

Die neogene Tsotilion Formation.

Sedimentologie und Stratigraphie der Molasseablagerungen im Mesohellenischen Becken, NW Griechenland

The Neogene Tsotilion Formation. Sedimentology and Stratigraphy of the Molasse Deposits in the Mesohellenic Trough, NW Greece

von

Georgia FERMEI*

IGCP Projekt No. 326 "Oligocene–Miocene Transition in the Northern Hemisphere"

FERMEI, G., 1997. Die neogene Tsotilion Formation. Sedimentologie und Stratigraphie der Molasseablagerungen im Mesohellenischen Becken, NW Griechenland — Beitr. Paläont., 22:23–77, 27 Abb., 10 Tab., 10 Taf., Wien.

Inhalt

1. Zusammenfassung	23
2. Summary	24
3. Einleitung	26
4. Geologische Übersicht.....	26
5. Mesohellenische Senke	26
5.1. Geologischer Rahmen	26
5.2. Sedimente des Beckens	27
5.3. Biostratigraphische Zonierung.....	28
5.4. Tsotilion Formation im Becken von Grevena	29
5.5. Profilbeschreibungen	30
Asproklisia	30
Karperon K1	33
Karperon K2	35
Karperon K3	37
Karperon K4	38
Itea J1	39
Itea J2	40
Itea J3	43
Kalochion II.....	44
6. Korrelation der Litho- und Biostratigraphie.....	49
7. Granulometrische und mineralogische Ana- lyse	51
7.1. Granulometrische Analyse.....	51
7.2. Mineralogische Analyse.....	53
8. Charakteristik der Tsotilion Formation.....	53
9. Paläogeographische Entwicklung der Mesohel- lenischen Senke	56
10. Schlußfolgerungen	59
11. Literaturverzeichnis	60

1. Zusammenfassung

Die Untersuchungen an den Molassesedimenten der Mesohellenischen Senke im Gebiet südöstlich von Grevena führten zu folgenden Resultaten:

Lithologische Gliederung:

- Unter- bis mitteloligozäne Sedimente der „Pentalofon Formation“ mit reichhaltiger Mikroflora, die in einer limnisch-sumpfigen Umgebung abgelagert wurden (Gebiet um Asproklisia).
- Oberoligozäne Sedimente der „Heptachorion Formation“ mit Mollusken, die in einer seicht-marinen Umgebung abgelagert wurden (Gegend von Itea, Profil J1, J3).
- Untermiozäne Sedimente der „Tsotilion Formation“, die fast das ganze Untersuchungsgebiet bedecken und Fossilien einer vollmarinen Fazies des tieferen Wassers führen (Profil A, J, K, II).
- Plio-pleistozäne und holozäne, limnisch-fluviatile Deckschichten.

Die „Tsotilion Formation“ ist unter den oben angeführten Ablagerungen das Hauptobjekt dieser Untersuchungen. Lithologisch gesehen, unterscheidet man innerhalb dieser Formation folgende Einheiten:

Basalkonglomerat. Konglomerate, mit Einschaltungen von Mergeln und Sandsteinen, sehr stark verfestigt. Auf der Westseite des Beckens ein deutlicher Anteil an ophiolitischen Geröllen.

Tsotilion-Mergel. Die feinklastische Abfolge der Tsotilion Formation weist eine sehr starke lithologische Variabilität auf.

Paläontologische Resultate: Die Fauna besteht aus Korallen, Mollusken, Echinodermen, Foraminiferen und Ostracoden. Außerdem wurden Mikroflora und kalkige Nannofossilien untersucht. Die Faunenzusammen-

* Anacreontosstraße 20, 14671 N. Erithrea/Athen, Griechenland

setzung steht in direktem Zusammenhang mit der Sedimentausbildung.

Horizonte von Sandsteinen und sandigen Mergeln in den Konglomeraten enthalten Korallen, Mollusken, Echinidenstacheln und benthonische Foraminiferen in schlechter Erhaltung oder sind fossilfrei (Gegend von Asproklisia). Im Gegensatz dazu enthalten Mergel und Tone eine reiche Fauna, vorwiegend von planktonischen Foraminiferen. Ein großer Anteil der planktonischen Foraminiferen und Nannofossilien stammt aus älteren Horizonten. Dies zeigt, daß die untermiozänen Sedimente der Tsotilion Formation viel umgelagertes Material enthalten.

Mikropaläontologische Charakteristik der Tsotilion Formation: Nach planktonischen Foraminiferen (BIZON & BIZON, 1972, 1979) wurden folgende charakteristische Biozonen des Aquitanien und Burdigalien festgestellt:

Globorotalia kugleri Zone

Catapsydrax dissimilis/ Globigerinoides altiapertura Zone

Globigerinoides trilobus Zone

Globigerinoides bisphericus Zone.

Die Nannoplankton-Biozonen NN2–3 bis NN4 nach MARTINI (1971) sind in einigen Profilen nachgewiesen worden.

Ergebnisse der mineralogischen Analysen

Die pelitischen Sedimente zwischen den Bänken der Basalkonglomerate enthalten Kalzit, Feldspat, Smektit und selten Serpentin.

Die Mergel des Aquitanien enthalten Kalzit, Dolomit, Quarz, Feldspat, Smektit und Serpentin.

Die Mergel und Sandsteine des Burdigalien enthalten Kalzit, Quarz, Feldspäte, Smektit, Illit, Chlorit und Serpentin. Der Smektit und in geringerem Umfang der Chlorit zeigen eine Abfolge des Kristallisationsgrades zwischen den Proben. Das gleichzeitige Auftreten von Smektit und Serpentin in den Sedimenten zeigt, daß der Smektit ein Verwitterungsprodukt des Serpentin ist und durch das Mineral Hectorit charakterisiert wird. Die Zufuhr des klastischen Materials der Sedimente erfolgte aus ultrabasischen Gesteinen, die vorwiegend vom Rand der Pelagonischen Zone stattfand.

Die Auswertung der Korngrößenanalyse der Tsotilion Formation: Die Proben aus den Schichten zwischen den Basalkonglomeraten bestehen aus einem nicht gut sortierten, relativ groben Sediment. Das Sediment wurde in einer Umgebung mit intensiver Sedimentation und niedriger Energie abgelagert. In den Sedimenten wird eine Durchmischung und Beimengung von feinkörnigem Material in Suspension beobachtet. Die mittlere Korngröße zeigt eine bessere Sortierung als kleinere und größere Größen. Die Proben aus den Mergeln und Sandsteinen des Burdigalien zeigen Korngrößen mit verschiedenen Abstufungen.

Es lassen sich folgende paläogeographische Folgerungen ableiten: Nach dem Ende der alpidischen Faltung, während des Mitteleozäns folgte die Absenkung des Mesohellenischen Beckens, in das zunächst das Ober- eozän von Krania und Rizoma transgredierte. Nach einer Erosionsphase begann die marine Transgression der eigentlichen Molasseablagerungen mit den basalen Bildungen der Heptachorion Formation. Danach wurde die Pentalofon Formation abgelagert. Zwischen der Heptachorion und der Pentalofon Formation treten regional Diskordanzen auf. Darüber transgrediert die Tsotilion Formation. Kleinfalten und Flexuren in der Tsotilion Formation sind nicht tektonisch verursacht, sondern beruhen auf Gravitationsgleitungen. Im Nordteil der Senke beginnt bereits im unteren Burdigalien eine Faziesentwicklung, die mit der Ablagerung der Odria Kalke eine regressive Phase einleitet, die im oberen Burdigalien mit der Orlias Formation endet, in der fluviatile Einschüttungen zunehmen. Die tektonischen Vorgänge nach dem Untermiozän führten zur Einsenkung einzelner Beckenteile während des Unterpliozäns.

2. Summary

This study is a micropaleontological and biostratigraphical investigation of the fossiliferous molassic deposits from the Mesohellenic Trough in the Grevena area of northwest Macedonia. It presents a detailed description of the planktonic foraminifera and other microfossils found within the molassic sediments, and a biozonation based on the stratigraphic ranges of the planktonic foraminifera. A mineralogical and grain-size analysis of the sediments is discussed. The results have been used to draw conclusions regarding the paleogeographic evolution of the studied area.

The sedimentary sequences distinguished in the area are:

- a) the Lower and Middle Oligocene sediments of the Eptachorion Formation, which contain a rich microflora (Asproclisia area, section A);
- b) the Upper Oligocene shallow marine deposits of the Pentalofon Formation, with molluscs (Itea area, sections I–2 and I–3);
- c) the Lower Miocene molassic deposits of the Tsotilion Formation, which is rich in microfossils and covers almost the whole area of study, and
- d) the fluviatile–lacustrine beds of Plio–Pleistocene and Holocene age. From the above rocks, only the Lower Miocene beds of the Tsotilion Formation have been discussed in detail; this is because they include an abundant and well-preserved foraminiferal fauna and microflora.

In the Thessaly basin the Tsotilion Formation is transgressively overlying the Eptachorion Formation. In the western border of the basin there is an uncon-

formity present between these formations, while at the eastern border there is another one between the Tsotilion Formation and the semi-metamorphic series of the Pelagonic Zone. The absence of the Pentalofon formation from this area is probably due to the fact that these beds have been eroded. In the Grevena basin, on the other hand, the Tsotilion Formation occurs above the Upper Oligocene deposits of the Pentalofon Formation without showing any obvious unconformity. To the east it covers the ophiolites that constitute the basement.

There are two main lithological units present in the molassic succession of the Tsotilion Formation: 1. The lower one, which is composed of thick conglomerate beds alternating with sandstones and sandy marl horizons and 2. the upper unit, that is composed of alternating marls, sandstones, sandy marls and clay deposits. Fine conglomerate horizons with calcareous pebbles, and pebbles scattered in sandy marls and sandstones, are occasionally observed.

The macro- and microfossils recorded in the Oligocene and Lower Miocene sediments consist of corals, echinoids, molluscs, foraminifera and ostracods. In addition to these fossils, a microflora composed of nannofossils, spores of pteridophytes, as well as microorganisms of Zygnemetecea and incertae sedis algae and marine phytoplankton was recognized. The composition and preservation of the faunas, however, is dependent on the type of the sediments. Thus, in the conglomerate beds the interbedded horizons (sandstones and sandy marls) show a poor and badly preserved fauna of molluscs, corals, needles of echinoids and benthonic foraminifera. The sandy marls, marls and clay deposits of the sequences include a well-preserved and diversified microfauna. Within this fauna, the planktonic foraminiferal content is dominant. In some of the beds a rich microflora was recognized. The planktonic foraminiferal assemblages have been studied in detail, since they are of importance for the biostratigraphy. On the basis of their stratigraphical ranges, biozones were distinguished in the succession. It must be noted here that the Paleogene planktonic foraminifera and nannofossils identified within the Miocene assemblages were redeposited in the basin in the early Miocene.

