

# DIE COCCOLITHEN EINIGER DÄNISCHER MAASTRICHTIEN- UND DANIENLOKALITÄTEN

Von

KATHARINA PERCH-NIELSEN

## Abstract

Coccoliths and related forms from some Danish localities of Maastrichtian and Danian age are studied by light microscope and transmission electron microscope. The results are used stratigraphically and confirm the great change in nannoplankton content from the Maastrichtian to the Danian. In the material studied, however, there occur only minor changes from the Campanian to the Maastrichtian and from the Danian to the Heersian.

The *Markalius astroporus* (*M. inversus*) and *Cruciplacolithus tenuis* Zones occur in the Danian of the type region. The youngest part of the Danian and the oldest part of the Heersian lie between the Zones of *C. tenuis* and *Fasciculithus tympaniformis*.

The following new species from the Danian are described here: *Cruciplacolithus inaeodius*, *Cruciplacolithus subrotundus*, *Ericsonia brotzenii* and *Heliorthus? denticulatus*.

## Zusammenfassung

Die Coccolithen und verwandte Formen einiger dänischer Maastrichtien- und Danienlokalitäten werden im Licht- und im Transmissionselektronenmikroskop untersucht. Die Ergebnisse werden stratigraphisch ausgewertet und bestätigen den grossen Umschwung des Nannoplanktoninhaltes vom Maastrichtien zum Danien, während vom Campanien zum Maastrichtien und vom Danien zum Heersien im untersuchten Material nur geringe Änderungen festzustellen sind.

Im Danien der Typusregion können die *Markalius astroporus* (*M. inversus*) und die *Cruciplacolithus tenuis* Zonen nachgewiesen werden. Der jüngste Teil des Daniens und der älteste Teil des Heersiens liegen zwischen der letztgenannten Zone und der *Fasciculithus tympaniformis* Zone.

Aus dem Danien werden folgende neue Arten beschrieben: *Cruciplacolithus inaeodius*, *Cruciplacolithus subrotundus*, *Ericsonia? brotzenii* und *Heliorthus? denticulatus*.

## EINLEITUNG

Die bisherigen Untersuchungen verschiedener Autoren über die Coccolithen und verwandte Formen in den dänischen Maastrichtien- und Danienablagerungen waren vor allem auf Beobachtungen mit dem Lichtmikroskop gestützt. Bereits diese Arbeiten zeigten, dass der Nannofossilinhalt der beiden Ablagerungen sehr verschieden ist (BRAMLETTE & MARTINI, 1964; HAY & MOHLER, 1967).

Im Rahmen der Bearbeitung der Coccolithen der dänischen Oberkreide- und Tertiärsedimente mit dem Elektronenmikroskop lag es nahe, sich so bald wie möglich der Maastrichtien/Daniengrenze und der Abgrenzung

des Daniens zuzuwenden. Um das Bestimmen der im Danien aufgearbeiteten kretazischen Formen zu erleichtern und eine eventuel beobachtbare Evolution der Formen erkennen zu können, wurde mit der Bearbeitung der Cocolithen des Maastrichtiens begonnen (PERCH-NIELSEN, 1968). Da diese Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, hat die hier vorgelegte Zusammenstellung der bisherigen Ergebnisse nur wegweisenden Charakter.

Das untersuchte Material wurde zum Teil auf verschiedenen Exkursionen eingesammelt, für deren finanzielle Unterstützung ich dem Carlsbergfond danken möchte. Für die Überlassung von Proben- und Vergleichsmaterial sowie für Auskünfte und Diskussion bin ich folgenden zu Dank verpflichtet: Prof. T. BIRKELUND und Prof. A. ROSENKRANTZ, E. HÅKANSSON, H. J. HANSEN und F. SURLYK (alle Mineralogisk Museum Kopenhagen), I. BANG (Danmarks Geologiske Undersøgelse), Prof. M. N. BRAMLETTE (Scripps Institution of Oceanography, La Jolla), A. R. EDWARDS (Neuseeland), H. MANIVIT (Paris), E. MARTINI (Frankfurt), P. REINHARDT (Freiberg) und H. STRADNER (Wien). Ein Teil der Untersuchungen wurde in Paris am »Institut de Paléontologie« und am »Institut de Géologie« des »Muséum national d'histoire naturelle« ausgeführt, deren Direktoren Prof. R. LAFFITTE und Prof. J.-P. LEHMANN sowie Prof. G. DEFLANDRE und D. NOËL ich für die mir erwiesene Gastfreundschaft herzlich danken möchte.

#### UNTERSUCHTE LOKALITÄTEN

Die geographische Lage der dänischen Lokalitäten, von denen Probenmaterial untersucht wurde, ist aus Fig. 1 ersichtlich. Ihre stratigraphische Einstufung ist in Tabelle I enthalten.

Das Campanien und Maastrichtien sind als weisse Schreibkreide ausgebildet. Flintlagen sind in verschiedener Mächtigkeit und mit unterschiedlichem Abstand voneinander anstehend. Am »Hvidskud« auf Møns Klint ist über der Zone mit *Belemnella lanceolata* ein Härtingshorizont ausgebildet. Die Grenzlagen des Maastrichtiens und des Daniens sind u. a. bei »Kjølby Gård« und an mehreren Stellen an Stevns Klint gut zugänglich aufgeschlossen. Hier wird die weisse Schreibkreide des oberen Maastrichtiens von hellgrauer, bryozoenreicher Kreide überlagert. Darüber folgt der in flachen Becken sedimentierte »Fishton«, der als Basiskonglomerat des Daniens aufzufassen ist. Er enthält zahlreiche aufgearbeitete Schreibkreidefossilien und -gerölle, ist dunkel- bis hellgrau, 0–20 cm mächtig und wird an Stevns Klint von bis 1 m hellem Cerithiumkalk überlagert. Vor der Ablagerung des hangenden Bryozoenkalkes wurden die Grenzlagen wieder erodiert und gehärtet. Der Bryozoenkalk erstreckt sich von der *Tylocidaris ødumi* über die *T. abildgaardi* und *T. brünnichi* bis in die *T. vexillifera* Zone und ist einige Meter bis knapp 200 m mächtig. Bei Faxe tritt an Stelle eines Teils des Bryozoenkalkes Korallenkalk. Das oberste Danien wird durch hellen Kalksand mit *T. vexillifera* gebildet, der diskordant von dunklen, konglomeratisch ausgebildeten Grünsanden des Heersiens mit *Globorotalia angulata* überlagert wird (ROSENKRANTZ, 1924, 1939, 1966; HANSEN, 1968).

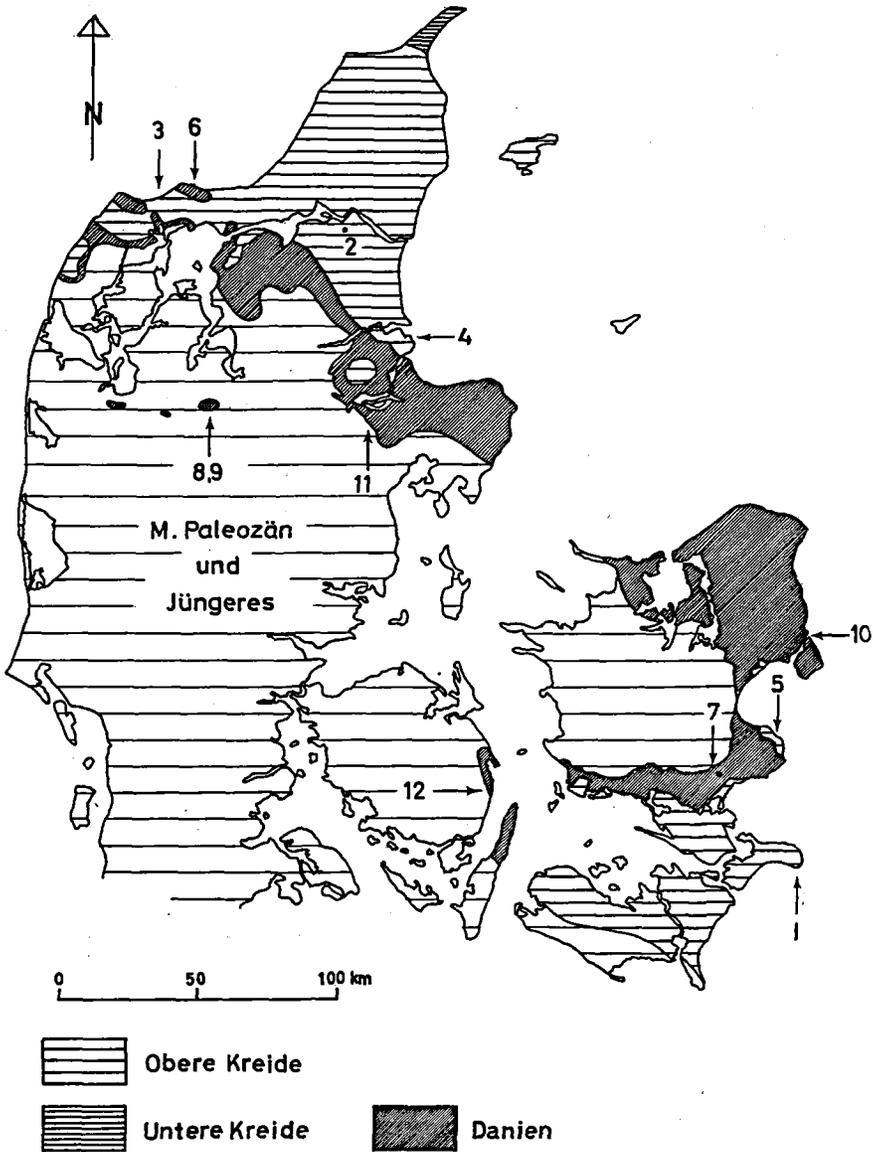


Fig. 1. Geologische Übersichtskarte von Dänemark, unter Weglassung des Quartärs. Lokalitäten: 1 - Møns Klint, 2 - Rørdal, 3 - Kjolby Gård, 4 - Dania, 5 - Stevns Klint, 6 - Klim, Bulbjerg, 7 - Faxe, 8 - Daubjerg, 9 - Mønsted, 10 - Kopenhagen, 11 - Hvalløse, 12 - Klintholm.

