

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <http://www.researchgate.net/publication/256439286>

Fazies-Assoziation und Biostratigraphie einer Sequenz eozäner Schelf-Sedimente des Tatra-Gebirges, Polen.

ARTICLE · JANUARY 1995

READS

23

5 AUTHORS, INCLUDING:



Elżbieta Machaniec

Jagiellonian University

19 PUBLICATIONS **24** CITATIONS

SEE PROFILE



Emmanouil Manoutsoglou

Technical University of Crete

94 PUBLICATIONS **171** CITATIONS

SEE PROFILE

Fazies-Entwicklung und Biostratigraphie einer Sequenz eozäner Sedimente im Steinbruch Pod Capkami, Tatra-Gebirge, Polen.

J. BARTHOLDY¹, S. M. BELLAS², D. MERTMANN¹,
E. MACHANIEC³ & E. MANUTSOGLU¹

BARTHOLDY, J., BELLAS, S.M., MERTMANN, D., MACHANIEC, E. & MANUTSOGLU, E. (1995): Fazies-Entwicklung und Biostratigraphie einer Sequenz eozäner Sedimente im Steinbruch Pod Capkami, Tatra-Gebirge, Polen.- Berliner geowiss. Abh., E, 16: 409-425; Berlin.

Zusammenfassung: Aus dem stillgelegten Steinbruch „Pod Capkami“, gelegen am südlichen Stadtrand von Zakopane (Tatra-Gebirge, Polen), wird eine Schichtfolge faziell untersucht und interpretiert, die die Meeresstransgression im Verlauf des oberen Mittel-Eozäns dokumentiert. Über triassischen Dolomiten und einem eozänen Aufarbeitungshorizont folgen küstennah abgelagerte Sedimente. Diese gehen über „back bank“- , parautochthone „bank“- und „fore-bank“-Faziestypen in eine durch Turbidite geprägte Fazies des tieferen Schelfes über. Das paläogeographische Nebeneinander der Fazies wird diskutiert. Bestimmungen der zahlreich vorkommenden Großforaminiferen, insbesondere der Nummuliten und Discocyclinen, und des erstmalig nachgewiesenen kalkigen Nannoplanktons erlauben die genaue stratigraphische Einstufung der untersuchten Gesteine. Die Sedimentation setzte an der Basis des Biarritzien (unterer Teil Nannoplankton-Zone NP16 sensu MARTINI, 1971) ein und endete vermutlich im Priabonien.

Abstract: An Eocene composite profile, which is located in the south of Zakopane town (Tatra Mountains, Poland), is described litho- and biostratigraphically. The succession of sediments (ex quarry „Pod Capkami“) documents an Upper Middle Eocene transgression in the studied area. The sequence starts with an Eocene marine basal conglomerate, overlying Triassic dolomites. It continues upward with nearshore limestones. The back-bank, parautochthonous-bank and fore-bank faciestypes are well developed. Turbiditic deposits of a deeper shelf environment follow. The paleogeographical relationships of the facies are discussed. The determination of large foraminifera, especially various species of *Nummulites* and *Discocyclina*, and calcareous nannoplankton, which is recorded for the first time from the studied area, allows to date the studied sequence in detail. Deposition of the sediments began in the Biarritzien (lower part of nannoplankton NP16 Zone *Discoaster tani nodifer* sensu MARTINI, 1971) and lasted to the Priabonian.

Schlüsselwörter: Großforaminiferen, *Nummulites*, *Discocyclina*, *Asterocyclina*, Kalkiges Nannoplankton, Mikrofazies, Känozoikum, Eozän, Biarritzien, Bartonien, Lutétien, Tatra, West-Karpaten, Polen

Adressen der Autoren: 1: Freie Universität Berlin, Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik, Fachrichtung Allgemeine Geologie, Malteserstr. 74-100, Haus B, D-12249 Berlin; 2: Department of Geology, Patras University, GR-26110 Patras, Greece, zur Zeit Freie Universität Berlin, Institut für Paläontologie, Malteserstr. 74-100, Haus D, D-12249 Berlin 3: Jagiellonski Uniwersytet Kraków, Instytut Nauk Geologicznych, ul. Oleandry 2a, 35-063 Kraków, Poland.

1. Einleitung

Der stillgelegte Steinbruch „Pod Capkami“ am Stadtrand von Zakopane gehört zu den besten und vollständigsten Aufschlüssen im sog. „Nummuliten-Eozän“ des polnischen Tatra-Gebirges. Er war daher Mittelpunkt biofazieller Untersuchungen über Nummuliten (BIEDA 1928 - 1969, KULKA 1985) und Kleinforaminiferen (ALEXANDROWICZ & GEROCH 1963) sowie lithologischer Arbeiten (TOKARSKI & OBERC 1951, TURNAU-MORAWSKA & LINDNER 1959, RONIEWICZ 1969). Ein Versuch diesen hervorragenden Aufschluß faziell zu bearbeiten, fehlte bisher.

Ausgehend von einer genauen Profilaufnahme zielt diese Arbeit darauf, erstens die Vielfalt der Mikrofaziestypen zu erfassen, zweitens den Faunen- und Floreninhalt zu dokumentieren und biostratigraphisch auszuwerten sowie drittens daraus den Ablagerungsraum zu rekonstruieren.

Mit den aus diesen Untersuchungen gewonnenen Ergebnissen wollen wir einen Beitrag zur Klärung der Paläogeographie des Eozäns der polnischen Karpaten liefern.

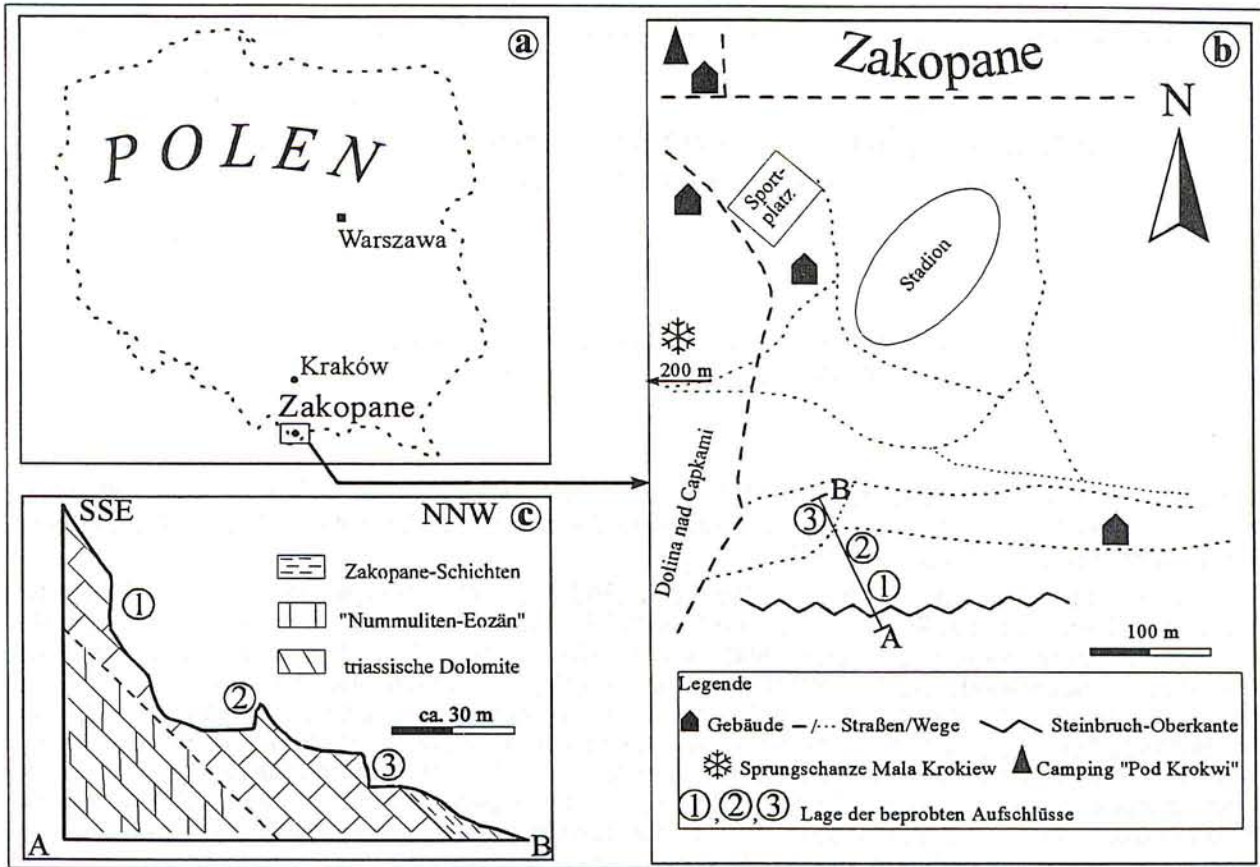


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes in Südpolen (a), der untersuchten Profileile im bzw. in unmittelbarer Nähe des Steinbruches „Pod Capkami“ (b) und ein SSE - NNW verlaufendes Profil durch die beprobten Aufschlüsse (c). 1 Abbruchkante des „Pod Capkami“ Steinbruches., 2 „Klippe“ im Norden des Mittelteiles des „Pod Capkami“ Steinbruches, 3 Steilwand unterhalb des Steinbruches.

2. Geologischer Überblick

Die Tatra ist der nördlichste Teil des alpidisch deformierten Karpatenbogens. Ablagerungen des Tertiärs beschränken sich in diesem Gebirge im wesentlichen auf seine Randbereiche. (u.a. KULKA 1985). Mesozoische Gesteine verschiedener Glieder der Subtatrischen Serie werden diskordant durch eozäne Schichten überlagert. Nur in einem kleinen Gebiet südlich von Zuberec (Slowakei) liegt das Eozän auf paläozoischen magmatischen Gesteinen (PASSENDORFER 1958).

Bei Zakopane (Südpolen) finden sich tertiäre Sedimente, die Teile der Unteren Subtatrischen Decke überlagern, häufig gut aufgeschlossen. Die Sedimentation dieser Schichten begann im Mittel-Eozän, verursacht durch eine von Norden kommende Transgression (PASSENDORFER 1958; KOTANSKI 1979; KULKA 1985). Es handelt sich um vorwiegend marine klastische und karbonatische Sedimente, deren Mächtigkeit im allgemeinen zwischen ca. 5 m und 200 m schwankt (u.a. OLEMPKA 1973). Im Untersuchungsgebiet werden sie durch das „Nummuliten-Eozän“, einer Folge von Konglomeraten, Nummuliten- und Discocyclinenkalken sowie Sedimenten des

„Podhale-Flysches“, den „Zakopane-Schichten“, repräsentiert (u.a. SIKORA 1968; KULKA 1985).