Based on planktonic foraminifera the following zones (in the sense of BIZON & BIZON, 1972, 1979) were distinguished in the sequence:

the *Globorotalia kugleri* Zone;

the *Catapsydrax dissimilis*/*Globigerinoides altiapertura* Zone;

the *Globigerinoides trilobus* Zone;

the *Globigerinoides bisphericus* Zone.

This early Miocene age has also been confirmed by the presence of the nannofossil zones NN 2–3 and NN 4 of MARTINI, 1971, which were distinguished in parts of the sequence.

Results of the mineralogic analyses

The quantitative analysis of the mineral composition of the samples demonstrated in the conglomerates: calcite, feldspar and phyllosilicates, such as smectite and serpentine. In the Aquitanian marls: calcite, dolomite, feldspar, quartz, smectite and serpentine, and in the Burdigalian marls: calcite, feldspar, quartz, smectite, serpentine, chlorite and illite are present. Among the phyllosilicates smectite is the predominant mineral. In some of the samples smectite, and to some extent chlorite, exhibit a gradation in crystallinity. The simultaneous occurrence of smectite and serpentine in the sediments proves that the smectite is, in fact, a product of alteration of serpentine appearing here as hectorite. The grain size analysis has shown that in the Tsotilion Formation is a predominance of coarse sediments which were deposited in a marine environment characterized by a high sedimentation rate and low energy conditions. The positive upper values of the skewness of the cumulative curves indicate that a mixing has taken place in the sediments. The gradation of the sediments, from the conglomerate unit, is in general average. Medium-sized grains show a better gradation than the fine- or coarse-sized grains in the upper part of the sequence. In the marly sediments from the Burdigalian, appearing in the middle part is a co-existence of grain sized "subpopulations"

The evidence provided from the study makes it possible to draw some general conclusions on the paleogeographic evolution of the area during the Eocene and Miocene. It is known that the Mesohellenic Trough came into existence in the early Eocene during the Alpine orogenesis. At this time the sea invaded the trough from north-west, moving in a south-easterly direction. Evidence for this invasion is given by the unconformities that occur between the molassic sediments and the underlying flysch and ophiolites in the Pindos Zone in the northern part, and ultra – Pindic rocks in the southern part of the trough. In the late Eocene, the western border of the trough (the Krania Formation) was elevated allowing the sea to invade the area in the south-east. In the early Oligocene sediments of the Eptahorion Formation were deposited in this sea. The transgression continued to move towards the south-east due to the rise of the sea floor in the west and this allowed the deposition of the Pentalofon Formation in the late Oligocene. The continuous movement of the sea in this south-easterly direction (due to the elevation of the western part of the trough), gave rise to the deposition, first of the molassic sediments in the early Miocene, and later to the Odria and Orlia Formation. In places, small basins containing brackish water were developed in different times, in which lignite horizons were formed. In the late Oligocene, the emersion of the Asprocclesia area resulted in the erosion of the Pentalofon Formation. The tectonic elements

that occur in the area are represented by anticlines, synclines, faults and foldings. These elements indicate that the area under study has not undergone compression or any other strong tectonism, since the few faults that occur are not well-developed. The foldings observed are products of slumping. The material deposited in the trough has been transported from the NE where the Pelagonian mass was situated. This is supported by the presence of ophiolite fragments within the Lower Miocene conglomerates of the Tsotyliion Formation.

3. Einleitung

Die Sedimente der jungtertiären Tsotilion-Formation wurden im zentralen Bereich des mesohellenischen Troges in Nordgriechenland im Rahmen einer Dissertation der Technischen Universität Athen untersucht. Das Untersuchungsgebiet umfaßt die Verbreitung der Tsotilion-Formation auf den Blättern Knidi, Agiophyllon und Grevena der griechischen, topographischen Karte 1:50.000. Dabei wurden mit sedimentanalytischen Methoden und mit Hilfe der Mikropaläontologie die Sedimentationsbedingungen und die paläogeographische Entwicklung des Beckens analysiert. Im Untersuchungsgebiet wurden 10 Profile aufgenommen und mikropaläontologisch untersucht; an vier dieser Profile wurden granulometrische und mineralogische Analysen vorgenommen. Insgesamt lagen zirka 500 Sedimentproben zur Untersuchung vor. Neben der generellen Untersuchung der Foraminiferenfauna wurde dankenswerterweise zur Klärung der Stratigraphie durch Frau Dr. C. Müller (Paris) das kalkige Nannoplankton und durch Frau Dr. Ch. Ioakim (Athen) die Palynologie einzelner, ausgewählter Proben bestimmt. Das untersuchte Material wird in der Sammlung des geologischen Institutes der Technischen Universität Athen aufbewahrt.

4. Geologische Übersicht

Der Mesohellenischen Senke hat seit langem das Interesse reisender Naturwissenschaftler und Geologen gegolten. Vor allem die fantastische Felsenlandschaft der Meteora-Konglomerate zog bereits im vorigen Jahrhundert Wissenschaftler an, wie POUQUEVILLE (1798–1801), LEAKE (1835) und BOUE (1823, 1840). Durch GORCEIX (1874) konnte in diesem Gebiet erstmals Tertiär nachgewiesen werden und DRAEGER (1892) bestätigte ähnliche Ablagerungen in Albanien. Die Meteora-Konglomerate und das Becken von Grevena studierte HILBER (1894, 1896) und berichtet auch von Fossilauflösungen. Oligozäne und miozäne Fossilien wurden von PHILIPPSON & OPPENHEIM (1894) und PENECKE (1896) aus dem Mesohellenischen Becken nachgewiesen. Bereits 1897 berichtete PHILIPPSON von eozänen Sedimenten unter sehr mächtiger Überlagerung von Oligozän und Mio-

zän. Er beschreibt sie als "Eocene flysch of Voivoda", "nummulitic limestone breccia and conglomerate" aus dem Gebiet von Basiliki, Paläopyrgos und Lioprasso. HAUG (1921) sieht das Mesohellenische Becken als einen Teil seines "sillon Transégéen", der vom Ohrid-See über Kastoria in die Ebene von Thessalien zieht und in einem breiten, V-förmigen Verlauf über die Nordägäis in das Marmarameer weiterreicht. KOSSMAT (1924) spricht von einer serbisch-mittelmazedonischen Meeresstraße, die im Oligozän über das Moravagebiet in Serbien eine Verbindung von der Nordägäis zum Pannonischen Becken bilden sollte. Diese Transgression erfolgte auf eine Einmündung der bereits tektonisch verformten Zonen zwischen Rhodope und pelagonischem Hochgebiet. Die ersten vollständigen Profile des Oligozän und Miozän im zentralen Teil der Balkanhalbinsel beschreibt BOURCART (1922a, b, 1925) aus Albanien. Er bezieht den Skumbi- und Korca-Graben von KOSSMAT in seine „Albano-Thessalische Senke“ ein. Die erste, grundlegende geologische Bearbeitung der Mesohellenischen Senke erfolgte durch BRUNN (1956), der auch diesen Namen einführte. Damit wollte er zum Ausdruck bringen, daß dieses tertiäre Becken in die Helleniden eingesenkt wurde. Für die Abschnitte, in denen die Ablagerungen aus der Mesohellenischen Senke bis nach Albanien, bis zum Skopska-Gebirge reichten, bevorzugte er den Ausdruck „Mesodinarische Senke“. Die von BRUNN erstellte, biostratigraphische Gliederung der Mesohellenischen Senke ist bis heute grundsätzlich gültig. Spätere, detaillierte Untersuchungen des Gebietes von Epiros, des Beckens von Grevena und Thessaliens erfolgten durch die französische Gruppe des I.F.P. und des I.G.M.E., Inst. of Geology and Mineral Exploration Athens (unveröff. Berichte 1962, 1964, 1966). Durch BIZON (1967) wurde vor allem das Gebiet des Epiros und der Ionischen Inseln untersucht. Die Kartierungen der Mesohellenischen Senke durch das I.G.M.E. trugen wesentlich zur genaueren Kenntnis der Litho- und Biostratigraphie des Gebietes bei (z.B. SAVOYAT & al., 1972; MAVRIDIS & MATARANGAS, 1972–1979). Die Sedimentologie des Flysches und der Molasse von Makedonien und Epiros wurde durch DESPRAIRIES (1977) untersucht und FAUGERES (1978) führte geomorphologische Studien in Zentral- und West-Makedonien durch.

5. Mesohellenische Senke

5.1. Geologischer Rahmen (Abb. 1)

Die Mesohellenische Senke liegt in NW Makedonien und bildet eine NW–SE streichende Synklinale mit einer Länge von etwa 160 km und einer Breite bis zu 60 km. Wie bereits erwähnt, setzt sie sich gegen NW im albanischen Skumbi–Korca-Graben fort. Im SE verschwindet sie unter den jungen Sedimenten der thessa-

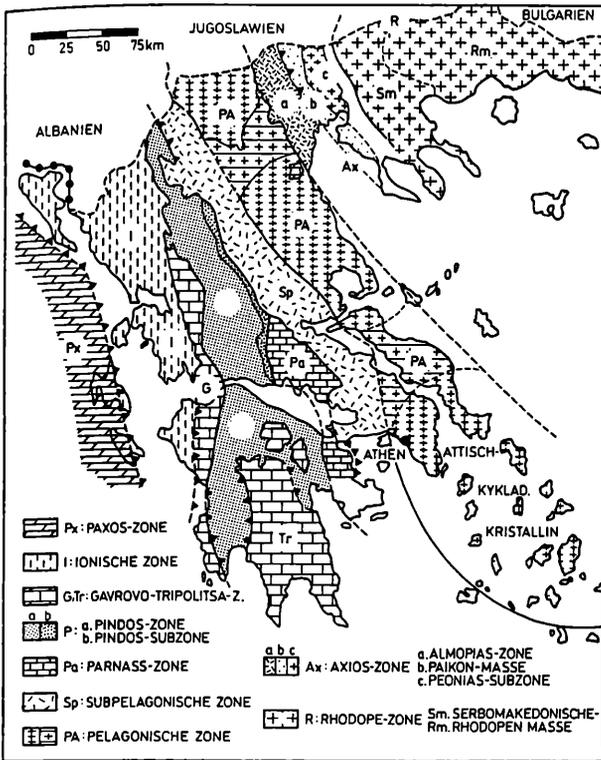


Abb. 1: Übersichtskarte der tektonischen Zonen in Griechenland (nach AUBOUIN, BRUNN, CELET, DERCOURT, GOD-FRIAUX, MERCIER, KOCKEL-M. WALTER & I.F.P.).

lischen Ebene. Den Untergrund bilden die alpidisch geformten Decken der Helleniden. Der Nordostrand der Senke liegt transgressiv auf der Pelagonschen Zone, den Untergrund bilden vorwiegend die Gesteine der Subpelagonschen Zone, während sie im W und SW auf den Ophiolit-Decken und der Pindos-Zone lagert.

