikroorganismen, die so klein sind, daß sie durch die Maschen eines üblichen Planktonsiebes hindurchgeschwemmt werden. Eine gute Zusammenstellung über die Lebewesen des Nannoplanktons, welches nur einen Teil der gesamten aquatischen Schwabewelt ausmacht, wurde von KOLBE gegeben. Doch können, wie schon erwähnt, auch große metazoische Lebewesen, wie z. B. die Holothurien (Seegurken) oder auch die Spongiaria (Schwämme) Nannofossilien erzeugen.

Im folgenden werden nur Nannofossilien beschrieben, die mit ziemlicher Sicherheit von Einzellern her-

rühren, und zwar nur solche, die aus Kalk bestehen und zu den Coccolithineae sensu lato gestellt werden.

Es sind dies die Discoasteriden, kleine stern- oder rosettenförmige Kalkkörperchen (Asterolithen), die im polarisierten Licht als Ganzes die Eigenschaften von Einzelkristallen aufweisen. Weiters die Braarudosphaeroideae, kleine stern- oder scheibenförmige Kalkkörperchen (Pentalithen), die aus fünf leicht auseinanderfallenden Sektoren bestehen. Im polarisierten Licht zeigen diese Sektoren ein jeder für sich die optischen Qualitäten von Einzelkristallen. Die Lithostromatien und Polycladolithen sind wahrscheinlich ebenso wie die Discoasteriden und Braarudosphaeriden Abscheidungen von Flagellaten. Sie unterscheiden sich von den beiden ersteren Gruppen durch den feinen gitterförmigen Bau des Kalkskelettes und durch ihr inaktives optisches Verhalten im polarisierten Licht. Die beiden Flachseiten der Lithostromatien und die der Polycladolithen sind analog gebaut, die der Discoasteriden und Braarudosphaeroideae sind hingegen von verschiedenartigem Relief. Aus diesem Grunde kann für die Lithostromatien und Polycladolithen eine Entstehung im Zentrum einer Zelle (DEFLANDRE) angenommen werden, wogegen die Braarudosphaeroideae ihre Kalkkörperchen in der peripheren Plasmahaut einer Zelle abscheiden. Auch für die Discoasteriden ist ein vom Zellmittelpunkt entfernter Entstehungsort anzunehmen.

Wie aus verschiedenen Mitteilungen zu entnehmen ist, kann noch in diesem Jahre mit dem Erscheinen größerer Publikationen von den sich mit der Erforschung dieser Nannofossilien befassenden Mikropaläontologen aus Chile, Deutschland, Frankreich, den USA und Venezuela gerechnet werden. Auch aus der Sowjetunion und aus Polen sind weitere interessante Beiträge zu diesem neuen Wissensgebiete zu erwarten, wenn auch solche noch nicht angekündigt wurden. Man kann mit Recht sagen, daß sich dieses spezielle Gebiet der Erdöl-Paläontologie im Zustand einer äußerst raschen Entwicklung befindet.

### *Beschreibung der abgebildeten Formarten*

Nachdem in den beiden ersten Publikationen über die fossilen Discoasteriden Österreichs (STRADNER 1 und 2) eine kleine Übersicht über 27 in Österreich vorkommende Formarten gegeben wurde, sollen nun diese formschönen Kleinstfossilien durch neue Abbildungen und an Hand einiger Neubeschreibungen näher vor die Augen aller daran interessierten Fachleute gerückt werden.

Zur Beschreibung der Einzelheiten, die bei der Bestimmung der Formarten Verwendung finden, wurden dieselben Fachausdrücke verwendet wie in den beiden früheren Discoasteriden-Publikationen des Autors (STRADNER 1958 und 1959). Von jedem der gezeigten Asterolithen sind entsprechend der im 1. Teil (STRADNER 1958) aufgenommenen Arbeitsrichtung sowohl die Vorderseite als auch die Rückseite abgebildet. Die linke Abbildung entspricht der Facies superior, die rechte der Facies inferior im Sinne der von DEFLANDRE 1952 (362 Y) gewählten Orientierung. Bei der Angabe der Fundpunkte wurden hauptsächlich die im Territorium der Republik Österreich liegenden Fundstellen berücksichtigt. Ebenso wurden die meisten Abbildungen nach Nannofossilien, die aus österreichischen

Materialien stammen, angefertigt. Um aber Vergleiche mit ausländischen Nannofossilien nicht nur in Worten, sondern auch an Hand von Abbildungen durchführen zu können, wurden auch einige Nannofossilien, die in Italien und in Mexiko gefunden wurden, abgebildet bzw. neu beschrieben. Es sind dies die in den Abbildungen 45 bis 48, 54, 55, 61, 62 und 76 gezeigten Kalksternchen. Alle anderen wurden in Österreich gefunden.

Eine umfassende Beschreibung des Formenreichtums aller bis jetzt in Österreich gefundenen sternförmigen Nannofossilien würde den Rahmen dieses Beitrages bei weitem überschreiten; wären doch mindestens 300 Abbildungen notwendig, um alle vorkommenden Varianten zu zeigen. Aus diesem Grunde sei auf die demnächst im Jahrbuch der Geol. Bundesanstalt, Wien, erscheinenden größeren Publikationen von PAPP und STRADNER 1960 hingewiesen.

Ordnung: Ortholithae DEFLANDRE 1950  
 Formfamilie: Discoasteridae TAN SIN HOK 1927  
 Formgattung: Discoaster TAN SIN HOK 1927  
 (Genus incertae sedis)

*Discoaster (?) furcatus* DEFLANDRE  
 Abb. 1

DEFLANDRE, 1954, S. 54, Taf. XIII, Fig. 14.  
 STRADNER, 1959, S. 4, Fig. 7.

Dreiarmige Kalkkörperchen, deren Enden mit drei oder vier abstehenden Fortsätzen versehen sind. Außer der Dreistrahligkeit zeigen diese besonders kleinen Nannofossilien insofern Ähnlichkeit mit *Discoaster contortus* und *Discoaster tribrachiatus* als auch bei ihnen die Enden der Arme verzweigt sind.

Vorkommen: Obere Kreide (Turon), Mittelmiozän (Helvet).

Fundorte: Gosau, O.-Ö.; Göllersdorf, Limberg, N.-Ö.; überall selten.

*Discoaster contortus* STRADNER  
 Abb. 2, 3 und 8

STRADNER, 1958, S. 187 und 188, Abb. 35 und 36.  
 STRADNER, 1959, S. 4, Fig. 10.

Asterolithen, die aus sechs massiven distal zugespitzten Armen bestehen, von denen je drei gegen eine Flachseite zu versetzt sind und einen dreistrahligen Stern bilden. Die zu den beiden Flachseiten gehörigen Armsterne sind zueinander bis zu einem Winkel von 40° verdreht, so daß die Winkel zwischen den Armen abwechselnd 40° und 80° betragen. So wie bei *Discoaster tribrachiatus* fehlen auch bei dieser primitiven Formart die Unterteilungslinien. Sie steht der Gattung *Rhombaster* BRAMLETTE, deren Arme durch gleiche Winkel von 60° voneinander getrennt sind, sehr nahe.

Vorkommen: Obere Kreide (Turon), Unterstes Paläozän (Dan II), Unterer Oligozän (Rupel), Mittelmiozän (Helvet).

Fundorte: Gosau, O.-Ö.; Kühlgraben am Untersberg, Salzburg.; Tiefbohrung Puchkirchen I, O.-Ö.; Göllersdorf, N.-Ö.; überall selten.

### *Discoaster tribrachiatus*

Abb. 5, 6 und 10 BRAMLETTE und RIEDEL

Die dreiarmigen schlanken Asterolithen dieser Formart sind in bezug zur Hauptebene gewölbt. Die Enden der Arme können einfach oder gegabelt sein. Bei den stark gegabelten Formen (Abb. 5) ist die zu *Discoaster contortus* analoge Orientierung der Enden auffallend. *Discoaster hohnensis* MARTINI und *Discoaster bramlettei* MARTINI, welche *Discoaster tribrachiatus* recht ähnlich sind, konnten bis jetzt in Österreich noch nicht nachgewiesen werden. Die ältesten Formen aus dem Dan II sind sehr robust und haben im Gegensatz zu den später vorkommenden Asterolithen im Querschnitt ovale Arme (vgl. Abb. 4 und 9). Man könnte diese Formen auch *Discoaster tribrachiatus robustus* nov. subcent. bezeichnen.

Vorkommen: Unterer und mittlerer Paläozän; Helvet.

Fundorte: Kühlgraben am Untersberg, Salzburg.; häufig. Mattsee, Salzburg., Station 138 (ABERER und BRAUMÜLLER); häufig. Korneuburg und Göllersdorf, N.-Ö.; minder häufig.

*Discoaster rotans* STRADNER

Abb. 7 und 11

STRADNER, 1959, S. 4, Fig. 9.