Die tektonische Struktur der postmesozoischen Sedimente ist relativ einfach. Das gesamte Schichtpaket wurde am Ende des Tertiärs durch Hebung des Tatra-Gebirges um 35° bis 50° gekippt. (GUZIK & KOTANSKI 1963). Die Neigung der Schichten nimmt beckenwärts, in nördlicher Richtung, kontinuierlich ab (MASTELLA & OZIMKOWSKI 1973).

3. Das „Pod Capkami“ Profil

Neu bearbeitet wurde der Referenz-Aufschluß des „Nummuliten-Eozäns“ der polnischen Tatra, der stillgelegte Steinbruch „Pod Capkami“ am südlichen Stadtrand von Zakopane (Abb. 1). Das Substratum bilden fossilarme, tektonisch überprägte, vorwiegend mikritische triassische Dolomite der Unteren Subtatrischen Decke (u.a. KOTANSKI 1979). Im Hangenden des Profiles folgen nach einer aufschlußbedingten Lücke dunkelgraue, geschichtete Tonsteine mit vereinzelt Sandsteinlagen, die „Zakopane Schichten“.

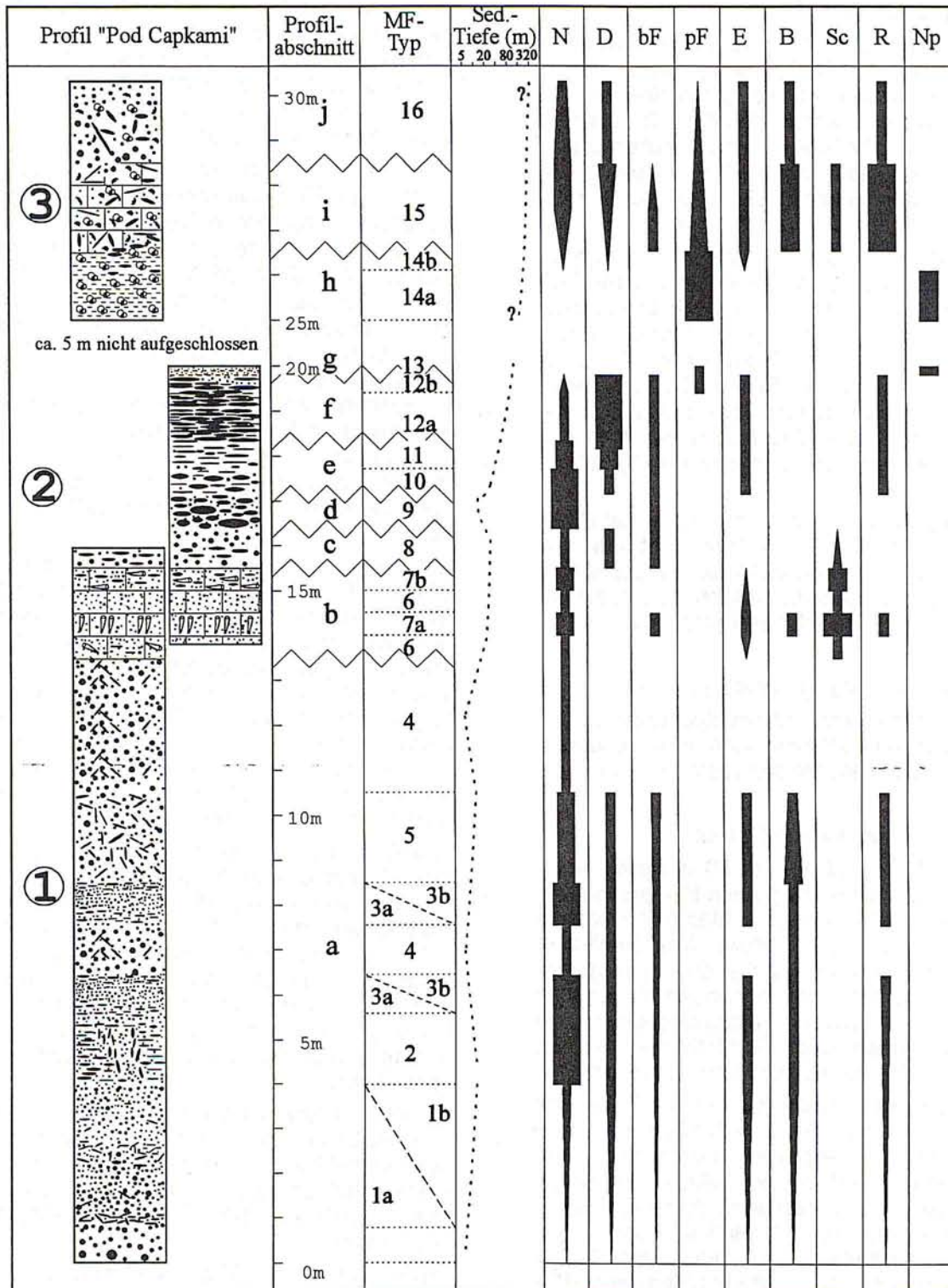


Abb. 2: Schematische Darstellung der Profile 1-3, der ausgegliederten Profilabschnitte a - j und der Mikrofazies-Typen MF-Typ 1 - 16 (vgl. Kap. 3.1 und 4), der hypothetischen Sedimentationstiefe und der relativen Häufigkeit ausgewählter Organismengruppen (N: *Nummulites*, D: *Discocyclus*, bF: benthonische Kleinforaminiferen, pF: planktonische Kleinforaminiferen, E: Echinodermen, B: Bryozoen, Sc: Scaphopoden, R: Rotalgen, Np: kalkiges Nannoplankton).

Sie gehören zu den Ablagerungen des Podhale-Flysches und reichen stratigraphisch bis in das Oligozän (u.a. KULKA 1985).

Das untersuchte Profil wurde aus zwei Aufschlüssen aus dem Mittelteil des „Pod Capkami“ Steinbruches (Profilteile 1 und 2) und einer Lokalität wenige Meter nördlich (Profilteil 3) zusammengesetzt. Die Profilteile 1 und 2 gehen ineinander über, zwischen Profilteil 2 und dem Profilteil 3 besteht eine aufschlußbedingte Lücke (Abb. 1, Abb. 2).

Die Profilabschnitte unterscheiden sich in ihrer Lithologie deutlich. Während im unteren Teil (ca. 14 m) grobe Konglomerate mit lagenweise hohem Gehalt an allochthonen Großforaminiferen dominieren, besteht der mittlere Abschnitt (ca. 6 m) aus karbonatreichen, feinen Konglomeraten sowie autochthonen Nummuliten- und Discocyclinenkalken. Der obere Teil (ca. 5 m) ist durch Globigerinenmergel und Turbidite geprägt (Abb. 2).

Zunächst wird die Faziesfolge detailliert aufgeführt (Kapitel 3.1), sodann folgt die Beschreibung der Großforaminiferen-Gemeinschaft (Kapitel 3.2). In Kapitel 3.3 werden erstmalig zwei Nannoplankton-Assoziationen vorgestellt.

3.1 Fazielle Gliederung der Schichtfolge

Nachstehend wird die Schichtfolge unter paläogeographischen Gesichtspunkten vom Liegenden zum Hangenden beschrieben (Tafel I bis III).

Küstennahe Flachwasser-Fazies

a) Das Profil beginnt mit ca. 80 cm mächtigen, undeutlich geschichteten, grauen Konglomeraten. Die Gerölle sind hauptsächlich triassische Dolomite und, seltener, liassische Kalke. Ihre Durchmesser erreichen bis zu 50 cm. Der Gehalt an größeren Geröllen nimmt zum Hangenden ab. Es folgt eine 13 m mächtige Wechsellagerung aus konglomeratischen und bioklastischen Kalken. Folgende Faziestypen lassen sich unterscheiden:

- Wechsellagerung eines fossilarmen Packstone (**MF-Typ 1a**) und eines Bioklasten-Packstone (**MF-Typ 1b**) mit erosiven Grenzflächen. Die Grundmasse ist sekundärer Mikrosparit, neben den Bioklasten finden sich gerundete Extraklasten mit Durchmessern von 0,2 bis 6 mm sowie eckige, schlecht sortierte Quarze. Die meisten Biogene sind zerbrochen. In der Reihenfolge ihrer Häufigkeit finden sich: *N. variolarius*, *N. brongniarti*, benthonische Kleinforaminiferen (agglutinierend und kalkig), Rotalgen-, Bryozoen-, Echinodermen- und Discocyclinenfragmente.

- **MF-Typ 2:** Nummuliten-Rudstone mit Mikrosphären von *N. brongniarti* als bestimmende Komponente. Außerdem kommen an Biogenen vor: *N. variolarius* und *N. incrassatus*, Fragmente von Discocyclinen, melobesiiden Rotalgen,

Echinodermen und vereinzelte Muscheln. Extraklasten sind selten und variieren in ihren Dimensionen zwischen 0,3 mm und 1 mm, auftretende Quarzkörner in Feinsandgröße weisen eine gute Sortierung auf. Die Nummuliten sind deutlich horizontal und, durch Bioturbation verursacht, untergeordnet vertikal eingeregelt. Die Matrix ist mikritisch bis mikrosparitisch.

- Wechsellagerung zwischen einem Nummuliten-Rudstone (**MF-Typ 3a**) und einem Packstone mit Extraklasten und Nummuliten (**MF-Typ 3b**). Der Nummuliten-Rudstone enthält folgende Formen: *N. puschi*, *N. brongniarti*, *N. incrassatus*, *N. variolarius* und *N. atacicus* (aufgearbeitet aus Schichten des Mittel-Jur, entspricht ~ Grenze Paläozän/Eozän). Die Nummuliten sind schichtparallel orientiert. Weitere Biogene sind *D. cf. varians*, benthonische Kleinforaminiferen (agglutinierend und kalkig) und selten Bryozoen. Die Dolomit-Extraklasten des Packstone sind angerundet bis gerundet und haben Durchmesser von 0,2 bis 3 mm. Die Matrix ist ebenfalls mikritisch bis sekundär mikrosparitisch.

- **MF-Typ 4:** Konglomerat mit Geröllen bis 8 mm, selten auch darüber. Der Geröllbestand setzt sich aus triassischen Dolomiten und liassischen Kalcken zusammen. Die Komponenten sind kantengerundet bis gerundet. Bioklasten sind selten. Es handelt sich meist um Nummuliten- und Discocyclinenfragmente. Die Biogene sind partienweise gegensinnig schräg zur Schichtung orientiert (x-bedding nach AIGNER 1982). Die Matrix ist ein Mikrit bzw. Mikrosparit, Porenräume sind mit kalzitischem Blockzement gefüllt.