5.2. Sedimente des Beckens (Abb. 2)

Die Sedimente der Mesohellenischen Senke stammen vorwiegend von der Pelagonschen Zone und am NW-Rand auch von der Pindos-Zone. Unterschiedliche Trogabensenkungen gliederten das Becken und verursachten sowohl flyschoider wie Molasse-Sedimentation. Die Sedimentmächtigkeit beträgt bis zu 5000 m (ZYGOJANNIS & SIDIROPOULOS 1981 und MAVRIDIS, pers. Mitt.). Die Schichtfolgen sind in eine Reihe Formationen gegliedert, die aber weder gut definiert, noch durch Typusprofile oder Typuslokalitäten definiert sind. Von BRUNN (1956) wurden diese Formationen der Beckenfüllung nach Gebieten und Orten mit einer typischen Verbreitung benannt und nur allgemein lithologisch beschrieben. Im Rahmen dieser Studie wird keine Neudefinition dieser Formationen versucht, sondern die Entwicklung der Molassesedimente im zentralen Becken dargestellt.

Die ältesten Sedimente stammen aus dem Eozän (PHILIPPSON, 1897). Im „Golf von Krania“ stellt BRUNN (1956) eine mächtige Serie von Konglomeraten, Sandsteinen und Mergeln im Liegenden der Meteora-Konglomerate in das Eozän (Krania Formation).

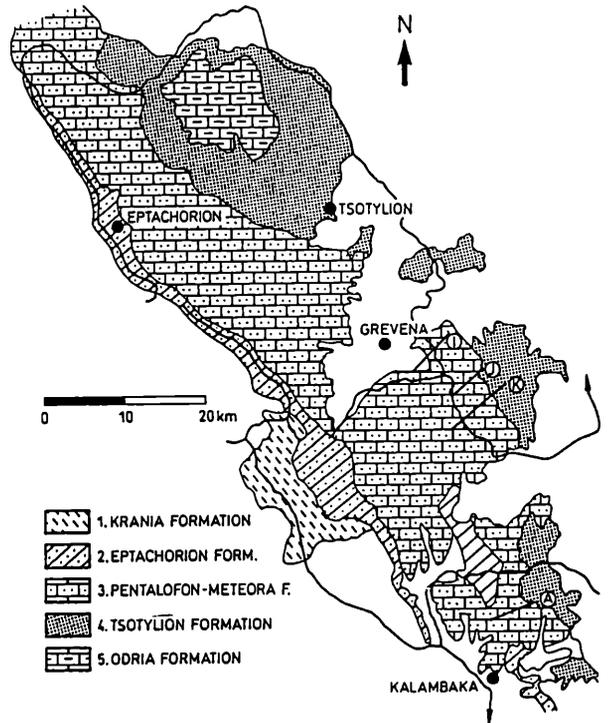


Abb. 2: Übersichtskarte der Molasseformationen der Mesohellenischen Senke (nach BRUNN, 1956) mit der Lage der untersuchten Profile.

BIZON & al. (1968) wiesen eine wesentlich weitere Ausdehnung des Eozän in der Mesohellenischen Senke nach. Das Obereozän N von Trikala (Vassiliki und Rizoma) ist über 400 m mächtig und soll eine randliche Fortsetzung des Pindos-Flysch darstellen, dessen Sedimentation im unteren Lutetien vorübergehend unterbrochen wurde. SEILACHER (1967) erwähnt den flyschoiden Charakter dieser Ablagerungen. Im Gegensatz dazu halten SOLIMAN & ZYGOJANNIS (1980) dies für eine Übergangsfazies zu den Molassesedimenten, von denen das Eozän nicht abgetrennt werden kann.

Im Zeitraum Oligozän–Untermiozän ist die Mesohellenische Senke in zwei Teilbecken gegliedert: Becken von Grevena und Becken von Kalambaka – Trikala. Die von BRUNN (1956) aufgestellten Formationen sind in ihrer Verbreitung in den beiden Teilbecken nicht genau definiert. Folgende Untergliederung wird verwendet:

1. Couches de base (Basalkonglomerate und Korallenriffe). Diese Formation wurde bei den Berichten des I.F.P. und bei verschiedenen Kartierungen in die hangende Heptachorion Formation mit einbezogen. Diese basale Schichtfolge erreicht in der Gegend von Trikala mit Konglomeraten und Sandsteinen eine Mächtigkeit von bis zu 400 m.
2. Marnes d'Heptachorion (Heptachorion oder Eptachorion Formation). Im Norden sind vorwiegend Mergel, im Süden meist Sandsteine und Tone entwickelt. Sie sind allgemein aber sehr variabel, mit Einschäl-

tungen von Konglomeraten. Mächtigkeit 800–1500 m. Altersmäßig in das Oligozän eingestuft (BRUNN, 1956; I.G.M.E. & I.F.P., 1966).

3. Grès et Conglomérats de Pentalofon et des Météors (Pentalofon–Meteora Formation). Nach den Kartierungen und den internen Berichten des I.G.M.E. besteht entlang der Beckenachse von Albanien bis nach Thessalien eine sehr große Variation in der Lithologie. Im Norden dominieren zyklische Ablagerungen von Mergeln, Sandsteinen und Konglomeraten. Im Süden geht die Fazies in die Meteora-Konglomerate über, einen submarinen Schuttfächer mit vorwiegend Kristallingesteinen. Kreuzschichtungen treten auf. Die Schüttung erfolgt aus dem Nordosten. Mit einer Diskordanz folgen darüber die „Oberen Meteora-Konglomerate“ mit 300–400 m Mächtigkeit. Es handelt sich um Fanglomerate mit fluviatil-terrestrischem Charakter; marine Horizonte wurden nicht nachgewiesen (ZYGOGIANNIS & SIDIROPOULOS, 1981). Die Zugehörigkeit dieser „Oberen Meteora-Konglomerate“ zur Pentalofon Formation ist ungeklärt, da sie nach ZYGOGIANNIS & SIDIROPOULOS (1981) auf erodiertem, aquitanem Untergrund liegen und daher einer jüngeren tektonischen Phase angehören dürften. MAVRIDIS & MATARANGAS (1979, pers. Mitteilung) stellt sie an die Basis der Tsotilion Formation. Altersmäßig wird die Pentalofon Formation in das Oberoligozän bis Aquitan gestellt (SOLIMAN & ZYGOGIANNIS, 1977, 1980).

4. Marnes de Tsotilion (Tsotilion oder Tsotylon Formation). Es handelt sich um fossilreiche, sandige Mergel, die im Hangenden der Sandsteine von Morphifolgen. Diese Sandsteine liegen im nördlichen Becken als Übergangsfazies zwischen den Sandsteinen der Pentalofon Formation und den Mergeln der Tsotilion Formation. BRUNN (1956) korreliert irrtümlich die tonig-sandige Schichtfolge im Liegenden der Meteora Konglomerate mit der Tsotilion Formation. In der vorliegenden Untersuchung wird die Tsotilion Formation im Sinne von MAVRIDIS (1979) behandelt. Sie beginnt mit Konglomeraten, dann folgen Sandsteine, Mergel und Tone in mariner Fazies. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 500 und 2000 m. Diese Formation hat im Mesohellenischen Becken die weiteste Verbreitung. Altersmäßig wird sie in das Untermiozän (Aquitaniens–Burdigalien) eingestuft (BRUNN, 1956; I.G.M.E. & I.F.P., 1966).

5. Grès et calcaires d’Odria (Odria Formation). Nur im Norden des Beckens entwickelt, finden sich diskordant über den Tsotilion-Mergeln fossilreiche Sandsteine und Lithothamnienkalke. Das stratigraphische Alter dieser Formation ist Burdigalien. Diese Schichtfolge wird von MOUNDRAKIS (1983) in seine Kastanochorion Formation einbezogen. Diese hat einen größeren Umfang und enthält als Schichtglieder die bereits in den internen Berichten des I.G.M.E. (1966) verwendeten Formationen: marnes X (im zentralen Becken) = For-

mation X, formation d’Omorfoklissia (regressive Sandsteinfazies mit fluviatilen und limnischen Einschaltungen) = Omorphoklissia Formation und formation de Zevgostasi (marine, transgressive Sandsteine mit Lumaquelle an der Basis) = Zevgostation Formation (vgl. FAUGERES, 1978).

6. Marnes, grès tendres, lignites et calcaires d’Orlias (Orlias Formation). Nach BRUNN (1956) eine Abfolge von Mergeln, fossilreichen Kalksandsteinen und Ligniten. Diese Lignite und Mergel sind in der Omorphoklissia Formation enthalten (FAUGERES, 1978). Lateral verzahnen die Kalksandsteine der Orlias Formation mit der Abfolge von Sandsteinen und Austernbänken des „Helvetien“ (int. Berichte, I.G.M.E.). Die marine Sedimentation in der Mesohellenischen Senke endete im „Helvetien“. Die lithologische Ausbildung der Formationen in den einzelnen Teilbecken ist sehr verschieden und hängt mit den unterschiedlichen Liefergebieten zusammen.

Im Untersuchungsgebiet endet die Sedimentation mit der Tsotilion Formation, darüber folgen diskordant an einzelnen Stellen fluviatile Schotter, Sande und Tone des Villafranchien.