Asterolithen von ähnlicher Gestalt wie jene von *Discoaster tribrachiatus*, von denen sie sich durch die Art der Gabelung ihrer Arme unterscheiden. Bei *Discoaster rotans* ist eines der Arme kurz, das andere aber kräftig und gebogen. Von der konvexen Flachseite des Asterolithen her betrachtet, weisen alle kräftigen Arme gegen den Uhrzeigersinn. Die Endanschnitte der Arme liegen schräg zur Hauptebene.

Vorkommen: Mittlerer Paläozän (Thanet).

Fundort: Mattsee, Salzburg, Station 138; selten.

*Discoaster currens* STRADNER

Abb. 12, 13 und 18

STRADNER, 1959, S. 3, Fig. 6.

Dreistrahlige Asterolithen mit stark nach der Art von *Discoaster lodoensis* geschwungenen Asteroradien (Sternstrahlen), die auf beiden Seiten, besonders aber auf der Facies superior durch Verstärkungsleisten verdickt sind. Von der Facies superior her betrachtet sind die Strahlen linkswendig gekrümmt. Die Verstärkungsleisten liegen an den konvexen Kanten der Strahlen und sind in der Mitte der Facies superior ohne Zentralknopf verbunden. An der konvexen Kante tragen sie oft einen schräg nach außen abstehenden dornartigen Fortsatz. Die Facies inferior ist in ihrer Mitte durch einen kleinen Zentralstern von dreieckigem Umriß geschmückt. Unterteilungslinien konnten an keinem Exemplar der Typuserie festgestellt werden. Diese Formart ist durch häufige teratologische Zwischenformen mit *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE und RIEDEL verbunden. Regelmäßige vierstrahlige Asterolithen konnten aber nicht entdeckt werden, wodurch die Abtrennung von *Discoaster lodoensis* als gerechtfertigt erscheint. Auch regelmäßige zweistrahlige Formen fehlen bis jetzt. Die Dreistrahligkeit scheint nicht nur bei den fossilen Diatomeen (*Triceratium*), sondern auch bei den Flagellaten als primitives Merkmal zu

gelten. (Corbisema bei den Silicoflagelliden, Discoaster tribrachiatus BRAMLETTE und RIEDEL und Discoaster contortus STRADNER bei den Discoasteriden.)

Vorkommen: Mittleres Paläozän (Thanet).

Fundort: Mattsee, Salzburg, Station 130; selten.

#### *Discoaster lodoensis*

Abb. 14, 15, 16, 19 u. 20 BRAMLETTE u. RIEDEL  
BRAMLETTE und RIEDEL, 1954, S. 398, Taf. 39,  
Fig. 3 a, b.

SHAMRAY und LAZAREVA, 1956, S. 712, Taf. 1,  
Fig. 3.

STRADNER, 1958, S. 182, Abb. 8 und 9.

MARTINI, 1958, S. 366, Taf. 6, Fig. 28 a bis d.

STRADNER, 1959, S. 3, Fig. 5.

Asterolithen mit fünf bis acht in der Ebene der Flachseiten gekrümmten Strahlen. Diese sind von der mit einem großen Zentralknopf (*Bulla centralis*) versehenen Facies superior her betrachtet, linkswendig gekrümmt. Ihre Länge ist sehr variabel. Der leicht erhabene ausgebildete Zentralstern der Facies inferior ist nicht immer deutlich auszunehmen. Unterteilungslinien sind bei den nur wenig gewölbten Asterolithen des Dan II auf beiden Flachseiten zu sehen, bei den Asterolithen der paläozänen Materialien nur mehr auf der Facies inferior. *Discoaster lodoensis* ist neben *Discoaster currens* eine Formart, bei der die Asterolithen leicht gegen die Facies inferior gewölbt sind, während die Asterolithen der meisten anderen Discoasteriden-Formarten eine konkave Facies superior und eine konvexe Facies inferior besitzen. Sie zeigt enge verwandtschaftliche Beziehungen zu *Discoaster currens* STRADNER, *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE und Riedel und wahrscheinlich auch zu den Trochoaster-Formarten.

Vorkommen: Unterstes Paläozän (Dan II), mittleres Paläozän (Thanet), mittleres Eozän (Lutet) und in den meisten jüngeren Formationen.

Fundorte: Kühlgraben am Untersberg, Salzburg; Mattsee, Salzburg, Stat. 130 und 138; Oichtental, Salzburg, Stat. 258.

#### *Discoaster kuepperi* nov. cent.

Abb. 17 und 21

Derivatio nominis: Herrn Dir. Prof. Dr. H. KÜPPER, Wien, in Dankbarkeit gewidmet.

Asterolithen mit meist neun keilförmigen, in distaler Richtung stumpfwinkelig zugespitzten Asteroradien. Diese sind nach der Art von *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE und RIEDEL geschwungen und mit Verstärkungsrippen versehen. Die Strahlen dieser Formart sind meist mehr als drei Viertel ihrer Länge miteinander verwachsen. Auf der Facies superior sind sie mit je ein oder zwei Querrippen verziert, welche langgestreckte Grübchen umschließen, ein Merkmal, das sonst bei keiner anderen Art vorkommt. Ein weiteres sehr charakteristisches Merkmal ist die zu einer gedrehten und kannelierten Säule ausgebildete *Bulla centralis*, die an ihrem oberen Ende trichterförmig erweitert ist. Der Öffnungswinkel dieses Trichters beträgt etwas weniger als 90°.

Stratum typicum: Mittleres Paläozän (Thanet).

Locus typicus: Mattsee, Salzburg, Stat. 130; selten.

#### *Discoaster ornatus*

STRADNER

Abb. 22—26

STRADNER, 1958, S. 188, Abb. 37 und 38.

STRADNER, 1959, S. 8, Fig. 30.

Asterolithen sechs- bis achtstrahlig. Die Strahlen haben besonders bei den wenigstrahligen Exemplaren in der Draufsicht den Umriß eines unregelmäßigen Rhomboides. Sie sind von der Mitte der Facies superior ausgehend ein wenig nach links gebogen, jedoch nicht so stark wie z. B. bei *Discoaster mirus* DEFLANDRE oder *Discoaster binodosus* MARTINI. Auf der Facies inferior sind die Strahlen zu starken Reliefkanten erhöht. Diese laufen gegen den Mittelpunkt der Facies inferior zusammen, wo sie eine kleine trichterartige Vertiefung freilassen. Die Ähnlichkeit in der Seitenansicht mit den im gleichen Dan-II-Material vorkommenden primitiven Formen von *Discoaster cf. barbadiensis* TAN SIN HOK (Abb. 27) ist auffallend. Asterolithen aus dem Mitteleozän von St. Pankraz, Salzburg (Abb. 28), zeigen einen wesentlich grazileren Bau. Die Abb. 29 zeigt die Seitenansicht eines Asterolithen von *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE und RIEDEL, welcher ebensowenig wie *Discoaster ornatus* einen Stiel besitzt.

Vorkommen: Unteres Paläozän (Dan II), dort allerdings meist ohne Grübchen auf den Asteroradien; häufig, Torton; selten.

Fundorte: Kühlgraben am Untersberg, Salzburg; Erdölfeld von Matzen, Niederösterreich.

#### *Discoaster colleti* PARÉJAS sens. emend. Abb. 30—32 BERSIER

Not: PARÉJAS, 1934, S. 103, Fig. 21—24.

BERSIER, 1939, S. 237, Fig. 18 (*D. colleti*) PAR. var. 8 und Fig. 21 (*D. hilli*, TAN).

Asterolithen mit acht bis zehn breiten, keilförmigen Strahlen, die distal oft scharf abgeschnitten sind (Abb. 31) und nur seichte Endeinschnitte (*incisurae terminales*) haben. Die Einschnitte zwischen den Strahlen (*incisurae interradales*) sind sehr eng im Gegensatz zu denen bei *Discoaster mirus* DEFLANDRE und *Discoaster distinctus* MARTINI. Die Facies inferior hat keinen Zentralstern, sondern nur von einer zentralen Vertiefung ausgehende gerade Unterteilungslinien. Die Facies superior hat nach links gebogene Unterteilungslinien.

Vorkommen: Mittleres Eozän (Lutet).

Fundorte: Mattsee, Salzburg, Stat. 37; Seeham, Salzburg, Stat. 74; selten.

#### *Discoaster distinctus* MARTINI Abb. 33—39

MARTINI, 1958, S. 363, Taf. 4, Fig. 17 a, b.

STRADNER, 1959, S. 6, Fig. 20.