- **MF-Typ 5:** Konglomerat mit Geröllen bis maximal 3,5 mm und reich an Bioklasten. An Nummuliten treten *N. variolarius*, *N. brongniarti* und *N. atacicus* auf. Weitere Bioklasten sind Bryozoen, Echinodermen, benthonische Kleinforaminiferen (agglutinierend und kalkig), melobesiide Rotalgen und, sehr selten, Scaphopoden. Die Komponenten weisen keine besondere Orientierung auf. Das Sediment besitzt eine mikritische bis mikrosparitische Matrix.

b) Der folgende hell- bis gelblichgraue stark sandige Kalkstein/stark kalkige Feinsandstein ist durchschnittlich 2 m mächtig und partienweise dolomitisiert. Lagenweise treten Nummuliten und Scaphopoden auf. Drei Faziestypen sind zu unterscheiden:

- **MF-Typ 6:** Der bioklastische Packstone führt in einer mikritischen bis mikrosparitischen Grundmasse Echinodermenfragmente, Bruchstücke von Muscheln, Scaphopoden und Bryozoen, benthonische Kleinforaminiferen sowie *N. perforatus* und *N. cf. incrassatus*. Die Biogene sind deutlich schichtparallel eingeregelt. Häufig tritt zusätzlich gut sortierter eckiger Quarz auf.

- Kennzeichnend für diesen Profilabschnitt ist weiterhin ein Scaphopoden-Nummuliten Rudstone, welcher zum einen reich an Scaphopoden in

Lebendstellung (**MF-Typ 7a**) ist, andererseits parautochthone Scaphopoden enthält (**MF-Typ 7b**). *N. perforatus*, *N. incrassatus* sowie *N. cf. variolarius* sind umgelagerte Komponenten dieser Faziestypen. Als weitere Bioklasten finden sich Echinodermenfragmente, Muscheln, benthonische Kleinforaminiferen und Reste von *Discocyclus* sp..

Flache Subtidal-Fazies

c) Die flache Subtidal-Fazies setzt mit einem, an Großforaminiferenresten reichen, Konglomerat ein. Die Mächtigkeit beträgt 0,9 m.

- **MF-Typ 8:** Konglomerat mit *N. perforatus*. Die Gerölle schwanken in ihrer Größe zwischen 0,3 mm und 3 mm. Es handelt sich hauptsächlich um Reste triassischer Dolomite. Weiterhin finden sich *N. incrassatus*, *Discocyclus* sp., Reste von melobesiiden Rotalgen und benthonische agglutinierende Kleinforaminiferen. Die Grundmasse ist mikritisch bis mikrosparitisch. Porenräume sind zum Teil mit Mikrit, meist jedoch mit Sparit verfüllt.

d) Dunkelgrauer Nummulitenkalk mit *N. perforatus* als Hauptkomponente, 0,8 m mächtig.

- **MF-Typ 9:** Nummuliten-Rudstone mit Vorherrschaft von *N. perforatus*. Das Gestein hat einen hohen Anteil an Biogenen und etwa 10 % Extraklasten. Weitere Biogene sind: *N. incrassatus*, benthonische Kleinforaminiferen (kalkig), selten Discocyclinen (*D. ephippium*, *D. spp.*) und einzelne Reste von Scaphopoden. Die Nummuliten sind teilweise angebohrt. Die Biogene sind eingeregelt, die Matrix ist mikritisch bis mikrosparitisch. Alle Extraklasten sind gut gerundet und haben Durchmesser bis zu 3 mm.

e) Graubrauner Nummuliten-Discocyclinen-Kalk in einer Mächtigkeit von 1,2 m. Der Gehalt an Nummuliten nimmt innerhalb dieses Abschnitts nach oben ab, der an Discocyclinen hingegen zu.

- **MF-Typ 10:** Nummuliten-Discocyclinen-Rudstone. Die Hauptmasse der Bioklasten wird von *N. perforatus*, *N. incrassatus*, *N. cf. dufrenoyi*, *D. ephippium* und *D. douvillei* gestellt. Untergeordnet treten auf: *Asterocyclina* sp., Fragmente von Echinodermen und benthonischen Kleinforaminiferen. Die Matrix ist mikritisch, Porenräume sind mit Sparit verfüllt. Gut gerundete Extraklasten treten mit einem Anteil unter 5 % auf. Ihre Größe liegt bei 2 bis 3 mm.

- **MF-Typ 11:** Discocyclinen-Nummuliten-Rudstone mit Vorherrschaft der Discocyclinen (*D. ephippium*, *D. douvillei*, *D. discus*, *D. pratti*). Weitere Bioklasten sind *N. incrassatus*, *N. perforatus*, *N. cf. dufrenoyi* (lagenweise gehäuft), *A. cf. stellata*, *Asterocyclina* sp., vereinzelte melobesiide Rotalgen-, Echinodermen- und Kleinforaminiferenfragmente. Die Großforaminiferen sind teilweise angebohrt und besitzen Internsedimente.

Die verbleibenden Hohlräume sind sparitisch verfüllt. Extraklasten fehlen fast völlig.

f) Über dem Nummuliten-Discocyclinenkalk folgt ein dunkelgrau-brauner Discocyclinenkalk in einer Mächtigkeit von bis zu 1,5 m. Partienweise treten kleinere Pyritkonkretionen auf. Der Top dieses Schichtpaketes enthält Glaukonitkörner

- Discocyclinen-Wackestone bis Rudstone mit *D. ephippium* als Hauptbestandteil (**MF-Typ 12a**). Außerdem findet sich *D. douvillei*, *D. pratti*, *A. cf. stellata*, *A. spp.*, *N. cf. dufrenoyi* und, sehr selten, *N. incrassatus*. Alle Formen sind eingeregelt. Die Matrix ist mikritisch. Mm-große Anbohrungen sind meist vollständig mit Mikrit verfüllt und enthalten teilweise Pyritkörnerchen mit Größen um 0,2 mm.

- Zum Hangenden nimmt der Gehalt an Großforaminiferen deutlich ab. Erstmals finden sich vereinzelte planktonische Foraminiferen (*Globigerina* sp.) sowie Glaukonitkörner bis 0,2 mm Durchmesser (**MF-Typ 12b**).

Tieferes Subtidal

g) Feinsandige glaukonitische Mergel, die eine Mächtigkeit von 0,30 m aufweisen.

- **MF-Typ 13:** Wackestone bis Packstone mit einem hohen Anteil kantengerundeter Quarzkörner bis 0,2 mm und Glaukonit bis 0,3 mm. In diesem Faziestyp fand sich die erste im Kapitel 3.2 beschriebene Assoziation kalkigen Nannoplanktons. Äußerst selten und schlecht erhalten waren planktonische Foraminiferen.

h) Oberhalb einer Aufschlußlücke von ca. 5 m beginnt der Profilabschnitt 3 (Abb. 2) mit 1,5 m gelblichgrauen gut geschichteten Kalkmergeln.

- Foraminiferen-Wackestone mit diversen planktonischen Kleinforaminiferen (siehe bei ALEXANDROWICZ & GEROCH 1963) (**MF-Typ 14a**) und der zweiten Assoziation von kalkigem Nannoplankton (Kapitel 3.2).

- Im höheren Teil sind zusätzlich selten (bis 5 %) Bioklasten und Extraklasten (gut gerundet) bis 2,5 mm und Glaukonitkörner bis 0,3 mm eingestreut. An Bioklasten finden sich melobesiide Rotalgen, *Nummulites* sp., „*Operculinoides*“ sp., *Discocyclus* sp. und Bryozoen (**MF-Typ 14b**).

i) Scharf gegen die Kalkmergel abgegrenzt folgen 2 m fossilreicher Kalksteine in mehreren gradierten Bänken mit jeweils erosiven Untergrenzen. Lagenweise sind sie konglomeratisch.

- **MF-Typ 15:** Bioklastischer Rudstone, reich an planktonischen und vereinzelten benthonischen Kleinforaminiferen, wechselnden Anteilen von „*Operculinoides*“ sp., kleinen Formen von *Nummulites* sp., *N. cf. dufrenoyi*, *Nummulites* cf. *fabianii*, *Discocyclus* sp. (*D. ephippium*, *D. douvillei*, *Discocyclus* spp.), *Asterocyclina* spp. (*A. cf. stellata*), *Heterostegina* sp., Fragmenten von Echinodermen, Muscheln, Bryozoen, Serpuliden, Scaphopoden und zahlreichen Rotalgen (melobesiide

Formen und *Lithophyllum* sp.). Lagenweise gehäuft auftretende Extraklasten erreichen Durchmesser bis zu 25 mm. Sie sind kantengerundet bis gerundet und besitzen häufig organische Krusten (Rotalgen-Onkoide). Selten finden sich Aggregatkörner (Lumps und Grapestones) mit Bioklasten als Komponenten, welche in den Randbereichen abgeschliffen sind, Intraklasten und vereinzelte Glaukonitkörner mit Durchmessern von 0,2 mm. Alle Komponenten sind deutlich horizontal orientiert, die Sedimentmatrix ist Mikrit, teilweise auch Mikrosparit. Porenräume sind ebenfalls mit Mikrit verfüllt. Häufig finden sich cm-dicke Einschaltungen von Gesteinen des MF-Typs 14b. Die Grenzen zwischen den Faziestypen sind erosiv.

j) Der höchste Teil des Profils ist ein 1,5 m mächtiges Konglomerat.

- **MF-Typ 16:** Konglomerat mit gut gerundeten Geröllen bis 25 mm. Das Komponentenspektrum dieses Faziestyps ähnelt demjenigen von MF-Typ 15. Deutlich lassen sich Mikritzemente, Zement A (Faserzement) und Zement B (Blockzement) unterscheiden.

3.2 Die Großforaminiferen-Assoziation

Die untersuchten Schichten enthalten eine lagenweise reiche, vom Liegenden zum Hangenden sehr verschieden zusammengesetzte Großforaminiferenfauna. Während das Profil im unteren Teil durch eine Vorherrschaft der Nummuliten gekennzeichnet ist, finden sich im mittleren Abschnitt weit häufiger Discocyclinen und Asterocyclinen. Im höchsten Teil ist die Fauna hochdivers, neben Nummuliten, Discocyclinen und Asterocyclinen kommen auch einzelne Exemplare von *Heterostegina* und „*Operculinoides*“ vor (Abb. 2, Abb. 3).

Untersuchungen zur Stratigraphie in den Nummuliten-führenden Ablagerungen wurden vor allem von BIEDA (1928, 1946, 1959, 1963) unternommen. Er unterschied vier Subhorizonte (siehe Tab. 1).