5.3. Biostratigraphische Zonierung (Abb. 3)

In dieser Studie wurde die biostratigraphische Einstufung der Profile mit Hilfe planktonischer Foraminiferen durchgeführt. In einzelnen Bereichen, die keine Foraminiferenfaunen enthielten, wurden durch Frau Dr. Ch. Ioakim palynologische Untersuchungen vorgenommen. Da in verschiedenen Profilabschnitten die Umlagerungen bei den Foraminiferenfaunen überwiegen, wurden mit Hilfe des kalkigen Nannoplanktons durch Frau Dr. C. Müller die mit planktonischen Foraminiferen erzielten Resultate kontrolliert. Im mediterranen Raum ist die Biozonierung mit planktonischen Foraminiferen nur nach der von BIZON & BIZON (1972), BIZON (1979) und IACCARINO (1985) erstellten Gliederung möglich. Diese hier verwendeten Zonierungen sind mit der Gliederung von BLOW (1969) und der Nannoplanktonzonierung von MARTINI (1971) korreliert (Abb. 3).

Definition der Biozonen:

Globorotalia kugleri Zone: Diese Zone wird durch das Erstauftreten von *Globorotalia kugleri* definiert. Charakteristische Arten dieser Zone sind *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerinoides trilobus* und *Globigerina woodi*.

Catapsydrax dissimilis/*Globigerinoides altiapertura* Zone: Diese Zone charakterisiert das Erstauftreten von *Globigerinoides altiapertura*. Gekennzeichnet ist sie durch eine Fauna mit *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides subquadratus* und *Catapsydrax dissimilis*.

Globigerinoides trilobus Zone: Die Basis der Zone definiert das LAD (letzte Auftreten) von *Catapsydrax dissimilis*. In vorliegender Arbeit wurde wegen des

MILL. JAHRE	EPOCHE	STUFE	PLANKTONISCHEN FORAMINIFEREN ZONEN			NANNOPLANKT. ZONEN
			Blow, 1969	B. & B. 1972 BIZON, 1979	IACCARINO, 1975	
16.0	MITTEL MIOZÄN	LANGHIEN	N8	<i>Praeorbulina glomerosa</i> <i>Globigerinoides bisphericus</i>	<i>Praeorbulina glomerosa</i> s.l.	NN5
16.8				N7	Globigerinoides trilobus	Globigerinoides trilobus
18.1	N6	Catapsydrax dissimilis / Globigerinoides altiaperturus	Globoquadrina dehiscens/ Catapsydrax dissimilis			
18.5				N5	Globoquadrina dehiscens/ Catapsydrax dissimilis	Globigerinoides altiaperturus / Catapsydrax dissimilis
19.3	N4	Paragloborotalia kugleri	Globoquadrina dehiscens			
22.7				UNTER - MIOZÄN	AQUITANIEN	
		BURDIGALIEN				

Abb. 3: Biostratigraphische Korrelationstabelle des Untermiozäns (nach MARTINI, 1971; BLOW, 1969; BIZON & BIZON, 1972; IACCARINO, 1985).

seltenen Vorkommens dieser Art das FAD (Erstauftreten) von *Globorotaloides variabilis* zur Bestimmung der *G. trilobus* Zone und zur Abgrenzung von der liegenden *C. dissimilis* Zone verwendet, da *G. variabilis* in den untersuchten Profilen annähernd in diesem Zeitbereich erscheint.

Globigerinoides bisphericus Zone: An der Basis tritt erstmals *Globigerinoides bisphericus* auf. Der top der Zone fällt mit dem FAD der Gattung *Praeorbulina*, mit dem FAD von *P. glomerosa* zusammen. Diese letztgenannte Art wurde in den untersuchten Profilen nicht mehr angetroffen.

5.4. Tsotilion Formation im Becken von Grevena

Es wurden drei verschiedene Gebiete unterschieden: (1) Submarine Faltenzone: Westlicher Sektor in der Gegend von Petropoulakion (Blatt Nestorion). Dieser Ausschnitt besteht aus Mergeln mit zahlreichen La-

mellibranchiaten, Gastropoden und Miogypsinen, Kalksandsteinen und lokalen Konglomeraten. Die Mächtigkeit der Sedimente beträgt zwischen 200 bis 450 m.

(2) Zone der synsedimentären Senkung: Das Gebiet entlang der Beckenachse besteht aus Mergeln, Sandmergeln und Konglomeraten. Die Makrofauna umfaßt Lamellibranchiaten, Gastropoden, Algen und Miogypsinen. Das Gebiet wird nach Westen durch die Dörfer Petropoula, Damaskinea und Amigdalea (Blatt Nestorion) begrenzt. Die Mächtigkeit kann über 1000 m betragen.

(3) Östlicher Sektor: Diese Zone umfaßt im Norden fluviatile Fazies, im Süden Riffazies und Konglomerate, im Osten transgressive Fazies.

Im geologischen Kartenblatt Grevena, 1:50.000 (SAVOYAT & MONOPOLIS, 1972) gehört die Tsotilion Formation dem Aquitanien-Burdigalien an und besteht aus Wechsellagerungen von Konglomeraten,

Sandsteinen, Mergeln und klastischen Kalken mit verhältnismäßig häufigen Verzahnungen. Die Mächtigkeit ist stark wechselnd, beträgt im Maximum 2000 m. Im Blatt Agiophyllon, 1:50.000 (MAVRIDIS & MATARANGAS, 1979) besteht die Tsotilion Formation (oberes Aquitanien bis Tortonien) aus Konglomeraten, Sandsteinen und Mergeln mit maximaler Mächtigkeit von ungefähr 2200 m. Im Nordteil des Blattes besteht die Unterlage der Serie aus Konglomeraten mit meist ophiolitischen Bestandteilen, von 150 bis 200 m Mächtigkeit, die nach oben hin in eine Wechsellagerung von Sandsteinen, Sandmergel und Mergel übergeht. In den Übergangsschichten wurde eine Fauna von Bryozoen, Korallen und Mollusken gefunden. Im Südteil des Blattes besteht die Abfolge an der Basis aus mächtigen, polygenen Konglomeraten, selten Brekzien, mit Geröllen von kristallinen Schiefen. Sie gehen in Sandsteine, Sandmergel und Mergel über, mit denen die Oberen Meteora-Konglomerate verzahnen. Die Tsotilion Formation liegt diskordant auf der Heptachorion- und Pentalofon Formation. Diese Lagerung ist im Süden deutlich, kann aber im Norden nicht unterschieden werden. Im Osten liegt die Tsotilion Formation transgressiv auf mesozoischem Untergrund.

Auf Blatt Knidi, 1:50.000 (MAVRIDIS & KELEPERTZIS, 1985) bilden Konglomerate und Sandsteine mit Einschaltungen von blaugrauen bis hellgrauen Mergeln die Tsotilion Formation. Im Liegenden stehen meist ophiolitische Konglomerate an, die in Sandsteine und Mergel übergehen. An manchen Stellen geht die Sedimentation bis obenhin Konglomeraten weiter. Die Zusammensetzung der Konglomerate variiert nach Liefergebiet. An den Gebirgsrändern von Vourinos wurden in den unteren Horizonten, die transgressiv den Ophioliten auflagern, Nickeleisen-Vorkommen beobachtet. Die Übergangsschichten von Konglomeraten zu Mergeln enthielten wiederum eine Fauna von Bryozoen, Korallen und Mollusken. Die Mächtigkeit beträgt etwa 1800 m.

5.5. Profilbeschreibungen

ASPROKKLISIA (Abb. 4–7). Profil im Tal von Asproklisia, nördlich von Kalambaka; beginnt am Höhenrücken von Chondri Petra und reicht in NE Richtung über Asproklisia bis Kokinoula beim Dorf Kerasoula.

Lithostratigraphie: Die Schichten streichen NW–SE und fallen mit etwa 30° ein. Sie bilden eine seichte Synklinale. Die Gesamtmächtigkeit beträgt rund 900 m.

Heptachorion Formation: Das unterste Schichtglied dieser Sektion hat eine Mächtigkeit von mehr als 200 m und zeigt eine Wechsellagerung von gelblichen und blaugrauen Mergeln und Sandsteinen. Die obersten 80 m zeigen eine bemerkenswerte Wechsellagerung von roten Mergeln und dünnen, kohligen Lagen.

Tsotilion Formation: Sie folgt mit einer 300 m mächtigen

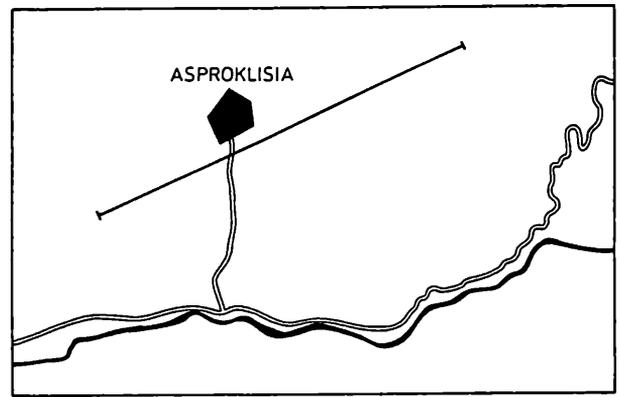


Abb. 4: Ausschnitt aus der topographische Karte 1:50.000 (Blatt Agiophyllon) mit der Lage des Profils Asproklisia (A).