## BIOSTRATIGRAPHISCHE ZONIERUNG ANHAND VON COCCOLITHEN

Während für den tertiären Zeitabschnitt bereits verschiedene auf Nannoplankton begründete Zonierungen vorgeschlagen wurden, fehlen solche für den kretazischen Abschnitt noch. STRADNER (1963) hat im Campanien eine »*Gothicus* Assoziation«, im Maastrichtien eine »*Cymbiformis* Assoziation« und im Danien eine »*Helis* (= *Tenuis*) Assoziation« unterschieden. Das untersuchte Material erlaubt noch keine Zoneneinteilung im Maastrichtien, doch scheinen *Nephrolithus frequens* und *Reinhardtites mirabilis* auf das obere Maastrichtien beschränkt zu sein. Das untere Maastrichtien unterscheidet sich vom Campanien hier durch grössere Vielfaltigkeit. Einige Arten, die an anderen Lokalitäten im Campanien und/oder im Maastrichtien gefunden wurden fehlen hier. Dies ist für das Campanien der Fall für *Thoracosphaera deflandrei*, *Lithastrinus floralis*, *Corollithion signum*, *Stephanolithion laffittei*, *Marthasterites furcatus*, *Microrhabdulus constrictus*, *Tetralithus gothicus* u. a. m. (in STRADNER, 1963). Im Maastrichtien des untersuchten Materials fehlen *Thoracosphaera operculata*, *Corollithion exiguum*, *Cylindralithus gallicus*, *Cylindralithus serratus*, *Tetralithus murus*, *Cretarhabdus decorus*, *Cretarhabdus splendens* u. a. m. (in BRAMLETTE & MARTINI, 1964). Die Durchsicht weiterer Literatur und eigene Beobachtungen an Maastrichtien-Proben von Nordamerika, Neuseeland, Europa und Ägypten bestätigen, dass die dänische Schreibkreide zwar eine artenreiche Coccolithenvergesellschaftung besitzt, dass diese jedoch bei weitem nicht alle gleichaltrigen Formen umfasst. Einige Arten sind dagegen bisher erst hier gefunden worden: *Crepidolithus cohenii* und *Deflandrius rhombicus*, während weitere in PERCH-NIELSEN, 1968, beschriebene neu Arten inzwischen auch an anderen Orten angetroffen wurden: *Dodekapodorhabdus noelae* und *Deflandrius stoveri* im Maastrichtien und Campanien von Frankreich, *Reinhardtites mirabilis* im Maastrichtien von Norddeutschland und Nordamerika.

Die tertiären Sedimente wurden von HAY u. a., 1967, aufgrund von Beobachtungen mit dem Elektronenmikroskop zonierte.

### TABELLE I

Biostratigraphische Zonierung und stratigraphische Einstufung der untersuchten Lokalitäten im Campanien, Maastrichtien, Danien und Heersien sowie Verteilung der wichtigsten Arten des kalkigen Nannoplanktons. 1) Aus der Literatur entnommene Vorkommen (BRAMLETTE & MARTINI, 1964; EDWARDS, 1966; HAY & MOHLER, 1967; LOCKER, 1967, 1968; MARTINI, 1961, 1964; MOSHKOVITZ, 1967; REINHARDT, 1966; STOVER, 1966; STRADNER, 1963; TREXLER, 1967; VANGEROW & SCHLOEMER, 1967).

*Markalius astroporus* (= *M. inversus*) Zone  
(MOHLER & HAY, 1967, in HAY u. a.)

Definition: Intervall vom ersten Auftreten von *M. astroporus* zum ersten Auftreten von *Cruciplacolithus tenuis*.

Verbreitung in Dänemark: Die *M. astroporus* Zone ist an der Basis des Daniens aller untersuchten Profile in unterschiedlicher Mächtigkeit.



keit aufgeschlossen. *Biantholithus sparsus* tritt hier zusammen mit *Thoracosphaera* im Fischton auf, im Gegensatz zu anderen Gebieten, wo *Thoracosphaera* auch in der Kreide vorkommt. Alle anderen Formen im Fischton können – müssen aber nicht – aus der Schreibkreide aufgearbeitet worden sein. Ihre Anzahl ist weit grösser als diejenige der wahrscheinlich autochthonen Arten und umfasst fast alle Arten des oberen Maastrichtiens der Region, vor allem aber *Arkhangelskiella cymbiformis*. Der überlagernde Cerithiumkalk und die untersten Meter des Bryozoenkalkes sind meist sehr arm an Coccolithen, enthalten jedoch die Leitform der nächsten Zone noch nicht.

**Bemerkungen:** Die Definition dieser Zone ist im untersuchten Material nicht anwendbar, da hier *Markalius inversus* (= *M. astroporus*) schon im Maastrichtien vorkommt. Dagegen ist die Zone am ersten Auftreten von *Biantholithus sparsus*, möglicherweise einem ersten Vorläufer der Discoasteriden, gut erkennbar.

Die Entscheidung, welche Coccolithen im Fischton als aufgearbeitet betrachtet werden müssen und welche die Kreide/Tertiär Grenze überdauern konnten, ist nicht leicht zu fällen. In der Literatur wird oft auf das Vorhandensein aufgearbeiteter Formen hingewiesen, es fehlen jedoch meist Artsangaben. Ich bin versucht, neben *M. inversus* auch *Markalius reinhardtii*, *Biscutum constans*, *Biscutum castrorum* und *Crepidolithus* als »Durchläufer« zu betrachten. Alle diese Formen sind einfach gebaut und finden sich bereits in jurassischen Ablagerungen oder sind mit jurassischen Arten nahe verwandt, haben also schon eine Umwälzung hinter sich. Als weitere »Durchläufer« können *Tetralithus obscurus*, *Braarudosphaera bigelowi* und, in anderen Regionen, *Thoracosphaera* angesehen werden.

*Cruciplacolithus tenuis* Zone (MOHLER & HAY, 1967, in HAY u. a.)

**Definition:** Intervall vom ersten Auftreten von *Cruciplacolithus tenuis* bis zum ersten Auftreten von *Fasciculithus tympaniformis*.

**Verbreitung in Dänemark:** Alle dänischen Danienvorkommen, die untersucht wurden und die jünger sind als die *M. astroporus* Zone, gehören in die *C. tenuis* Zone. Neben den Coccolithen der älteren Zone und *C. tenuis* treten bereits im Bryozoenkalk neu auf: *Biscutum dimorphosum*, *Ericsonia? martinii*, *Zygodiscus sigmoides*, *Ericsonia cava*, *Chiasmolithus danicus* und *Goniolithus fluckigeri*. Erst im Kalksand erscheinen *Cruciplacolithus inaequalis*, *Heliorthus concinnus*, *Heliorthus? denticulatus*, *Heliorthus? distentus*, *Neococcolithes protenus*, *Micrantholithus fornicatus*, *Ericsonia? brotzenii* und *Ericsonia? subpertusa*. Diese Vergesellschaftung, der die Leitform der nächsthöheren Zone fehlt, hat schon Elemente dieser Zone. Die den Kalksand überlagernden untersten Sandlagen des Heersiens führen wieder vermehrt aufgearbeitete kretazische Formen sowie Coccolithen der *C. tenuis* Zone und nur wenige neue Elemente: *Toweius* aff. *T. craticulatus*, *Heliorthus? junctus* und *Chiasmolithus bidens*. Auch hier fehlt *Fasciculithus tympaniformis*.

**Bemerkungen:** Der Erhaltungszustand der Coccolithen in der *C. tenuis* Zone wird gegen oben besser, gleichzeitig nimmt deren Anzahl in den Proben zu und die Menge der aufgearbeiteten Arten ab. Die Vergesellschaftung der obersten Danienlagen entspricht möglicherweise einer Lücke zwischen der *C. tenuis* und der *F. tympaniformis* Zone in deren Typusprofil bei Pont Labau, wie sie von deren Autoren vermutet wird (HAY & MOHLER, 1967: 1518).

#### SYSTEMATISCHE BESCHREIBUNGEN

Um die Übersicht zu erleichtern, werden in dieser Arbeit meist die Gattungs- und Artnamen gebraucht, die in bisherigen Arbeiten über Maastrichtien- und Daniencoccolithen von Dänemark und Norddeutschland verwendet wurden (PERCH-NIELSEN, 1968 & 1969), obschon seit deren Eingabe verschiedene Arbeiten erschienen sind, die z. T. Änderungen nötig machen werden (REINHARDT & GORKA, 1967; TREXLER, 1967; GARTNER, 1968; ÅBERG, 1968 u. a.). Coccolithen des dänischen Maastrichtiens wurden in PERCH-NIELSEN, 1968, und Danienformen von Norddeutschland in PERCH-NIELSEN, 1969, beschrieben und illustriert. Es werden deshalb hier nur die dänischen Danienformen abgebildet und nur die neuen Arten eingehend besprochen. Die Gattungszuweisung der Arten des Daniens ist problematisch und folgt aus praktischen Gründen grossenteils denen von HAY & MOHLER, 1967. Auf eine Anordnung der Gattungen in Familien wird verzichtet und die Gattungen werden in alphabetischer Ordnung angeführt.

