

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 62 (1969)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Zonierung des Obereozäns und Oligozäns des Monte Cagnero (Zentralappenin) mit planktonischen Foraminiferen und Nannoplankton  
**Autor:** Baumann, Paul / Roth, Peter H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-163703>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Zonierung des Obereozäns und Oligozäns des Monte Cagnero (Zentralapennin) mit planktonischen Foraminiferen und Nannoplankton

VON PAUL BAUMANN und PETER H. ROTH

Geologisches Institut E.T.H., Zürich

## ABSTRACT

Planktonic foraminiferal and nannoplankton zonations of the Upper Eocene-Oligocene Monte Cagnero section, Central Apennines, Italy, are described and correlated. The classical European Oligocene stages are expressed in terms of nannoplankton zones. *Ellipsolithus subdistichus* is transferred to the genus *Ericsonia*, and *Hayella elegans* Roth 1968 is recognized as a junior synonym of *Iselithina iris* Stradner 1966.

## INHALT

1. Einleitung . . . . .	303
2. Geologie des Monte Cagnero . . . . .	305
2.1. Geologische Übersicht . . . . .	305
2.2. Beschreibung des Profils des Monte Cagnero . . . . .	305
2.3. Lithologie . . . . .	306
3. Zonen basiert auf planktonischen Foraminiferen . . . . .	306
4. Zonen basiert auf Nannofossilien . . . . .	312
4.1. Zonierung des oberen Eozäns und des Oligozäns . . . . .	312
4.2. Bemerkungen zum Nannoplankton im Profil des Monte Cagnero . . . . .	315
4.3. Zuteilung der Nannoplanktonzonen zu den klassischen Oligozän-Stufen . . . . .	317
4.4. Ergänzungen zur Systematik der Nannofossilien . . . . .	319
5. Korrelation der Nannoplanktonzonen mit den planktonischen Foraminiferen-Zonen . . . . .	320
6. Summary . . . . .	321
Literatur . . . . .	322

## 1. Einleitung

Planktonische Foraminiferen und Nannoplankton führende Sedimentabfolgen, die ungebrochen und ohne nennenswerte Fazieswechsel vom Eozän ins Oligozän reichen, treten selbst weltweit gesehen nicht häufig auf. Dies beeinträchtigte in diesem Zeitabschnitt die bisherigen Untersuchungen solcher Faunen, ihrer stratigraphischen Verbreitung und ihrer Verwendung für die Zonengliederung. Wo beispielsweise im alpinen Raum solche Sedimente überhaupt auftreten, sind sie immer mindestens zum Teil in einer fürs Plankton ungeeigneten Fazies, meist als Seichtwasserablagerungen wie Nummulitenkalke und Sandsteine, entwickelt. Als Beispiele mögen etwa die Vorkommen von Priabona und Possagno in Norditalien (CITA, 1968) oder die Schichtabfolgen von Scaffarels in den Alpes Maritimes (BODELLE et al., 1968) angeführt werden.

Im Pariser Becken, im nördlichen Europa und in Südengland sind die Aufschluss- und Faziesbedingungen für das Studium planktonischer Foraminiferen und von Nannoplankton in durchgehenden Obereozän-Oligozän-Profilen ebenfalls ungünstig.

Die aus dem karibischen Raum bekannten Eozän-Oligozän-Sedimente sind aus verschiedenen Gründen ebenfalls oft ungeeignet für das Studium des Planktons in kontinuierlichen Profilen. In Trinidad z. B., wo man günstige fazielle Bedingungen erwarten könnte, sind die in Frage kommenden Profile entweder tektonisch stark gestört oder schlecht aufgeschlossen. In Barbados sind es vulkanische Einflüsse und das Dominieren von Radiolarien, die an Stelle der planktonischen Foraminiferen in gewissen Profilabschnitten auftreten, welche Schwierigkeiten bereiten. In Venezuela findet man mindestens teilweise ungünstige Faziesverhältnisse. Ähnliches gilt auch für Gebiete der südlichen Vereinigten Staaten, wo sich z. B. in den bekannten Profilen von Little Stave Creek (BANDY, 1949) und St. Stephens Quarry (DEBOO, 1965) besonders im unmittelbaren Grenzbereich Eozän/Oligozän Faziesveränderungen und Aufarbeitung finden. Nicht besser ist es in Mexiko bestellt, wo an der Oberfläche keine durchgehenden, faziiell günstigen Profile bekannt sind. Aus den spärlichen Angaben von BLOW & BANNER (1962) zu schliessen, sind auch aus Ostafrika (Tanzania) keine durchgehend aufgeschlossenen und faziiell für Plankton günstige Eozän-Oligozän-Profile bekannt. Es scheint jedoch, dass im nördlichen Afrika, z. B. in Lybien und Ägypten (Bohrungen), auch in Israel und möglicherweise in Griechenland (BIZON, 1967), die Verhältnisse günstiger sein dürften. Entsprechende Untersuchungen aus diesen Gebieten liegen aber noch nicht vor.

Eine Anzahl von Profilen, die ohne nennenswerte lithologische Wechsel vom Eozän ins Oligozän reichen und sowohl planktonische Foraminiferen wie auch Nannoplankton führen, sind nun im Rahmen noch laufender Untersuchungen von einem der Autoren (BAUMANN) im umbrisch-markischen Apennin aufgenommen worden. Diese Profile haben den Vorteil, in einem leicht zugänglichen und zugleich schwach besiedelten Gebiet zu liegen; umfangreiche Zerstörungen durch Bauten sind daher nicht zu erwarten. Im Hinblick auf die oben angedeuteten Schwierigkeiten scheint es wünschenswert, gerade für diesen noch nicht zufriedenstellend bekannten Zeitabschnitt an der Eozän-Oligozän-Grenze baldmöglichst wenigstens in vorläufiger Form die Abfolgen von planktonischen Foraminiferen und Nannoplankton zu dokumentieren. Zugleich werden auch Zonensysteme der beiden Planktongruppen vorgeschlagen, wie sie nicht nur für das hier besprochene Profil am Monte Cagnero, sondern auch für das weitere Untersuchungsgebiet im Zentralapennin als gegeben erscheinen. Dank diesen Studien an planktonischen Foraminiferen durch einen der Autoren (BAUMANN) und am Nannoplankton durch den anderen (ROTH), ist es auch erstmals möglich geworden, für das Obereozän und Oligozän die Verbreitung der Arten dieser beiden Fossilgruppen zu vergleichen und die darauf basierten Zonensysteme mit grösserer Genauigkeit zu korrelieren.

An dieser Stelle möchten wir allen herzlich danken, die uns bei unseren Arbeiten unterstützt haben. Prof. H. M. Bolli und Dr. J. P. Beckmann diskutierten mit uns Fragen der Zonierung und Taxonomie. Prof. Camilla Pirini und Prof. Maria Bianca Cita gaben Baumann wertvolle Hinweise hinsichtlich günstiger Profile im Zentralapennin, Prof. F. Alleman und P.D. Dr. Herb führten ihn im Untersuchungsgebiet ein. Prof. W. W. Hay war Roth beim Aufsammeln von Proben behilflich und hat ihn auch

in die Untersuchungsmethoden des Nannoplanktons eingeführt und manche Anregungen in biostratigraphischen und taxonomischen Fragen gegeben. Roth führte mit Dr. E. Martini anregende Diskussionen über das Nannoplankton im Oligozän des norddeutschen Raumes. J. B. Saunders, Dr. S. Ritzowski, Dr. E. Gramann und Dr. E. Brabb waren behilflich beim Aufsammeln von Proben, während Prof. H. Schaub Roth freundlicherweise Proben aus dem Rupelian von Belgien überliess. Die Feldarbeiten wurden teilweise vom Schweizerischen Nationalfond unterstützt.

## 2. Geologie des Monte Cagnero

### 2.1 Geologische Übersicht

Der Monte Cagnero bildet mit seinen benachbarten Bergen die nördlichste Antiklinale des umbrisch-markischen Apennins, der hier als breites Faltenbündel (Obertrias-Miozän) aus der jüngeren Neogenbedeckung hervorstösst und in einem weiten Bogen südostwärts bis in die Abruzzen zieht. Im Westen liegen seine Schichten unter den Flyschmassen des umbrischen Troges, im Osten unter den neogenen Sedimenten des Marche-Troges. Nur wenige Antiklinalen vermögen die beidseitigen Trogfüllmassen zu durchbrechen.

Dieser umbrisch-markische Apennin lässt sich im Obereozän und Oligozän nach O. RENZ (1936) in drei Faziesbereiche gliedern. Die pelagische Fazies, welche auch nordumbrische Fazies genannt wird, besteht vorwiegend aus Mergeln. Sie lässt sich sowohl in den Marche-Trog (z. B. Aufschlüsse am Monte Conero bei Ancona) wie auch in die Poebene (Bohrungen) hineinverfolgen. Südöstlich davon schliesst sich eine Übergangszone zum neritischen Bereich an, die südumbrische Fazies. Sie setzt sich aus Mergeln und Calcarenitzen zusammen. Südlich dieser Zone folgt im Gebiet der Abruzzen ein ausgedehntes Schelfgebiet, der abruzzische Faziesbereich, mit mächtigen Kalksedimenten (BALLY, 1954).