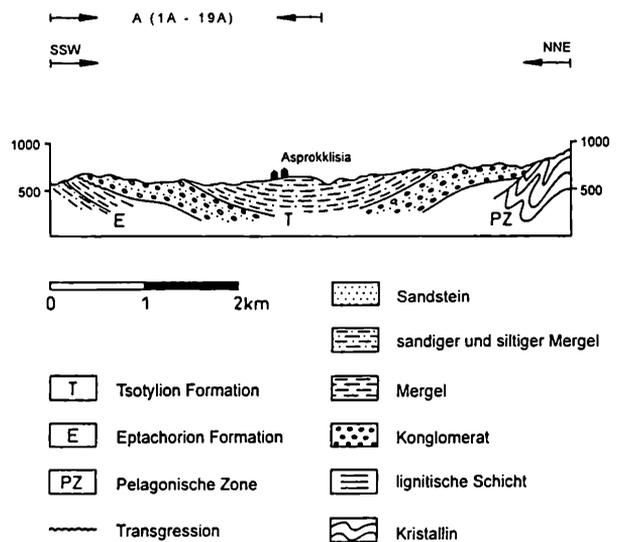


Abb. 5: Querprofil Asproklisia (A).

gen Schichtfolge von Konglomeraten mit meist gut gerundeten Geröllen und seltener kantigen Komponenten. Dazwischen treten große, ungerundete Blöcke mit Durchmesser bis zu 80 cm auf. In den Konglomeraten sind vor allem auf der Ostseite dickere Sandsteinbänke eingeschaltet. Dieses zweite Schichtglied transgrediert über die Mergelabfolge der Heptachorion Formation und lagert mit einer Winkeldiskordanz auf. Die Gerölle bestehen vorwiegend aus Karbonaten, zu geringerem Anteil aus Ophiolit. Manchmal treten Gerölle von kristallinen Schiefen der Pelagonischen Zone auf. Auf der Ostseite des Beckens nehmen die kristallinen Komponenten an Häufigkeit zu. Dies weist auf verschiedene Richtungen der Materialzufuhr hin. Mit einem Übergang in Sandsteinfazies folgt die hangende Schichtfolge der Tsotilion Formation mit Sandsteinen und gelblich-weißen, sandigen und siltigen Mergeln. In den Mergeln treten Geröllagen von etwa 2 cm Mächtigkeit auf. Diese Gerölle bestehen aus kristallinem Kalk. Die Abfolge ist rund 400 m mächtig.

Biostratigraphie (Abb. 6): Aus diesem Profil wurden 27 Proben aus den mergeligen Abschnitten untersucht. Die liegende, mergelige Abfolge enthielt keine Mikrofauna (Proben 1A–9A). Frau Dr. Ioakim

"Eptachorion Formation"	"Tsotilion Formation"		Formationen	Lithostratigraphie	Profil A	
	E	B1	T1			Schichtglieder
			Mächtigkeit (m)			
			Lithologie			
			Probennummer			
			<i>Globigerinoides trilobus</i> <i>Globigerina</i> sp. 5K <i>Globorotaria siakensis</i> <i>Globoquadrina langhiana</i> <i>Globigerinoides primordius</i> <i>Paragloborotalia opima nana</i> <i>Globigerinella obesa</i> <i>Catapsydrax</i> cf. <i>unicavus</i> <i>Globigerina officinalis</i> <i>Globoquadrina</i> cf. <i>dehiscens</i> <i>Paragloborotalia kugleri</i> <i>Catapsydrax unicavus</i> <i>Globoquadrina dehiscens</i> <i>Globigerina</i> cf. <i>praebulloides</i> <i>Catapsydrax</i> sp. 3K <i>Globigerinoides</i> cf. <i>altiaperturus</i> <i>Globoquadrina baroemoenensis</i> <i>Globigerina euapertura</i> <i>Globigerina woodi</i> <i>Globorotalia pseudocontiniosa</i> <i>Catapsydrax</i> sp.	Planktonische Foraminiferen		
			Benthonische Foraminiferen Ostrakoden Mollusken Mikroflora	Andere Organismen		
			<i>Paragloborotalia kugleri</i>	BIZON (1972, 1979)		
			Aquitanien	Stufe		
Unter - Oligozän			Miozän	Epoche		

Abb. 6: Stratigraphische Verbreitung der planktonischen Foraminiferen und der sonstigen Fossilreste im untersuchten Profil Asproklisia (A).

konnte in den lignitischen Schichten eine reiche Mikroflora nachweisen (Abb. 7). Sie besteht aus Pollen von Bäumen, Sträuchern und Kräutern, sowie Sporen von Pteridophyten, und ist charakteristisch für Oligozän. Es überwiegen Abietaceae und Pinaceae, daneben sind in geringerem Anteil Taxodiaceae und Cupressaceae vorhanden. In den tiefsten Proben tritt *Boehlensipollis hohli* auf, eine wichtige Art im Stampien (SITTLER & SCHULER, 1976), d.h. im Unteroligozän. Von den im Oligozän häufigen Sporen sind *Cicatricosporites*

dorogensis/paradorogensis und *Echinatisporites* cf. *mescekenensis* zu erwähnen.

Am Nordrand des Beckens bei Kerasoula, im Graben SW der Kapelle Ag. Athanasios, wurde von Steininger und Rögl eine Makrofauna mit häufig Crustaceen-Resten aus den Schichten der Heptachorion Formation, über dem Kristallin aufgesammelt. Die auf Glimmerschiefern auflagernden Mergel und Sandsteine liegen unterhalb der Konglomerate der Tsotilion Formation: Bestimmung: Steininger (Wien)

1A-	2A-	3A-	4A-	6A-	Probennummer	Wichtigste Arten
						Sporen
					<i>Leiotriletes</i> gr. <i>maxoides</i>	
					<i>Leiotriletes microadriennis</i>	
					<i>Leiotriletes</i> cf. <i>sinusoides</i>	
					<i>Monoleiotriletes gracilis</i>	
					<i>Laevigatosporites haardti</i>	
					<i>Laevigatosporites discordatus</i>	
					<i>Cicatricosisporites doroensis/paradorogensis</i>	
					<i>Triplanosporites sinuosus</i>	
					<i>Stereisporites granulus</i>	
					<i>Echinatisporis</i> cf. <i>mecekenensis</i>	Pollen von Bäumen, Sträuchern und Kräutern
					<i>Polypoidites secundus</i>	
					<i>Ptyosporites alatus</i>	
					<i>Ptyosporites labdacus</i>	
					<i>Ptyosporites microalatus</i>	
					<i>Ptyosporites minutus</i>	
					<i>Abiespollenites absolutus</i>	
					<i>Abiespollenites cedroides</i>	
					<i>Inaperturopollenites dubius</i>	
					<i>Inaperturopollenites hiatus</i>	
					<i>Inaperturopollenites emmaensis</i>	
					<i>Cupressacites</i> sp.	
					<i>Zonalapollenites igniculus</i>	
					<i>Sequoiapellinites</i> sp.	
					<i>Arecipites paraleolatus</i>	
					<i>Monocolpopollenites tranquillus crassixinus</i>	
					<i>Monocolpopollenites</i> gr. <i>tranquillus</i>	
					<i>Aglaeoradia cyclops</i>	
					<i>Milfordia hungarica / minima</i>	
					<i>Triatriopollenites bituitus / magnus / rurensis</i>	
					<i>Triatriopollenites engelhardtoides</i>	
					<i>Triatriopollenites platycaryoides</i>	
					<i>Triatriopollenites punctatus</i>	
					<i>Caryapollenites simplex</i>	
					<i>Peripollenites stigmaticus</i>	
					<i>Polyporopollenites undulosus</i>	
					<i>Polyporopollenites stellatus</i>	
					<i>Polyvestibulopollenites verus</i>	
					<i>Periporopollenites multiplex</i>	
					<i>Porocolpopollenites vestibulum</i>	
					<i>Tricolpopollenites henrici</i>	
					<i>Scabraticolpites microhenrici</i>	
					<i>Sriaticolpites gracilistriatus</i>	
					<i>Retitricolpites retiformis</i>	
					<i>Tricolporopollenites palmularius</i>	
					<i>Tricolpopollenites asper</i>	
					<i>Tricolporopollenites edmundi / euphorii</i>	
					<i>Tricolpopollenites liblarensis fallax</i>	
					<i>Retitricolporites marcodurensis</i>	
					<i>Retitricolpites henisensis oligocaenicus</i>	
					<i>Retitricolpites rauscheri</i>	
					<i>Psilatricolporites kruschi</i>	
					<i>Tricolporopollenites multivalatus</i>	
					<i>Retitricolporites oleoides</i>	
					<i>Scabraticolporites microreticulatus</i>	
					<i>Verrutricolporites treaceoides</i>	
					<i>Verrutricolporites magnotectatus</i>	
					<i>Scabraticolporites schelleroides</i>	
					<i>Boehlensipollis hohli</i>	
					<i>Ephedripites</i> sp.	
					<i>Graminidites</i> sp.	
					<i>Terracolporopollenites spotoides</i>	
					<i>Bolryococcus braunii</i>	
					<i>Incertae sedis</i>	

Abb. 7: Palynologisches Diagramm des Profils Asproklisia (A).

Rö 135–84: (alle Taxa rekristallisiert) Mollusca: Bivalvia: *Polymesoda convexa* (BRONGIART), *Cardium* sp., *Lutraria* sp., *Gari protracta* (MAYER); Gastropoda: *Pirenella* sp., *Tympanotonus margaritaceus* (BROCCHI, 1814), *Bittium* sp., *Natica* sp., *Ocinebrina* sp.; Crustacea: Decapodenreste.

Biostratigraphische Einstufung: wahrscheinlich tieferes Oligozän.

In den dünnen, mergeligen Zwischenlagen der Konglomeratfolge konnten keine Fossilien nachgewiesen werden. Die hangende Mergelfolge (Proben 9–16) enthielt planktonische und benthonische Foraminiferen, agglutinierte Arten sind häufig. Eine geringe Ostracoden- und Molluskenfauna wurde nachgewiesen. An stratigraphisch wichtigen, planktonischen Arten wurden *Globigerinoides primordius*, *Gs. trilobus*, *Globoquadrina dehiscens* und *Globorotalia kugleri* nachgewiesen. Diese Vergesellschaftung ist für die *Globorotalia kugleri* Zone (sensu BIZON, 1979) charakteristisch. Die obersten Proben (Nr. 17–19) enthielten keine Fossilien.

Im Graben zwischen der Hauptstraße nach Kerasoula und der Kapelle Panagia, südlich Asproklisia, wurde von Steininger & Rögl eine reiche Makrofauna aus der Tsotilion Formation aufgesammelt. Sie stammt aus einer Wechsellagerung von bräunlichen, durchschnittlich 15–20 cm mächtigen Sandsteinlagen und braunen bis grauen, sandigen Tonmergeln.

Bestimmung: Steininger (Wien)

Rö 130–84: Mollusca: Bivalvia: *Glycymeris* sp., *Ostrea* sp., *Laevicardium* sp. *Cardium* (*Arcanthocardia*) *bojorum* (MAYER, 1887), *Pitar* (*Paradione*) *beyrichi* (SEMPER, 1861), *Pitar* (*Paradione*) *undata* (BASTEROT, 1825), *Angulus* sp., *Corbula carinata* (DUJARDIN, 1837), *Corbula basteroti* (HÖRNES, 1870); Gastropoda: *Turritella* (*Haustator*) *venus* d'ORBIGNY, 1852, *Turritella* (*Haustator*) *beyrichi* (HOFMANN, 1870), *Athleta ficulina* (LAMARCK, 1811), *Tudicla* sp.; Echinozoa: *Scutella* sp.