Asterolithen vier- bis zehnstrahlig. Die Strahlen haben tiefe Endeinschnitte, deren Öffnungswinkel ungefähr 90° betragen. Die bilateralen Knoten sind bei dieser Formart so nahe den gegabelten Enden der Strahlen, daß sie mit diesen verschmolzen sind. Auf der Facies inferior tragen die Asteroradien eine verstärkte Kante, die soweit in distaler Richtung verlän-



gert sein kann, daß sie auch von der Facies superior her innerhalb des Endeinschnittes zu sehen ist. Die Interradialeinschnitte sind gerundet, bei vielstrahligen Asterolithen sind an den tiefsten Stellen kleine Höcker sichtbar. Die Unterteilungslinien der Facies inferior sind gerade, oft sogar als erhöhte Relieffleisten ausgebildet. Auch kurze Zwischenlinien, so wie bei *Discoaster mirus* DEFLANDRE, kommen vor (Abb. 39). Die Unterteilungslinien der Facies superior sind gebogen bis scharf geknickt.

Vorkommen: Mittleres Paläozän (Thanet), mittleres Eozän (Lutet).

Fundorte: Mattsee, Salzburg, Stat. 130; häufig. In allen Lutetproben von Oichtental und Seeham, Salzburg, minder häufig.

*Discoaster gemmeus* STRADNER  
Abb. 40

STRADNER, 1959, S. 7, Fig. 21.

Asterolithen mit sechs bis neun stumpf endigenden keilförmigen Strahlen, die den größten Teil ihrer Länge miteinander verbunden sind. Die Facies superior hat geschwungene bis stark geknickte Unterteilungslinien, die Facies inferior hat gerade, meist sehr schlecht sichtbare Unterteilungslinien. Sehr auffallend sind die stark erhöhten Relieffleisten, welche auf dieser Flachseite gegen die Mitte zu höher werden und sich rings um eine zentrale Vertiefung zu einem runden Wall vereinen.

Vorkommen: Mittleres Paläozän (Thanet).

Fundort: Mattsee, Salzburg, Stat. 130.

*Discoaster mirus* DEFLANDRE  
Abb. 41

DEFLANDRE, 1952, in Grassé, S. 465, Fig. 362 Z.

DEFLANDRE, 1954, S. 54, Textabb. 118.

STRADNER, 1959, S. 7, Fig. 23.

Die sechs- bis zehnstrahligen Asterolithen dieser Formart unterscheiden sich von denen der Formart *Discoaster distinctus* MARTINI (Abb. 37—39) dadurch, daß bei *Discoaster mirus* DEFLANDRE die Endeinschnitte nicht weit offen, sondern ziemlich spitzwinklig und eng sind. Die gegabelten Enden der Strahlen sind also nicht divergierend, sondern sie erscheinen vielmehr gegen den Endeinschnitt hin zusammengebogen. Die kleinen bilateralen Knoten sitzen ungefähr in der Mitte der freistehenden Enden der Strahlen auf, sie sind also nicht so weit vom Mittelpunkt entfernt wie bei *Discoaster distinctus* MARTINI. Der Umriß des freien Strahlenanteiles ist daher wie DEFLANDRE in seiner Formart-Diagnose sagte, „vierlappig“.

Vorkommen: Mittleres Paläozän (Thanet), mittleres Eozän (Lutet), oberes Eozän (Led).

Fundorte: Mattsee, Stat. 130, Holzmannberg, Marzoll, Salzburg; mäßig häufig.

*Discoaster binodosus* MARTINI  
Abb. 42

MARTINI, 1958, S. 361—362, Fig. 18 a, b und 19 a, b.

STRADNER, 1959, S. 5, Fig. 18, 19.

Asterolithen mit sechs bis acht freistehenden Strahlen, welche ein Paar, manchmal sogar zwei Paar laterale Knoten tragen. Die Strahlenenden sind meist spitz oder etwas abgerundet, nur die Subspecies *Discoaster binodosus hirundinus* MARTINI hat schwach gegabelte Strahlenenden. Die Facies inferior hat durchwegs einen kräftigen Zentralknopf und gerade Unterteilungslinien. Auf der Facies superior sind die Unterteilungslinien gebogen.

Vorkommen: Mittleres Eozän (Lutet).

Fundorte: Seeham, Stat. 74 und Oichtental, Stat. 258, Salzburg; häufig.

*Discoaster tani* BRAMLETTE und RIEDEL  
Abb. 43 und 44

BRAMLETTE und RIEDEL, 1954, S. 397, Taf. 39, Fig. 1.

MARTINI, 1958, S. 359, Taf. 3, Fig. 13 a, b.

STRADNER, 1959, S. 5, Fig. 16.

Asterolithen mit fünf schlanken Armen, die in der Draufsicht annähernd gerade Umrißlinien haben, räumlich hingegen stark von der Seite der Facies superior her betrachtet nach oben gekrümmt sind. Die Facies inferior, welche gerade Unterteilungslinien hat, ist also konvex. Da die Hauptachsen der Strahlen sich nicht genau im Mittelpunkt treffen, sondern tangential einem kleinen, gedachten mittelpunktsnahen Kreise zustreben, so erscheint der ganze Asterolith in seiner Umrißlinie etwas verdreht, und zwar von der Facies inferior her betrachtet, im Sinne des Uhrzeigers. Eine derartige Drehung des Asterolithen ist auch bei der nächstfolgenden Formart *Discoaster martinii* n. c. zu beobachten.

Vorkommen: Mittleres Eozän (Lutet).

Fundort: St. Pankraz, Stat. 197, Salzburg; mäßig häufig.

*Discoaster martinii* nov. cent.  
Abb. 45 und 47

Syn. *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK nach MARTINI, 1958, S. 359, Taf. 3, Fig. 12 a, b.

Not *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK bei BRAMLETTE und RIEDEL, 1954, S. 401, Abb. 2 b, Taf. 39, Fig. 11.

Derivatio nominis: Herrn Dr. E. MARTINI, Frankfurt, der diese Formart als erster beschrieb, gewidmet.

Fünfstrahlige Asterolithen, deren Strahlen ähnlich wie die von *Discoaster tani* BRAMLETTE und RIEDEL stark gewölbt sind und in zwei lange abstehende Enden gespalten sind. Die Achsen der Strahlen treffen nicht im Mittelpunkt zusammen, sondern gehen an diesem so wie bei der vorhergehenden Art nahe vorbei. Nahe der Stelle, an der sich die Strahlen mit einem sehr stumpfen Winkel gabeln, sind große breite Höcker ausgebildet. Diese überragen auf der konvex gewölbten Facies inferior die Breite der Strahlen, so daß sie auch von der Facies superior, der konkaven Flachseite, her sichtbar sind. Dies trifft aber nur für ausgesprochene robuste Exemplare zu, wie ein solches in Abb. 45 dargestellt wurde. Die Mehrzahl der gefundenen Asterolithen entspricht MARTINI's Mikrofoto 12 b.

Unterteilungslinien wie bei *Discoaster tani* BRAMLETTE und RIEDEL.

Vorkommen: Unteres Eozän.

Fundort: Aragon, Mexiko.

*Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK

Abb. 46 und 48

TAN SIN HOK, 1927, S. 120, Abb. 2/14.

BRAMLETTE und RIEDEL, 1954, S. 401, Taf. 39, Fig. 11, Abb. 2 b.

Sehr stark gewölbte Asterolithen mit fünf langen, dünnen gegabelten Strahlen. Vierstrahlige Exemplare sind sehr selten. Die borstenförmigen Enden der Strahlen schließen meistens einen Winkel von weniger als 90° ein. Die Strukturen der Facies superior entsprechen denen der typisch jungtertiären Formarten wie *Discoaster challenger* BRAMLETTE und RIEDEL und *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE und RIEDEL. Der mit den Asteroradien gleichgerichtete Zentralstern der Facies superior kann gut zur Differentialdiagnose der Formarten *Discoaster martinii* n. c. und *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK verwendet werden.

Vorkommen: Pliozän, Piacenciano.

Fundort: Castell' Arquato, Italien.

Formgattung: *Trochoaster*

KLUMPP

KLUMPP, 1953, S. 384.

Die bis jetzt in Österreich gefundenen Formarten von *Trochoaster* sind alle vierstrahlig. Typisch für jeden *Trochoaster* sind die starken Reliefleisten (Cristae radiales) auf der Facies superior. Unterteilungslinien sind meistens nur auf der Facies inferior zu beobachten. Die einzelnen Asteroradien sind in ihrem Aufbau unsymmetrisch. Die den Unterteilungslinien anliegenden Hälften der Asteroradien sind in ihrer Ausbildung betont. Die langen Fortsätze von *Trochoaster austriacus* STRADNER und von *Trochoaster pappi* n. c. sowie die Haken des Asterolithen von *Trochoaster swasticoides* MARTINI liegen alle den Unterteilungslinien von rechts her an. Die in ihrer Ausbildung nicht betonten Anteile der Asteroradien bilden den sogenannten Unterbau, von dem sich die verstärkten Teile besonders auf der Facies superior reliefartig abheben.

*Trochoaster staurophorus* nov. comb.

Abb. 49 und 50

Syn. *Discoaster staurophorus* GARDET, 1954, S. 534, Taf. X, Fig. 96.