### 2.2 Beschreibung des Profils

Karte 1:25000, F. 116 IV. N.O. (Piobbico)

Die Strasse von Urbania nach Piobbico durchquert zwischen Kilometer 2,5–6 eine Antiklinale. Entlang dieser Strasse sind rote Kalke, die Scaglia rossa, aufgeschlossen. An den seitlichen Hängen folgt eine graue Mergelserie, die Scaglia cinerea. Sie wird an einigen Stellen noch vom stratigraphisch höheren Bisciaro, einer Kalk-Mergel Wechsellagerung, überlagert. Wo dieser noch vorhanden ist, bildet er die höchsten Kammlagen, so z. B. im markanten Monte Cagnero, nordwestlich der Strasse gelegen. Am Westausgang der Antiklinale folgen auf den Bisciaro noch dunkle Mergel, die dann vom umbrischen Flysch, der «Formazione marnoso arenacea», abgelöst werden.

Kurz bevor man die Antiklinale verlässt, zweigt ein Strässchen 5,3 km nach Urbania nach Westen ab. Auf diesem Strässchen fährt man etwa 1 km bis zum Kirchlein S. Paterniano. Von dort führt ein Fussweg in 5–10 Minuten in nördlicher Richtung an die Ostflanke des Monte Cagnero, wo das hier behandelte Profil aufgenommen wurde (Fig. 1). Der ganze Ostabfall des Hügels ist aufgeschlossen. Von der Scaglia rossa (Paleozän) über die Scaglia cinerea bis an die Basis des Bisciaro (Miozän) lassen sich durchgehende Profile finden. Auch der Bisciaro ist stellenweise aufgeschlossen.

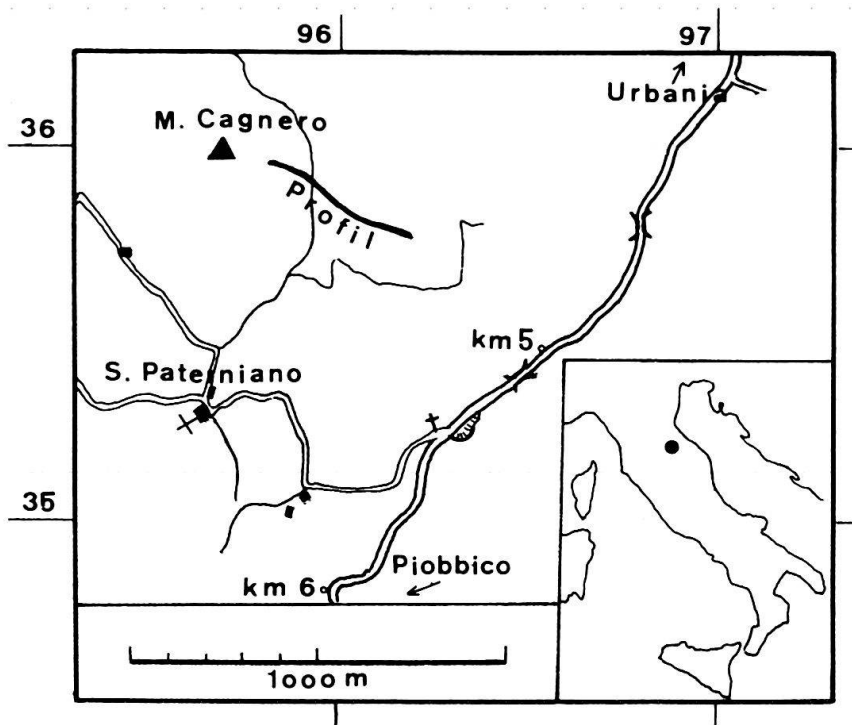


Fig. 1 Kartenskizze des Monte Cagnero Zentralapennin.

### 2.3 Lithologie

Über der Scaglia rossa folgt in konkordanter Lagerung die Scaglia cinerea. Der Übergang vollzieht sich allmählich. Diese vielfarbige Übergangszone wird etwa auch Scaglia variegata genannt und gehört mit ihrem obersten Teil ins Obereozän. Die Scaglia cinerea besteht aus einer feinen Wechsellagerung von graugrünen kalkigen Mergeln mit Mergeln. Sie ist im unteren Teil kalkhaltiger. Gegen oben hin werden die Mergel bräunlich. Die gleichmässige Sedimentserie weist auf konstante Ablagerungsbedingungen hin. Der Fossilinhalt ist fast ausschliesslich planktonischer Natur. Aber auch benthonische Foraminiferen, Ostrakoden und Fischzähne sind in den höheren Horizonten verbreitet. Die Faunen sind vom unteren Viertel der Scaglia cinerea an gut erhalten, darunter sind sie eher schlecht, aber durchaus noch bestimmbar.

Die Scaglia cinerea lässt sich auf Grund der planktonischen Foraminiferen in sieben Zonen gliedern. Dabei gehört die unterste dieser Zonen noch ins obere Obereozän, während die oberste, die *Globigerina ciproensis ciproensis* Zone, oberstes Oligozän ist. Das untere Obereozän mit der *Globigerapsis mexicana* Zone liegt dagegen noch in der Scaglia variegata.

### 3. Zonen basiert auf planktonische Foraminiferen

Im Verlauf der vorliegenden Untersuchungen hat es sich gezeigt, dass sowohl das Zonensystem, welches von BOLLI (1957) für den karibischen Raum entwickelt wurde, wie auch die von BLOW & BANNER (1962) vorgeschlagenen Modifikationen und Er-

gänzungen, begründet hauptsächlich auf Beobachtungen im Gebiet von Lindi, Tanzania und die Zonenabfolge von JENKINS (1965) in Neuseeland, sich nicht durchwegs auf die Artenabfolge im Obereozän und Oligozän des Zentralapennin anwenden lassen. Dies ist wohl weitgehend darauf zurückzuführen, dass hier die Sedimentabfolge vollständiger ist. Um den lokalen Verhältnissen Rechnung zu tragen, werden deshalb im Vergleich zu den bestehenden Systemen einige Änderungen und Ergänzungen notwendig. Figur 2 zeigt neben der Verbreitung der wichtigsten Monte Cagnero planktonischen Foraminiferen die für den Zentralapennin vorgeschlagene Zonenabfolge. Zum Vergleich sind die von BOLLI (1957), von BLOW & BANNER (1962) und von JENKINS (1965, für Neuseeland) verwendeten Zonen aufgeführt. Die Verbreitung der vollständigen planktonischen Foraminiferenfauna sowohl vom Monte Cagnero wie auch in anderen Profilen des Zentralapennin wird in einer in Vorbereitung begriffenen Arbeit dargestellt werden. Das hier vorgeschlagene modifizierte und ergänzte Zonensystem dürfte sich auch ausserhalb des Zentralapennin anwenden lassen, und zwar besonders dort, wo sich ähnlich ungestörte und faziell vergleichbare Ablagerungen finden.

#### Globigerapsis mexicana Zone

##### Definition:

Intervall mit Zonenleitfossil, vom letzten Auftreten von *Truncorotaloides rohri* Brönnimann & Bermudez bis zum letzten Auftreten von *Globigerapsis* sp.

##### Autor:

BOLLI (1957b) als *Globigerapsis semiinvoluta* Zone beschrieben. Modifiziert und Artnamen geändert von BAUMANN in dieser Arbeit (*G. semiinvoluta* ist ein Synonym von *G. mexicana*, siehe BLOW und SAITO, 1968).

##### Wichtigste Arten:

*Globigerapsis mexicana*, *G. tropicalis*, *Globigerinatheka barri*, *Globorotalia centralis*, *G. cerroazulensis*. Typisch ist das Fehlen von stacheligen Formen wie z. B. *Truncorotaloides rohri*.

##### Bemerkungen:

Diese Zone liegt im obersten Teil der Scaglia variegata. Ihre Basis fällt mit der Mittel/Obereozän-Grenze zusammen. Im vorliegenden Profil treten die ersten *Globigerapsis mexicana* ähnlichen Formen aber bereits mit den höchsten mitteleozänen stacheligen Globigerinen auf. Es wurde daher nötig, die Untergrenze der Zone mit dem letzten Auftreten von *Truncorotaloides rohri* zu definieren. Dies ändert jedoch praktisch nichts an diesem Intervall, da bei BOLLIS *Globigerapsis semiinvoluta* (*G. mexicana*) Zone die letzten stacheligen Globigerinen mit dem Erscheinen von *Globigerapsis mexicana* verschwinden. Die hier genannten *Globigerapsis mexicana* Formen weichen dazu etwas von denen aus dem karibischen Raum ab. BLOW und BANNER (1962) legten die Obergrenze ihrer *Globigerapsis semiinvoluta* (= *G. mexicana*) Zone mit dem ersten Auftreten der Cribrohantkeninen fest. Diese ersten Cribrohantkeninen sind im Zentralapennin selten und fallen ungefähr mit dem Verschwinden der *Globigerapsis* sp. zusammen. Die Zonenobergrenze ist deshalb hier mit den viel häufiger auftretenden *Globigerapsis* sp. definiert.