Rö 131–84: Mollusca: Bivalvia: *Flabellipecten* cf. *burdigalinus* (LAMARCK, 1809), *Cardium* sp., *Cardium* (*Arcanthocardia*) *bojorum* (MAYER, 1887), *Pitar* (*Paradione*) *beyrichi* (SEMPER, 1861), *Lutraria* cf. *oblonga* ssp., *Zozia antiquata* (PULTNEY, 1799), *Angulus* (*Peronidia*) *planatus* ssp., Solenidae: sehr schmale lange Form, *Corbula* sp., *Clavagella* sp.; Gastropoda: *Turritella* (*Haustator*) *beyrichi percarinata* (TELEGDI-ROTH, 1914), *Olivella* sp., *Athleta* sp., *Turris* sp.; Bryozoa: *Cupuladria* sp.

Rö 132–84: Mollusca: Bivalvia: *Mytilus* sp. (kleine Art), *Pecten* sp., *Laevicardium* sp., *Lutraria oblonga* ssp., *Zozia antiquata* (PULTNEY, 1799), *Thracia* sp., *Clavagella* sp.; Gastropoda: *Turritella* (*Haustator*) *beyrichi percarinata* (TELEGDI-ROTH, 1914), *Cassidaria depressa* (BUCH, 1831), *Ficus* cf. *condita* (BRONGIART, 1823), *Aquilofusus* sp., *Volutilithes multico-stata* (BELLARDI, 1890), *Athleta* sp.; Bryozoa: *Cupuladria* sp.

Rö 134–84:

Mollusca: Bivalvia: *Flabellipecten* cf. *burdigalinus* (LAMARCK, 1809), *Ostrea* sp., *Cardita* sp. (große Art), *Cyprina* sp., *Cardium* sp., *Laevicardium cyprium* (BROCCHI, 1814), *Laevicardium tenuisulcatum* (NYST, 1836), *Pitar* (*Paradione*) *beyrichi* (SEMPER, 1861), *Lutraria* cf. *oblonga* ssp., *Zozia antiquata* (PULTNEY, 1799), *Panopea meynardi* (DESHAYES, 1828), *Thracia* sp., *Clavagella* (*Stirpulina*) *oblita* (MICHELOTTI, 1861); Gastropoda: *Turritella* (*Haustator*) *beyrichi percarinata* (TELEGDI-ROTH, 1914), *Turritella* (*Haustator*) *venus* d'ORBIGNY, 1852, *Tudicla* sp., *Athleta* sp.; Bryozoa: *Cupuladria* sp.; Echinozoa: *Scutella* sp.; Lebensspuren.

Zusammenfassend wird das Profil von Asproklisia in den Zeitraum Unteroligozän bis Aquitanien eingestuft. Über der kontinentalen Heptachorion Formation transgrediert im Aquitanien mit einer Schichtlücke die Tsotilion Formation mit basalen Konglomeraten, marinen Sandsteinen und Mergeln.

KARPERON. Das Profil von Karperon besteht aus vier Abschnitten und quert im Becken von Grevena die gesamte Tsotilion Formation in NNE Richtung.

KARPERON K1 (Abb. 8–10): Der Abschnitt K1 beginnt NW des Dorfes Karperon und reicht bis zum Fluß Aliakmon.

Lithostratigraphie: Tsotilion Formation. Die Profilaufnahme erfolgte ab dem top einer Konglomeratschüttung, aus der sich ohne Diskordanz der pelitische Anteil der Tsotilion Formation entwickelt. Die Konglomerate werden als der basale Anteil der Tsotilion Formation betrachtet. Die Basis selbst ist nicht aufgeschlossen. Die Schichten streichen mit einer Neigung von 5° in Richtung SW–NE. Es handelt sich um eine Wechsellagerung von weißlichen, gelblichen und blaugrauen Mergel von 50 bis 100 cm Bankdicke, wechsellagernd mit Sandsteinen von 10 bis 30 cm Stärke. In einzelnen Bereichen treten Flexuren unterschiedlicher Dimensionen (vom Dezimeter- bis in den Meterbereich) als Entlastungsstrukturen auf. Die untersuchten Schichten haben eine Mächtigkeit von 150 m.

Biostratigraphie (Abb. 10): Im Profilabschnitt K1 wurden 11 Proben, vorwiegend aus Mergellagen, analysiert. Sie enthielten eine reiche Foraminiferenfauna, selten Gastropoden und Korallen. Im tiefsten Teil des Profiles treten *Globigerinoides immaturus* und *Catapsydrax dissimilis* auf. Eine Korrelation zur *Catapsydrax dissimilis*/*Globigerinoides altiapertura* Zone (nach BIZON, 1979) wird angenommen, weil hier *Globorotaloides variabilis* fehlt. Diese Art kennzeichnet annähernd die Basis der nächsthöheren Zone und wird in dieser Untersuchung zur Unterscheidung beider Zonen verwendet. In den höheren Proben fand sich eine Vergesellschaftung mit *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides subquadratus* und *Globorotaloides variabilis*, womit eine Einstufung in die *Globigerino-*

ides trilobus Zone (BIZON, 1979) vorgenommen werden kann. Durch die planktonische Foraminiferenfauna läßt sich das Profil Karperon K1 in den Bereich des unteren Burdigalien (*C. dissimilis*/*G. altiapertura* Zone bis *G. trilobus* Zone) einstufen.

Im Graben nördlich des Dorfes Karperon vor der Einmündung in den Aliakmon wurde von Steininger und Rögl in der Tsotilion Formation eine kleine Makrofauna aufgesammelt:

Bestimmung: Steininger (Wien)

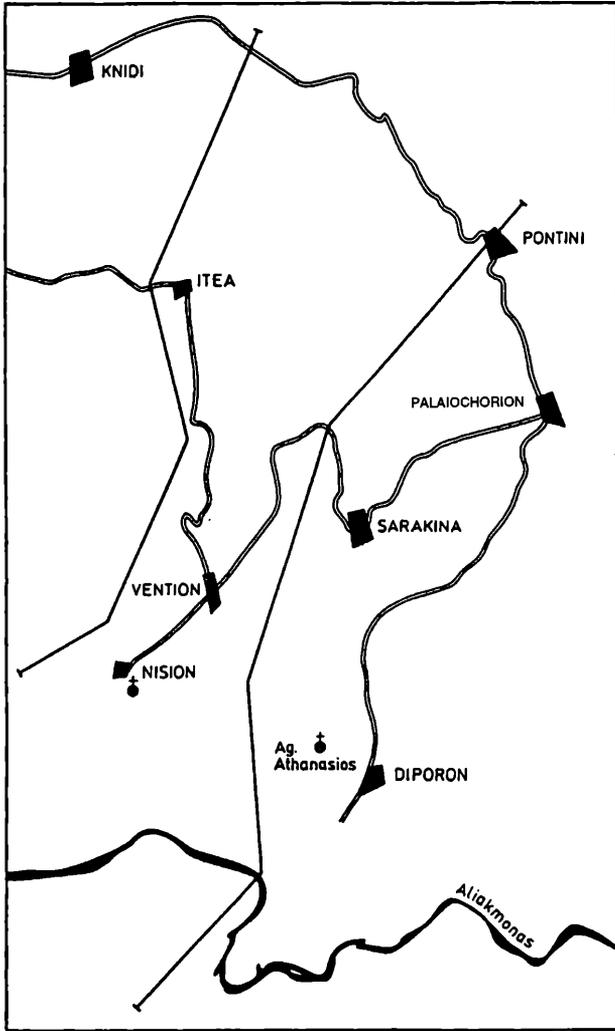


Abb. 8: Ausschnitt aus der topographischen Karte 1:50.000 (Blätter Knidi und Agiophyllon) mit der Lagen der Profile Karperon (K1, K2, K3, K4) und Itea (J1-J3).

Rö 86-81: Fauna aus harten, grauen Tonmergeln mit Lumachellen und Blattresten, die mit grobkörnigen, Pflanzenhäkel führenden Sandsteinen wechsellagern. Mollusca: Bivalvia: *Pedalion* sp., *Cardium* (ev.: *Laevicardium* sp.), viele kleinwüchsige Bivalven; Gastropoda: Trochidae indet., *Turritella* (*Haustator*) *venus* d'ORBIGNY, 1852, *Turritella* (*Haustator*) *beyrichi* HOFMANN, 1870, häufig kleinwüchsige Gastropoda; Foraminifera: *Operculina* sp.; regulärer Seeigelrest; „daphnogenes“ Blatt.

Nördlich des Grabens, an der Straße zum Kraftwerk wurden in der gleichen Formation, aber in hangenden Schichten, weitere Makrofaunen aufgesammelt:

Rö 88-81: Fauna aus braunen, weichen, tonigen Sanden bis sandigen Tonmergeln mit einzelnen Ophioliterollen; reiche Fossilführung mit Mollusken, Bryozoen und Pflanzenresten.