*Biantholithus sparsus* BRAMLETTE & MARTINI, 1964

Taf. 6, Fig. 1–3, 10 Taf. 7, Fig. 3–10

1964 *Biantholithus sparsus* BRAMLETTE & MARTINI: 305, Taf. 4: 21–25.

**Bemerkungen:** Unter diesem Namen werden hier diejenigen Körper zusammengefasst, deren Form sie als Discoasteriden erscheinen lässt, deren Aufbau und damit deren optisches Verhalten von diesen jedoch verschieden ist, indem sie zwischen gekreuzten Nicols aufhellen. *B. sparsus* tritt bereits in den untersten Lagen des Daniens, im Fischton, auf und ist hier, neben den vielen aufgearbeiteten Coccolithen der Kreide, ein sicheres Kennzeichen für Danien. In den meisten Proben ist er jedoch sehr selten.

**Vorkommen:** Selten; in allen Proben der *M. astroporus* und der *C. tenuis* Zone.

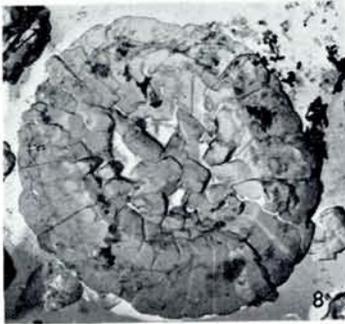
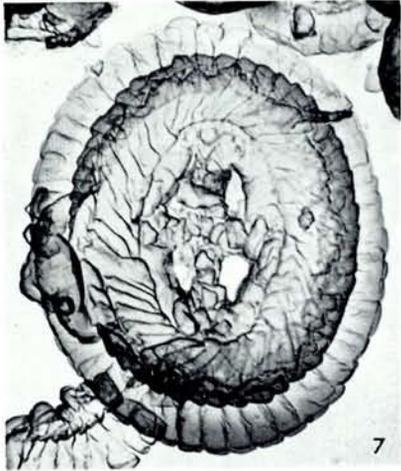
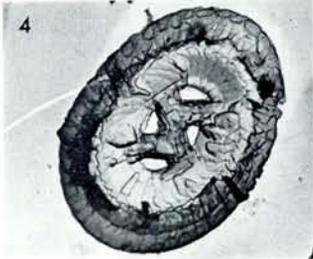
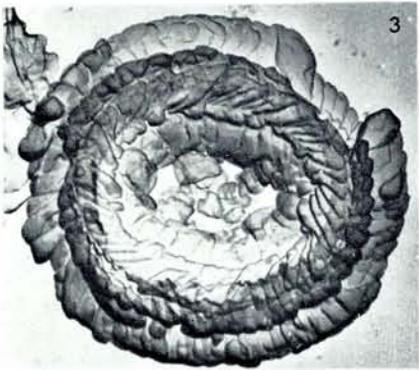
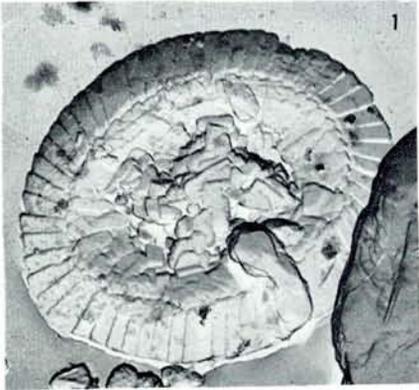
#### Tafel 1

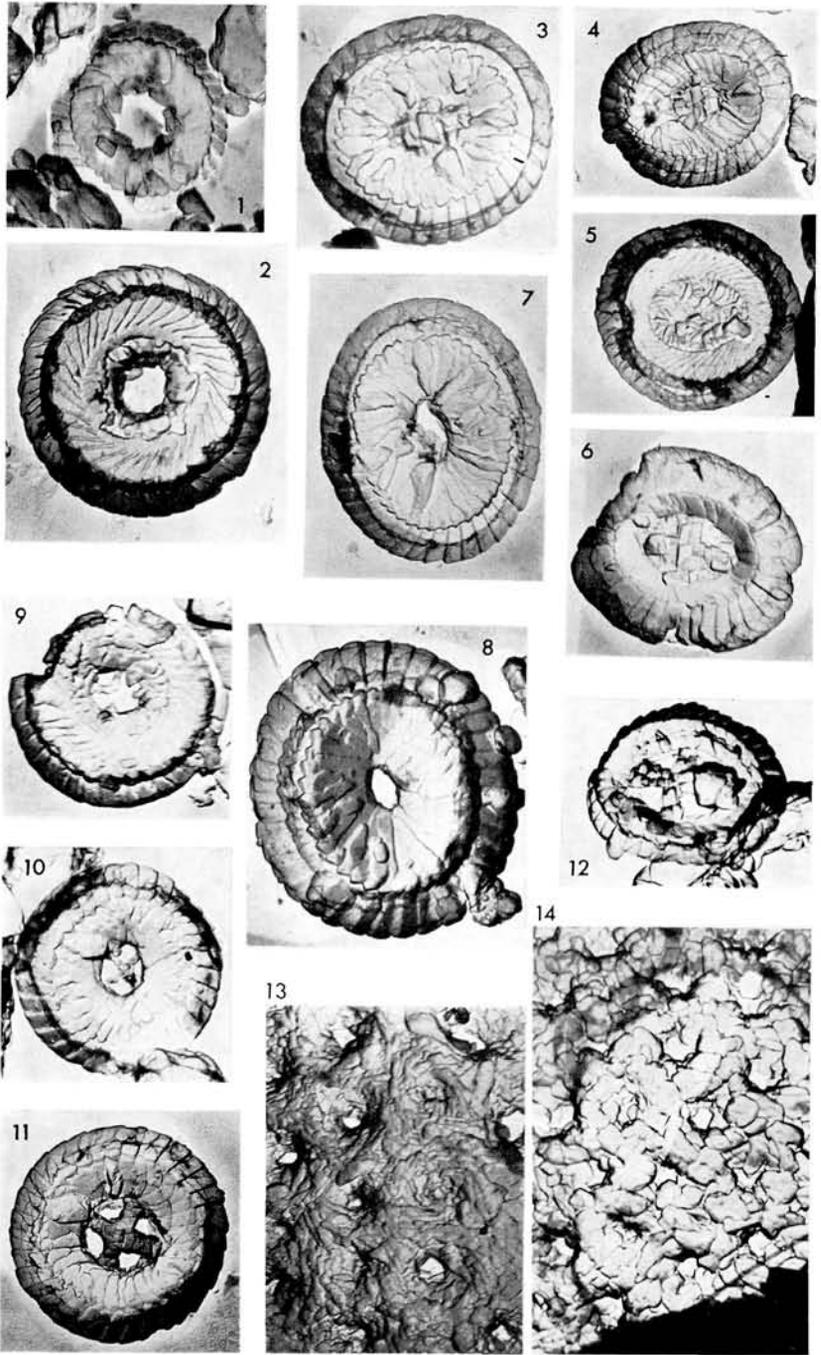
##### Elektronenmikroskopaufnahmen

Fig. 1–4: *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) HAY et al. 1, 2 & 4 distale Ansicht, 3 basale Ansicht. 1 von Mønsted, 2 & 4 von Hvalløse, 3 von Klintholm. 1 & 3 ca.  $\times$  5000, 2 ca.  $\times$  4000, 4 ca.  $\times$  3400.

Fig. 5 & 6: *Cruciplacolithus inseedus* n. sp. Basale Ansichten von Coccolithen von Hvalløse. 6 = Holotypus. Ca.  $\times$  5000.

Fig. 7 & 8: *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) HAY & MOHLER. 7 basale Ansicht, 8 distale Ansicht, 7 von Klintholm, 8 von Mønsted, ca.  $\times$  5000.





*Biscutum? dimorphosum* PERCH-NIELSEN, 1969

Taf. 4, Fig. 6–12

1969\*<sup>1)</sup> *Biscutum? dimorphosum* PERCH-NIELSEN: 318, Taf. 32: 1–3a, 4 Abb. 1.

**Bemerkungen:** Seit der Beschreibung dieser Art wurde auch die damals fehlende basale Ansicht gefunden. Der basale Schild besteht aus derselben Anzahl Elemente wie der distale Schild. Die säulenförmigen Elemente treffen sich in der Mitte des Coccolithen längs der langen Ellipsenachse (Taf. 4 Fig. 10, 11). Dieser Aufbau erinnert stark an denjenigen der kretazischen Gattung *Biscutum*, wo die Art deshalb belassen wird.

**Vorkommen:** Zeitweise häufig; in allen dänischen Proben der *C. tenuis* Zone, zudem bekannt aus dem Danien von Deutschland, Österreich, Schweden, Ägypten, Tunesien und Nordamerika.

*Biscutum* aff. *B. castrorum* BLACK, 1959

Taf. 3, Fig. 1

**Bemerkungen:** Im Danien treten neben (aufgearbeitetem?) *Biscutum castrorum* breitelliptische Coccolithen auf, die stark an diese kretazische Form erinnern, deren Randelemente jedoch ein wenig geneigt sind und deren kleines, distales Zentralfeld von grossen, dreieckigen bis trapezförmigen Tafeln überdeckt wird.

**Vorkommen:** Selten in Mønsted, Stevns und Bochnica (Polen).

*Braarudosphaera discula* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954

Taf. 7, Fig. 1 &amp; 2

1954 *Braarudosphaera discula* BRAMLETTE & RIEDEL: 394, Taf. 38:7.