Diese, in früheren Arbeiten häufig verwendete Gliederung stellt jedoch keine stratigraphische Abfolge dar. Die Leitformen der Subhorizonte I bis III lebten in unterschiedlichen Faziesbereichen zeitgleich nebeneinander (Abb. 3). *N. brongniarti* bevorzugte geschützte Flachwasserbereiche (KULKA 1985), *N. perforatus* baute kleine Vertikalstrukturen („buildups“) in Wassertiefen zwischen 10 m und 20 m, *N. millecaput* lebte in tieferen Stillwasserbereichen (ARNI 1965, KULKA 1985). Zwischen diesen Vertretern des Biarritzins und *N. fabianii*, der Leitform aus Subhorizont IV, besteht vermutlich eine größere zeitliche Lücke (frdl. mündl. Mittlg. HOTTINGER 1995).

Die Bestimmung der Großforaminiferen erfolgte an orientierten Serienschliffen. Folgende Großforaminiferen ließen sich identifizieren:

Nummulites atacicus LEYMERI, 1846 (aus stratigraphisch älteren Schichten umgelagert)
Nummulites brongniarti D'ARCHIAC & HAIME, 1853
Nummulites incrassatus DE LA HARPE, 1883
Nummulites perforatus MONTFORT, 1808
Nummulites puschi D'ARCHIAC & HAIME, 1853
Nummulites variolarius LAMARCK, 1804
Nummulites cf. *dufrenoyi* D'ARCHIAC & HAIME, 1853
Nummulites cf. *fabianii* PREVER, 1905
Discocyclina discus RÜTIMEYER, 1850
Discocyclina douvillei SCHLUMBERGER, 1903
Discocyclina ephippium SCHLOTHEIM, 1820
Discocyclina pratti MICHELIN, 1846
Discocyclina cf. *varians* KAUFMANN, 1867
Discocyclina spp.
Asterocyclina cf. *stella* GÜMBEL, 1861
Asterocyclina cf. *stellata* D'ARCHIAC, 1846
Asterocyclina spp.
Heterostegina sp.
 „*Operculinoides*“ sp.

Die Großforaminiferen-Assoziation ist stratigraphisch in das Biarritzien und ?Priabonien einzustufen (Abb. 3).

In unseren Proben aus Subhorizont III fand sich ausschließlich *N. cf. dufrenoyi* anstelle von *N. millecaput*. Dies steht eher im Einklang mit der von SCHAUB (1981) angegebenen stratigraphischen Reichweite der beiden Formen. SCHAUB (1981) bezweifelte ebenfalls Beschreibungen von *N. millecaput* im Biarritzien Ungarns.

3.3 Die Nannoplankton- Assoziation

Aus einigen Proben des untersuchten Profils, die den Profilabschnitten „g“ (Assoziation 1) und „h“ (Assoziation 2) entstammen, wurde eine diverse, aus über 30 Arten bestehende Nannoflora gewonnen (Abb. 2). Die systematische und taxonomische Klassifikation folgt den Vorschlägen von AUBRY (1983) und PERCH-NIELSEN (1985). Ausgewählte Formen sind in Tafel III abgebildet. Nachstehend eine alphabetisch geordnete Liste der bestimmten Arten:

Braarudosphaera bigelowii (GRAN & BRAARUD, 1935) DEFLANDRE (1947)
B. cf. irregularis BYBELL & GARTNER (1972)
Chiasmolithus cf. *consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) HAY & MOHLER (1967)
C. cf. solitus (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) LOCKER (1968)
Coccolithus eopelagicus (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) BRAMLETTE & SULLIVAN (1961)
C. pelagicus (WALLICH, 1877) SCHILLER (1930)
Coronocyclus nitescens (KAMPTNER, 1963) BRAMLETTE & WILCOXON (1967)
Cyclococcolithus pseudogammation (BOUCHÉ, 1962)

IV	<i>Nummulites fabianii</i> - Subhorizont	Priabonien
III	<i>Nummulites millecaput</i> - Subhorizont	Ober-Lutétien
II	<i>Nummulites perforatus</i> - Subhorizont	
I	<i>Nummulites brongniarti</i> - Subhorizont	

Tabelle 1: Gliederung des Ober-Lutétien und Priabonien in stratigraphische Subhorizonte, nach BIEDA (1928, 1946, 1959, 1963).

Stratigraphische Stufen	Plankt. Foram. BLOW, 1979	Nannoplankton MARTINI, 1971	Stratigraphische Verbreitung ausgewählter Nummuliten nach SCHAUB, 1981, BLONDEAU, 1972 und HOTTINGER (mdl. Mittlg., 1995)	Nanno-Plankton Proben	Profil "Pod Capkami"
Priabonien	P 16/17	NP 19/20	<i>Nummulites fabianii</i>		
	P 15	NP 18			?
			Hiatus		
Bartonien	P 14	NP 17	<i>Nummulites brongniarti</i>		Teil 3
Biarritzien (Stratotyp)	P 13	NP 16	<i>Nummulites perforatus</i>	MF-Typ 14a	
	P 12		<i>Nummulites puschi</i>	MF-Typ 13	Teil 1 und 2
			<i>Nummulites dufreoyi</i>		
			<i>Nummulites incrassatus</i>		
Lutétien	P 11	NP 15	<i>Nummulites millecaput</i>		
			<i>Nummulites maximus</i>		
			<i>Nummulites variolarius</i>		

Abb. 3: Korrelation ausgewählter Nummulitenformen und identifizierter Nannofloren-Assoziationen sowie ihre Einstufung in Nannoplankton-Zonen sensu MARTINI (1971) und MARTINI & MÜLLER (1986), planktonische Foraminiferen-Zonen nach BLOW (1979) und in die stratigraphische Stufengliederung nach BERGGREN et al. (1985).

Die Abgrenzung des Biarritzien folgt den Vorschlägen von MATHELIN & BIGNOT (1989), die stratigraphische Verbreitung der dargestellten Nummuliten entspricht den Angaben von BLONDEAU (1972) und SCHAUB (1981). Zwischen dem Erlöschen von *N. brongniarti*, *N. puschi*, *N. perforatus* etc. und dem Einsetzen von *N. fabianii* besteht ein Hiatus (frdl. mündl. Mittlg. HOTTINGER 1995).

Dictyococcites bisectus (HAY, MOHLER & WADE, 1966) BUKRY & PERCIVAL (1971)
D. (Reticulofenestra) daviesii (HAQ 1968) PERCH-NIELSEN (1971)
Discoaster barbadiensis TAN SIN HOK (1927)
D. cf. germanicus MARTINI (1958)
D. saipanensis BRAMLETTE & RIEDEL (1954)
D. tani BRAMLETTE & RIEDEL (1954)
D. tani nodifer (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) BUKRY (1973)

Ericsonia formosa (KAMPTNER, 1963) HAQ (1971)
Helicosphaera sp.
Lanternithus minutus STRADNER (1962)
Martiniaster (Coronaster) cf. fragilis (MARTINI, 1961) LOEBLICH & TAPPAN
Micrantholithus altus BYBELL & GARTNER (1972)
Pemma cf. *basquense* (MARTINI, 1959) BÁLDI-BEKE (1971)
 sehr kleine *P. spp.*

- Pontosphaera multipora* (KAMPTNER, 1948) ROTH (1970)
P. (Transversopontis) sigmoidalis (LOCKER, 1967)
Reticulofenestra callida (PERCH-NIELSEN, 1971) BYBELL (1975)
R. dictyoda (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) STRADNER in STRADNER & EDWARDS (1968)
R. umbilica (LEVIN, 1965) MARTINI & RITZKOWSKI (1968)
Rhabdosphaera sp.
Scyphosphaera cf. *hemirana* KAMPTNER (1967)
Scyphosphaera spp.
S. cf. pulcherrima DEFLANDRE (1942)
Sphenolithus furcatolithoides LOCKER (1967)
S. moriformis (BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960) BRAMLETTE & WILCOXON (1967)
S. radians DEFLANDRE in GRASSÉ (1952)
S. spiniger BUKRY (1971)
Zygrhablithus bijugatus (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) DEFLANDRE (1959)

Calculites obscurus (DEFLANDRE, 1959) PRINS & SISSINGH in SISSINGH (1977) (allochthon)
Ceratolithoides sp. (allochthon)
Fasciculites sp. (allochthon)
Rhomboaster sp. (allochthon)
Tribrachiatus bramlettei (BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960) PROTO DECIMA, ROTH & TODESCO (1975) (allochthon)
Tribrachiatus orthostylus SHAMRAI (1963) (allochthon)

Die autochthone **Nannoplankton-Assoziation 1** des flachen Subtidal ist durch kleine elliptische Coccolithen und neomorph veränderte Discoasteriden charakterisiert. Ausnahme sind hier häufige, gut erhaltene *L. minutus* und *Z. bijugatus* Holococcolithen-Exemplare, die zudem ein flaches, küstennahes Milieu bevorzugten (PERCH-NIELSEN 1985; MÜLLER 1986). Die biostratigraphische Einstufung der autochthon vorliegenden Arten ist durch einzelne und das gemeinsame Auftreten mehrerer Formen möglich. *R. umbilica* erscheint im allgemeinen in der Zone NP14, (*Discoaster sublodoensis* sensu MARTINI, 1971), *L. minutus* kommt im höheren Teil der NP15 Zone erstmalig vor. Für die NP15/NP16 Zonengrenze wird das Erstauftreten von *D. tani nodifer* vorgeschlagen (MÜLLER 1978; MARTINI & MÜLLER 1986: *Discoaster tani nodifer* Zone). *S. furcatolithoides*, indikativ für Flachscheff, tritt in mittlerer Häufigkeit auf. Diese Art erlischt im allgemeinen in der untersten NP17, *Discoaster saipanensis* Zone sensu MARTINI (1971) (vergl. MAMOUNE et al. 1993). Sie wird zur Untergliederung der NP16 Zone in Subzonen herangezogen (GARTNER 1971; SCHMIDT 1978) und scheint ein wesentliches Nannoplankton-Element des Mittel-Eozäns (vergl. CANUDO et al. 1988) zu sein. *R.*

dictyoda kommt letztmalig an der Grenze NP16/NP17 vor.

Das gemeinsame Vorkommen von *C. cf. solitus* mit *C. nitescens*, *D. barbadiensis*, *D. tani nodifer*, *R. dictyoda*, *S. furcatolithoides*, *S. radians* und *Z. bijugatus* im Profilabschnitt „g“ (Abb. 2) erlaubt, die Fossilgemeinschaft in den mittleren bis oberen Teil der *Discoaster tani nodifer* (NP16) Zone sensu MARTINI (1971) einzuordnen (Abb. 3). Diese entspricht nach OKADA & BUKRY (1980) der *Coccolithus staurion*, jetzt *Birkelundia staurion* (CP13c), und der *Discoaster bifax* (CP14a) Subzone, die in Sedimenten des offenen Meeres unterschieden wurden (siehe Korrelation nach BOLLI et al. 1985: Abb. 2). MARTINI & MÜLLER (1986: Tab. 1) korrelierten die NP16 Zone allerdings nur mit der CP14a Subzone.