Mollusca: Bivalvia: *Glycymeris latiradiata* (SANDBERGER in GÜMBEL, 1861), *Musculus philippi* (MAYER in WOLF, 1897) *Modiolus* cf. *dunkeri* (KÖNEN, 1884), *Pteria* (*Pinctada*) *phalaenacea* (LAMARCK, 1819), *Atrina pectinata* ssp. *Flabellipecten* sp., *Anomia* sp., *Laevicardium cyprium* (BROCCHI, 1814), *Laevicardium tenuisulcatum* (NYST, 1836), *Cardium* (? *Trachycardium*) *neglectum* HÖLZL, 1962, *Cardium* (*Arca*) *canthocardia* *bojorum* MAYER, 1887, *Cardium* (*Parvicardium*) *praepapillosum* BALDI, 1966, *Pitar* (*Paradione*) *beyrichi* (SEMPER, 1861), *Lutraria* cf. *oblonga* ssp., *Zozia antiquata* (PULTNEY, 1799), *Panopea meynardi* DESHAYES, 1828, *Corbula carinata* DUJARDIN 1837, *Thracia pubescens* (PULTNEY, 1799), *Clavagella* (*Stirpulina*) *oblita* MICHELOTTI, 1861, *Teredo* sp.; Gastropoda: *Turritella* (*Haustator*) *venus* d'ORBIGNY, 1852, *Architectonica carocollata* (LAMARCK, 1822) *Pirenella plicata* (BRUGUIERE, 1792), *Bittium spina agriense* BALDI, 1966, *Drepanocheilus* sp., *Polinices* (*Lunatia*) *catena helicina* (BROCCHI, 1814), *Sinium* (*Sinium*) cf. *clathrata* (RECLUZ, 1843), *Cassidaria depressa* BUCH, 1831, *Ficus* sp., *Hinia* cf. *schlotheimi* (BEYRICH, 1854), *Streptochetus* (*Streptodictyon*) *elongatus* (NYST, 1845), *Olivella* (*Lamprodoma*) *clavula* ssp., *Volutilithes multicostata* BELLARDI, 1890, *Athleta ficulina* LAMARCK, 1811), *Turris* (*Gemmula*) *coronata* (MÜNSTER in GOLDFUSS, 1844), *Bathytoma cataphracta* (BROCCHI,

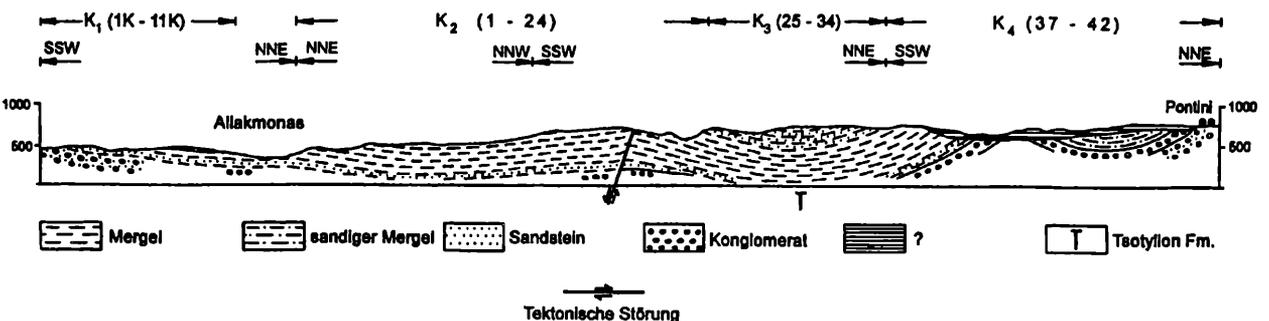


Abb. 9: Querprofile Karperon (K1, K2, K3, K4).

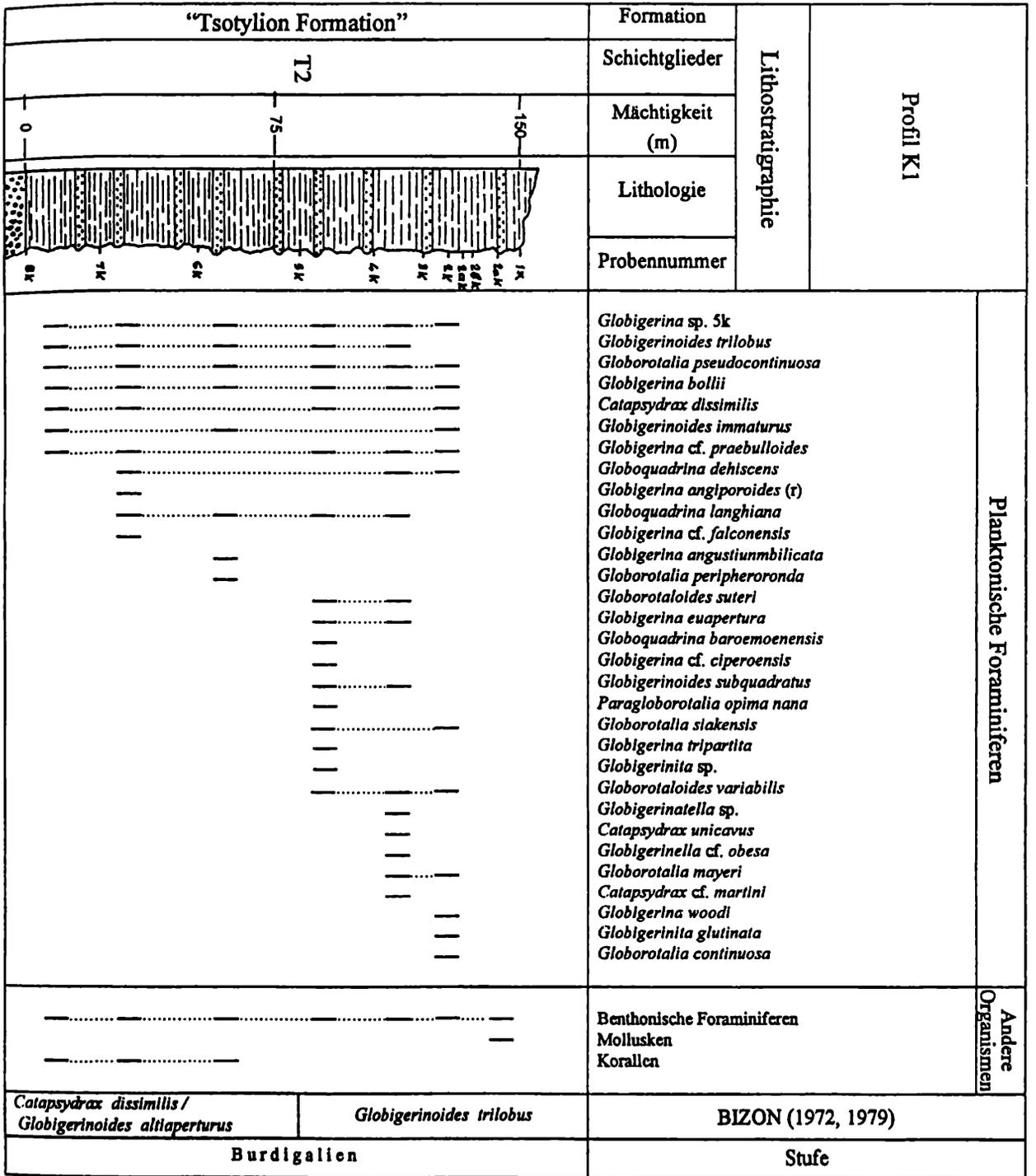


Abb. 10: Stratigraphische Verbreitung der planktonischen Foraminiferen und der sonstigen Fossilreste im untersuchten Profil Karperon K1.

1814), *Ringicula* sp.;
 Foraminiferida: *Operculina* sp.; Annelida: *Ditrupa* sp.;
 Bryozoa: *Cupuladria* sp.; Crustacea: Decapoda-Panzer-
 reste; Lebensspur: *Diopatra* mit *Corbula carinata*.
 Rö 88A–81: Fauna aus feinkörnigem Sandstein mit
 dicken Bohrgängen, im Liegenden von 88–81.
 Mollusca: Bivalvia: *Pteria* (*Pinctada*) *phalaenacea*
 (LAMARCK 1819), *Anomia* sp. *Cardium* (? *Trachycar-*
dium) *neglectum* HÖLZL, 1962, *Cardium* (*Arcantho-*
cardia) *bojorum* MAYER, 1887, *Venus* (*Ventricola*)
multilamellata (LAMARCK, 1818), *Pitar* (*Paradione*

beyrichi (SEMPER, 1861), *Pitar* sp., *Zozia antiquata*
 (PULTNEY, 1799), *Panopea meynardi* DESHAYES,
 1828, *Thracia pubescens* (PULTNEY, 1799); Gastro-
 poda: *Melanopsis impressa* sp., *Turritella* (*Haustator*)
venus d'ORBIGNY, 1852, *Polinices* sp., *Globularia*
 sp., *Cassidaria* sp., *Cylichna* sp.
 KARPERON K2 (Abb. 8–9, 11): Das Profil beginnt
 am Ostufer des Aliakmon, folgt der Schlucht zwischen
 dem Hügel Monastiria und der Kirche Ag. Athansios
 in nördlicher Richtung und endet beim Pumpenhaus in
 der Nähe des Dorfes Kentron.

"Tsotylion Formation"				Formation	Lithostratigraphie	Profil K2				
T2		T3	T4	Schichtglieder						
0	100	200	300	Mächtigkeit (m)						
				Lithologie						
				Probennummer						
				<i>Globigerina</i> sp. 5k <i>Globigerinoides trilobus</i> <i>Globigerina bailli</i> <i>Globigerina</i> cf. <i>praebulloides</i> <i>Globorotaloides suteri</i> <i>Globoquadrina baroemouensis</i> <i>Paragloborotalia opima nana</i> <i>Globorotalia stakensis</i> <i>Globorotaloides variabilis</i> <i>Globigerina woodi</i> <i>Catapsydrax</i> cf. <i>unicavus</i> <i>Globorotalia pseudocontinosa</i> <i>Globorotaloides immaturus</i> <i>Globigerina euapertura</i> <i>Globigerina</i> cf. <i>ciperoensis</i> <i>Globigerina</i> sp. <i>Globoquadrina langhana</i> <i>Globigerina tripartita</i> <i>Globorotalia mayeri</i> <i>Globigerina venezuelana</i> <i>Globigerina globularis</i> <i>Globigerinella</i> cf. <i>obesa</i> <i>Catapsydrax dissimilis</i> <i>Globigerinoides</i> cf. <i>bisphericus</i> <i>Globigerinoides subquadratus</i> <i>Globigerinoides altapertura</i> <i>Globorotalia continua</i> <i>Globigerina brazieri</i> <i>Globorotalia</i> cf. <i>increbescens</i> <i>Globigerina angustilunbilicata</i> <i>Globigerinoides quadrilobatus</i>	Planktonische Foraminiferen					
								Benthonische Foraminiferen Ostrakoden	Anderer Organismen	
				<i>Globigerinoides trilobus</i>		<i>Globigerinoides bisphericus</i>		BIZON (1972, 1979)		
				Burdigalien				Stufe		

Abb. 11: Stratigraphische Verbreitung der planktonischen Foraminiferen und der sonstigen Fossilreste im untersuchten Profil Karperon K2.