**Bemerkungen & Vorkommen:** Einzelne Exemplare von *B. discula*, die sich von anderen *Braarudosphaera*-arten durch ihren runden Umriss unterscheidet, finden sich in den meisten untersuchten Proben. Die Art ist im Paläozän und Eozän weltweit verbreitet.

<sup>1)</sup> \* = im Elektronenmikroskop untersucht.

## Tafel 2

## Elektronenmikroskopaufnahmen

Fig. 1 & 2: *Ericsonia? subpertusa* HAY & MOHLER. 1 distale, 2 basale Ansicht. 1 von Mønsted, 2 von Hvalløse. 1 ca.  $\times$  5000, 2 ca.  $\times$  6500.

Fig. 3–6: *Ericsonia? brotzenii* n. sp. 3, 4 & 6 distale Ansichten, 5 basale Ansicht. Alle von Hvalløse. 3 ca.  $\times$  6200, 4 ca.  $\times$  3300, 5 ca.  $\times$  4000, 6 ca.  $\times$  4700. 4 = Holotypus.

Fig. 7 & 8: *Ericsonia cava* HAY & MOHLER. Distale Ansichten. 7 von Hvalløse, 8 von Klintholm. 7 ca.  $\times$  3300, 8 ca.  $\times$  5000.

Fig. 9–11: *Cruciplacolithus subrotundus* n. sp. 9 basale Ansicht, 10 & 11 distale Ansichten. Alle von Hvalløse, ca.  $\times$  6200. 11 = Holotypus.

Fig. 12: *Cruciplacolithus* sp. aff. *C. eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) HAY & MOHLER. Distale Ansicht eines Coccolithen von Klintholm, ca.  $\times$  5000.

Fig. 13 & 14: *Thoracosphaera* sp. Distale Ansicht von Ausschnitten ganzer Kugeln. Von Klintholm, ca.  $\times$  5000.

*Braarudosphaera* sp.

Taf. 6, Fig. 6

Bemerkungen: Eine kleine Form mit 5 einzelnen Platten, die artlich nicht bestimmbar ist.

Vorkommen: Klintholm.

*Chiasmolithus danicus* (BROTZEN, 1959) HAY et al., 1966

Taf. 1, Fig. 1–4, Taf. 7, Fig. 11–12

1959 *Cribrosphaerella danica* BROTZEN: 25, Abb. 9: 3–6.1964 *Coccolithus danicus* (BROTZEN, 1959) BRAMLETTE & MARTINI: 298, Taf. 1: 15, 16.1966\* *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN, 1959) HAY et al.: 388.1967\* *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN, 1959) HAY et al. 1966 in HAY & MOHLER: 1526, Taf. 196: 16, 21, 22; Taf. 198: 8, 12, 13.1969\* *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN, 1959) HAY et al. 1966 in PERCH-NIELSEN: 321, Taf. 33: 1, 2.

Bemerkungen: *Chiasmolithus danicus* tritt in vielen Grössen auf, mit verschieden grosser zentraler Öffnung zwischen den Kreuzbalken und mit verschiedenförmigem zentralem Kreuz.

Vorkommen: In allen Proben der *C. tenuis* Zone; weltweit verbreitet im Danien. Formen mit einem Netz zwischen den Kreuzarmen (*C. bidens* in HAY & MOHLER, 1967) treten vereinzelt in Klintholm und im Heersien auf.

*Crepidolithus neocrassus* PERCH-NIELSEN, 1968

Taf. 4, Fig. 2

1968 *Crepidolithus neocrassus* PERCH-NIELSEN: 36, Taf. 2:9, Textfig. 10a., 11.

Bemerkungen: Coccolithen dieser Art sind in den Daniensedimenten Dänemarks häufiger als in den Maastrichtienablagerungen. Aufarbeitung kann nicht ausgeschlossen werden, besonders da *C. neocrassus* vor allem in den untersten Proben aus dem Danien sehr häufig ist. Andererseits ist *Crepidolithus* bereits aus dem Jura bekannt, scheint also eine sehr langlebende Gattung zu sein und ist im Danien auch in Proben zu finden, in denen sonst nur vereinzelt aufgearbeitete Formen auftreten.

Seiten- und distale Ansichten, die nicht artlich bestimmbar sind, werden auf Tafel 4 als *Crepidolithus* sp. abgebildet.

Vorkommen: Maastrichtien und Danien von Kjølbj Gård, Stevns, Erslev, Bulbjerg, Bochnica (Polen), Haidhof (Österreich).

*Crepidolithus?* sp.

Taf. 4, Fig. 1

Bemerkungen: Diese Form wurde nur in wenigen Exemplaren gefunden und erinnert an *Crepidolithus* des Jura.

Vorkommen: Hvalløse (1) und Bochnica (Polen).

*Cruciplacolithus inseadus* n. sp.

Taf. 1, Fig. 5 &amp; 6

1964 *Coccolithus helis* STRADNER in BRAMLETTE & MARTINI, Taf. 7: 5–6, Non Taf. 1: 10–12.

Holotypus: Taf. 1, Fig. 6 (K.P.-N.: P 593).

Locus typicus: Hvalløse (1).

Stratum typicum: Oberstes Danien; *C. tenuis* Zone.

**Diagnose:** Eine Art von *Cruciplacolithus* mit diagonalen Elementreihen durch die Quadranten des Zentralfeldes.

**Beschreibung:** Die distale Randscheibe besteht aus einer variablen Anzahl sich leicht fächerförmig überlagernder Elemente, die basale aus ebensoviele, schief liegenden, konischen Elementen. Das Zentralfeld wird basal von den umgebogenen basalen Randelementen umgeben. Das Kreuz im Zentralfeld liegt in den Ellipsenachsen und besteht aus kleinen Platten, ebenso wie die in den Quadranten diagonal stehenden »Verzierungsleisten«.

Eine Zwischenrandscheibe, zwischen der basalen und der distalen Randscheibe liegend, wie sie *Cruciplacolithus tenuis* (Taf. 1:7), *Chiasmolithus danicus* (Taf. 1:3) und *Ericsonia cava* aufweisen, kann nicht nachgewiesen werden, wird aber vermutet.

**Bemerkungen:** *C. inaequus* wurde bereits von BRAMLETTE & MARTINI (1964) als Elektronenmikroskopaufnahme abgebildet und als *Coccolithus helis* (*tenuis*) bestimmt. Im Originalmaterial von *C. helis* (Haidhof, Österreich), erscheint diese Form auch, ist jedoch sehr selten, wogegen die Formen mit dem einfachen Kreuz sehr häufig sind. Es ist daher wahrscheinlich, dass STRADNER (1961) mit *C. helis* die einfachere Form beschrieben hat, die im Lichtmikroskop nicht von *C. inaequus* zu unterscheiden ist.

**Vorkommen:** Selten in Hvalløse (1), Haidhof (Österreich), Alabama 2a (BRAMLETTE & MARTINI, 1964).

#### *Cruciplacolithus subrotundus* n. sp.

Taf. 2, Fig. 9–11

Holotypus: Taf. 2, Fig. 11 (K. P.-N. 2181).

Locus typicus: Hvalløse (1).

Stratum typicum: Oberes Danien; *C. tenuis* Zone.

**Diagnose:** Eine fast runde Art von *Cruciplacolithus* mit einem kleinen Zentralfeld, über dem sich das zentrale Kreuz leicht gegen aussen aufwölbt.

**Beschreibung:** Der distale Rand wird von einer variablen Anzahl sich leicht überlagernder Elemente gebildet. Dieselbe Anzahl Elemente bauen den basalen Randschild und das distale Zentralfeld auf. Die zentrale Öffnung wird durch ein kleines, annähernd gleicharmiges Kreuz überbrückt, das sich leicht gegen aussen wölbt.

**Bemerkungen:** *C. subrotundus* unterscheidet sich von anderen *Cruciplacolithus*-arten durch seine Form, durch die sehr kleine zentrale Öffnung und durch die Wölbung des Kreuzes.

**Vorkommen:** Hvalløse (1).

#### *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER, 191) HAY & MOHLER, 1967

Taf. 1, Fig. 7 & 8

1961 *Heliorthus tenuis* STRADNER: 84, Fig. 64, 65.

1963a *Coccolithus helis* STRADNER: 74 (in GOHRBRANDT), Taf. 8:16, Taf. 9:1,2 (nom. subst. pro *Coccolithus (Heliorthus) tenuis* STRADNER, non *Coccolithus tenuis* KAMPTNER)

1964 *Coccolithus helis* STRADNER in BRAMLETTE & MARTINI: 298–299, Taf. 1:10–12; NON Taf. 7:5a, b, 6.

1967 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER, 1961) HAY & MOHLER in HAY et al.: 446.

1967\* *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER, 1961) HAY & MOHLER in HAY & MOHLER: 1528, Taf. 196: 29–31, Taf. 198: 1,17.

1969\* *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER, 1961) HAY & MOHLER in PERCH-NIELSEN: Taf. 34: 1-7.

**Bemerkungen:** *C. tenuis* in seiner jetzigen Definition umfasst Formen mit grossem und kleinem Zentralfeld, leeren und ausgefüllten Quadranten zwischen den Kreuzbalken, lang- und breitelliptischem Umriss. Im Typusmaterial, das mir Herr Dr. STRADNER in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte, sind ebenfalls alle diese Formen vorhanden.

**Vorkommen:** In allen Proben der *C. tenuis* Zone. Weltweit verbreitet im Danien.

*Cruciplacolithus* sp. aff. *C. eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961)  
HAY & MOHLER, 1967

Taf. 2, Fig. 12

**Bemerkungen:** Coccolithen wie der abgebildete sind kleiner als die meisten Exemplare von *C. tenuis* und die Öffnungen zwischen den Kreuzbalken sind weiter. Eine definitive Abtrennung von *C. tenuis* ist jedoch schwierig.