## Glorotalia cerroazulensis Zone

## Definition:

Intervall vom letzten Auftreten von *Globigerapsis* bis zum Verschwinden von *Hantkenina*.

## Autor:

BOLLI (1957b, 1966), modifiziert BAUMANN, in dieser Arbeit.

## Wichtigste Arten:

*Glorotalia cerroazulensis*, *Cribrhantkenina inflata*, *Hantkenina primitiva*, *H. alabamensis*, *Pseudohastigerina micra*. Typisch ist das Fehlen von *Globigerapsis* sp.

## Bemerkungen:

Das Zonenleitfossil verschwindet praktisch mit den letzten *Hantkenina*. In einigen der untersuchten Profile überlebten jedoch die Hantkeninen *Glorotalia cerroazulensis* um wenig. BECKMANN et al. (1967) definierten in Ägypten mit diesem Intervall eine *Cribrhantkenina danvillensis* Zone. Weil die *Cribrhantkeninen* in vielen Profilen selten sind, und dieser Intervall hier sehr klein würde, wurde vorderhand darauf verzichtet, diese Zone auszuscheiden. Die von BLOW & BANNER (1962) geschaffene *Cribrhantkenina danvillensis* Zone entspricht mit Ausnahme ihrer Basis der hier beschriebenen Zone. *Cribrhantkenina danvillensis* ist ein jüngeres Synonym von *C. inflata*.

## Globigerina gortanii gortanii Zone

## Definition:

Intervall vom letzten Auftreten von *Hantkenina* bis zum Erscheinen von *Globigerina sellii* (Borsetti).

## Autoren:

BLOW & BANNER (1962) als *Globigerina turritilina turritilina* (= *G. gortanii gortanii*) Zone.

## Wichtigste Arten:

*Glorotalia increbescens*, *Globigerina* cf. *ampliapertura*, *G. tripartita*, *G. corpulenta*, *G. angiporoides*, *Pseudohastigerina micra*. Von der Zonenmitte an *Globigerina gortanii gortanii*.

## Bemerkungen:

Von der Zonenmitte an erscheinen die ersten *Globigerina gortanii gortanii* ähnlichen Formen. Die typische Form erscheint jedoch erst mit *Globigerina sellii* zusammen. Es wäre besser, der Zone im Untersuchungsgebiet einen typischeren Namen zu geben. BOLLIS (1966) *Cassigerinella chipolensis*/*Hastigerina micra* Zone überschneidet mit ihrem unteren Teil die hier behandelte Zone. *Cassigerinella chipolensis* wurde bisher in diesem Profil aber nicht festgestellt.

## Globigerina sellii Zone

## Definition:

Intervall mit Zonenleitfossil von seinem Erscheinen bis zum ersten Auftreten von *Glorotalia opima opima* Bolli.

## Autoren:

BLOW & BANNER (1962) als *Globigerina oligocaenica* (= *G. sellii*) Zone. Modifiziert BAUMANN, in dieser Arbeit.

## Wichtigste Arten:

*Globigerina sellii*, *G. tripartita*, *G. cf. ampliapertura*, *G. angiporoides angiporoides*, *Globorotalia increbescens*, *G. opima nana*, *Globigerinita dissimilis dissimilis*.

## Bemerkungen:

Der Übergang von *Globorotalia opima nana* zu *G. opima opima* ist fließend, was die genaue Festlegung der Obergrenze dieser Zone nachteilig beeinflusst. Wertvoll ist daher *Pseudohastigerina micra*, die in diesem Übergangsbereich zum letzten Mal auftritt.

BLOW & BANNER (1962) definierten ihre *Globigerina oligocaenica* (= *G. sellii*) Zone anhand der ganzen Verbreitung von *Globigerina sellii*. Es zeigt sich nun aber im Untersuchungsgebiet, dass *Globigerina sellii* bis in die *Globigerina ciperoensis ciperoensis* Zone reicht. So war es nötig, die Zonenobergrenze anders zu definieren.

#### *Globigerina angiporoides angiporoides* Zone

## Definition:

Intervall mit Zonenleitfossil vom ersten Auftreten von *Globorotalia opima opima* Bolli bis zum Erscheinen von *Globigerina ciperoensis ciperoensis* Bolli.

## Autor:

JENKINS (1965). Modifiziert BAUMANN, in dieser Arbeit.

## Wichtigste Arten:

*Globigerina angiporoides angiporoides*, *G. sellii*, *G. tripartita*, *G. gortanii gortanii*, *G. ciperoensis angustiumbilitata*, *Globorotalia opima opima*, *G. opima nana*.

## Bemerkungen:

Das Erscheinen von *Globigerina ciperoensis ciperoensis* fällt im Untersuchungsgebiet praktisch mit dem Verschwinden der typischen *Globigerina angiporoides angiporoides* zusammen. *Globigerina cf. ampliapertura* verschwindet im oberen Teil dieser Zone, *Globorotalia increbescens* im unteren. Die Obergrenze der von JENKINS geschaffenen *Globigerina angiporoides angiporoides* Zone stimmt mit der hier beschriebenen praktisch überein. Die Basis, die JENKINS in seiner Zone mit dem Verschwinden von *Globigerina brevis* festlegt, musste anders definiert werden, da keine typischen Formen dieser Art gefunden wurden.

#### *Globigerina euapertura* Zone

## Definition:

Intervall mit Zonenleitfossil vom ersten Auftreten von *Globigerina ciperoensis ciperoensis* Bolli bis zum Erscheinen von *Globigerina ciperoensis angulisuturalis* Bolli.

## Autor:

JENKINS (1965) modifiziert BAUMANN, in dieser Arbeit.



## Wichtigste Arten:

*Globorotalia opima opima*, *G. opima nana*, *Globigerina ciproensis ciproensis*, *G. ciproensis angustiumbilitata*, *G. sellii*, *G. tripartita*, *G. gortanii*, *G. euapertura*.

## Bemerkungen:

Typisch an dieser Zone ist das Fehlen von *Globigerina angiporoides angiporoides* und von *Globigerina ciproensis angulisuturalis*. Im ersten Drittel dieser Zone erscheinen Formen, die an *Globorotalia opima continua* erinnern.

JENKINS Zonenobergrenze ist mit dem Auftreten von *Globoquadrina dehiscens* definiert. Da diese Form in Neuseeland noch zusammen mit *Globorotalia opima opima* auftritt, im vorliegenden Profil jedoch erst nach deren Verschwinden, war es notwendig, die Obergrenze dieser Zone anders zu definieren. JENKINS Zonenuntergrenze dürfte hingegen mit der hier beschriebenen zusammenfallen.

### Globorotalia opima opima Zone

## Definition:

Gleichzeitiges Auftreten vom Zonenleitfossil mit *Globigerina ciproensis angulisuturalis* Bolli.

## Autor:

BOLLI (1957, 1966), modifiziert BAUMANN, in dieser Arbeit.

## Wichtigste Arten:

*Globigerina ciproensis angulisuturalis*, sonst wie oben.

## Bemerkungen:

Oft gibt es Horizonte, in denen typische *Globorotalia opima opima* Formen fehlen, so dass die Obergrenze dieser Zone unsicher zu finden ist. Im obersten Teil dieser Zone erscheint eine neue typische Form: *Globorotalia acrostoma* Wezel 1966. Sie hilft so, die Obergrenze dieser Zone zu bestimmen. BOLLI (1957a) definierte seine Zone mit der ganzen Verbreitung von *Globorotalia opima opima*. Diese erschien in seiner Arbeit zusammen mit *Globigerina ciproensis angulisuturalis*. Im vorliegenden Profil tritt *Globorotalia opima opima* schon vor dem Erscheinen von *Globigerina ciproensis angulisuturalis* auf. Deshalb musste hier die Zonenuntergrenze anders definiert werden.

### Globigerina ciproensis ciproensis Zone

## Definition:

Intervall vom letzten Auftreten von *Globorotalia opima opima* Bolli bis zum Erscheinen von *Globorotalia kugleri* Bolli.

## Autor:

BOLLI (1957a, 1966).

## Bemerkungen:

Von dieser Zone ist nur der unterste Teil im hier beschriebenen Profil aufgeschlossen.