Asterolithen mit meist rhombischem oder fast quadratischem Umriß. Die vier unsymmetrisch gebauten Asteroradien sind auf der Facies inferior durch gerade Unterteilungslinien getrennt. Während die Facies inferior ziemlich flach ist, sind die Cristae radiales der Facies superior zu einem kräftigen Kreuz verschmolzen, das sich von den flachen Teilen der Asteroradien reliefartig abhebt.

Vorkommen: Oberste Kreide (Nierentaler Schichten), Unteres Obereozän.

Fundorte: Leopoldsberg bei Wien-Kahlenbergerdorf. Nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. E. MAR-

TINI auch in den Tiefbohrungen Repke 1 und Hankensbüttel.

*Trochoaster swasticoides* MARTINI

Abb. 51, 52 und 57

MARTINI, 1958, S. 368, Taf. 5, Fig. 26 a, b.

STRADNER, 1959, S. 9, Fig. 12.

Asterolithen bestehend aus vier stark unsymmetrisch gebauten Asteroradien, deren erhöhte Kanten auf der Facies superior einen starken Knick gegen den Uhrzeigersinn aufweisen. Durch diese Abknickung der zu einem massiven Kreuz verschmolzenen Reliefleisten entsteht das Bild eines linkswendigen Hakenkreuzes (sanskrit:swastica). Der Unterbau ist manchmal, wie in Abb. 51, stark eingekerbt. Auf der Facies inferior, welche wesentlich flacher ist als die Facies superior, sind die Unterteilungslinien bis zu den Interradialeinschnitten hin zu verfolgen; auf der Facies superior können sie nur bei Kleinformen (Abb. 52) beobachtet werden.

Vorkommen: Unteres Eozän (Ypres) und mittleres Eozän (Lutet).

Fundorte: Eitelgraben am Untersberg, Salzburg und Mattsee, Station 1, Salzburg.

*Trochoaster austriacus* STRADNER

STRADNER

Abb. 53

STRADNER, 1959, S. 8, Fig. 11.

Asterolithen mit kreuzförmigem Umriß. Die vier Asteroradien lassen an sich einen langen, als Kreuzbalken vorragenden Teil und einen flachen kleineren, den sogenannten Unterbau bildenden Teil unterscheiden. Auf der Facies inferior, die durch die vier Unterteilungslinien geviertelt ist, sind die beiden verschiedenen stark ausgebildeten Anteile der Asteroradien durch leichte Einschnitte gesondert.

Vorkommen: Mittleres Eozän (Lutet).

Fundort: Holzmannberg, Salzburg.

*Trochoaster pappi* nov. cent.

Abb. 54

Derivatio nominis: Herrn Univ. Prof. Dr. A. PAPP in Dankbarkeit gewidmet.

Asterolithen mit gebuchtetem Unterbau, der von acht spitzigen Strahlenfortsätzen überragt wird. Die Balken des Reliefkreuzes der Facies superior endigen in den Buchten des Unterbaues. Die Facies inferior ist durch acht strahlenförmig angeordnete Rippen verziert. Die Unterteilungslinien lassen erkennen, daß zu jedem Asteroradius ein kräftiger langer und ein etwas kürzerer Dornfortsatz gehören, die mit den entsprechenden Fortsätzen des anliegenden Asteroradius Winkel von 90° einschließen.

Vorkommen: Unteres Eozän.

Fundort: Aragon, Mexiko.

*Trochoaster mexicanus* nov. cent.

Abb. 55

Derivatio: Mexicanus, aus Mexiko stammend.

Asterolithen bestehend aus vier Asteroradien, von denen jeder in drei verschieden große Höcker ausläuft. Wie von der Facies inferior her betrachtet zu erkennen ist, sind die beiden vom Mittelpunkt am weitesten entfernten Strahlenden eng miteinander verwachsen und nur durch eine schwache Furche getrennt. Der dritte und kleinste Strahlenanteil ist von den beiden größeren durch eine weite Bucht getrennt und als kleiner Höcker dem ihm anliegenden nächsten Asteroradius angeschlossen. Die Facies superior trägt ein reliefartig erhöhtes Balkenkreuz, die Facies inferior hat deutliche Unterteilungslinien.

Vorkommen: Unteres Eozän.

Fundort: Aragon, Mexiko; selten.

### *Trochoaster cristatus* MARTINI

Abb. 56 und 58

MARTINI, 1958, S. 368, Taf. 5, Fig. 26 a, b.

Die Asterolithen dieser Formart lassen sich ebenso wie die übrigen bisher in Österreich aufgefundenen Trochoasterformen auf die vierstrahlige Symmetrie zurückführen. Die Umrißlinie des Asterolithen von *Trochoaster cristatus* MARTINI ist wellig. Die Facies superior zeigt das für Trochoaster typische Reliefkreuz. Die Facies inferior ist von den gegabelten Reliefleisten der Asteroradien überzogen. Der Verlauf der Unterteilungslinien entspricht dem von *Trochoaster mexicanus* n. c.

Vorkommen: Mittleres Eozän (Lutet).

Fundort: Mattsee, Stat. 1, Salzburg.

### Zusammenfassung

Nach einer Einleitung über die wichtige Rolle der aus Kalk bestehenden Kleinstfossilien (Nannofossilien) bei der Gesteinsbildung, wurden die Möglichkeiten ihrer statistischen Erfassung zum Zwecke ihrer Verwendung in der Erdölstratigraphie erörtert. Auf die Möglichkeit der Anwendung von Discoasteriden-Diagrammen, die von großer Hilfe bei der interkontinentalen Korrelation von geologischen Zeitenfolgen sein können, wurde an Hand von einigen Beispielen hingewiesen. Es wurden auch die möglichen Fehlerquellen bei der Beurteilung von Nannofossilien aus Bohrkernmaterialien erwogen, ferner im taxonomischen Teil die Stellung der Discoasteriden und anderer sternförmiger Nannofossilien im System der Kalkflagellaten behandelt. Neben 17 bereits bekannten Arten wurden 4 Formarten — *Discoaster kuepperi*, *Discoaster martinii*, *Trochoaster pappi* und *Trochoaster mexicanus* — sowie eine Form-Unterart (*Discoaster tribrachiatum robustus*) neu benannt.

Im Bezug auf die Erfassung des räumlichen Aufbaues der Discoasteriden konnten folgende neue Erkenntnisse gewonnen werden:

1. Es gibt Discoasteriden ohne jegliche Unterteilungslinien. Es sind dies *Discoaster* (?) *furcatus*, *Discoaster contortus*, *Discoaster tribrachiatum* und *Discoaster rotans*.\*
2. Es gibt Discoasteriden, die Unterteilungslinien meist nur auf einer Flachseite erkennen lassen.

\* DEFLANDRE reiht diese Formarten unter seinem neuen Genotypus *Marthasterites furcatus* (adhuc *Discoaster* (?) *furcatus* DEFLANDRE) ein. (Briefliche Mitteilung von Herrn Dir. Prof. Dr. DEFLANDRE, Paris.)

Hiezu gehören: *Discoaster lodoensis*, *Discoaster kuepperi*, sämtliche Trochoasterformen und wahrscheinlich auch der einfache *Discoaster currens*. Bei all diesen Formarten sind die Unterteilungslinien auf einer Flachseite, bei *Discoaster currens* sogar auf beiden, durch Verschmelzung der Asteroradien verschwunden.

3. Es gibt Discoasteriden, die auf beiden Flachseiten, also sowohl auf der Facies superior als auch auf der Facies inferior gut sichtbare Unterteilungslinien besitzen: Gattung *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK, 1927, Formarten: *Discoaster ornatus*, *Discoaster distinctus*, *Discoaster mirus*, *Discoaster colleti*, *Discoaster hilli*, *Discoaster deflandrei*, *Discoaster binodosus*, *Discoaster nonradiatus*, *Discoaster tani*, *Discoaster martinii*, *Discoaster gemmeus*, *Discoaster quinarius*; ferner die Gattung *Helio-Discoaster* TAN SIN HOK: *Discoaster multiradiatus*, *Discoaster barbadiensis*, *Discoaster perplexus* und *Discoaster saipanensis*.

Es konnte festgestellt werden, daß die unter 3. angeführten Discoasteriden der Gattung *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK alle auf der von DEFLANDRE als Facies inferior bezeichneten Flachseite gerade Unterteilungslinien besitzen. Die auf der Facies superior gelegenen Unterteilungslinien sind bei diesen Formarten durchwegs gebogen oder scharf geknickt, und zwar vom Mittelpunkt ausgehend nach links (Abb. 78). Die Facies superior dieser Formarten ist entweder flach oder wie bei *Discoaster martinii* und *Discoaster tani* konkav gewölbt. Auch alle jungtertiären Formarten wie *Discoaster challengerii*, *Discoaster brouweri*, *Discoaster pentaradiatus*, *Discoaster perforatus* und *Discoaster musicus* lassen sich hier zwanglos einordnen, weil sie analoge Wölbungen ihrer Asterolithen zeigen.