Die **Nannoplankton-Assoziation 2** aus der Basis des dritten Profilabschnittes „h“ (Abb. 2) unterscheidet sich nur durch das Auftreten von *D. bisectus* und das Fehlen von *R. dictyoda* von der zuvor beschriebenen Nannoflora. Das Erstauftreten von *D. bisectus* ist nach PERCH-NIELSEN (1985) für den Mittelteil und nach FIRTH (1989), für die Basis von NP17 signifikant. *S. furcatolithoides* fehlt im oberen Teil dieser Zone. Aus dem vereinzelt Vorkommen von *S. furcatolithoides* läßt sich folgern, daß diese Assoziation in den unteren bis mittleren Teil der NP17 (*Discoaster saipanensis*)-Zone gehört (Abb. 3).

Die Korrelation der Nannoplankton-Zonen mit der stratigraphischen Stufengliederung wird kontrovers diskutiert. BIGG (1982) untersuchte das Lutétien in der Typlokalität des Pariser Becken und stellte die NP16 Zone in das Unter Lutétien. AUBRY (1983) bezog die kalkige Nannoplankton-Zone NP16 ebenfalls in das Lutétien ein. Nach MARTINI & MÜLLER (1986) ist diese Einordnung allerdings problematisch. Das Mittel-Eozän entspricht der Zonenfolge NP14 bis NP17. Sie stellen den unteren und die Hälfte des mittleren Teiles der NP16 Zone zum höchsten Lutétien, dessen Basis aber schon in der NP14 Zone liegt.

Hinweise auf frühere Transgressionen geben zwei allochthone Nannoplankton-Assoziationen. Eine ältere entstammt der oberen Kreide, eine jüngere dem höchsten Paleozän/unteren Eozän (siehe auch Kap. 4).

4. Rekonstruktion des Ablagerungsraumes

Spezifische Gehäuseformen und -größen von Großforaminiferen sind typisch für bestimmte Faziesbereiche. Ein Modell zur räumlichen Verteilung von Nummuliten-Spezies stabiler Plattformen stellte ARNI (1965) anhand eines Beispiels aus Nordafrika vor. Weniger gut anwendbar ist das Modell auf Gebiete mit stärkerer tektonischer Aktivität (BLONDEAU 1972).

KULKA (1985) unternahm den Versuch dieses „ARNI-Modell“ (ARNI 1965) auf die Nummuliti-

tenablagerungen der polnischen Tatra zu übertragen und konnte in modifizierter Form folgende Bereiche nachweisen:

- * Die „back-bank“-Fazies, bestehend hauptsächlich aus dolomitisierten Kalksteinen mit *N. puschi* und kleinen bis mittelgroßen Nummuliten mit dicken, gedrungenen Gehäusen wie *N. incrassatus* und *N. semicostatus*. Signifikant für diesen Bereich ist immer das Vorkommen von Komponenten der „bank“-Fazies (*N. perforatus*), teilweise auch von Komponenten der „fore-bank“-Fazies (Discocyclinen).
- * Eine Nummuliten-Bank-Fazies („bank“-Fazies), repräsentiert durch kleinräumige Vertikalbauten, fast ausschließlich aus *N. perforatus* gebildet.
- * Die „fore-bank“-Fazies mit mergeligem Discocyclinen-Kalkstein und *N. millecaput* und,
- * weiter beckenwärts, die „parapelagische Zone“, bestehend aus Mergeln mit planktonischen Kleinforaminiferen.

Die Analyse der Schichtfolge unter mikrofaziellen und stratigraphischen Gesichtspunkten ließ eine erweiterte Interpretation der Ablagerungsbereiche zu. Bei der Wahl der paläogeographischen Terminologie wurde auf Angaben und Definitionen von ARNI (1965), AIGNER (1983) und KULKA (1985) zurückgegriffen. Nachstehend sollen die voneinander abgrenzbaren Faziesbereiche charakterisiert werden (Abb. 2):

Die Ablagerungen des Tertiärs beginnen mit **küstennahen Flachwasser-Sedimenten**. Die Basis, ein Aufarbeitungshorizont, ist grobkonglomeratisch. Darüber folgt eine Serie aus Konglomeraten, in denen sich lagenweise angehäuften Nummulitenformen (vor allem *N. brongniarti* und *N. puschi*) geschützter Flachwasserbereiche finden (Tafel 1, Abb. 1 - 5). Die Gehäuse sind auf verschiedene Art eingeregelt (schichtparallel, „x-bedding“, Imbrikation) und häufig zerbrochen, auch dominieren die B-Generationen. So kann von einer landwärts gerichteten episodischen Umlagerung der Nummuliten aus den geschützten Bereichen wie etwa durch Stürme und/oder Flutereignisse ausgegangen werden (MF-Typ 1 - 5).

Seltenere Umlagerungsereignisse, die temporäre deutliche Absenkungen der Wellenbasis anzeigen, sind in den MF-Typen 6 und 7 durch das lagenweise Auftreten von *N. perforatus* dokumentiert (Tafel 1, Abb. 6 - 8). Letztere wurden aus dem Subtidal in das küstennahe Flachwasser transportiert. Dieser untere Profilabschnitt kann in den unteren Teil der Nannoplanktonzone NP16 sensu MARTINI (1971) bzw. an die Basis des Biarritzien (oberstes Lutétien) gestellt werden und entspricht dem Subhorizont I sensu BIEDA (1946) (Abb. 2 und 3). Das Vorkommen von *N. atacicus* (MF-Typ 4) aus dem Paläozän/Eozän Grenzbe-

reich (Mittleres Ilerdien nach SCHAUB 1981) ist ein Hinweis auf Aufarbeitung mariner Sedimente diesen Alters.

Die **flache Subtidal-Fazies** (MF-Typen 8 bis 12) reicht in Wassertiefen bis ca. 80 m. Diese Tiefenangabe beruht auf paläobathymetrischen Angaben zur Verbreitung von Nummuliten (ARNI 1965; BLONDEAU 1972) und Discocyclinen (u.a. OLEMPKA 1973). Das flache Subtidal wird in vier Bereiche untergliedert:

Die „back-bank“-Fazies ist konglomeratisch entwickelt und enthält hauptsächlich Komponenten der vorgelagerten „bank“-Fazies (*N. perforatus*) aber auch umgelagerte Discocyclinen der „fore-bank“-Fazies - ein weiterer Hinweis auf Sturm-induzierte landwärts gerichtete Umlagerungen (Tafel 2, Abb. 1).

Im Tatra-Gebirge baut sich die „bank“-Fazies aus „buildups“ von *N. perforatus* auf. Diese leicht vom Umgebungsgestein unterscheidbaren Kalke sind in zahlreichen Aufschlüssen an seinem Nordrand anzutreffen. In der Regionalliteratur werden sie als „jarzec“ bezeichnet. Die Hauptmasse dieses Gesteins bilden Gehäuse von *N. perforatus*. Die deutliche Vorherrschaft der A-Formen und die Unversehrtheit der Gehäuse läßt auf deren autochthone Überlieferung schließen (BLONDEAU 1972). Der Gehäusebauplan von *N. perforatus* ist für Bewegtwasserverhältnisse (robuste Gehäuseform und zahlreiche Pfeiler) ausgelegt (u.a. ARNI 1965; KULKA 1985). Die Gehäuseoberfläche zeigt im Vergleich zur Gehäusegröße keine Optimierung, woraus sich auf ein ausreichendes Lichtangebot für die pflanzlichen Symbionten schließen läßt. Wir schließen daher auf einen Lebensraum wenige Meter unterhalb der „normalen“ Wellenbasis, in einer Wassertiefe von 10 bis 20 m. Diese *N. perforatus*-„buildups“ stellen ein Analogon zu den *N. gizehensis*-„buildups“ Ägyptens dar (AIGNER 1983). Im beschriebenen Profil ist die im Randbereich der „bank“-Fazies entwickelte **paraautochthone *N. perforatus* „bank“-Fazies** mit geringen Beimengungen von Extraklasten sowie kleineren Nummuliten und Discocyclinen (MF-Typ 9, Tafel 2, Abb. 2) anzutreffen. Dieser Faziesbereich entspricht dem Subhorizont II sensu BIEDA (1946).

Ihr beckenwärts vorgelagert ist die **flache „fore-bank“-Fazies**, vor allem randlich noch stark durch Umlagerungsprozesse von der „bank“-Fazies beeinflusst. Allochthone Komponenten nehmen im Profil nach oben ab. Die autochthonen Elemente zeigen eine mengenmäßige Zunahme an Discocyclinen zuungunsten der Nummuliten (MF-Typ 10 und 11, Tafel 2, Abb. 3 und 4).

Die **tiefe „fore-bank“-Fazies** ist durch eine autochthone Discocyclinen-Assoziation mit Vorherrschaft von großen, flachen Formen wie *D. ephippium* typisiert. Neben den Discocyclinen finden sich Asterocyclinen und *N. cf. dufrenoyi*

(MF-Typ 12a und 12b, Tafel 2, Abb. 5 und 6). Sie gehören dem mittleren Teil der Nannoplankton-Zone NP16 sensu MARTINI (1971) an. Sie entsprechen dem Subhorizont III sensu Bieda (1946). Im Top dieser Discocyclinenkalke findet sich vereinzelt Glaukonit.

Es folgen Ablagerungen des tieferen Subtidals mit Sedimentationstiefen unterhalb von 80 m. Sie sind reich an Glaukonit und führen neben vereinzelt planktonischen Kleinforaminiferen auch kalkiges Nannoplankton (MF-Typ 13, Tafel 2, Abb. 7). Stratigraphisch gehören sie in den mittleren bis oberen Teil der Nannoplankton-Zone NP16 sensu MARTINI (1971). Aufarbeitung und Umlagerung ist durch das Vorkommen zweier allochthoner Nannoplankton-Assoziationen angezeigt. Eine ältere entstammt der oberen Kreide, eine jüngere dem höchsten Paläozän/unteren Eozän. Erstere besteht aus *Calculites obscurus*, *Ceratolithoides* sp. und *Fasciculites* sp., letztere aus *Rhomboaster* sp., *Tribrachiatulus bramlettei* und *Tribrachiatulus orthostylus*. Die Beobachtung dieser Arten bedeutet, daß entsprechend alte marine Sedimente vorgelegen haben müssen (vgl. auch SHAFIK 1992; SLEZAK et al. 1993). Im Verlauf dieser Zeitspanne scheint das Gebiet im Gegensatz zu bisherigen paläogeographischen Deutungen mehrfach überflutet gewesen zu sein. Ähnliche Anhaltspunkte gibt das Vorkommen von *N. atacicus* aus tieferen Profilabschnitten.