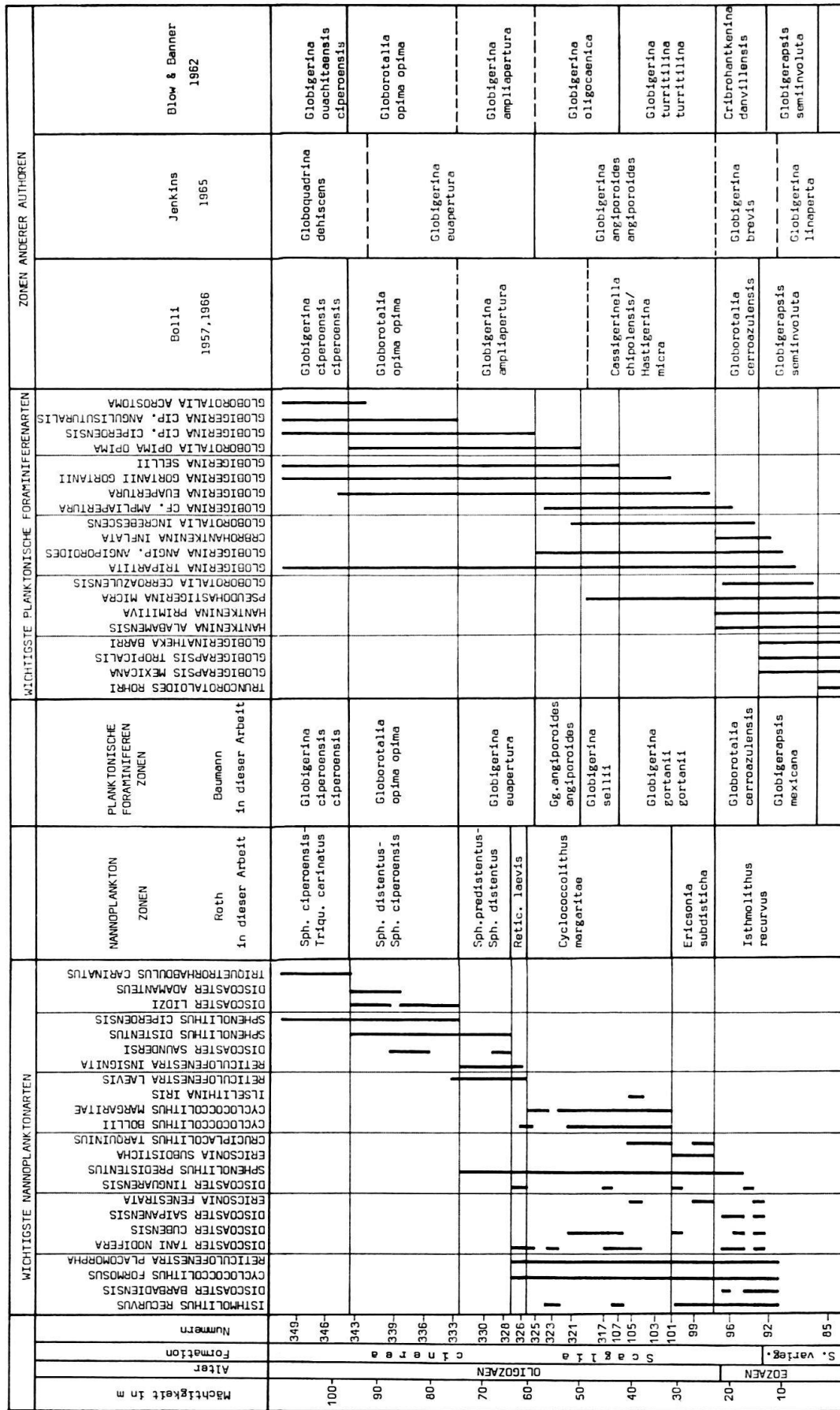


Fig. 2 Verbreitung der wichtigsten Arten des Nannoplanktons und der planktonischen Foraminiferen und Zonierung basiert auf dieselben, sowie Vergleich mit den planktonischen Foraminiferen-Zonierungen anderer Autoren.

#### 4. Zonen basiert auf Nannofossilien

##### 4.1. ZONIERUNG DES OBEREN EOZÄN UND DES OLIGOZÄN

Elektronen- und lichtmikroskopische Untersuchungen von Proben aus der JOIDES Bohrung 5 auf dem Blake Plateau, östlich Jacksonville, Florida, haben gezeigt, dass im unteren Oligozän drei Nannofossilzonen nachgewiesen werden können, nämlich die «*Ellipsolithus*» *subdistichus* Zone, die *Cyclococcolithus margaritae* Zone und die *Reticulofenestra laevis* Zone (siehe ROTH & HAY, in HAY, MOHLER, ROTH, SCHMIDT & BOUDREAUX 1967; ROTH, WORSLEY, WISE & HAY 1968; ROTH 1968). Diese Zonen wurden auch in Profilen in Alabama und Barbados wiedergefunden (ROTH 1968). BRAMLETTE & WILCOXON (1967) haben je eine Probe von jeder planktonischen Foraminiferen-Zone von BOLLI (1957), von Trinidad, studiert, und für das obere Oligozän drei auf Sphenolithen basierte Zonen vorgeschlagen. Da nur eine Probe pro planktonische Foraminiferen-Zone studiert worden ist, konnten die Grenzen der Nannoplankton-Zonen nicht definiert werden, und somit ihre Beziehungen zu den Grenzen der planktonischen Foraminiferen-Zonen nicht bestimmt werden. Untersuchungen der planktonischen Foraminiferen des Profils des Monte Cagnero haben gezeigt, dass ein kontinuierliches und gut aufgeschlossenes Profil vom Obereozän durch praktisch das ganze Oligozän vorliegt. Deshalb wurde hier auch das Nannoplankton im Licht- und Elektronenmikroskop genau untersucht. Allerdings sind bis jetzt noch nicht sämtliche von P. BAUMANN aufgesammelten Proben studiert worden, und geringe Verschiebungen der Grenzen sind durchaus möglich.

Der Erhaltungszustand der Nannofossilien in diesem Profil ist mittelmässig bis schlecht. Sekundäres Kalzitwachstum auf den Nannofossilien zerstörte viele Details, besonders bei Formen mit delikaten Strukturen. Deshalb konnten noch nicht alle Arten, die in den Proben vom Blake Plateau (JOIDES Hole 5, 6, 3) und in denjenigen von der St. Stephens Quarry, Alabama, gefunden worden sind, in diesem Profil wiedergefunden werden. Die wichtigsten leitenden Arten sind jedoch in genügender Zahl erhalten, so dass alle dort gefundenen Zonen auch hier nachgewiesen werden können. Dies ermöglicht eine Korrelation der planktonischen Foraminiferen-Zonen mit den Zonen basiert auf das Nannoplankton, was bis jetzt für diesen Abschnitt noch in keinem der untersuchten Profile versucht wurde.

Es konnten von oben nach unten folgende Zonen nachgewiesen werden :

*Sphenolithus ciperoensis*-*Triquetrorhabdulus carinatus* Zone:

BRAMLETTE & WILCOXON (1967), hier modifiziert von ROTH.

*Sphenolithus distentus*-*Sphenolithus ciperoensis* Zone:

BRAMLETTE & WILCOXON (1967), hier modifiziert von ROTH.

*Sphenolithus predistentus*-*Sphenolithus distentus* Zone:

BRAMLETTE & WILCOXON (1967), hier modifiziert von ROTH.

*Reticulofenestra laevis* Zone:

ROTH & HAY (1967), in: HAY, MOHLER, ROTH, SCHMIDT & BOUDREAUX (1967).

*Cyclococcolithus margaritae* Zone:

ROTH & HAY (1967), in: HAY, MOHLER, ROTH, SCHMIDT & BOUDREAUX (1967), emend. ROTH (1968).

*Ericsonia subdisticha* Zone:

Nom. corr. für *Ellipsolithus subdistichus* Zone, ROTH & HAY (1967), in: HAY, MOHLER, ROTH, SCHMIDT & BOUDREAUX; ROTH (1968).

*Isthmolithus recurvus* Zone:

HAY, MOHLER & WADE (1966), HAY (1967), in: HAY, MOHLER, ROTH, SCHMIDT & BOUDREAUX.

Die Zonen für das oberste Eozän und das untere Oligozän (*Isthmolithus recurvus* Zone bis *Reticulofenestra laevis* Zone) sind bereits genau definiert und dafür wird auf die Arbeit von HAY, MOHLER, ROTH, SCHMIDT & BOUDREAUX (1967) und ROTH (1968) verwiesen. Da sich im Profil des Monte Cagnero die Grenzen der oberoligozänen Nannofossilzonen auch genau festlegen lassen, werden diese hier genauer definiert.