Unter der Annahme, daß der Drehsinn der Sternstrahlen in der Hauptebene ein für alle Discoasteriden gleich zutreffendes Merkmal ist, wurden nun in dieser und in den vorhergehenden Arbeiten (STRADNER 1958 und 1959) auch alle übrigen Discoasteriden entsprechend dem Drehsinn bei den unter 3. genannten Discoasteriden der Gattung *Eu-Discoaster* TAN SIN HOK orientiert. Diejenige Flachseite, auf der die Strahlen gegen den Uhrzeigersinn gedreht sind, wurde als Facies superior bezeichnet, die andere auf der die Unterteilungslinien in ihrem mehr oder minder geraden Verlauf sichtbar sind, als Facies inferior. Die Orientierung der Abbildungen 18 bis 21, welche auf Grund des Drehsinnes der Sternstrahlen vorgenommen wurden, sowie die Orientierung der Abbildungen 26 bis 29 und 57, welche analog dem Drehsinn der Strahlen eingestellt wurden, zeigen noch Widersprüche, welche zur Zeit nicht geklärt werden können. Es muß daher die Frage der endgültigen Orientierung der Discoasteriden der Gattung *Helio-Discoaster* TAN SIN HOK sowie der unter 2. angeführten Formarten offen bleiben. Als sicher kann aber jetzt schon angenommen werden, daß durch das Studium des Drehsinnes und der Seitenansichten die Systematik und unser Wissen über die Phylogenie der Discoasteriden sehr gefördert werden kann. Das höchste Ziel des Mikropaläontologen ist doch die Entdeckung des Stammbaumes für die in Frage stehende Gruppe von Lebewesen, mit dessen Hilfe dann gesicherte Erdölstratigraphie betrieben werden kann.

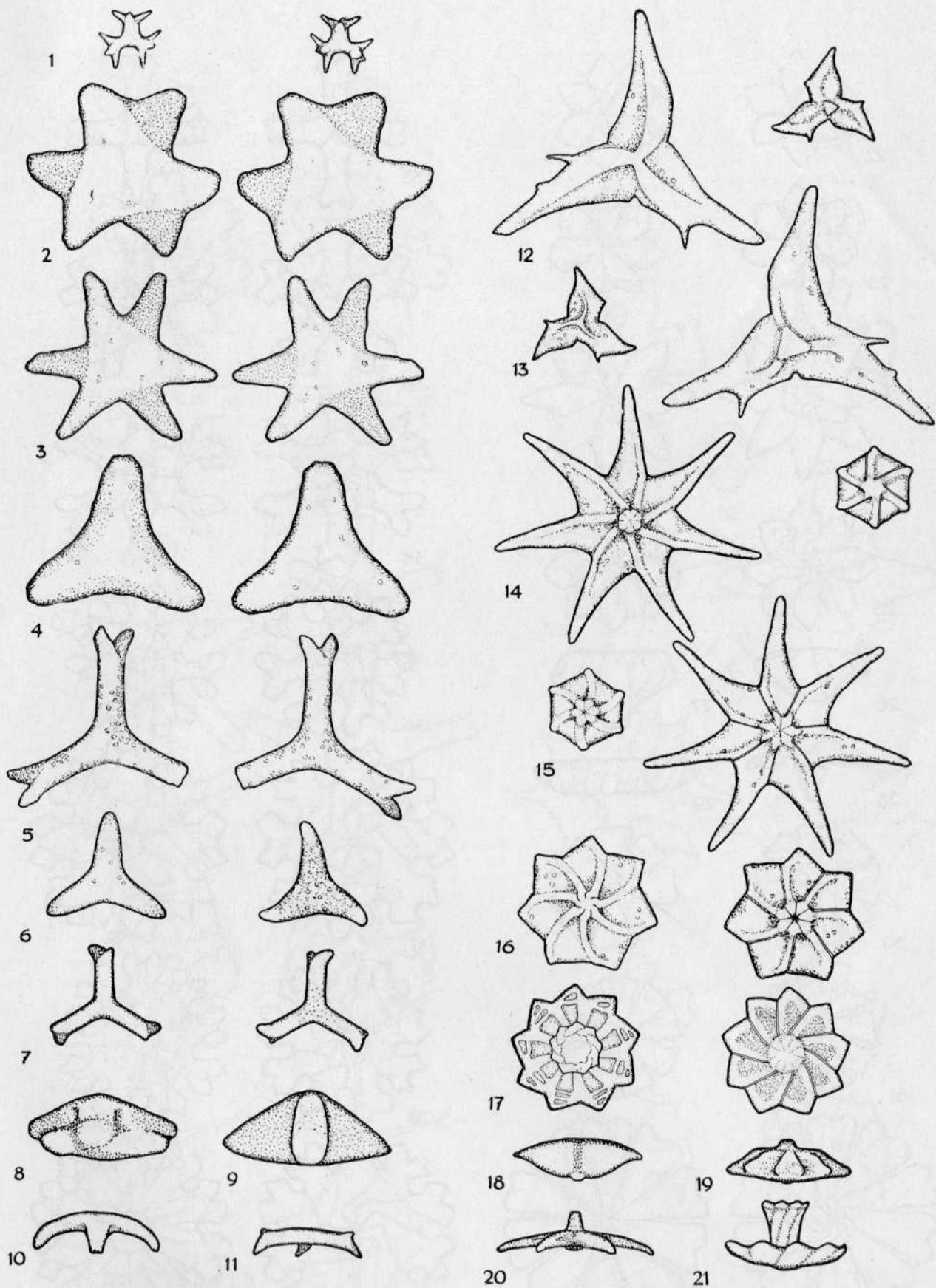


Abb. 1. *Discoaster* (?) *furcatus* DEFLANDRE. — Abb. 2 und 3. *Discoaster contortus* STRADNER. — Abb. 4. *Discoaster tribrachiatus* BRAMLETTE und RIEDEL, *robustus* nov. subcent. — Abb. 5 und 6. *Discoaster tribrachiatus* BRAMLETTE und RIEDEL. — Abb. 7. *Discoaster rotans* STRADNER. — Abb. 8. *Discoaster contortus* STRADNER, Seitenansicht. — Abb. 9. *Discoaster tribrachiatus* BRAMLETTE und RIEDEL, *robustus* nov. subcent., Seitenansicht. — Abb. 10. *Discoaster tribrachiatus* BRAMLETTE und RIEDEL, Seitenansicht. — Abb. 11. *Discoaster rotans* STRADNER, Seitenansicht. — Abb. 12 und 13. *Discoaster currens* STRADNER. — Abb. 14–16. *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE und RIEDEL. — Abb. 17. *Discoaster kuepperi* nov. cent. — Abb. 18. *Discoaster currens* STRADNER, Seitenansicht. — Abb. 19 und 20. *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE und RIEDEL, Seitenansicht. — Abb. 21. *Discoaster kuepperi* nov. cent., Seitenansicht.