**Vorkommen:** Klintholm und Hvalløse (1).

*Ericsonia? brotzenii* n. sp.

Taf. 2, Fig. 3-6

Holotypus: Taf. 2, Fig. 4 (K.P.-N. 2179).

Locus typicus: Hvalløse (1).

Stratum typicum: oberes Danien; *C. tenuis* Zone.

**Diagnose:** Eine Art von *Ericsonia?* mit kleinem, eingetieftem, ausgefülltem Zentralfeld.

**Beschreibung:** Der elliptische distale Schild besteht aus einer variablen Anzahl leicht schrägstehender Randelemente, die einen Kegelstumpf bilden. Vom Rand dieses Stumpfes fallen sich flach überlagernde Platten gegen das eingetiefte Zentralfeld ab. Dieses ist erfüllt mit kleinen Kristallen, die einen flachen Boden bilden. Auf der Basalseite ist der Basalschild, der kleiner ist als der distale, und der aus derselben Anzahl Elemente aufgebaut ist, durch eine Rinne von der Unterseite des distalen Schildes abgetrennt. Eine Zwischenrandscheibe wird vermutet. Der zentrale Teil ist vom Basalschild abgesetzt und besteht aussen aus einem Umgang schrägstehender, sich überlagernden Platten und innen aus den auch von der distalen Seite erkennbaren Kristallen. Coccusphäre unbekannt.

**Bemerkungen:** Die neue Art unterscheidet sich von *E. cava*, der sie sehr nahe steht, durch das bedeckte Zentralfeld und die Plattenanordnung des äusse-

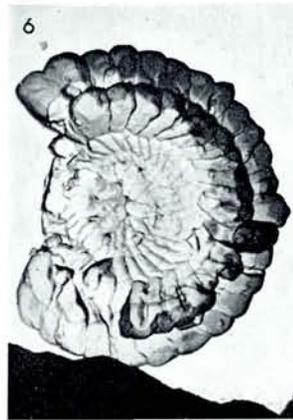
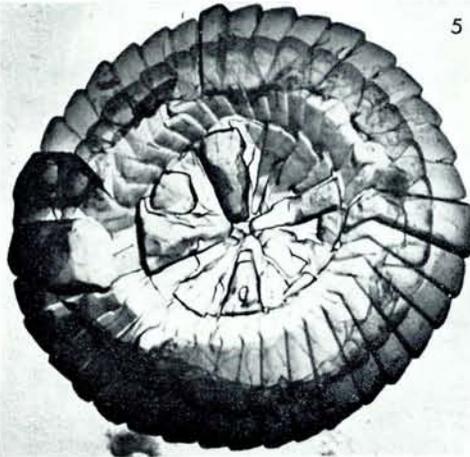
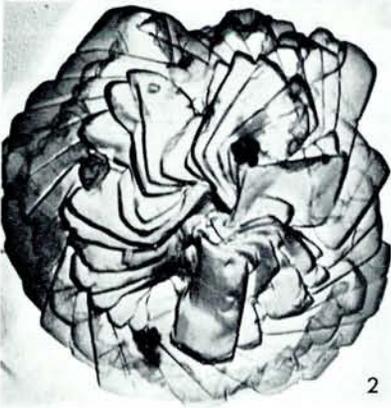
### Tafel 3

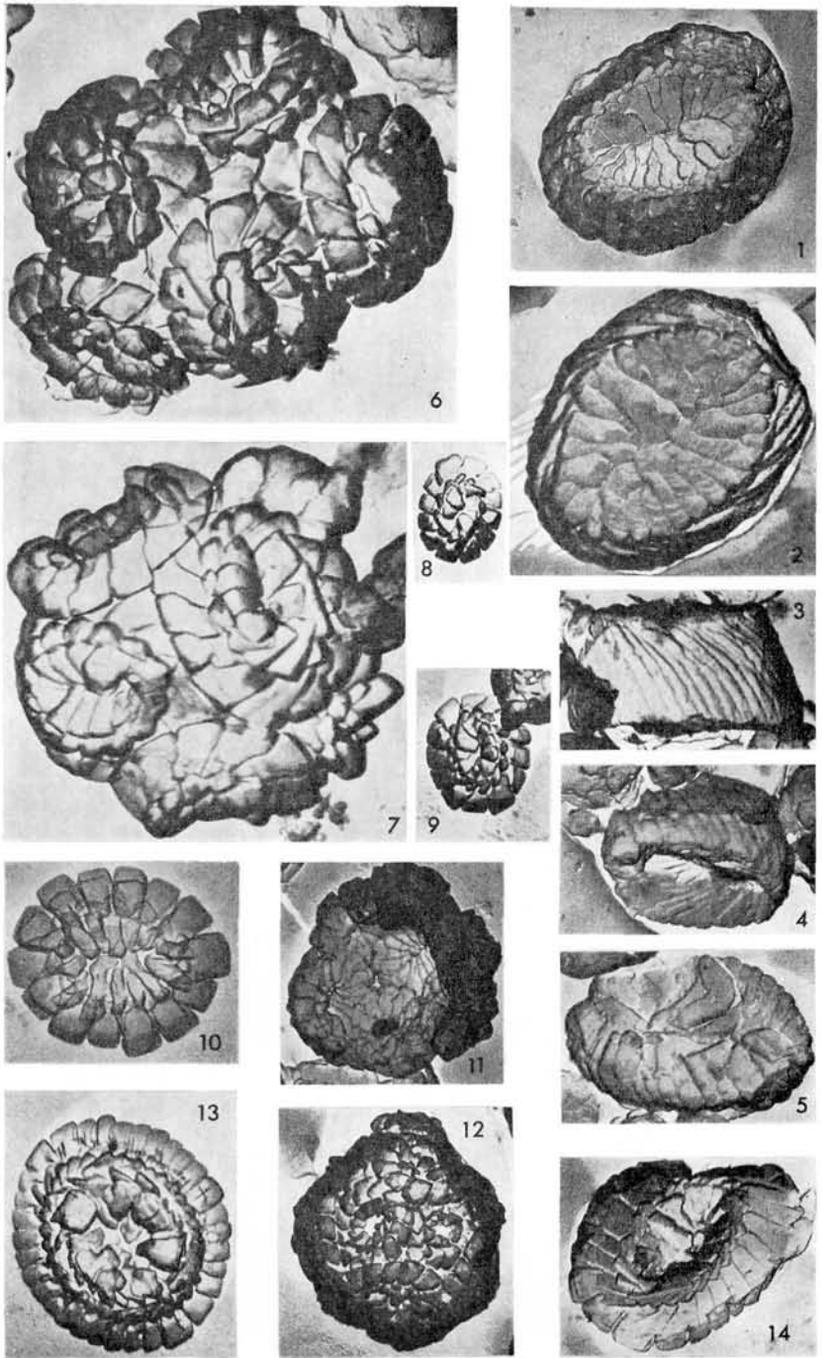
#### Elektronenmikroskopaufnahmen

Fig. 1: *Biscutum* sp. aff. *B. castrorum* BLACK. Distale Ansicht eines Coccolithen von Mønsted, ca.  $\times 5000$ .

Fig. 2-4: *Markalius reinhardtii* PERCH-NIELSEN. Distale Ansichten, 3 Coccusphäre. 2 von Klintholm, 3 von Stevns, 4 von Mønsted. 2 ca.  $\times 10000$ , 3 & 4 ca.  $\times 5000$ .

Fig. 5 & 6: *Markalius inversus* (DEFLANDRE) BRAMLETTE & MARTINI. 5 distale Ansicht mit »durchscheinender basaler Ansicht«, 6 basale Ansicht, beide von Klintholm. 5 ca.  $\times 6700$ , 6 ca.  $\times 4000$ .





ren Zentralfeldringes, der bei *E. cava* aus nebeneinanderliegenden, kaum geordneten Platten besteht. Bei *E.? brotzenii* ist der distale Randschild relativ breiter als bei *E. cava* und die Platten, die gegen das Zentralfeld abfallen ragen nicht, oder nur knapp darüber hinaus.

Vorkommen: Hvalløse (1) und Klintholm, sowie in Alabama 2a (BRAMLETTE & MARTINI, 1964). Nur im oberen Teil der *C. tenuis* Zone.

*Ericsonia cava* HAY & MOHLER, 1967

Taf. 2, Fig. 7 + 8

1967\* *Coccolithus cavus* HAY & MOHLER: 1524, Taf. 196: 1–3, Taf. 197: 5, 7, 10, 12.

Bemerkungen: Das Zentralfeld von *E. cavus* ist bei gut gereinigten und gut erhaltenen Exemplaren durchbrochen. Die Einordnung in *Ericsonia* erfolgt aufgrund des Aufbaus des Randes aus einer basalen, einer distalen und einer zwischengelagerten Randscheibe. Diese Anordnung ist für *Ericsonia* typisch und findet sich auch bei *Chiasmolithus* und *Cruciplacolithus*, während bei ähnlichen kretazischen Formen (z. B. *Watznaueria*) nur zwei Randscheiben vorhanden sind.

Vorkommen: Alle Proben der *C. tenuis* Zone; Danien von Alabama 2a (BRAMLETTE & MARTINI, 1964), Haidhof (Österreich), Limnhamn u. a.

*Ericsonia? martinii* PERCH-NIELSEN, 1969

Taf. 4, Fig. 13 & 14

1969\* *Ericsonia? martinii* PERCH-NIELSEN: 324, Taf. 32: 3b, 5–7, Textfig. 2.