*Definition der Nannoplankton-Zonen im oberen Oligozän**Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus* Zone

## Definition:

Intervall mit *Sphenolithus predistentus* Bramlette & Wilcoxon und *Sphenolithus distentus* (Martini) vom ersten Auftreten von *Discoaster saundersi* Hay bis zum ersten Auftreten von *Sphenolithus ciperoensis* Bramlette & Wilcoxon.

## Autor:

BRAMLETTE & WILCOXON (1967), modifiziert ROTH, in dieser Arbeit.

## Typlokalität:

Probe TTOC 193785, *Globigerina ampliapertura* Zone Trinidad.

## Co-Typolokalität:

Proben BA 328–BA 330, beste Probe BA 328, Monte Cagnero, Italien.

## Wichtigste Arten:

*Sphenolithus predistentus* Bramlette & Wilcoxon, *Sphenolithus distentus* (Martini), *Sphenolithus moriformis* (Brönnimann & Stradner), *Coccolithus muiri* Black, *Coccolithus floridanus* Roth & Hay, *Ericsonia hesslandii* Haq, *Reticulofenestra laevis* Roth & Hay, *Reticulofenestra insignita* Roth & Hay, *Discoaster saundersi* Hay, *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, *Coccolithus bisectus* (Hay, Mohler & Wade), *Helicopontosphaera compacta* (Bramlette & Wilcoxon).

## Bemerkungen:

Leider wurde die Sektion an der Ciperoküste vollständig zerstört, und die Typlokalitäten der *Globigerina ampliapertura* Zone, der *Globorotalia opima opima* Zone und der *Globigerina ciperoensis ciperoensis* Zone sind nicht mehr zugänglich. Neue Typlokalitäten für diese Zonen werden geschaffen. Sie könnten dann möglicherweise auch zu neuen Typlokalitäten für die Nannoplankton-Zonen erklärt werden, nachdem das Nannoplankton genau untersucht worden ist. Eine unter der Leitung von J. B. SAUNDERS gesammelte Probe von der *Globigerina ampliapertura* Zone an der Ciperoküste (JS 1847) zeigt eine für die *Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus* Zone typische Nannoplanktonvergesellschaftung; die Lokalität ist aber heute auch nicht mehr

zugänglich. Auffallend ist das noch immer gehäufte Auftreten von *Reticulofenestra laevis* und *R. insignita*, die in der darüberliegenden *Sphenolithus distentus*-*Sphenolithus ciproensis* Zone selten sind. Discoaster sind noch nicht allzu häufig. Sie gehören alle zur Gruppe von *Discoaster deflandrei*. *Sphenolithus predistentus* ist häufiger als der aus ihm hervorgegangene *Sphenolithus distentus*. Das erste Auftreten von *Sphenolithus distentus* fällt ungefähr zusammen mit dem ersten Auftreten von *Discoaster saundersi*, so dass die Untergrenze dieser Zone auch in nördlicheren Regionen festgestellt werden kann, wo *Discoaster saundersi* nicht aufzutreten scheint.

#### Geographische Verbreitung:

Trinidad: *Globigerina amplipertura* Zone, Ciperoküste. Blake Plateau, östlich Jacksonville, Florida: JOIDES Hole 3. Monte Cagnero, Italien: Proben BA 328 – BA 330.

Belgien: Boom Tone, Ziegelei «Scheerders-Van Kerkhoven», bei Saint-Nicolas, Ziegelei «De Roeck & Verstepen» bei Boom (nur oberer Teil).

Norddeutschland: Kasseler Meeressande, Tagbau Höllkopf bei Glimmerrode (siehe RITZOWSKI [1967], p. 318–319).

#### *Sphenolithus distentus*-*Sphenolithus ciproensis* Zone

##### Definition:

Intervall mit *Sphenolithus distentus* (Martini) und *Sphenolithus ciproensis* Bramlette & Wilcoxon vom ersten Auftreten von *Sphenolithus ciproensis* Bramlette & Wilcoxon bis zum ersten Auftreten von *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini.

##### Autoren:

BRAMLETTE & WILCOXON (1967), modifiziert ROTH, in dieser Arbeit.

##### Typlokalität:

Probe TTOC 193265, Typlokalität der *Globorotalia opima opima* Zone von BOLLI (1957a). Auch diese Lokalität ist leider nicht mehr zugänglich.

##### Co-Typlokalität:

Monte Cagnero, Italien, Proben BA 333 – BA 343, beste Probe BA 333.

##### Wichtigste Arten:

Diejenigen von der *Sphenolithus predistentus*-*Sphenolithus distentus* Zone, ausser: *Sphenolithus predistentus* Bramlette & Wilcoxon, *Discoaster tani* aff. *nodifera* Bramlette & Riedel, *Orthozygus aureus* (Stradner), *Reticulofenestra insignita* Roth & Hay. Dazu kommen: *Sphenolithus ciproensis* Bramlette & Wilcoxon, *Discoaster adamantus* Bramlette & Wilcoxon, *Discoaster lidzi* Hay.

##### Bemerkungen:

Diese Zone wird charakterisiert durch das gleichzeitige Auftreten von *Sphenolithus distentus* und *Sphenolithus ciproensis*. Letzterer hat sich aus dem ersteren entwickelt. Für die Definition der Obergrenze wird das erste Auftreten von *Triquetrorhabdulus carinatus* verwendet, einer leicht erkenntlichen Art. Auffallend ist ein weiterer Rückgang der obereozänen und unteroligozänen Elemente, wie *Discoaster tani nodifera*, *Reticulofenestra insignita* und *Orthozygus aureus*, die in dieser Zone nicht mehr auftreten.

## Geographische Verbreitung:

Trinidad: *Globigerina ampliapertura* Zone, Ciperoküste.

Belgien: Boom Tone, Typ-Rupelian (nach BRAMLETTE & WILCOXON, 1967). Blake Plateau, östlich Jacksonville, Florida: JOIDES Hole 3.

Italien: Monte Cagnero.

*Sphenolithus ciproensis*-*Triquetrorhabdulus carinatus* Zone

## Definition:

Intervall vom ersten Auftreten von *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini bis zum ersten Auftreten von *Sphenolithus belemnos* Bramlette & Wilcoxon.

## Autoren:

BRAMLETTE & WILCOXON (1967), modifiziert von ROTH, in dieser Arbeit.

## Typlokalität:

Probe TTOC 215656, Typlokalität der *Globigerina ciproensis ciproensis* Zone von BOLLI (1957a), Ciperoküste, Trinidad.

## Wichtigste Arten:

Diejenigen der *Sphenolithus distentus*-*Sphenolithus ciproensis* Zone, ausser: *Sphenolithus distentus* (Martini), *Discoaster lidzi* Hay. Dazu kommt: *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini.

## Bemerkungen:

Die Obergrenze dieser Zone ist im Profil des Monte Cagnero nicht mehr aufgeschlossen. Genaues Studium von Proben der Cipro-Sektion in Trinidad und von Proben der JOIDES-Bohrung auf dem Blake Plateau zeigte, dass diese Grenze am besten mit dem ersten Auftreten von *Sphenolithus belemnos* festgelegt wird. *Sphenolithus ciproensis* tritt auch in der darüberliegenden Zone noch auf, allerdings nur selten.

## Geographische Verbreitung:

Trinidad: *Globigerina ciproensis ciproensis* Zone, Ciperoküste. Blake Plateau, östlich Jacksonville, Florida: JOIDES Hole 3.

Italien: Monte Cagnero, BA 349.

#### 4.2. BEMERKUNGEN ZUM NANNOPLANKTON IM PROFIL DES MONTE CAGNERO

##### *Isthmolithus recurvus* Zone

Die Untergrenze der *Isthmolithus recurvus* Zone ist nicht aufgefunden worden, da die Untersuchungen für diese Arbeit auf den Abschnitt vom obersten Eozän-Oligozän beschränkt wurden.

Die Vergesellschaftung des Nannoplanktons der *Isthmolithus recurvus* Zone ist typisch ausgebildet und lässt sich gut mit derjenigen von Nal'chick, Kaukasus, des

Bath Cliff, Barbados, und dem Yazoo Clay der amerikanischen Golfküste vergleichen. Die häufigsten Arten sind: *Coccolithus eopelagicus*, *Coccolithus muiri* (= *C. pelagicus*, *Ericsonia occidentalis*, von verschiedenen Autoren) *Coccolithus floridanus*, *Ericsonia hesslandii*, *Coccolithus bisectus*, *Sphenolithus moriformis*. Sie sind Durchläufer und finden sich im Oligozänanteil ebenfalls. Auch *Cyclococcolithus formosus* (*C. lusitanicus* von anderen Autoren) und *Reticulofenestra placomorpha* (*R. caucasica*, *C. umbilica* von anderen Autoren) sind sehr häufig. Sie finden sich ebenfalls im Oligozän, jedoch nur bis in die *Reticulofenestra laevis* Zone hinauf. Unter den Discoastern sind *Discoaster barbadiensis* und *Discoaster saipanensis* am häufigsten zu finden. Sie treten in jüngeren Zonen nicht mehr auf. Auch *Discoaster tani nodifera*, *D. cubensis* und *D. tinguarensis* sind recht verbreitet, doch finden sie sich auch in den darüberliegenden oligozänen Zonen bis hinauf zur *Reticulofenestra laevis* Zone. *Discoaster deflandrei* hat eine noch längere Reichweite und ist im ganzen Profil vorhanden. *Chiasmolithus oamaruensis* ist auf den untersten untersuchten Teil der Zone beschränkt. *Sphenolithus predistentus* tritt erst nahe der Obergrenze der Zone auf und ist noch sehr selten.