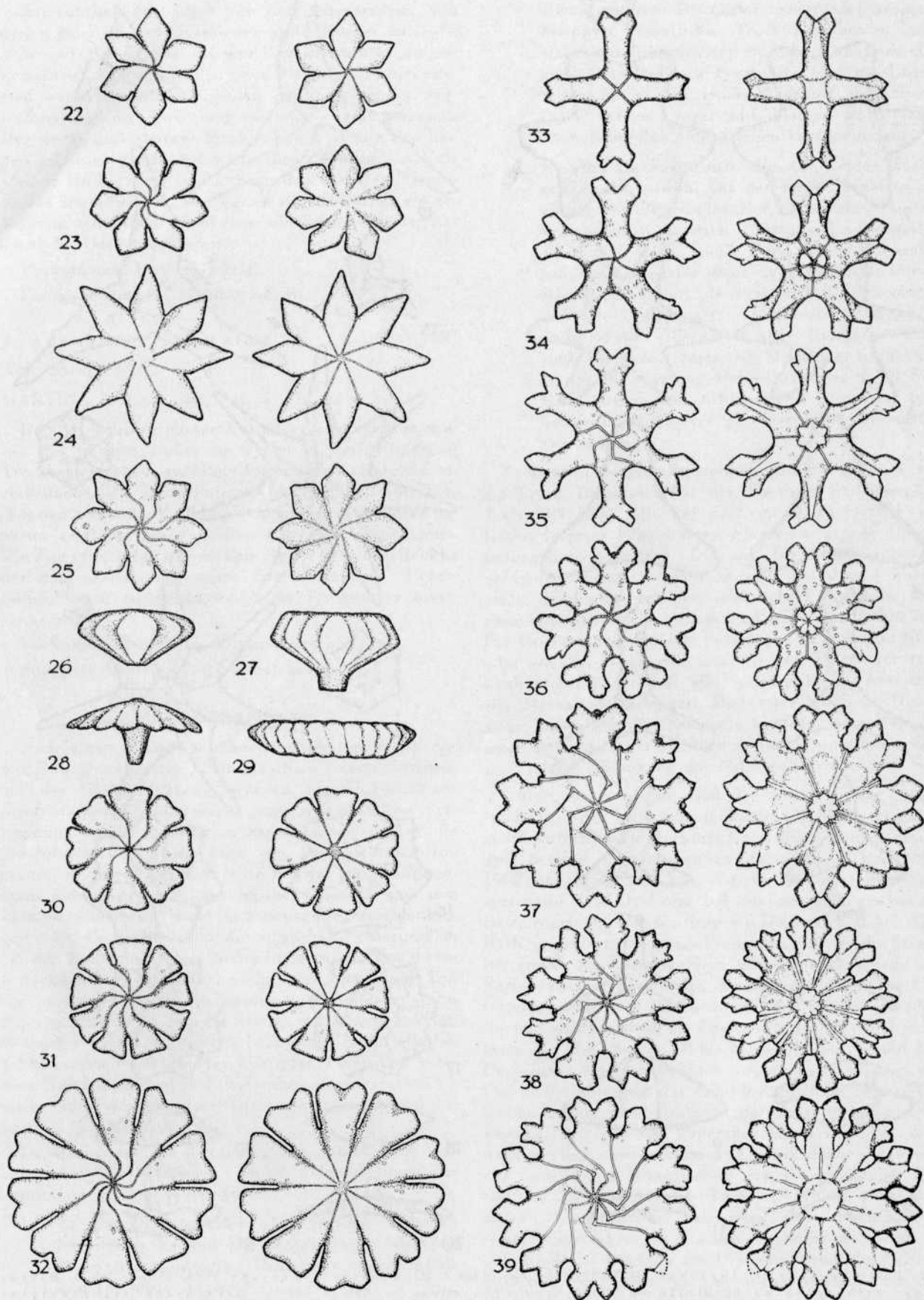


Abb. 22—25. *Discoaster ornatus* STRADNER. — Abb. 26. *Discoaster ornatus* STRADNER, Seitenansicht. — Abb. 27 und 28. *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK sens. emend. BRAMLETTE und RIEDEL, Seitenansicht. — Abb. 29. *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE und RIEDEL, Seitenansicht. — Abb. 30—32. *Discoaster colleti* (PAREJAS) BERSIER. — Abb. 33—39. *Discoaster distinctus* MARTINI. — Abb. 40. *Discoaster gemmeus* STRADNER. — Abb. 41. *Discoaster mirus* DEFLANDRE. — Abb. 42. *Discoaster binodosus* MARTINI. — Abb. 43 und 44. *Discoaster tani* BRAMLETTE und RIEDEL. — Abb. 45. *Discoaster martinii* nov. cent. — Abb. 46. *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK.

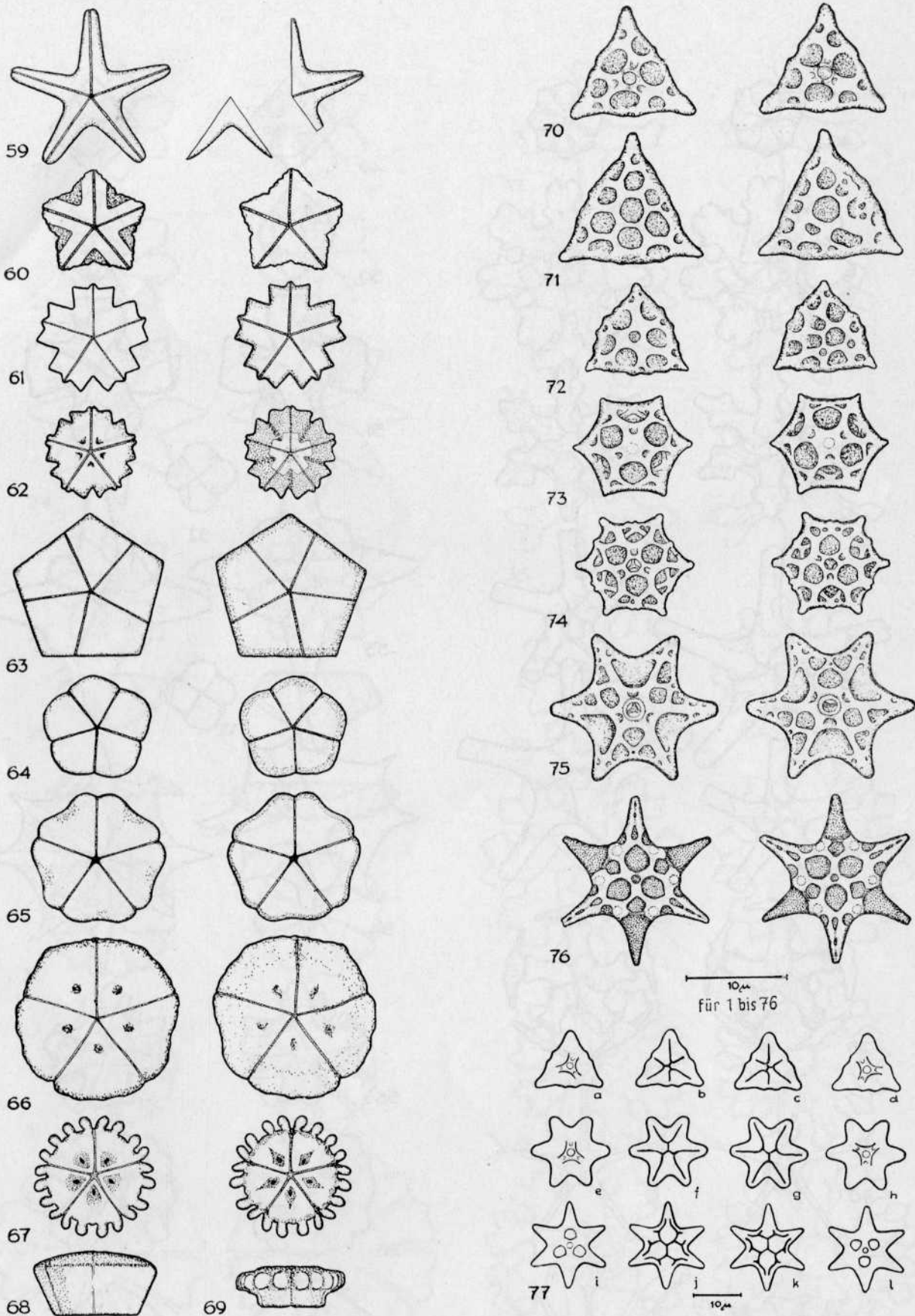
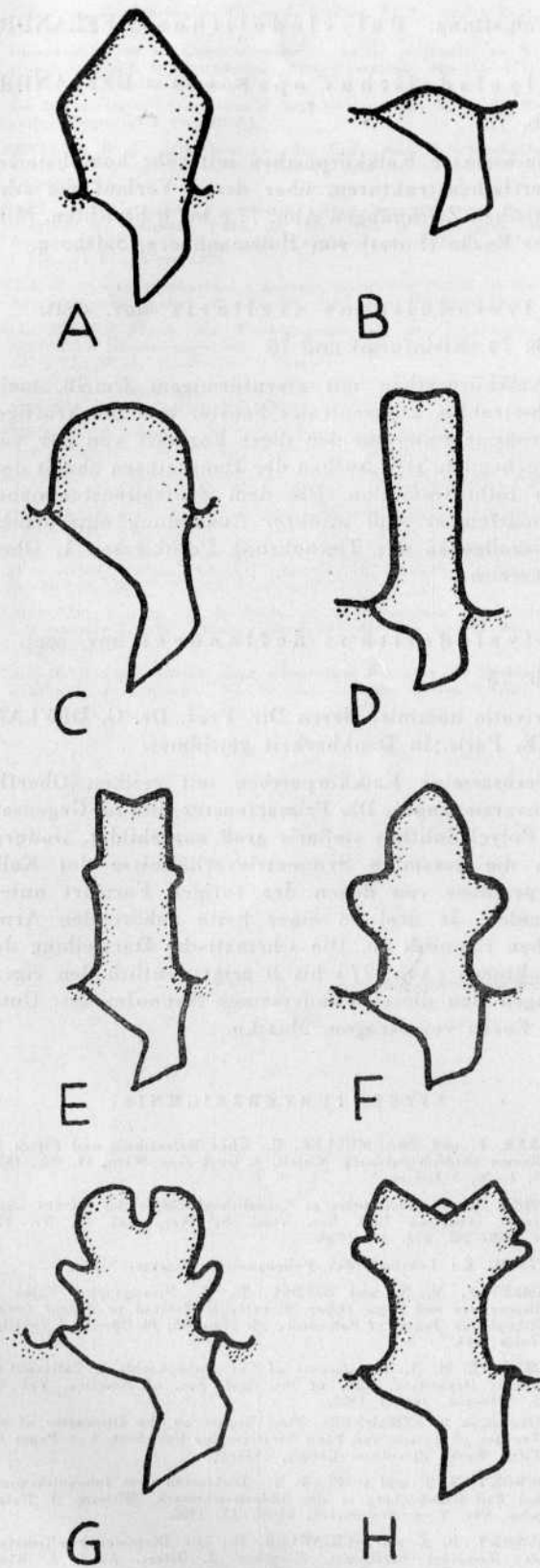