Oberhalb einer Aufschlußlücke setzen Globigerinenmergel (MF-Typ 14a, Tafel 2, Abb. 8) ein. Anhand des Nannoplanktons lassen sie sich tieferen Bereichen des Schelfhanges zuordnen. Stratigraphisch gehört dieser Faziesbereich in den unteren bis mittleren Teil der NP17 Zone sensu MARTINI (1971). Über den Globigerinenmergeln folgen in mehreren gradierten Bänken Turbiditlagen. Es handelt sich hierbei zunächst um „low density“- (MF-Typ 14b, Tafel 3, Abb. 1) und sodann um „high density“- (MF-Typ 15 und 16, Tafel 3, Abb. 2 bis 4) Karbonat-Turbidite nach EBERLI (1991). Das Vorkommen von *N. cf. fabianii* erlaubt die Zuordnung zum Subhorizont IV nach BIEDA (1946). Diese Schichten gehören demnach bereits dem ?Priabonien an. Es besteht die Möglichkeit, daß die Grenze zwischen den Profilteilen „h“ und „i“ (Abb. 2) mit einer größeren zeitlichen Lücke verknüpft ist (vgl. Kap 3.2).

Die Abfolge der Sedimentationsbereiche und ihrer Faziestypen dokumentiert eine Vertiefung des Meeres im Verlauf des Biarritzien, die durch eine vermutlich eustatisch bedingte Transgression verursacht wurde. HOTTINGER & SCHAUB (1960), MATHÉLIN & BIGNOT (1989) und MATHÉLIN & SZTRAKOS (1991) wiesen diese Meeresspiegelschwankung weitverbreitet in Europa, Teilen Afrikas und in Indien nach.

5. Ergebnisse

1. Nach faziellen Untersuchungen an drei Profilen im stillgelegten Steinbruch „Pod-Capkami“ ließ sich der Ablagerungsraum im Verlauf des Eozäns rekonstruieren. Die Abfolge besteht aus küstennahen Flachwasser-Sedimenten an der Basis, im flacheren und tieferen Subtidal gebildeten Ablagerungen darüber. Aufragende autochthone Nummuliten-Ansammlungen, die randlich in parautochthone übergehen, gliedern das flache Subtidal in eine landwärts gelegene „back-bank“- und eine beckenwärts gelegene „fore-bank“-Fazies. Das tiefere Subtidal ist durch Glaukonitsande, Globigerinenmergel und Turbidite gekennzeichnet. Daraus ist ein kontinuierlicher Anstieg des Meeresspiegels abzuleiten.

2. Die Meerestiefen ließen sich aus litho- und biofaziellen Daten evaluieren: Die *N. perforatus*-„buildups“ („bank“-Fazies) sind in Wassertiefen zwischen 10 m und 20 m anzusiedeln. Das flachere Subtidal entstand in Tiefen zwischen 20 m und 80 m.

3. Die Zusammensetzung der Nummuliten-Assoziation läßt eine stratigraphische Einordnung der Profilabschnitte „a“ bis „h“ in das Biarritzien zu (unterer Teil der Nannoplankton-Zone NP16 bis zur Grenze der Nannoplankton-Zone NP17/NP18 sensu MARTINI, 1971). Der höchste Teil, Profilabschnitte „i“ und „j“, gehört vermutlich dem Priabonien an.

4. Aus zwei Profilabschnitten ließ sich erstmalig kalkiges Nannoplankton gewinnen. Die autochthonen Formen aus der ersten Assoziation lassen sich dem mittleren bis oberen Teil der Nannoplanktonzone NP16 (*Discoaster tani nodifer*) sensu MARTINI (1971) zuordnen, die autochthonen Formen der zweiten Assoziation gehören in den unteren bis obersten Teil der Nannoplanktonzone NP17 (*Discoaster saipanensis*) sensu MARTINI (1971).

5. Hinweise auf ehemals vorhandene marine oberkretazische und paläozäne Schichtfolgen liefern umgelagerte Nannoplanktonformen und Nummuliten.

Dank

Wir danken den Herren Professoren K. GÖRLER und H. KEUPP (beide Berlin), L. HOTTINGER (Basel), T. AIGNER (Tübingen) und S. DZULINSKI (Kraków) für die Durchsicht des Manuskriptes und wertvolle Anregungen zu seiner Verbesserung. Herr Prof. M. GASINSKI (Kraków) half bei der Planung des Projektes. Die Verwaltung des Tatra-Nationalparks erteilte freundlicherweise die Genehmigung zur Durchführung der Geländearbeiten.

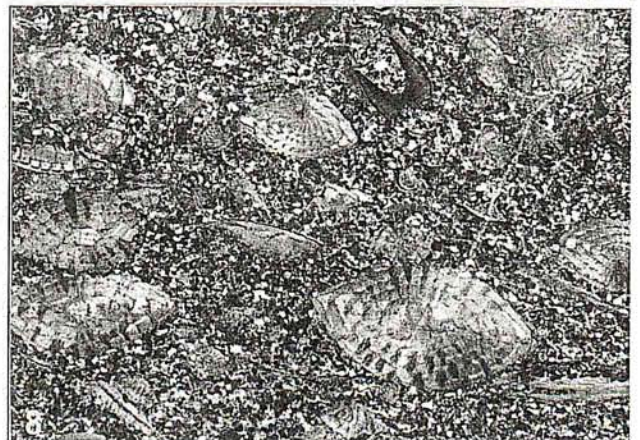
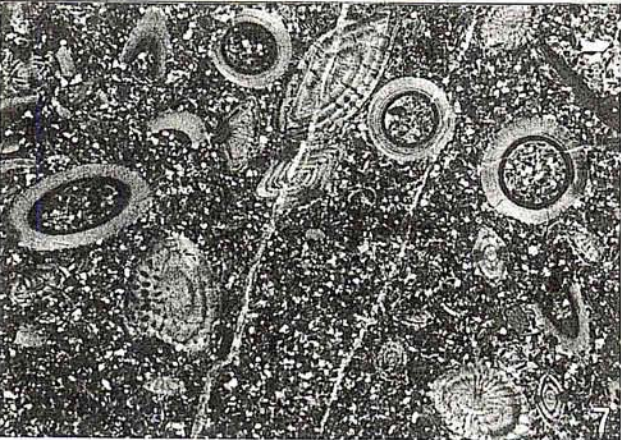
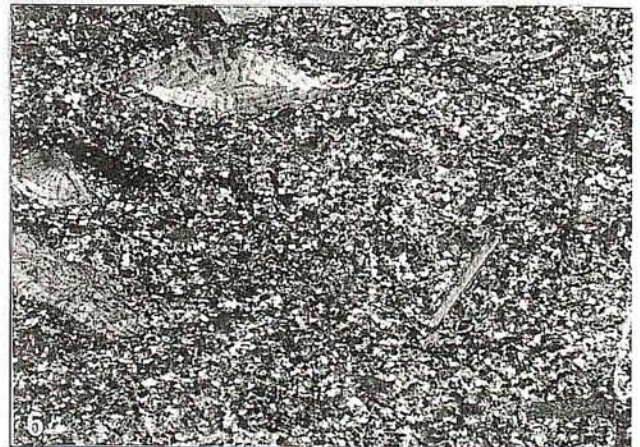
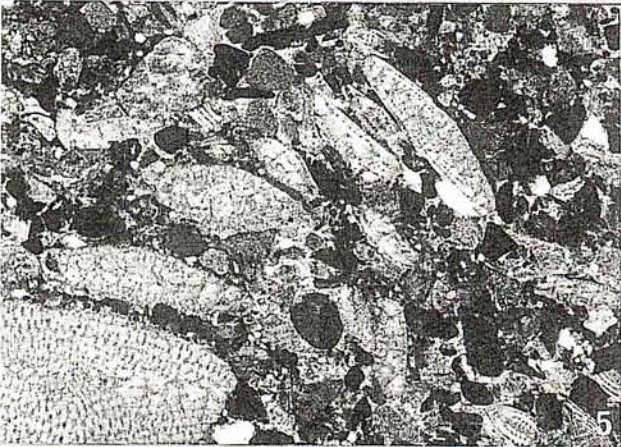
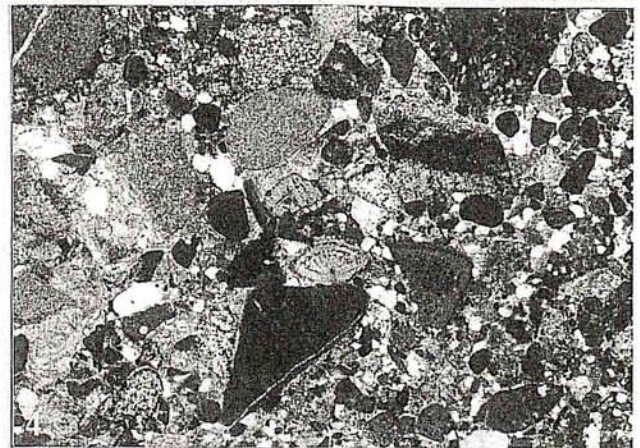
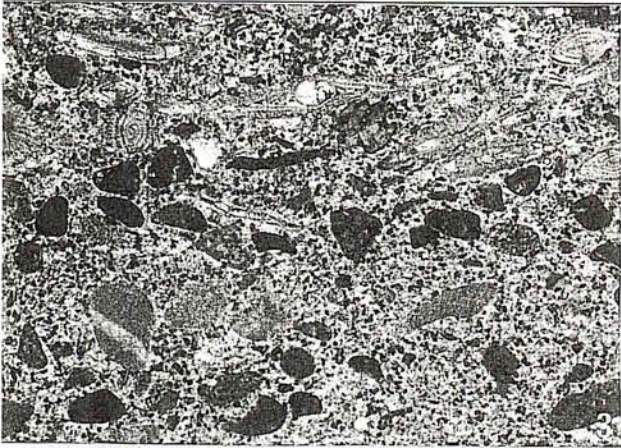
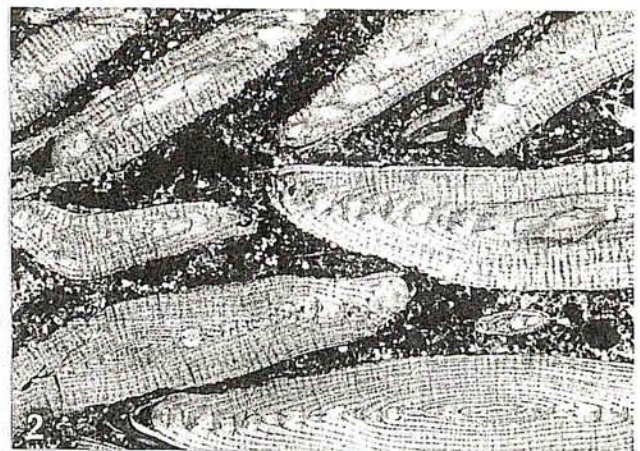
Literatur