#### Ericsonia subdisticha Zone

Auffällig ist die geringe Mächtigkeit der Zone in diesem Profil. In der JOIDES-Bohrung 5, Blake Plateau, können mehr als 80 m mächtige Schichten dieser Zone zugewiesen werden. Ähnlich wie in Alabama, wo es mindestens 8 m sind, beträgt hier die Mächtigkeit nur 6 m.

*Ericsonia subdisticha* tritt häufig auf, zusammen mit der allerdings schon in der darunterliegenden Zone auftretenden *Ericsonia fenestrata*. *Cruciplacolithus tarquinius* ist ebenfalls gut vertreten, zusammen mit *Blackites amplus*, der jedoch in diesem Profil selten ist, was z. T. auf das ziemlich starke sekundäre Kalzitwachstum in vielen Proben zurückzuführen ist, das zur Zerstörung delikater Formen geführt hat. Die Artenzahl ist zwar nicht so gross in Proben vom Monte Cagnero-Profil wie in Proben desselben Alters in JOIDES 5 und in Alabama, und auch der Erhaltungszustand ist schlechter, doch lassen sich die Vergesellschaftungen gut miteinander vergleichen.

#### Cyclococcolithus margaritae Zone

Diese Zone ist im vorliegenden Profil recht mächtig, nämlich etwa 26 m, verglichen mit etwa 20 m in St. Stephens, Alabama und 30 m in JOIDES 5. *Cyclococcolithus bollii* und *Cyclococcolithus margaritae* sind reichlich vorhanden. Die Vergesellschaftung weist grosse Ähnlichkeit mit derjenigen im Typusprofil der Zone und mit derjenigen im Mariana limestone in Alabama (St. Stephens Quarry) auf.

#### Reticulofenestra laevis Zone

Die Mächtigkeit dieser Zone ist hier äusserst gering, d.h. höchstens 4–5 m. Im Typusprofil JOIDES 5 ist diese Zone mindestens 50 m mächtig. *Reticulofenestra laevis* ist reichlich vertreten, findet sich aber auch noch in den zwei darüberliegenden Zonen.

*Cyclococcolithus formosus*, *Reticulofenestra placomorpha*, *Cyclococcolithus bollii* und *D. tani nodifera* treten in dieser Zone zum letzten Mal auf. Die Zusammensetzung der Nannoflora lässt sich gut mit derjenigen des Typusprofils vergleichen.

#### Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus Zone

Diese Zone zeigt eine Nannoflorenzusammensetzung, die recht gut derjenigen der *Sphenolithus predistentus* Zone (BRAMLETTE & WILCOXON, 1967) von Trinidad entspricht. *Reticulofenestra laevis* und *Reticulofenestra insignita* treten als letzte Vertreter des im unteren Oligozän so häufigen Genus auf. *Sphenolithus predistentus* ist häufiger als *Sphenolithus distentus*, der in der nächst höheren Zone dominiert. *Discoaster saundersi* tritt zum ersten Mal auf, reicht aber noch in die nächsthöhere Zone. Alle *Discoaster* gehören zur *Discoaster deflandrei* Gruppe und die schlankarmigen miozänen *Discoaster* fehlen noch, wie auch in den beiden nächst jüngeren Zonen.

#### Sphenolithus distentus-Sphenolithus ciperoensis Zone

Die Zusammensetzung der Arten ist sehr ähnlich wie in der *Sphenolithus distentus* Zone von BRAMLETTE & WILCOXON in Trinidad. *Discoaster lidzi* ist auf diese Zone beschränkt, wenn auch nicht so schön ausgebildet wie in Trinidad. *Reticulofenestra laevis* tritt nur im untersten Teil auf.

#### Sphenolithus ciperoensis-Triquetrorhabdulus carinatus Zone

Es wurde diese Zone bis jetzt nur in einer Probe nachgewiesen, doch treten die meisten von BRAMLETTE & WILCOXON (1967) aus ihrer *Sphenolithus ciperoensis* Zone beschriebenen Arten auf. Es seien besonders *Triquetrorhabdulus carinatus* und *Discoaster adamanteus* genannt.

### 4.3. ZUTEILUNG DER NANNOFOSSILZONEN ZU DEN KLASSISCHEN OLIGOZÄNSTUFEN

Aus klimatischen Gründen sind planktonische Foraminiferen für eine Zonierung der klassischen Stufen des Oligozäns schlecht geeignet, da in der nordischen Provinz nur wenige atypische planktonische Foraminiferenarten auftreten. Mit Hilfe des Nannoplanktons ist eine solche Korrelation möglich, da auch in der nördlichen Provinz die meisten subtropischen Arten vorhanden sind. Allerdings scheinen *Discoaster* im oberen Oligozän von Norddeutschland und Belgien seltener als in Trinidad und Italien zu sein.

Über das Nannoplankton wird es somit möglich, die klassischen Oligozän-Stufen auch mit den planktonischen Foraminiferen-Zonen zu vergleichen, die auf tropisch-subtropische Arten basiert sind.



Im folgenden werden kurz die einzelnen Stufen besprochen, und es wird versucht, sie in die entsprechenden Nannofossilzonen einzugliedern. Eine eingehendere Beschreibung wird in anderem Rahmen erfolgen.

### Latdorfian

Im Profil des Braunkohle-Tagbau Treue 4 bei Helmstedt, Norddeutschland, konnte eine Vergesellschaftung gefunden werden, die der *Ericsonia subdisticha* Zone entspricht. *Ericsonia subdisticha* und *Ericsonia fenestrata* sind häufig, ebenso *Ilseolithina iris* und *Cyclococcolithus formosus*. Im obersten Teil der Silberbergsschichten am Silberberg bei Helmstedt kommen bereits seltene Exemplare von *Cyclococcolithus margaritae* und *Cyclococcolithus bollii* vor, so dass der oberste Teil des Latdorfian bereits zur *Cyclococcolithus margaritae* Zone gehört. Der grösste Teil der Stufe ist aber zur *Ericsonia subdisticha* Zone zu rechnen.

### Rupelian

Im untersten Teil der Boomtone im Typusgebiet des Rupelian (Ziegelgruben in der Nähe von Boom, Belgien) finden sich noch keine Vertreter der Art *Sphenolithus distentus*, doch ist *Reticulofenestra laevis* recht häufig, so dass die Basis des Rupelians noch zur *Reticulofenestra laevis* Zone gerechnet werden kann. Im mittleren Teil des Rupelian der Ziegeleigrube «De Roeck & Verstepen» bei Boom treten *Sphenolithus predistentus* und *Sphenolithus distentus* zusammen auf. Diese Schichten sind somit der *Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus* Zone zuzuweisen. Der oberste Teil des Rupeltons von Belgien enthält nach BRAMLETTE & WILCOXON (1967) bereits *Sphenolithus ciperoensis*, so dass er in die *Sphenolithus distentus-Sphenolithus ciperoensis* Zone fällt. Das wurde allerdings in keiner der hier untersuchten Proben von Boomton (Rupelian) beobachtet.

In zwei Proben aus dem norddeutschen Rupelton von der Ziegeleigrube Hötenleben BKB, bei Helmstedt, fand sich eine Nannoflora, die der *Cyclococcolithus margaritae* Zone entspricht. Im deutschen Rupelton kann somit die *Cyclococcolithus margaritae* Zone nachgewiesen werden, während im Rupelian von Belgien die *Reticulofenestra laevis* Zone, die *Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus* Zone und mindestens der untere Teil der *Sphenolithus distentus-Sphenolithus ciperoensis* Zone gefunden wurde.

### Chattian

Weder im Typusprofil des Chattians noch im Profil von Doberg bei Bünde konnten Nannofossilien nachgewiesen werden, wegen der Entkalkung dieser über dem Grundwasserspiegel gelegenen Profile. Im Profil im Kohletagbau von Glimmerode, das von RITZOWSKI (1967) eindeutig als Chattian bezeichnet wurde, konnte eine wenn auch etwas spärliche Nannoflora nachgewiesen werden. Im untersten Teil fand sich *Reticulofenestra laevis* zusammen mit *Sphenolithus predistentus*. Diese Schichten gehören zur *Reticulofenestra laevis* Zone. Darüber tritt im ganzen Profil *Sphenolithus predistentus* zusammen mit *Sphenolithus distentus* auf, wenn auch nur in seltenen und schlecht erhaltenen Exemplaren. Der obere Teil dieses Profiles ist also der *Sphenolithus pre-*

*distentus-Sphenolithus distentus* Zone zuzuweisen. Damit ist die schon von mehreren Autoren (u. a. BERGGREN, 1963) geäußerte Behauptung über die Gleichaltrigkeit von Rupelian und Chattian (mindestens des unteren Teiles des Chattians) bestätigt.