Abb. 59. *Micrantholithus vesper* DEFLANDRE. — Abb. 60. *Micrantholithus flos* DEFLANDRE. — Abb. 61 und 62. *Micrantholithus flos* DEFLANDRE, *angulosus* nov. subcent. — Abb. 63. *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN und BRAARUD) DEFLANDRE. — Abb. 64. *Braarudosphaera cf. discula* BRAMLETTE und RIEDEL. — Abb. 65. *Braarudosphaera undata* nov. cent. — Abb. 66. *Pemma rotunda* KLUMPP. — Abb. 67. *Pemma papillata* MARTINI. — Abb. 68. *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN und BRAARUD) DEFLANDRE, Seitenansicht. — Abb. 69. *Pemma papillata* MARTINI, Seitenansicht. — Abb. 70–72. *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE. — Abb. 73. *Polycladolithus operosus* DEFLANDRE. — Abb. 74. *Polycladolithus stellaris* nov. cent. (Kleinform). — Abb. 75. *Polycladolithus stellaris* nov. cent. — Abb. 76. *Polycladolithus deflandrei* nov. cent. — Abb. 77. a–d Schematische Darstellung des Baues von *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE in vier verschiedenen optischen Schärfeebenen. e–h *Polycladolithus stellaris* nov. cent. i–l *Polycladolithus deflandrei* nov. cent.



Umriss einzelner Sternstrahlen von alttertiären Discoasteriden (Formuntergattung: Eu-Discoaster TAN SIN HOK) von der Facies superior her betrachtet. (Vgl. Zusammenfassung, Punkt 3.)

- |   |   |
|---|---|
| A <i>Discoaster ornatus</i> STRADNER          | E <i>Discoaster tani nodifer</i> BRAMLETTE und RIEDEL |
| B <i>Discoaster gemmeus</i> STRADNER          | F <i>Discoaster binodosus binodosus</i> MARTINI       |
| C <i>Discoaster hillii</i> TAN SIN HOK        | G <i>Discoaster mirus</i> DEFLANDRE                   |
| D <i>Discoaster tani</i> BRAMLETTE und RIEDEL | H <i>Discoaster distinctus</i> MARTINI                |

Bemerkenswert der Verlauf der nach links gebogenen Unterteilungslinien.

Es ist sehr zu hoffen, daß die Arbeitsmethode der doppelseitigen Betrachtung, wie sie in bezug auf die Discoasteriden von DEFLANDRE bereits 1934 gelehrt wurde und darnach leider so gut wie ganz in Vergessenheit geriet, von den Forschern, die sich mit Discoasteriden und ähnlichen Nannofossilien befassen, mehr gehandhabt wird. Auch das Studium der Seitenansichten von Nannofossilien, in welchem sich KAMPTNER sehr verdient machte, sollte mehr gepflegt werden.

Der 3. Teil über die fossilen Discoasteriden Österreichs, welcher demnächst erscheinen wird, wird sich mit den typisch jungtertiären Formen und ihrer Variationsbreite befassen.

#### Anhang

Da es sich bei der mikroskopischen Arbeit im mikropaläontologischen Laboratorium als praktisch erweist, wenn man auch diejenigen Nannofossilien kennt, durch welche Verwechslungen mit Discoasteriden zustande kommen können, zeigen die Abb. 59 bis 76 weitere sternförmige Nannofossilien, welche nicht zu den Discoasteriden zu rechnen sind. Eine ausführliche Beschreibung dieser Formen wird in STRADNER 1960 geboten werden. Die nun folgenden Kurzbeschreibungen mögen nur als ein vorläufiges Hilfsmittel zum Erkennen und Bestimmen dieser sternförmigen Nannofossilien angesehen werden.

Familie: *Braarudosphaeridae* DEFLANDRE  
nach KAMPTNER Subfamilie: *Braarudosphaeroideae*

Formgattung: *Micrantholithus* DEFLANDRE

*Micrantholithus vesper* DEFLANDRE

Abb. 59

DEFLANDRE, 1950, S. 1158, Fig. 5—7.

MARTINI, 1958, S. 356, Taf. 1, Fig. 3 a—c.

Pentalithen von sternförmigem Umriß; ohne Verstärkungsleisten; leicht zerfallend. Eozän-Miozän. Fast in allen fossilen Plankton-Materialien.

*Micrantholithus flos* DEFLANDRE

Abb. 60—62

DEFLANDRE, 1950, S. 1158, Fig. 8—11.

MARTINI, 1958, S. 356, Taf. 1, Fig. 2 a—c.

Pentalithen von fünfeckigem rauhem Umriß mit kräftigen Verstärkungsleisten auf einer Seite. Leicht zerfallend. Eozän. Mattsee, Stat. 1, Salzburg. *Micrantholithus flos angulosus* nov. subcent. aus dem Untereozän von Aragon, Mexico (Abb. 61 und 62), hat scharfgezogene, kantige Umrißlinien und nur zarte Verstärkungsleisten.

Formgattung: *Braarudosphaera* DEFLANDRE

*Braarudosphaera bigelowi*

Abb. 63 und 68 (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE

DEFLANDRE, 1947, S. 439, Fig. 1—5.

BRAMLETTE und RIEDEL, 1954, Taf. 38, S. 393, Fig. 6 a und b.

MARTINI, 1958, S. 355, Taf. 2, Fig. 6 a, b.

Pentalithen, die aus fünf Einzelteilen mit trapezförmigem Umriß bestehen. Die aus zwölf Pentalithen bestehenden Gehäuse haben dodekaedrische Gestalt. Kreide bis rezent. In allen Materialien.

*Braarudosphaera cf. discula*

Abb. 64 BRAMLETTE und RIEDEL

Pentalithen der vorigen Formart ähnlich, aber mit abgerundeten Einzelteilen. Mittleres Paläozän von Mattsee, Stat. 133, Salzburg.

*Braarudosphaera undata nov. cent.*

Abb. 65

Pentalithen mit gewelltem Umriß. Jeder Einzelteil hat zwischen zwei runden Höckern eine sanfte Einbuchtung. Paläozän (Thanet) von Mattsee, Stat. 130, Salzburg; Unteres Eozän von Aragon, Mexiko.

Formgattung: *Pemma* KLUMPP

*Pemma rotundum* KLUMPP

Abb. 66

KLUMPP, 1953, S. 381, Abb. 2, 3, Taf. 16, Fig. 3.

MARTINI, 1958, S. 355, Taf. 2, Fig. 7 a, b.

Pentalithen mit annähernd kreisrundem Umriß. Jeder Einzelteil besitzt nahe der Mitte einer jeden Flachseite ein Grübchen. Mittleres Eozän (Lutet) von Holzmannberg, Salzburg.

*Pemma papillatum* MARTINI

Abb. 67 und 69

MARTINI, 1959, (3), S. 139, Abb. 1 a, b.

Runde Pentalithen, deren Einzelteile an ihrem vom Zentrum am weitesten entfernten Bogen mit vier parallelen Fortsätzen versehen sind. Diese Papillen, welche sehr häufig abgebrochen sind, haben etwas ungleiche Länge und Dicke. Die am Einzelteil lateral stehenden Papillen sind etwas schwächer als die in der Mitte stehenden.

Untereozän von Aragon und Mitteleozän von Guyabal, Mexiko.

Formfamilie: *Lithostromation idae incertae sedis* DEFLANDRE 1959

(In Übereinstimmung mit DEFLANDREs neuester Arbeit [1959, in Druck].)

Formgattung: *Lithostromation* DEFLANDRE

*Lithostromation perdurum* DEFLANDRE

Abb. 70—72

Dreieckige Kalkkörperchen, die im Normalfalle auf beiden Flachseiten von gleichen regelmäßigen netzartigen Strukturen überzogen sind. Über den Verlauf der oberflächlichen Verzierungen und der im Inneren liegenden Hauptachsen geben die schematischen Zeichnungen 77 a bis d Aufschluß. Mittleres Eozän (Lutet) von Holzmannberg, Salzburg.

Formgattung: *Polycladolithus* DEFLANDRE

*Polycladolithus operosus* DEFLANDRE

Abb. 73

Sechseckige Kalkkörperchen mit sehr komplizierten Oberflächenstrukturen, über deren Verlauf die schematischen Zeichnungen Abb. 77 e bis h berichten. Mittleres Eozän (Lutet) von Holzmannberg, Salzburg.