Bemerkungen: Die Coccolithen von *E? martinii* können als Vorgänger von *Toweius*-arten angesehen werden, deren erste bereits in wenigen Exemplaren in Hvalløse (1) und Kopenhagen auftreten. Der äussere Elementkranz bleibt dabei am Ort, während die zentralen Elemente gegen aussen rücken und das Zentralfeld für ein Gitter freilassen. *E? martinii* ist neben Formen von *Toweius* auch im Heersien noch anwesend; hier scheint der Randelementkranz breiter zu sein, jedoch noch nicht so breit wie bei *E. hesslandii* HAQ aus dem oberen Eozän von Syrien.

Vorkommen: In allen Proben aus der *C. tenuis* Zone, häufig in den jüngsten.

Tafel 4

Elektronenmikroskopaufnahmen

Fig. 1: *Crepidolithus? sp.* Basale Ansicht eines Coccolithen von Hvalløse. Ca.  $\times 6200$ .

Fig. 2: *Crepidolithus neocrassus* PERCH-NIELSEN. Basale Ansicht eines Coccolithen von Kjølby Gård (5), ca.  $\times 10000$ .

Fig. 3–5: *Crepidolithus sp.* 3 Seitenansicht, 4 distale und Seitenansicht, 5 distale Ansicht. 3 von Kjølby Gård (4), 4 & 5 von Stevns, alle ca.  $\times 5000$ .

Fig. 6–12: *Biscutum? dimorphosum* PERCH-NIELSEN. 6, 7 & 12 Coccusphären von aussen, 11 von innen. 8 & 9 distale Ansichten, 10 basale Ansicht, alle von Klintholm. 6, 7 & 10 ca.  $\times 10000$ , 8, 9, 11 & 12 ca.  $\times 5000$ .

Fig. 13 & 14: *Ericsonia? martinii* PERCH-NIELSEN. Distale Ansichten, 13 von Klintholm, 14 von Hvalløse. 13 ca.  $\times 6000$ , 14 ca.  $\times 8000$ .

*Ericsonia? subpertusa* HAY & MOHLER, 1967

Taf. 2, Fig. 1 &amp; 2

1964\* *Markalius inversus* (DEFLANDRE, 1954) BRAMLETTE & MARTINI: 302, Taf. 7:2a, b NON Taf. 2:4-9.1967\* *Ericsonia subpertusa* HAY & MOHLER: 1531; Taf. 198:11, 15, 18, Taf. 199: 1-3.

**Bemerkungen:** Die gefundenen und abgebildeten Exemplare passen nicht zu der Beschreibung dieser Art durch HAY & MOHLER (1967), stimmen aber mit deren Abbildung recht gut überein. Die zentrale Öffnung ist bei den Exemplaren aus Dänemark kleiner als bei denjenigen des Typusmaterials.

**Vorkommen:** Selten in Mønsted, Klintholm, Hvalløse (1); Haidhof (Österreich), Alabama 2a (BRAMLETTE & MARTINI, 1964) Gan (Frankreich).

*Goniolithus fluckigeri* DEFLANDRE, 1957

Taf. 6, Fig. 7 &amp; 8

1957 *Goniolithus fluckigeri* DEFLANDRE: 2539, Fig. 1-4.

**Bemerkungen:** Dieser 5-eckige Kalkkörper besteht aus einem Rand aus nebeneinander liegenden, leicht schräg stehenden Platten und einem granulaten Zentralfeld.

**Vorkommen:** Selten in Hvalløse (1), Bulbjerg, Dania; Haidhof (Österreich), Gan (Frankreich), Eozän und Oligozän von Frankreich, Deutschland und Dänemark.

*Heliorthus concinnus* (MARTINI, 1961) HAY & MOHLER, 1967

Taf. 5, Fig. 6-8

1961 *Zycolithus cocinnus* MARTINI:18, Taf. 3:35, Taf. 5:54.1961 *Zycolithus chiasus* BRAMLETTE & SULLIVAN:149, Taf. 6:1-3.1967\* *Heliorthus concinnus* (MARTINI, 1961) HAY & MOHLER:1533, Taf. 199: 16-18, Taf. 201: 6-7, 10.

**Bemerkungen:** Der Randkranz von *H. concinnus* ist aus sich dachziegelartig überlagernden Platten aufgebaut, denen basal eine Reihe weiterer Elemente aufliegt – also derselbe Aufbau wie beim kretazischen *Glaukolithus*. Das zentrale X besteht basal aus Elementen, die aus der basalen Elementenreihe hervorgehen, distal aus grösseren, unregelmässig begrenzten Klötzen. Das X kann kräftig oder zart gebaut sein und auch asymmetrisch auftreten (Taf. 5:7).

**Vorkommen:** Nicht selten in Hvalløse (1); in den Proben von Alabama und Haidhof sind die den Randkranz aufbauenden Platten dünner.

*Heliorthus? denticulatus* n. sp.

Taf. 5, Fig. 5

Holotypus: Taf. 5, Fig. 5 (K.P.-N. 2147).

Locus typicus: Hvalløse (1).

Stratum typicum: Oberes Danien; *C. tenuis* Zone.

**Diagnose:** Elliptischer Coccolith mit einem distalen Randkranz aus sich dachziegelartig überlagernden Platten und mit einer reduzierten basalen Randscheibe aus kleinen Elementen. Das zentrale Kreuz liegt schief zu den Ellipsenachsen und hat verschieden lange Arme. Die Quadranten können vom Rand her oder vom Kreuz her mit weiteren Elementen ausgefüllt werden.

**Beschreibung:** Der distale Randkranz besteht aus einer variablen Anzahl schräggestehender, sich dachziegelartig überlagernder Platten, dem basal ein Elementring aufliegt. Das zentrale Kreuz besteht aus mehreren parallelen Stäben und liegt schief zu den Ellipsenachsen. Beim Holotypus sind die Quadranten von Elementen, die vom Rand aus kommen, fast ausgefüllt. Bei anderen Exemplaren gehen solche Auswüchse von den Kreuzbalken aus und der Rand erscheint glatt.

**Bemerkungen:** Diese Art wurde möglicherweise von BRAMLETTE & SULLIVAN (1961) als *Zycolithus crux* (DEFLANDRE, 1954) angesehen. *H ? denticulatus* unterscheidet sich von kretazischen Formen mit schieferm Kreuz durch den verschiedenen Randaufbau, den Aufbau des Kreuzes aus kleinen Elementen und den »Zähnen«.

**Vorkommen:** Selten in Hvalløse (1), Kopenhagen, Alabama 2 a (BRAMLETTE & MARTINI, 1964) und Haidhof (Österreich).

*Heliorthus? distentus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) n. comb.

Taf. 5, Fig. 9

1961 *Zycolithus distentus* BRAMLETTE & SULLIVAN:150, Taf. 6:4-7.

**Bemerkungen:** Die hier abgebildeten Coccolithen werden nur mit Vorbehalt zu *Heliorthus* gestellt, da der Holotypus dieser Gattung noch nicht elektronenoptisch bekannt ist. Von anderen dieser Gattung zugeordneten Coccolithen unterscheidet sich *H? distentus* durch den anderen Randaufbau. Das zentrale Kreuz kann schlank oder verdickt sein.

**Vorkommen:** Selten in Hvalløse (1), Haidhof (Österreich); Hvalløse 2 (Heersien), jüngeres Paleozän und unteres Eozän von USA (Lichtmikroskopbeobachtungen, BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961).

*Markalius inversus* (DEFLANDRE, 1954) BRAMLETTE & MARTINI, 1964

Taf. 3, Fig. 5 & 6

1954 *Cyclococcolithus leptoporus*, MURRAY & BLACKMAN var. *inversus* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT:150, Taf. 9:4, 5 NON 6, 7.

1963 *Cyclococcolithus astroporus*, STRADNER:75, Taf. 9:5-7 Fig. 3 (2a, b).

1964 *Markalius inversus* (DEFLANDRE) BRAMLETTE & MARTINI:302, Taf. 2: 4-9, NON Taf. 7: 2a, b.

1966\* *Cyclococcolithus inversus* DEFLANDRE, 1954, in HAY et al.: 389, Taf. 7:2.

1967\* *Markalius astroporus* (STRADNER) HAY & MOHLER: 1528, Taf. 196: 32-35, Taf. 198: 2, 6.

1968\* *Markalius inversus* (DEFLANDRE) BRAMLETTE & MARTINI in PERCH-NIELSEN: 72, Taf. 24: 1-8, Taf. 25:1, Textfig. 34a, 35.

**Bemerkungen:** *M. inversus* kommt im untersuchten Gebiet sowohl im Maastrichtien als auch im Danien vor und ist relativ häufig im untersten Danien. Die *M. astroporus (inversus)* Zone kann also hier nicht am Auftreten dieser Art erkannt werden.

**Vorkommen:** Maastrichtien und Danien aller untersuchten Lokalitäten.

*Markalius reinhardtii* PERCH-NIELSEN, 1968

Taf. 3, Fig. 2-4, Taf. 7, Fig. 13,14

Pro parte 1966\* *Tergestiella barnesae* (BLACK, 1959) REINHARDT: Taf. 1: 1, 2; Bild 2.

1968\* *Markalius reinhardtii* PERCH-NIELSEN: 76, Taf. 23: 6-8 Textfig. 34c & 38.

**Bemerkungen:** Auch bei dieser Art kann nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob sie wirklich im Danien lebte, oder ob wir es nur mit aufgearbeiteten

Formen zu tun haben. Der Fund einer Coccosphäre und das Vorkommen von *M. reinhardtii* auch in den Proben des obersten Daniens sowie dessen seltenes Auftreten in der Kreide sprechen jedoch für dessen Überleben.