#### 4.4. ERGÄNZUNGEN ZUR SYSTEMATIK DER NANNOFOSSILIEN

Für alle Arten des Nannoplanktons in dieser Arbeit sei auf die Arbeiten von HAY, MOHLER & WADE (1966), BILAL ul HAQ (1966), HAY, MOHLER, ROTH, SCHMIDT & BOUDREAUX (1967), BRAMLETTE & WILCOXON (1967), STRADNER & EDWARDS (1968) und ROTH (1968) verwiesen.

*Ellipsolithus subdistichus* wird in die Gattung *Ericsonia* versetzt, da es sich nachweisbar um einen Placolithen handelt, während *Ellipsolithus* nur aus einem Schild besteht.

*Hayella elegans* Roth 1968 ist ein jüngeres Synonym von *Ilseolithina iris* Stradner 1966.

#### *Ericsonia subdisticha* (Roth & Hay) Roth nov. comb.

1967. *Ellipsolithus subdistichus* Roth & Hay, in: HAY, MOHLER, ROTH, SCHMIDT & BOUDREAUX 1967, Transactions Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., S. 446–447, Tafel 6, Fig. 7.

#### Neue Definition:

Eine Art der Gattung *Ericsonia* mit einem distalen Schild mit vier Paaren von Perforationen auf jeder Seite der grossen Achse und einer Perforation an jedem Ende des Zentralfeldes.

#### Beschreibung:

Beide Schilde sind breitelliptisch. Der distale Schild besteht aus etwa 30 subtrapezoidalen Segmenten, die eine dextrale Imbrication aufweisen. Suturen leicht gegen den Uhrzeigersinn geneigt, scharf in derselben Richtung abgebogen am Rande des Schildes. Das Zentralfeld hat eine longitudinale Rippe, die von vier Paaren von Poren flankiert wird. Je eine Pore liegt am Ende der zentralen Rippe. Der proximale Schild zeigt eine flache zentrale Depression mit 10 Poren in ähnlicher Anordnung wie im distalen Schild, doch ist die zentrale Rippe weniger ausgeprägt. Dieses Zentralfeld wird von einem Kranz von subquadratischen Kristallblöcken umgeben, die sich nur wenig dextral überlappen und gegen den Uhrzeigersinn geneigte Suturen aufweisen. Die Randelemente überlappen sich dextral und die Suturen sind im Uhrzeigersinn geneigt. Diese verschieden geneigten Suturen (inclination) in den beiden Kränzen ist typisch für die Gattung *Ericsonia*.

#### Bemerkungen:

Diese Art unterscheidet sich von *Ellipsolithus distichus* (Bramlette & Sullivan) dadurch, dass sie aus zwei Schilden besteht. Sie steht *Ericsonia fenestrata* (Deflandre) nahe, doch sind dort eine grössere Anzahl von Poren vorhanden, die netzartig angeordnet sind, d. h. auf Linien parallel zu den Achsen der Ellipse. Elektronenmikrographien von der proximalen Ansicht werden zu einem späteren Zeitpunkt publiziert werden.

Gattung: *Iselithina* Stradner, 1966.

Typus: *Iselithina iris* STRADNER, 1966.

Synonym: *Hayella* Roth 1968.

*Iselithina iris* Stradner.

1966. *Iselithina iris* Stradner, in STRADNER & ADAMIKER, Erdöl-Erdgas-Zeitschr., 82. Jg., Heft 8, s. 339, Textfig. 3–5, Tafel 3, fig. 5.

1968. *Iselithina iris* Stradner, in STRADNER & EDWARDS, Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, Sonderband 13, s. 26, Textfig. 3, Tafel 28–29.

1968. *Hayella elegans* Roth, Eclogae Geol. Helv. v. 61, n. 2. s. 464, Tafel 1, fig. 1.

Bemerkungen:

Die als *Hayella elegans* Roth 1968 aus dem unteren Oligozän beschriebene Art erwies sich als identisch mit der aus dem oberen Eozän von Neuseeland beschriebenen Art *Iselithina iris* Stradner 1966. Die Verbreitung für *Iselithina iris* reicht somit vom Obereozän bis ins untere Oligozän.

## 5. Korrelation der Nannoplankton-Zonen mit den planktonischen Foraminiferen-Zonen

Wie schon von HAY (1967) in: HAY, MOHLER, ROTH, SCHMIDT & BOUDREAUX gezeigt wurde, entspricht die *Isthmolithus recurvus* Zone dem oberen Teil der *Globigerina mexicana* und der *Globorotalia cerroazulensis* Zone. Die Eozän-Oligozän-Grenze fällt bei beiden Zonierungssystemen mit einer gemeinsamen Zonengrenze zusammen. Die *Ericsonia subdisticha* Zone liegt im unteren Teil der *Globigerina gortanii gortanii* Zone. Die *Cyclococcolithus margaritae* Zone umfasst den oberen Teil der *Globigerina gortanii gortanii* Zone, die ganze *Globigerina sellii* Zone, die *Globigerina angiporoides angiporoides* Zone und den untersten Teil der *Globigerina euapertura* Zone. Im mittleren Teil der *Globigerina euapertura* Zone finden wir einen Abschnitt, der der *Reticulofenestra laevis* Zone angehört, während der oberste Teil der *Globigerina euapertura* Zone der *Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus* Zone zugerechnet werden kann. Die Typuslokalität dieser Probe in Trinidad liegt in der *Globigerina ampliapertura* Zone von BOLLI (1957a). Das zeigt, dass BAUMANN'S *Globigerina euapertura* Zone z.T. gleichaltrig mit BOLLIS *Globigerina ampliapertura* Zone ist. Die *Sphenolithus distentus-Sphenolithus ciperoensis* Zone fällt mit der *Globorotalia opima opima* Zone zusammen. Die Typusprobe dieser Zone liegt in Trinidad ebenfalls in der *Globorotalia opima opima* Zone (von BOLLI 1957a). Der oberste Teil des Profils enthält Schichten, die der *Sphenolithus ciperoensis-Triquetrorhabdulus carinatus* Zone zugewiesen werden können. Die Obergrenzen der Nannoplankton- und der Foraminiferen Zone sind nicht aufgeschlossen, so dass nur das Zusammenfallen der Untergrenzen der beiden Zonen festgestellt wurde, über die Obergrenze hier aber nichts ausgesagt werden kann.

Es wird gezeigt, dass eine äusserst gute Resolution erreicht wird, wenn man die Zonierungen basiert auf Nannoplankton und planktonische Foraminiferen kombiniert anwendet. Einzelne Zonen planktonischer Foraminiferen können mit Hilfe des Nannoplanktons weiter unterteilt werden und gewisse Nannoplankton-Zonen enthalten andererseits mehrere Zonen planktonischer Foraminiferen. Da der Einfluss des Klimas auf das Nannoplankton geringer ist als auf planktonische Foraminiferen, gelang es auch, die Nannoplankton-Zonierung mit den klassischen Oligozän-Stufen zu korre-

lieren. Daraus ergibt sich, dass das Chattian grösstenteils altersmässig mit dem Rupelian zusammenfällt. Latdorfian und Rupelian können nun gut in die Zonierungen basierend auf Nannoplankton eingestuft werden und, wie hier anhand des Profils des Monte Cagnero gezeigt wird, mit deren Hilfe auch in die bestehenden planktonischen Foraminiferen-Zonen.

## 6. Summary

Planktonic foraminifera and nannoplankton are described from a stratigraphically continuous section of grey calcareous shales (Scaglia cinerea) at Monte Cagnero, Central Apennines, Italy, ranging from the Upper Eocene into the Oligocene. The investigated beds are subdivided into planktonic foraminiferal and nannoplankton zones. Used in combination, these zones allow for a total of 10 biostratigraphic units to be distinguished for a time interval of about 15 million years.

Such complete and uniformly developed Upper Eocene/Oligocene sections containing plankton throughout are uncommon. This is shown by many profiles studied in this respect e. g., in the Alpine region, the Paris basin, northern Europe, England, the Caribbean, Southern U. S. and East Africa. Conditions appear to be more favorable in North Africa, Israel and Greece, but detailed investigations from these areas are still wanting.

Sections similar to that of Monte Cagnero have been measured in other parts of the Central Apennines. It is thought that the proposed zonal schemes based on planktonic foraminifera and on nannoplankton can be applied not only throughout the Central Apennines but also in other areas where similar unbroken and favourable sedimentation occurs.