- AIGNER, P. (1965): L'Evolution des Nummulitidae en tant que facteur des modification des dépôts littoraux.- Coll. Intern. Micropal., Mém. B.R.G.M., **32**: 7-20; Dakar.
- AIGNER, T. (1982): Event stratification in Nummulite accumulations and in shell beds from the Eocene of Egypt.- In: EINSELE & SEILACHER (eds.), Cyclic and event stratification: 248 - 262; Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, New York.
- AIGNER, T. (1983): Facies and origin of nummulitic buildups: an example from the Giza Pyramids Plateau (Middle Eocene, Egypt).- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **166**(3): 347-368; Stuttgart.
- ALEXANDROWICZ, S.W. & GEROCH, S. (1963): Zespól malych otworów w eocenie tatrzańskim.- Roczn. Pol. Tow. Geol., **33**(2): 219-227; Kraków.
- ARNI, P. (1965): L'évolution des Nummulitinae en tant que facteur de modification des dépôts littoraux.- Mém. B.R.G.M., **32**: 7-20; Paris.
- AUBRY, M.-P. (1983): Biostratigraphie du Paleogene epicontinental de l'Europe du Nord-Ouest (Etude fondée sur les nannofossiles calcaires).- Docum. Lab. Géol. Lyon, **89**: 317 p.; Villeurbanne.
- BARTHOLDY, J. (1993): Ein tertiärer Nummulitenkalk der polnischen Karpaten.- Z. geol. Wiss., **21**(3/4): 351 - 358; Berlin.
- BERGGREN, W.A., KENT, D.V., FLYNN, J.J., VAN COUVERING, J.A. (1985): Cenozoic geochronology.- Geol. Soc. Amer. Bull., **96**: 1407-1418; Tulsa.
- BIEDA, F. (1928): Nummulity i Ortofragminy eocenu Pasiecznej kolo Nadwórnej.- Roczn. Pol. Tow. Geol., **4**: 1-33; Kraków.
- BIEDA, F. (1946): Stratygrafia fliszu Karpat polskich na podstawie duzych otworów.- Roczn. Pol. Tow. Geol., **16**: 1 - 52; Kraków.
- BIEDA, F. (1957): Contribution à la connaissance des grands Foraminifères de l'Eocène supérieur des Karpates.- Roczn. Pol. Tow. Geol., **25**: 203 - 227; Kraków.
- BIEDA, F. (1959): Fauna nummulitowew eocenie tatrzańskim.- Biuletyn Inst. Geol., **141**(4): 5-31; Warszawa.
- BIEDA, F. (1959): Paleontologiczna stratygrafia eocenu tatrzańskiego i fliszu podhalańskiego.- Biuletyn Inst. Geol., **149**(5): 215-224; Warszawa.
- BIEDA, F. (1968) Formacja numulityczna w zachodnich Karpatach fliszowych.- Roczn. Pol. Tow. Geol., **38**: 233 - 273; Kraków.
- BIEDA, F. (1969): Flysch formation in the Tertiary of the Polish Carpathians.- Roczn. Pol. Tow. Geol., **39**: 417 - 514; Kraków.
- BIGG, P.J. (1982): Eocene planktonic foraminifera and calcareous nannoplankton of the Paris Basin and Belgium.- Rev. Micropaléont., **25**(2): 69-89; Paris.
- BLONDEAU, A. (1972): Les Nummulites.- Vuibert éd.: 255 p.; Paris.
- BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (1985): Comparison of zonal schemes for different fossil groups.- In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (eds.): Plankton Stratigraphy, p. 3- 10; London.
- CANUDO, J.-I., MOLINA, E., RIVELINE, J., SERRA-KIEL, J., SUCUNZA, M. (1988): Les événements biostratigraphiques de la zone Prépyrénéenne d'Aragon (Espagne), de l'Eocène Moyen à l'Oligocène inférieur.- Rev. Micropaléont., **31**(1): 15-29; Paris.
- EBERLI, G.P. (1991): Calcareous Turbidites and their relationship to sea-level fluctuations and tectonism.- In: EINSELE, RICKEN & SEILACHER (eds.), Cyclic and events in stratigraphy: 340 - 360; Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, New York.
- FIRTH, J.V. (1989): Eocene and Oligocene calcareous nannofossils from the Labrador Sea, ODP Leg 105.- In: SRIVASTAVA, S.P., ARTHUR, M., CLEMENT, B., et al.: Proc. ODP Sci. Results, **105**: 263-286; College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- GARTNER, S. (1971): Nannofossil zonation of the Paleocene-Eocene sediments penetrated in Joides Blake Plateau cores J-3, J-4 and J-6B.- Ann. Inst. Geol. Hungary, **54**(4/1): 67-77; Budapest.
- GUZIK, K. & KOTANSKI, Z. (1963): Tektonika regli zakopanskich.- Acta Geologica Polonica, **XII**(3-4): 403 - 424; Warszawa.
- HOTTINGER, L. & SCHAUB, H. (1960): Zur Stufeneinteilung des Paleocaens und des Eocaens. Einführung der Stufen Ilerdien und Biarritzien.- Eclog. Geol. Helv., **53**(1): 453 - 479; Basel.
- KOTANSKI, Z. (1979): Trias Tatrzański.- Przegląd Geologiczny, **7**: 369-377; Warszawa.
- KOTANSKI, Z. (1979): Pozycja Tatr w obrebie Karpat Zachodnich.- Przegląd Geologiczny, **7**: 359 - 369; Warszawa.
- KULKA, A. (1985): ARNI sedimentological model in the Tatra Eocene.- Kwartalnik Geologiczny, **29**(1): 31 - 64; Warszawa.
- MAMOUNE, B. EL, MARTINEZ-GALLEGO, J., CAMACHO, H. (1993): Calcareous nannofossils and planktic foraminifera of the *Discoaster saipanensis* Zone (Middle Eocene) of South Spain (Betic Chain).- Rev. Espan. Micropal., **25**(3): 9-22; Madrid.
- MARTINI, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonati-

- on.- In: FARINACCI, A. (ed.): Proc. 2nd Plankt. Conf. Roma 1970, 2: 739-785; Roma.
- MARTINI, E. & MÜLLER, C. (1986): Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlations.- *Newsl. Stratigr.*, 16(2): 99-112; Berlin-Stuttgart.
- MASTELLA, L. & OZIMKOWSKI, W. (1979): Budowa Tektoniczna południowo-wschodniej części Podhala.- *Przegląd Geologiczny*, 7: 387-394; Warszawa.
- MATELIN, J.-C. & BIGNOT, G. (1989): Le falun de Foulanges et ses relations stratigraphique et paléogéographique avec le „Biarritzien“ stratotypique.- 114^e Congr. Soc. Sav., Paris 1989, Géol. Bassin Parisien: 55-70; Paris.
- MÜLLER, C. (1978): Remarks on biostratigraphic useful nannofossils in the Paleogene of the northern hemisphere.- *Newsl. Stratigr.*, 7(1): 45-52; Berlin-Stuttgart.
- MÜLLER, C. (1986): Ergebnisse der Nannoplankton-Bearbeitung im nordwestdeutschen Tertiärbecken.- In: BENDER, P., JACOBSHAGEN, V., DE JONG J.D., LÜTTIG, G. (eds.): Beiträge zur Regionalen Geologie der Erde, „Northwest Germany during the Tertiary“, 18: 135-151; Berlin-Stuttgart.
- OKADA, H. & BUKRY, D. (1980): Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry 1973, 1975).- *Mar. Micropal.*, 5: 321-325; Amsterdam.
- OLEMPKA, E. (1973): The genus *Discocyclus* (Foraminifera) from the Eocene of the Tatra Mts, Poland.- *Acta Palaeontol. Pol.*, 18(1): 71-93; Warszawa.
- PASSENDORFER, E. (1961): Rozwój paleogeograficzny Tatr. (Evolution paléogéographique des Tatras).- *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 30(4): 351 - 387; Kraków.
- PASSENDORFER, E. (1958): W sprawie sedymentacji eocenu tatrzańskiego.- *Acta Geologica Polonica*, VII (3): 451 - 476; Warszawa.
- PERCH-NIELSEN, K. (1985): Cenozoic calcareous nannofossils.- In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (eds.): *Plankton Stratigraphy*, p. 427-554; London.
- RONIEWICZ, P. (1969): Sedymentacja eocenu nummulitowego Tatr.- *Acta Geologica Polonica*, 19(3): 503-608; Warszawa.
- SCHMIDT, R.R. (1978): Calcareous nannoplankton from the western north Atlantic DSDP Leg 44.- In: BENSON, W.E., SHERIDAN, R.E. et al. (eds.): *Init. Rep. Deep Sea Drilling Project*, 44: 703-729; Washington (U.S. Government Printing Office).
- SCHAUB, H. (1981) Nummulites et Assilines de la Téthys paléogène. Taxinomie, phylogénèse et biostratigraphie.- *Mém. Suisses Paléont.*, 104, 105, 106; Basel.
- SHAFIK S. (1992): Eocene and Oligocene calcareous nannofossils from the Great Australian Bight: evidence of significant reworking episodes and surface-water temperature changes.- *BMR Journal of Australian Geology and Geophysics*, 13: 131-142; Bureau of Mineral Resources, Australia.
- SLEZAK J.M., NOWAK, W.A., AUBRY, M.-P. (1993): Calcareous nannoplankton from the Niebylec shaly member - Polish Carpathians.- 5th International Nannoplankton Association Conference, Salamanca, I.N.A. Newsletter (Abstracts), 15(2): 95; London.
- TOKARSKI, J. & OBERC, A. (1951): Z Petrografii Eocenu Tatr (Kamieniolom „pod Capkami“.- *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 21(4): 337 - 353; Kraków.
- TURNAU-MORAWSKA, M. & LINDNER, M. (1959): Mulowce glaukonitowe eocenu tatrzańskiego.- *Acta Geologica Polonica*, 9(2): 147-163; Warszawa.