Vorkommen: Maastrichtien und Danien fast aller untersuchten Proben.

*Micrantholithus fornicatus* MARTINI, 1961

Taf. 6, Fig. 9

1961 *Micrantholithus fornicatus* MARTINI: 7, Taf. 2:14, Taf. 4:44.

Bemerkungen: Formen dieser Art sind auch im Lichtmikroskop leicht erkennbar. Die einzelnen Segmente sind oft unregelmässig gebaut.

Vorkommen: Selten in Hvalløse (1); Maastrichtien – Eozän (nach MARTINI, 1961).

*Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) HAY & MOHLER, 1967

Taf. 5, Fig. 4

1961 *Zycolithus protenus* BRAMLETTE & SULLIVAN: 150, Taf. 6:15.

1964 *Chiphragmalithus protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) SULLIVAN: 179, Taf. 1:1.

1967\* *Chiphragmalithus protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) SULLIVAN in PERCH-NIELSEN: 130, Taf. 1:1 & 2.

1967\* *Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) HAY & MOHLER: 1533, Taf. 199: 19–21, Taf. 201:9.

Bemerkungen: Diese Art ist neben dem geschwungenen zentralen X – H durch die vom Rand gegen das Zentrum wachsenden Zähne charakterisiert.

Vorkommen: Sehr selten in Mønsted; sonst nur aus jüngeren Ablagerungen bekannt.

*Tetralithus?* sp.

Taf. 6, Fig. 4 & 5

Bemerkungen: Zu *Tetralithus* möchte ich – mit Vorbehalt – Kalzitkörper stellen, die aus 4 Hauptplatten bestehen, denen eine beliebige Zahl weitere, kleinere Elemente angewachsen sind. Der Ursprung dieser Körper ist unbekannt, und sie könnten auch anorganisch entstanden sein. Für deren organischen Ur-

Tafel 5

Elektronenmikroskopaufnahmen

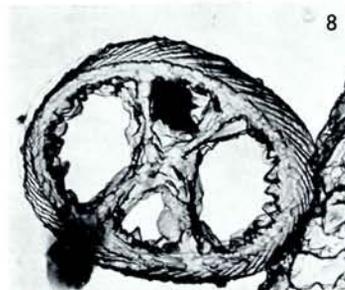
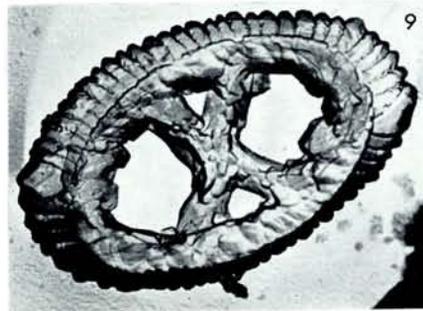
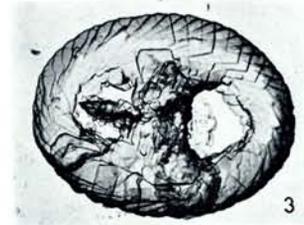
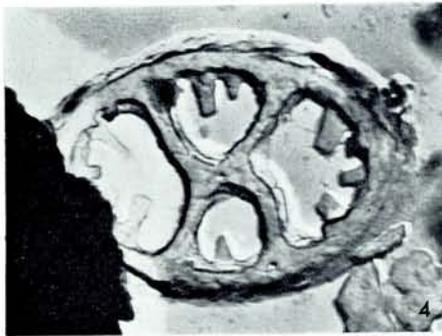
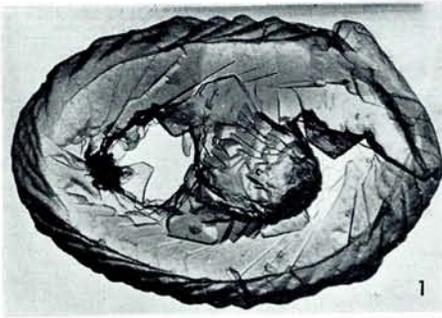
Fig. 1–3: *Zygodiscus sigmoides* BRAMLETTE & SULLIVAN. Distale Ansichten mit »durchscheinender basaler Ansicht«. 1 von Hvalløse, 2 & 3 von Klintholm. 1 ca.  $\times$  5700, 2 ca.  $\times$  5000, 3 ca.  $\times$  3500.

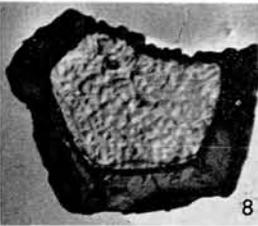
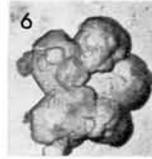
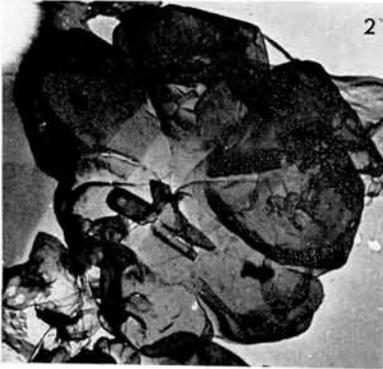
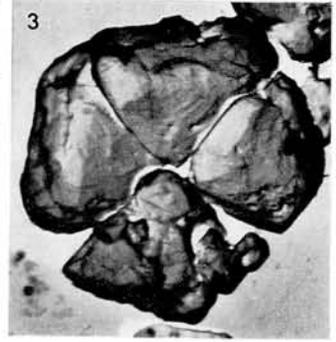
Fig. 4: *Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) HAY & MOHLER. Basale Ansicht eines Coccolithen von Mønsted, ca.  $\times$  10000.

Fig. 5: *Heliorthus? denticulatus* n. sp. Holotypus von Hvalløse, distale Ansicht, ca.  $\times$  9000.

Fig. 6–8: *Heliorthus concinnus* (MARTINI) HAY & MOHLER. Basale Ansichten dreier Coccolithen von Hvalløse, 6 ca.  $\times$  4300, 7 ca.  $\times$  5000, 8 ca.  $\times$  6500.

Fig. 9: *Heliorthus? distentus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) n. comb. Basale Ansicht eines Coccolithen von Hvalløse, ca.  $\times$  9000.





sprung spricht das gleichzeitige Vorkommen an verschiedenen Lokalitäten im oberen Danien.

V o r k o m m e n: Klintholm; Haidhof (Österreich), Katharinenhof (Deutschland).

*Thoracosphaera* sp.

Taf. 2, Fig. 13, 14

B e m e r k u n g e n: *Thoracosphaera* tritt im untersuchten Gebiet erst im Danien auf, hier jedoch schon in den untersten Lagen (Fischton und Cerithiumkalk). BRAMLETTE & MARTINI (1964) rapportieren *Thoracosphaera* bereits aus dem Maastrichtien, STRADNER (1963) aus dem Albien.

V o r k o m m e n: In allen untersuchten Danienproben, häufig in den jüngeren.

*Zygodiscus sigmoides* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961

Taf. 5, Fig. 1-3

1961 *Zygodiscus sigmoides* BRAMLETTE & SULLIVAN: 149, Taf. 4: 11a-e.

1961 *Zygrhablithus simplex* BRAMLETTE & SULLIVAN: 151, Taf. 6: 19-22.

1967\* *Zygodiscus simplex* (BRAMLETTE & SULLIVAN) HAY & MOHLER: 1532, Taf. 199: 11, 15, 22, Taf. 200: 2, 3, 5, 6, Taf. 201: 3.

1967\* *Zygodiscus sigmoides* BRAMLETTE & SULLIVAN in HAY & MOHLER: 1532, Taf. 199: 12-14.

1969\* *Zygodiscus sigmoides* BRAMLETTE & SULLIVAN in PERCH-NIELSEN: Taf. 4: 1-6.

B e m e r k u n g e n: *Z. sigmoides* scheint in *Z. sisyphus* GARTNER, 1968, einen sehr nahen kretazischen Verwandten zu haben. Sein Zentralfeld neben der Brücke kann gross oder klein, leer oder ganz überdeckt sein. Die Brücke kann einen Knopf oder Stab tragen.

V o r k o m m e n: In allen Proben der *C. tenuis* Zone; weltweit verbreitet im Paleozän.

DANSK SAMMENDRAG

Coccolither og beslægtede former fra nogle danske Maastrichtien- og Danienlokaliteter er undersøgt med lys- og transmissionselektronmikroskop. Resultaterne heraf benyttes som grundlag for en stratigrafisk analyse, der bekræfter det forventede store omsving i nannoplanktonindholdet fra Maastrichtien til Danien. Fra Campanien til Maastrichtien og fra Danien til Heersien findes kun ubetydelige ændringer i nannoplanktonindholdet af det undersøgte materiale.

I Daniens typeregion påvises *Markalius astroporus* (= *M. inversus*) zonen og *Cruciplacolithus tenuis* zonen. Det vises endvidere, at Danienets yngste del og

Tafel 6

Elektronenmikroskopopafnahmen

Fig. 1-3, 10: *Biantholithus sparsus* BRAMLETTE & MARTINI. 1 & 10 von Kjølby Gård, 2 von Dania (6), 3 von Bulbjerg, alle ca. × 5000.

Fig. 4 & 5: *Tetralithus?* sp. Von Klintholm, ca. × 5000.

Fig. 6: *Braarudosphaera* sp. Von Klintholm, ca. × 5000.

Fig. 7 & 8: *Goniolithus fluckigeri* DEFLANDRE. Von Hvalløse, 7 ca. × 4500.

Fig. 9: *Micrantholithus fornicatus* MARTINI. Von Hvalløse, ca. × 3200.