The distribution pattern in the Monte Cagnero section shows divergences from the planktonic foraminiferal zonal schemes proposed by BOLLI (1957a, b, 1966), BLOW & BANNER (1962), and JENKINS (1965), see Figure 2. These, however, are based partly on incomplete and discontinuously exposed sections with facies changes. It became necessary, therefore, to introduce certain modifications in the sequence of zones, based on the distribution of key fossils as found in the studied section. The zonal names proposed by the earlier authors could however be retained, although most of the original definitions had to be emended.

The Upper Eocene is divided into the *Globigerapsis mexicana* and *Globorotalia cerroazulensis* Zones and the Oligocene into the *Globigerina gortanii gortanii*, *Globigerina sellii*, *Globigerina angiporoides angiporoides*, *Globigerina euapertura*, *Globorotalia opima opima*, and *Globigerina ciperoensis ciperoensis* Zones. These planktonic foraminiferal zones are compared on Figure 2 with those previously proposed by BOLLI (1957a, b, 1966), BLOW & BANNER (1962), and JENKINS (1965).

The following nannoplankton zones are distinguished: An Upper Eocene *Isthmolithus recurvus* Zone the six Oligocene zones *Ericsonia subdisticha*, *Cyclococcolithus margaritae*, *Reticulofenestra laevis*, *Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus*, *Sphenolithus distentus-Sphenolithus ciperoensis* and *Sphenolithus ciperoensis-Triquetrorhabdulus carinatus*.

The completeness of the section and the close sampling made it possible to correlate the planktonic foraminiferal- and nannoplankton zones as follows: The *Globigerapsis mexicana* and *Globorotalia cerroazulensis* Zones fall within the *Isthmolithus recurvus*

Zone. The *Ericsonia subdisticha* Zone is restricted to the lower part of the *Globigerina gortanii gortanii* Zone. The *Cyclococcolithus margaritae* Zone covers the interval of the upper part of the *Globigerina gortanii gortanii* Zone, the *Globigerina sellii* Zone, the *Globigerina angiporoides angiporoides* Zone and the lowermost part of the *Globigerina euapertura* Zone. The *Reticulofenestra laevis* Zone lies in the middle part of the *Globigerina euapertura* Zone. The upper part of the *Globigerina euapertura* Zone corresponds to the *Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus* Zone. The *Sphenolithus distentus-Sphenolithus ciperoensis* Zone coincides more or less with the *Globorotalia opima opima* Zone, and so does the lower boundary of the *Globigerina ciperoensis ciperoensis* Zone and the *Sphenolithus ciperoensis-Triquetrorhabdulus carinatus* Zone. More complete investigations of the planktonic foraminifera and the nannoplankton of the Monte Cagnero and other profiles in the Central Apennine are in progress and will be published in separate papers.

Investigations of the nannoplankton in the Northern German and Belgian Oligocene now allow the classical stages to be correlated with the nannofossil zones. The Latdorfian belongs to the *Ericsonia subdisticha* Zone, and to the very base of the *Cyclococcolithus margaritae* Zone. The German Rupelian corresponds to the *Cyclococcolithus margaritae* Zone. The following zones are found in the Rupelian of Boom (Belgium): *Reticulofenestra laevis* Zone, *Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus* Zone, and *Sphenolithus distentus-Sphenolithus ciperoensis* Zone (the last zone recorded only by BRAMLETTE & WILCOXON, 1967). Beds of Chattian age contain nannofossils typical of the *Reticulofenestra laevis* Zone and the *Sphenolithus predistentus-Sphenolithus distentus* Zone. The Chattian is recognized as an equivalent of the upper part of the Rupelian.

In using nannoplankton zones as a link it has now become possible to correlate these Oligocene stages with the established planktonic foraminiferal zones. *Ellipsolithus subdistichus* Roth & Hay is transferred to the genus *Ericsonia* because it is a placolith and because of the construction of its proximal shield which is typical for this genus. *Hayella elegans* Roth is shown to be a junior synonym of *Ilseolithina iris* Stradner.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- BALLY, A. (1954): *Geologische Untersuchungen in den SE-Abruzzen*. Diss. Univ. Zürich.
- BANDY, O. (1949): *Eocene and Oligocene Foraminifera from Little Stave Creek, Clark County, Alabama*. Bull. Amer. Paleont. 32, 5–152.
- BECKMANN, J. P., I. EL-HEINY, M. T. Kerdany, R. SAID & C. VIOTTI (1967): *Standard planktonic Zones in Egypt*. Planktonic Conference Genf, im Druck.
- BERGGREN, W. A. (1963): *Review and Discussion*. Micropaleontology 9/4, 467–473.
- BIZON, G. (1967): *Contribution à la connaissance des foraminifères planctoniques d'Épire et des Îles ioniennes (Grèce orientale)* Ed. Technip. 1–42.
- BLACK, M. (1964): *Cretaceous and Tertiary Coccoliths from Atlantic Seamounts*. Paleontology 7/2, 306–316.
- BLOW, W. H. & F. T. BANNER (1962) in: Eames et al.: *Fundamentals of Mid-Tertiary Stratigraphical Correlations*. Cambridge University Press.
- BLOW, W. H. & T. SAITO (1968): *The morphology and taxonomy of Globigerina mexicana Cushman, 1925*. Micropaleontology 14/3, 357–360.
- BODELLE, J., R. CAMEDRON, M. LANTEAUM (1968): *Excursions dans les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes*. Colloque sur l'Eocène. Bureau Rech. Geol. Min. Paris.

- BOLLI, H. M. (1957 a): *Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad, B. W. I.*, U.S. Nat. Mus. Bul. 215, 97–123.
- (1957 b): *Planktonic Foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando Formations of Trinidad, B.W.I.*, U.S. Nat. Mus. Bul. 215, 155–172.
- (1966): *Zonation of the Cretaceous to Pliocene Marine Sediments based on planktonic Foraminifera*. Bol. Inform. Asoc. Venez. Min. Petrol.
- CITA, M. B. (1968): *Guide de l'excursion en Italie*. Colloque sur l'Eocène. Inst. Pal. Milano.
- DEBOO, PH. B. (1965): *Biostratigraphic Correlation of the Type Shubuta Member of the Yazoo Clay and the Red Bluff Clay with their Equivalents in Southwestern Alabama*. Alabama Geol. Survey Bull. 80, 1–84.
- FURAZOLA-BERMEDEZ, G. & M. ITURRALDE-VINENT (1967): *Estudio micropaleontologica del Oligoceno superior de Cuba, en el Pozo Pijuan No. 47*. Rev. Technolog. 5, 3–11.
- HAY, W. W., H. P. MOHLER & M. WADE (1966): *Calcareous nannoplankton from Nal'chik (Northwestern Caucasus)*. Eclogae geol. Helv. 59/1, 379–399.
- HAY, W. W., H. P. MOHLER, P. H. ROTH, R. SCHMIDT & J. E. BOUDREAUX (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, 428–459.
- JENKINS, D. G. (1965): *Planktonic Foraminiferal Zones and New Taxa from the Danian and lower Miocene of New Zealand*. New Zealand J. Geol. Geophys. 8/6. 1088–1126.
- LEVIN, H. L. & A. P. JOERGER (1967): *Calcareous nannoplankton from the Tertiary of Alabama*. Micropaleontology 13/2, 163–182.
- MARTINI, E. & S. RITZOWSKI (1968): *Was ist «Unter-Oligozän»? Nachricht. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Klasse 13, 232–248.*
- REINHARDT, P. (1967): *Zur Taxonomie und Biostratigraphie der Coccolithineen (Coccolithophoriden) aus dem Eozän Norddeutschlands*. Freiburger Forschungsh. C 213, 201–241.
- RENZ, O. (1936): *Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchung der Scaglia (Obere Kreide-Tertiär) im Zentralen Apennin*. Eclogae geol. Helv. 29/2, 1–149.
- ROTH, P. H. (1968): *Calcareous Nannoplankton Zonation of Oligocene Sections in Alabama (U.S.A.), on the Islands of Trinidad and Barbados (W.I.), and the Blake Plateau (E Coast of Florida)*. Eclogae geol. Helv. 61/2, 459–465.
- ROTH, P. H., T. R. WORSLEY, S. W. WISE & W. W. HAY (1968): *Calcareous nannoplankton in Blake Plateau JOIDES cores*. Abstract Geol. Soc. America.
- STRADNER, H. & D. ADAMIKER (1966): *Nannofossilien aus den Bohrkernen und ihre elektronenmikroskopische Bearbeitung*. Erdöl-Erdgas 82/8, 330–341.
- STRADNER, H. & A. R. EDWARDS (1968): *Electron Microscopic Studies on some Upper Eocene Coccoliths from the Oamaru Diatomite, New Zealand*. Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien, Sonderband 13.