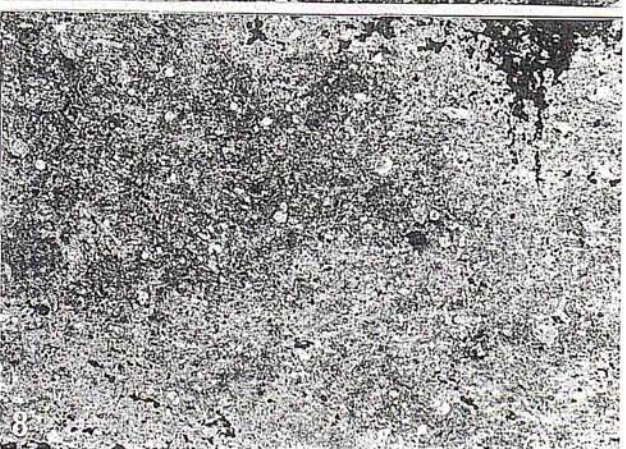
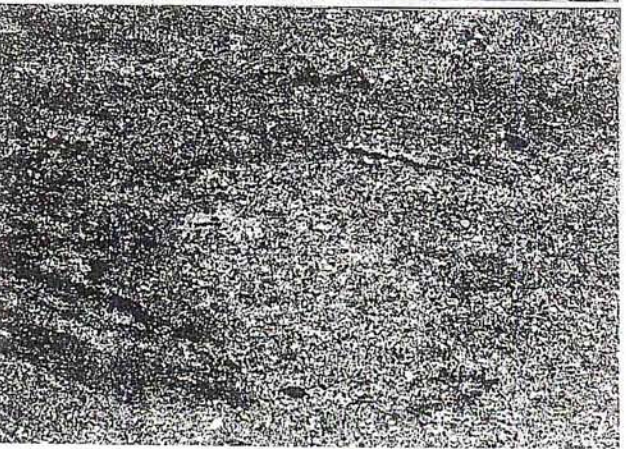
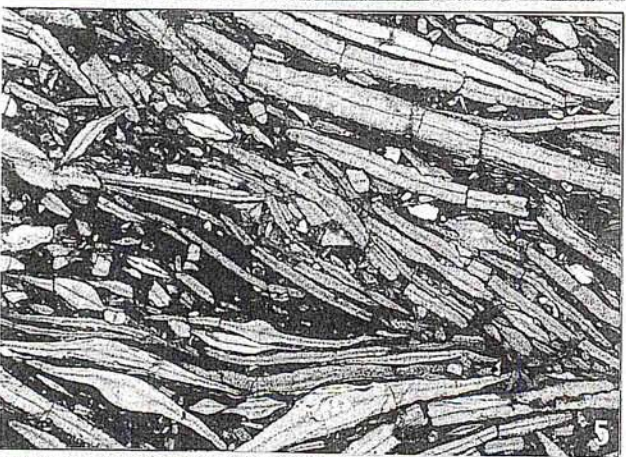
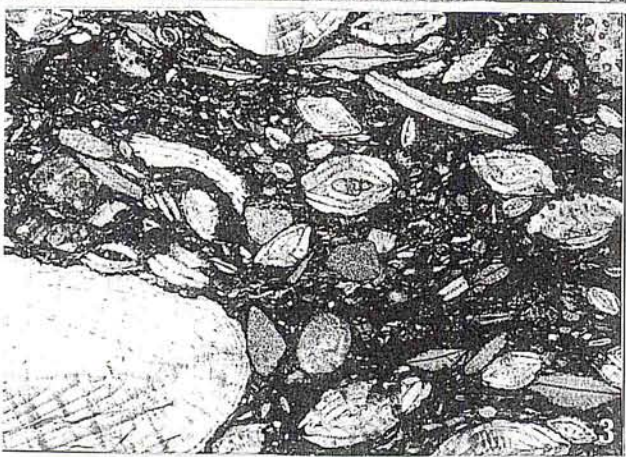
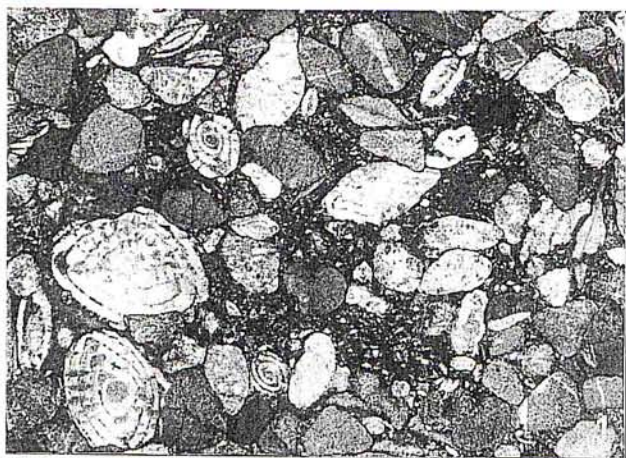
Tafel 1

- Abb. 1: Wechsellagerung eines fossilarmen Packstone (MF-Typ 1a, untere Bildhälfte) und eines Bioklasten-Packstone (MF-Typ 1b, obere Bildhälfte) mit erosiver Grenzfläche. Vergrößerung: 6,8 fach.
- Abb. 2: Nummuliten-Rudstone (MF-Typ 2) mit Mikrosphären von *N. brongniarti*. Vergrößerung: 5,7 fach.
- Abb. 3: Wechsellagerung zwischen einem Nummuliten-Rudstone (obere Bildhälfte, MF-Typ 3a) und einem, an Extraklasten reichen Packstone (untere Bildhälfte, MF-Typ 3b). Vergrößerung: 5,8 fach.
- Abb. 4: Konglomerat aus hauptsächlich triassischen Dolomitklasten und liassischen Kalken (MF-Typ 4). Vergrößerung: 5,9 fach.
- Abb. 5: Bioklastenreiches Konglomerat (MF-Typ 5). Vergrößerung: 6,3 fach.
- Abb. 6: Bioklastenführender Packstone (MF-Typ 6). Vergrößerung: 6,25 fach.
- Abb. 7: Scaphopoden-Nummuliten-Rudstone (MF-Typ 7a). Die Schnittlage des Dünnschliffes ist schichtparallel, die Scaphopoden befinden sich in Lebendstellung. Vergrößerung: 5,8 fach.
- Abb. 8: Nummulitenführender Rudstone (MF-Typ 7b). Vergrößerung: 6,1 fach.



Tafel 2

- Abb. 1: Konglomerat mit zahlreichen Fragmenten von *N. perforatus* (MF-Typ 8). Vergrößerung: 6,1 fach.
- Abb. 2: Nummuliten-Rudstone (MF-Typ 9). mit Vorherrschaft von *N. perforatus*. Vergrößerung: 5,5 fach.
- Abb. 3: Nummuliten-Discocyclinen-Rudstone (MF-Typ 10). Vergrößerung: 5,7 fach.
- Abb. 4: Discocyclinen-Nummuliten-Rudstone (MF-Typ 11). Vergrößerung: 5,9 fach.
- Abb. 5: Discocyclinen-Rudstone mit *D. ephippium* als Hauptkomponente (MF-Typ 12a). Vergrößerung: 5,9 fach.
- Abb. 6: Discocyclinen-Rudstone bis Wackestone (MF-Typ 12b). Vergrößerung: 5,9 fach.
- Abb. 7: Wackestone bis Packstone (MF-Typ 13). Hier fand sich die erste Nannoplankton-Assoziation. Vergrößerung: 5,9 fach.
- Abb. 8: Foraminiferen-Wackestone mit planktonischen Kleinforaminiferen (MF-Typ 14a). Diese Probe enthielt kalkiges Nannoplankton. Vergrößerung: 5,9 fach.



Tafel 3

- Abb. 1: Foraminiferen-Wackestone (MF-Typ 14b) mit Kleinforaminiferen und Resten von Großforaminiferen. Vergrößerung: 5,9 fach.
- Abb. 2: Wechsellagerung eines bioklastischen Rudstones im oberen Teil (MF-Typ 15) und eines Foraminiferen-Wackestone im untersten Teil des Bildes. Vergrößerung: 10,5 fach.
- Abb. 3: Bioklastischer Rudstone (MF-Typ 15) mit zahlreichen Rotalgenfragmenten, Discocyclinen, Nummuliten, „*Operculinoides*“ sp., agglutinierenden und kalkigen Kleinforaminiferen, Resten von Bryozoen und zahlreichen weiteren Bioklasten. Vergrößerung: 10,5 fach.
- Abb. 4: Konglomerat (MF-Typ 16) mit gut gerundeten Geröllen. Drei Zementtypen sind unterscheidbar: Mikritzement, frühdiagenetischer Zement A (Faserzement) und spätdiagenetischer Zement B (Blockzement). Vergrößerung: 10,5 fach.
- Abb. 5: Frühdiagenetischer Faserzement (Zement A) und spätdiagenetischer Zement B (Blockzement) aus dem MF-Typ 16. Vergrößerung: 16,7 fach.
- Abb. 6: Rotalgen-Onkoid. Vergrößerung: 16,7 fach.
- Abb. 7-18: Kalkige Nannofossilien des Profil "Pod Capkami" (vergl. Abb. 2). Vergrößerung ca. 2300 fach.
- Abb. 7: *Coccolithus eopelagicus*, unterer Abschnitt von Profilabschnitt „g“ (Abb. 2).
- Abb. 8: *Coccolithus pelagicus*, Nannoplankton-Assoziation 1 und 2 (Profilabschnitt „g“ und „h“, Abb. 2).
- Abb. 9-11: *Lanternithus minutus*, Nannoplankton-Assoziation 1 und 2 (Profilabschnitt „g“ und „h“, Abb. 2).
- Abb. 12: *Zygrhablithus bijugatus*, Nannoplankton-Assoziation 1 und 2 (Profilabschnitt „g“ und „h“, Abb. 2).
- Abb. 13: *Discoaster barbadensis*, Nannoplankton-Assoziation 1 und 2 (Profilabschnitt „g“ und „h“, Abb. 2).
- Abb. 14: *Discoaster saipanensis*, oberer Abschnitt von Profilabschnitt „g“ und Profilabschnitt „h“ (Abb. 2).
- Abb. 15: *Discoaster tani nodifer*, oberer Abschnitt von Profilabschnitt „g“ (Abb. 2).
- Abb. 16: *Pemma* cf. *basquense*, Nannoplankton-Assoziation 1 und 2 (Profilabschnitt „g“ und „h“, Abb. 2).
- Abb. 17: *Sphenolithus radians*, oberer Abschnitt von Profilabschnitt „g“ und Profilabschnitt „h“ (Abb. 2).
- Abb. 18: *Sphenolithus furcatolithoides*, Nannoplankton-Assoziation 1 und 2 (Profilabschnitt „g“ und „h“, Abb. 2).