*Polycladolithus stellaris nov. cent.*

Abb. 74 (Kleinform) und 75

Kalkkörperchen mit sternförmigem Umriß, meist sechsstrahlig. Ein zentrales Fenster und die kräftigen Sternarme unterscheiden diese Formart von der vorhergehenden. Der Aufbau der Hauptachsen ähnelt dem von *Lithostromation*. Die dem Zentralfenster nahen Primärfenster sind in ihrer Ausbildung unterdrückt. Unteroligozän der Tiefbohrung Puchkirchen 1, Oberösterreich.

*Polycladolithus deflandrei nov. cent.*

Abb. 76

Derivatio nominis: Herrn Dir. Prof. Dr. G. DEFLANDRE, Paris, in Dankbarkeit gewidmet.

Sechsaarmige Kalkkörperchen mit reichen Oberflächenverzierungen. Die Primärfenster sind im Gegensatz zu *Polycladolithus stellaris* groß ausgebildet, wodurch sich die gesamten Symmetrieverhältnisse des Kalkkörperchens von denen der vorigen Formart unterscheiden. Je drei zu einer Seite gehörenden Arme stehen räumlich ab. Die schematische Darstellung der Strukturen (Abb. 77 i bis l) zeigt deutlich den eigenartigen Bau dieses wundersamen Nannofossiles. Unteres Eozän von Aragon, Mexiko.

LITERATURVERZEICHNIS:

- ABERER, F. und BRAUMÜLLER, E.: Über Helvetikum und Flysch im Raume nördlich Salzburg. *Mitteil. d. Geol. Ges. Wien*, 49. Bd., 1956, S. 1—39, 3 Karten.
- BERSIER, A.: Discoasteridées et Coccolithophoridées des marnes oligocenes vaudoises. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, Vol. 60, Nr. 248, S. 229—248, Fig. 48, 1939.
- BERTSCH, K.: *Lehrbuch der Pollenanalyse*. Stuttgart 1942.
- BRAMLETTE, M. N. und RIEDEL, W. R.: Stratigraphic Value of Discoasters and Some Other Microfossils Related to Recent Coccolithophores. *Journ. of Paleontol.*, 28: 385—403, Pl. 28—29, 3 Textfig., Tulsa 1954.
- BRAMLETTE, M. N.: Significance of Coccolithophorids in Calcium-Carbonate Deposition. *Bull. of the Geol. Soc. of America*, Vol. 69, S. 121—126, Jänner 1958.
- Discussion to STRADNERs: First Report on the Discoaster of the Tertiary of Austria and Their Stratigraphic Use. Sect. 1 — Paper 60. Fifth World Petroleum Congr., 1959.
- CHOLNOKY, B. J. und HÖFLER, K.: Diatomeen vom Johannisbrunnen bei Bad Gleichenberg in der Südoststeiermark. *Mitteilg. d. Naturwiss. Ver. f. d. Steiermark*, 81/82, 13, 1952.
- CHOLNOKY, B. J. und SCHINDLER, H.: Die Diatomeengesellschaften der Ramsauer Torfmoore. *Sitzber. d. Österr. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl.*, Abt. I, 162, 1953.
- DEFLANDRE, G.: Les Discoasteridées, microfossiles calcaires incertae sedis. *Bull. Soc. Franc. Microsc.*, 3, 59—67, Paris 1934.
- 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.*, Paris 1942, S. 917—919.
- *Braarudosphaera nov. gen.*, Type d'une famille nouvelle de Coccolithophoridées actuels à élément composites. *C. R. Acad. Sc.*, Paris 1947, 225: 439—441.
- Observations sur les Coccolithophoridées à propos d'un nouveau type de *Braarudosphaeridé*, *Micrantholithus*, à élément clastique. *C. R. Acad. Sc.*, Paris 1950, 231: 1156—1158.
- Contribution à l'étude des Silicoflagellidés actuel et fossiles. *Microscopie*, tom. 2, 1—82, 243 Fig., Paris 1950.



- Classe des Coccolithophoridés — In Grasse, P. P., Traité Zool., 1, 1: 439—470, Paris 1952.
- Observations sur les Coccolithophoridés actuel et fossiles en Microscopie ordinaire et électronique. Ann. Paléontol., 40: 115—179; Pl. 1—15, 127 Textfig., Paris 1954.
- Sur les nanofossiles calcaires et leur systématique. Revue de Micropaléontologie, 1959 (in Druck).
- EHRENBERG, C. G.: Mikrogeologie, das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. Leipzig 1854.
- GARDET, M.: Contribution à 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 Collaborateurs 1954, S. 477—550, 1 Fig., 11 Pl., Alger 1955.
- GORKA, H.: Coccolithophoridae z gornego masydu Polski srodkowej. Acta palaeontol. polon., 2: 235—284, Taf. 1—5, Warschau 1957.
- GRILL, R.: Der Flysch, die Waschbergzone und das Jungtertiär um Ernstbrunn (Niederösterreich). Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt Wien, Jg. 1953, XCVI, 1: 65—116, 2 Karten.
- GRUNOW, A.: Tagebücher (unveröffentlicht); Collectio Grunow der Bot. Abt. des Nat. Hist. Mus. Wien.
- GUINOCHE, M.: Etudes sur la végétation de l'Etage alpin dans le Bassin Supérieur de la Tinee. Comm. S. I. G. M. A., 59, 1938.
- KAMPTNER, E.: Das mikroskopische Studium des Skelettes der Coccolithineen (Kalkflagellaten). Übersicht der Methoden und Ergebnisse. I. Mikroskopie H. 7—8, S. 232—244. II. Ibidem H. 11—12, S. 375—386, Fig. 17—27. Wien 1952.
- Betrachtungen zur Systematik der Kalkflagellaten, nebst Versuch einer neuen Gruppierung der Chrysomonadales. Arch. f. Protistenkunde, 103. Band, H. 1/2, S. 54—116, 1958.
- KLUMPP, B.: Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des mittleren und oberen Eozäns. Palaeontographica 103 (A), S. 377—406, Pl. 15—20, 1953.
- KOLBE, R. W.: Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. Ergebnisse der Biologie, Bd. 8, 1932, Springer Verlag Berlin.
- KOLKOWITZ, R. und MARSSON, M.: Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitteil. K. Prüfungsanst. f. Wasservers. u. Abwasserbes., Berlin-Dahlem 1, 33, 1902.
- MARTINI, E.: Discoasteriden und verwandte Formen im NW-deutschen Eozän (Coccolithophorida). I.: Senk. leth. Bd. 39, 353—388, 31 Abb. II.: Bd. 40, 137—157, 6 Abb., 1958—1959.
- Der stratigraphische Wert von Nanofossilien im nordwestdeutschen Tertiär. Erdöl und Kohle, 12. Jg., S. 137—140, 1 Taf., 1 Abb., 1959.
- NOEL, D.: Coccolithes des terrains jurassiques de l'Algérie. Publ. du serv. de la carte géol. de l'Algérie (Nov. Ser.). Bul. no. 8, Trav. des Collaborateurs 1955, S. 303—345, 8 Pl., 5 Tab., Alger 1956.
- PAPP, A.: Über Discoasteridenflora aus Österreich. Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt Wien, 1960 (in Vorbereitung).
- PAREJAS, E.: Sur quelques Actiniscus du Crétacé sup. des Brasses (Préalpes médianes) et de l'île d'Elbe. C. R. Sc. Soc. Phys. et Hist. Nat. Geneve, Vol. 51, Nr. 2, 1934.
- RAABE, H.: Die Diatomeenflora der ostholsteinischen Fließgewässer. Arch. f. Hydrob., 44, 521.
- SHAMRAY, I. A. und LAZAREVA, E. P.: Palaeogenic Coccolithophoridae and Their Stratigraphic Importance. Dokl. Akad. Nauk. SSSR, 108: 711—714, Moskau 1956.
- STRADNER, H.: Die fossilen Discoasteriden Österreichs. I.: Erdöl-Zeitschrift, 74/6, S. 178—188, 38 Abb., 2 Diagr., 1958.
- First Report on the Discoasters of the Tertiary of Austria and Their Stratigraphic Use. Fifth World Petroleum Congress, Sect. 1 — Paper 60, S. 1—12, 30 Fig., 1 Diagr., 1959.
- Über Discoasteridenflora aus Österreich. Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt Wien, 1960 (in Vorbereitung).
- TAN SIN HOK: Over de samenstelling en het ontstaan van Krijt en Mergelgesteenten van de Molukken, Jg. Mijuwesen nederl. Oost Indie 1926, Verh. 3: 111—122, Taf. 3, 's Gravenhage 1927.
- THOMASSON, K.: Methoden zur Untersuchung der Mikrophyten der limnischen Litoral- und Profundalzone. Abderhalden Handb. IX/2, 1925.