Heersienets ældste del ligger mellem sidstnævnte zone og *Fasciculithus tympaniformis* zonen.

Følgende nye arter bliver beskrevet fra Danien: *Cruciplacolithus inseadus*, *Cruciplacolithus subrotundus*, *Ericsonia? brotzenii* og *Heliorthus? denticulatus*.

#### LITERATUR

- BERGGREN, W. A., 1962. Some planktonic foraminifera from the maastrichtian and type danian stages of southern scandinavia. – *Stockholm Contr. in Geology IX*: 1–106.
- BIRKELUND, T., 1957. Upper Cretaceous Belemnites from Denmark. – *Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk.* 9/1: 1–69.
- BLACK, M., 1965. Coccoliths. – *Endeavour* 24: 131–137.
- BLACK, M. & BARNES, B., 1959. The structure of coccoliths from the English Chalk. – *Geol. Mag.* 96: 321–328.
- BRAMLETTE, M. N. & MARTINI, E., 1964. The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maastrichtian and Danian. – *Micropaleontology* 10: 291–322.
- BRAMLETTE, M. N. & RIEDEL, W. R., 1954. Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to recent coccolithophores. – *J. Paleont.* 28: 385–403.
- BRAMLETTE, M. N. & SULLIVAN, F. R., 1961. Coccolithophorids and related nannoplankton of the early Tertiary in California. – *Micropaleontology* 7: 129–188.
- BROTZEN, F., 1959. On Tylocidaris species (Echinoidea) and the stratigraphy of the Danian of Sweden. – *Sver. Geol. Undersök.*, Arsb. 54 (2). 81 pp.
- DEFLANDRE, G., 1957. Goniolithus nov. gen., type d'une famille nouvelle de Coccolithophoridés fossiles, à éléments pentagonaux non composites. *C. R. Acad. Sc.* 244: 2539–2541.
- DEFLANDRE, G. & FERT, C., 1954. Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique. – *Ann. Paléont.* 40: 115–176.
- EDWARDS, A. R., 1966. Calcareous nannoplankton from the uppermost Cretaceous and lowermost Tertiary of the Mid-Waipara section, South Island, New Zealand. – *N. Z. Jour. Geol. Geophys.* 9: 481–490.
- GARTNER, S. Jr., 1968. Coccoliths and related calcareous nannofossils from Upper Cretaceous deposits of Texas and Arkansas. – *Univ. Kansas Paleont. Contr.* Ser. No. 48, Protista Art. 1: 1–56.
- GOHRBRANDT, K., 1963. Zur Gliederung des Paläogen im Helvetikum nördlich Salzburg nach planktonischen Foraminiferen. – *Mitt. Geol. Ges. Wien* 56: 1–116.
- HANSEN, H. J., 1968. On the biostratigraphical age of the lower Selandian of Denmark. – *Medd. Dansk Geol. For.* 18/3: 277–284.
- HAQ, U. Z. BILAL UL, 1966. Electron microscope studies on some upper Eocene calcareous nannoplankton from Syria. – *Stockholm Contr. in Geology XV*: 23–37.
- HAY, W. W. & MOHLER, H. P., 1967. Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene-Early Eocene correlations. – *Jour. Paleont.* 41: 1505–1541.
- HAY, W. W., MOHLER, H. P., ROTH, P. H., SCHMIDT, R. R. & BOUDREAUX, J. E., 1967. Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean-Antillean area, and transoceanic correlation. – *Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc.* 17: 428–480.
- HAY, W. W., MOHLER, H. P. & WADE, M. E., 1966. Calcareous nannofossils from Nal'chik (Northwest Caucasus). – *Eclogae Geol. Helvetia* 59: 379–399.
- LOCKER, S., 1967. Neue Coccolithophoriden (Flagellata) aus dem Alttertiär Norddeutschlands. – *Geologie (Berlin)* 16: 361–364.
- LOCKER, S., 1968. Biostratigraphie des Alttertiärs von Norddeutschland mit Coccolithophoriden. – *Monatsber. D. Akad. Wiss. Berlin* 10/3: 220–229.
- MARTINI, E., 1961. Nannoplankton aus dem Tertiär und der obersten Kreide von SW-Frankreich. – *Senckenb. Leth.* 42: 1–32.

- MARTINI, E., 1964. Die Coccolithophoriden der Dan-Scholle von Katharinenhof (Fehmarn). – *Neues Jahrb. Geol. u. Pal. Abh.* 121: 47–54.
- MOSHKOVITZ, S., 1967. First report on the occurrence of nannoplankton in Upper Cretaceous-Paleocene sediments of Israel. – *Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien.* 110: 135–168.
- PERCH-NIELSEN, K., 1967. Eine Präparationstechnik zur Untersuchung von Nannoplankton im Lichtmikroskop und im Elektronenmikroskop. – *Medd. Dansk. Geol. For.* 17: 129–130.
- PERCH-NIELSEN, K., 1968. Der Feinbau und die Klassifikation der Coccolithen aus dem Maastrichtien von Dänemark. – *Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk.* 16/1: 1–96.
- PERCH-NIELSEN, K., 1969. Elektronenmikroskopische Untersuchungen der Coccolithophoriden der Dan-Scholle von Katharinenhof (Fehmarn). – *Neus Jahrb. Geol. u. Pal. Abh.* 132/3: 317–332.
- PIENAAR, R. N., 1968. Upper Cretaceous Coccolithophorids from Zululand, South Africa. – *Palaeontology* 11/3: 361–7.
- REINHARDT, P., 1966. Zur Taxionomie und Biostratigraphie des fossilen Nannoplanktons aus dem Malm, der Kreide und dem Alttertiär. – *Freiberger Forschungshefte, C* 196 Pal: 5–109.
- REINHARDT, P. & GORKA, H., 1967. Revision of some Upper Cretaceous coccoliths from Poland and Germany. – *Neues Jahrb. Geol. u. Pal. Abh.* 129: 240–256.
- ROSENKRANTZ, A., 1924. Nye lagtagelser over Cerithiumkalken i Stevns Klint med Bemærkninger om Grænsen mellem Kridt og Tertiær. – *Medd. Dansk. Geol. For.* 6: 28–31.
- ROSENKRANTZ, A., 1939. Faunaen i Cerithiumkalken og det hærdede Skrivekridt i Stevns Klint. – *Medd. Dansk. Geol. For.* 9: 509–514.
- ROSENKRANTZ, A., 1960. Die Senon/Dan-Grenze in Dänemark. – *Ber. Deutsch. Ges. geol. Wiss. A. Geol. Pal.* 11/6: 721–727.
- STOVER, L. E., 1966. Cretaceous coccoliths and associated nannofossils from France and the Netherlands. – *Micropal.* 13: 133–167.
- STRADNER, H., 1961. Vorkommen von Nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiär. – *Erdöl Zeitschrift* 77: 77–89.
- STRADNER, H., 1963. New contributions to Mesozoic stratigraphy by means of nannofossils. – *6 World Petr. Congr.* 1/4 (preprint).
- SULLIVAN, F. R., 1964. Lower Tertiary nannoplankton from the California Coast Ranges. I. Paleocene. – *Univ. Calif. Publ. Geol. sci.* 44: 163–228.
- TREXLER, D. W., 1967. Stratigraphic distribution of Upper Cretaceous nannoplankton (coccoliths) in central and northern Colorado and the Black Hills region. – *Jour. Pal.* 41: 1355–1364.
- VANGEROW, E. F. & SCHLOEMER, W., 1967. Vergleich des »Vetschauer-Kalkes« der Aachener Kreide mit dem Kreide-profil von Süd-Limburg anhand von Coccolithen. – *Geol. en Mijnbouw* 46: 453–458.
- ØDUM, H., 1926. Studier over Daniet i Jylland og paa Fyn. *Danm. Geol. Unders. II. Skr.* No 45.
- ÅBERG, M., 1968. Coccoliths from the Maastrichtian chalk in southern Sweden. – *Stockh. Contr. in Geol.* XVIII/1: 1–11.

Manuskript eingegangen am 23.10.1968.

---

Tafel 7

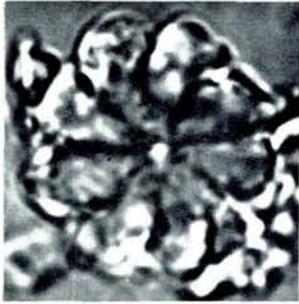
Lichtmikroskopaufnahmen, alle ca.  $\times 3000$ ; gerade Nummern: Aufnahmen zwischen gekreuzten Nicols.

Fig. 1 & 2: *Braarudosphaera discula* BRAMLETTE & SULLIVAN. Von Kjølby Gård.

Fig. 3–10: *Biantholithus sparsus* BRAMLETTE & MARTINI. 3–6, 9 & 10 von Stevns (Fischton) 7 & 8 von Stevns (Cerithiumkalk).

Fig. 11 & 12: *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) HAY et al. Von Klintholm.

Fig. 13 & 14: *Markalius reinhardtii* PERCH-NIELSEN. Von Dania (5).



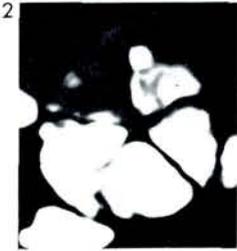
3



4



1



2



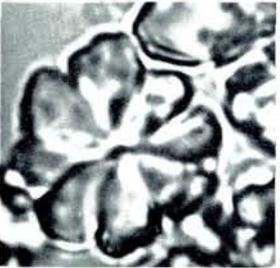
5



6



9



7



8



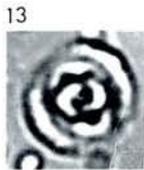
10



11



12



13



14