Lithostratigraphie: Tsotylion Formation. Die Schichtfolge streicht in der Fortsetzung des Profiles K1 ebenfalls SW-NE, bei einem Einfallen von 5°. Die Abfolge läßt sich in drei, sedimentologisch unterschiedliche Abschnitte gliedern. Das tiefste Schichtglied besteht aus einer 330 m mächtigen Wechsellagerung von blaugrauen Mergeln und Sandsteinen. Die Sandsteinbänke sind 5 bis 50 cm dick. Im unteren Bereich überwiegen die Sandsteine. Im Mittelabschnitt treten über eine Strecke von 12 m drei Geröllhorizonte von 3-4 m auf. In den dazwischen eingeschalteten Mergeln und Sandsteinen stecken isolierte Gerölle. Am top dieser Einschaltung finden sich kleine Linsen von Gagat und angereichert Pflanzenhäksel. Im höheren Abschnitt dieses untersten Schichtgliedes überwiegen Mergel. Das mittlere Schichtglied hat eine Mächtigkeit von etwa 70 m und besteht aus blauem bis blaugrauem Ton. Das oberste Schichtglied umfaßt rund 100 m und wird von gelblichen Mergeln mit dünnen, gelblich-weißen Sandsteinlagen aufgebaut. In diesem oberen Abschnitt tritt eine deutliche tektonische Störung auf.

Biostratigraphie (Abb. 11): Insgesamt wurden in diesem Profil 24 Proben, vorwiegend aus mergeligen Schichten, untersucht. Es wurde eine reiche, planktonische und benthonische Foraminiferenfauna gefunden. In einigen Proben konnten Ostracoden festgestellt werden. In den beiden unteren Schichtgliedern wurde eine stark unterschiedliche Mikrofauna, mit starken Umlagerungen festgestellt. Vor allem Umlagerungen aus dem Mittel- und Oberoligozän sind häufig. Der autochthone Anteil der Planktonfauna ist durch die Arten *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina woodi*, *Globorotalia mayeri* und *Globorotaloides variabilis* gekennzeichnet. Dadurch ergibt sich eine Einstufung in die *Globigerinoides trilobus* Zone (BIZON, 1979), unteres Burdigalien. Auch im obersten Schichtglied sind starke Umlagerungen aus dem Mittel- und Oberoligozän zu bemerken. Die autochthone Fauna planktonischer Foraminiferen enthält die stratigraphisch wichtigen Arten *Globigerinoides bisphericus*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina woodi*, *Globorotalia mayeri* und *Globorotaloides variabilis*. Durch das Auftreten von *Glo-*

"Tsotilion Formation"	Formation	Lithostratigraphie	Profil K3/1	
T4	Schichtglieder			
	Mächtigkeit (m)			
	Lithologie			
	Probennummer			
	<p><i>Globigerinoides trilobus</i> <i>Globigerina cf. praebulloides</i> <i>Globoquadrina langhiana</i> <i>Globorotaloides suteri</i> <i>Globigerina euapertura</i> <i>Globoquadrina baroemoenensis</i> <i>Globigerina cf. ciperoensis</i> <i>Globorotalia siakensis</i> <i>Globorotaloides variabilis</i> <i>Globigerina woodi</i> <i>Globigerinoides bisphericus</i> <i>Globigerina sp. 5k</i> <i>Globorotalia pseudocontinua</i> <i>Globigerina bollii</i> <i>Paragloborotalia opima nana</i> <i>Globorotalia mayeri</i> <i>Globigerinoides immaturus</i> <i>Globigerinoides cf. altiapertura</i> <i>Catapsydrax cf. unicavus</i></p>	Planktonische Foraminiferen		
	Benthonische Foraminiferen	Andere Organismen		
<i>Globigerinoides bisphericus</i>	BIZON (1972,1979)			
Burdigalien	Stufe			

Abb. 12: Stratigraphische Verbreitung der planktonischen Foraminiferen und der sonstigen Fossilreste im untersuchten Profil Karperon K3/1.

bigerinoides bisphericus kann dieser Profilabschnitt in das jüngere Burdigalien, *G. bisphericus* Zone (sensu BIZON, 1979), eingestuft werden. Im obersten Profilabschnitt (Probe 22) ist das Auftreten der agglutinierten, benthonischen Art *Pavonitina styriaca* bemerkenswert, die in der Zentralen Paratethys ein Indexfossil des jüngeren Badenien darstellt. Das Profil Karperon K2 schließt mit der *G. trilobus* Zone an den oberen Abschnitt von Karperon K1 lückenlos an und umfaßt mit der hangenden *G. bisphericus* Zone den größten Teil des Burdigalien. Die Untergrenze zum Aquitanien liegt außerhalb der Profile K1 und K2.

KARPERON K3 (Abb. 8–9, 12–13): Dieses Profil schließt an K2 direkt an. Es folgt einer kleinen Schlucht westlich des Dorfes Sarakina und endet an der Straßenkreuzung Sarakina/Kentron.

Lithostratigraphie: Tsotilion Formation: In diesem Profil bilden die Ablagerungen eine flach-mul-

denförmige Synklinale, in deren Zentrum die jüngsten Schichten der Tsotilion Formation aufgeschlossen sind. Am Südflügel streichen die Schichten NW–SE mit einer Neigung von 20° E; am Nordflügel streichen sie parallel, ebenfalls NW–SE, mit einer Neigung von 20° W. Die Schichten haben eine Mächtigkeit von etwa 200 m und bestehen aus weißgelben und blaugrauen Mergeln mit Sandsteinbänken von 10 bis 30 cm. Im oberen Teil des Profiles nehmen die Sandsteine zu. Biostratigraphie: Zur biostratigraphischen Untersuchung wurden in dieser Mulde zwei Profile aufgenommen. Auf der Südseite der Mulde das Profil K 3/1, auf der Nordseite Profil K3/2.

Profil K3/1 (Abb. 12): Aus den mergeligen Horizonten wurden 5 Proben untersucht. Sie enthalten eine eher arme Mikrofauna, in der auch Umlagerungen auftreten. An autochthonen, planktonischen Arten führen diesen Schichten *Globigerinoides bisphericus*, *Globige-*

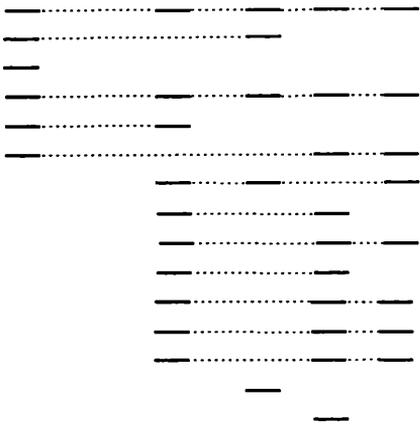
"Tsotilion Formation"	Formation	Lithostratigraphie	Profil K3/2
T4	Schichtglieder		
	Mächtigkeit (m)		
	Lithologie		
	Probennummer		
	<i>Globigerinoides trilobus</i> <i>Globoquadrina langhiana</i> <i>Globigerina euapertura</i> <i>Globigerina cf. ciproensis</i> <i>Globigerina sp. 5k</i> <i>Catapsydrax cf. unicavus</i> <i>Globigerina cf. praebulloides</i> <i>Globoquadrina baroemoensis</i> <i>Globorotalia siakensis</i> <i>Globorotalia pseudocontinua</i> <i>Globigerina bollii</i> <i>Globorotalia mayeri</i> <i>Globigerinoides cf. bisphericus</i> <i>Globoquadrina dehiscens</i> <i>Globigerinoides cf. altiapertura</i>	Planktonische Foraminiferen	
	Benthonische Foraminiferen		Anderer Organismen
<i>Globigerinoides bisphericus</i>	BIZON (1972,1979)		
Burdigalien	Stufe		

Abb. 13: Stratigraphische Verbreitung der planktonischen Foraminiferen und der sonstigen Fossilreste im untersuchten Profil Karperon K3/2.

rinoides trilobus, *Globorotalia mayeri* und *Globorotaloides variabilis*. Damit läßt sich auch der jüngste Abschnitt der Tsotilion Formation in die *Globigerinoides bisphericus* Zone (oberes Burdigalien) einstufen. Profil K3/2 (Abb. 13): Aus diesem Profil auf der Nordseite wurden ebenfalls 5 Proben untersucht. Die Fauna ist ähnlich wie auf dem Südpfprofil, weist aber geringere Umlagerungen auf. Es ist hier nur das Fehlen von *Globorotaloides variabilis* zu erwähnen, während die charakteristischen Arten der *Globigerinoides bisphericus* Zone unverändert auftreten. Dies bestätigt die muldenförmige Struktur der Ablagerungen mit der *G. bisphericus* Zone (oberes Burdigalien) in den jüngsten Anteilen.

KARPERON K4 (Abb. 8–9, 14): Dieser Profilabschnitt schneidet die älteren Schichten der Tsotilion Formation im nördlichen Bereich des Beckens. Es beginnt von Norden her beim Dorf Pontini, das Ende liegt parallel zu Profil K3/2 an der Straßenkreuzung Sarakina/Pontini. Lithostratigraphie: Tsotilion Formation. Die Schichten streichen wiederum NW/SE und fallen im Norden an der Basis mit 20° und in den höheren Abschnitten mit etwa 10° W. Dieses Profil schneidet eine

flache, nördliche Randmulde und setzt am Nordflügel der Hauptmulde des Profiles K3 fort. Das unterste Schichtglied stellt eine Abfolge von Konglomeraten mit Bänken von 1 bis 10 m Dicke und eingeschalteten Sandsteinlagen von 0,5–5 m dar. Dazwischen treten mergelige Schichten mit Mächtigkeiten bis zu 3 m auf. Die Konglomerate sind im unteren Teil des Profils massig und stark verfestigt, in den höheren Abschnitten lose Geröllagen. Die Gerölle innerhalb der Bänke sind vertikal sortiert und haben einen Durchmesser bis zu 30 cm. Innerhalb der Abfolge ist eine generelle Größenabnahme nach hangend festzustellen. Dieses Schichtpaket ist 200 m mächtig. Das hangende Schichtglied geht kontinuierlich aus der Konglomeratschüttung hervor. In der nördlichen Randmulde ist diese Schichtfolge nur schlecht aufgeschlossen. Es handelt sich um weißgelbe und blaugraue Mergel mit Sandsteineinschlüssen (10–30 cm). Die Schichtmächtigkeit beträgt etwa 100 m. Die Schichten sind aber fast durchgehend von jüngeren Ablagerungen überdeckt. Auch am Nordflügel der Hauptsynklinale sind die Schichten nur schlecht aufgeschlossen, die liegenden Konglomerate konnten jedoch nachgewiesen werden. Eine konti-

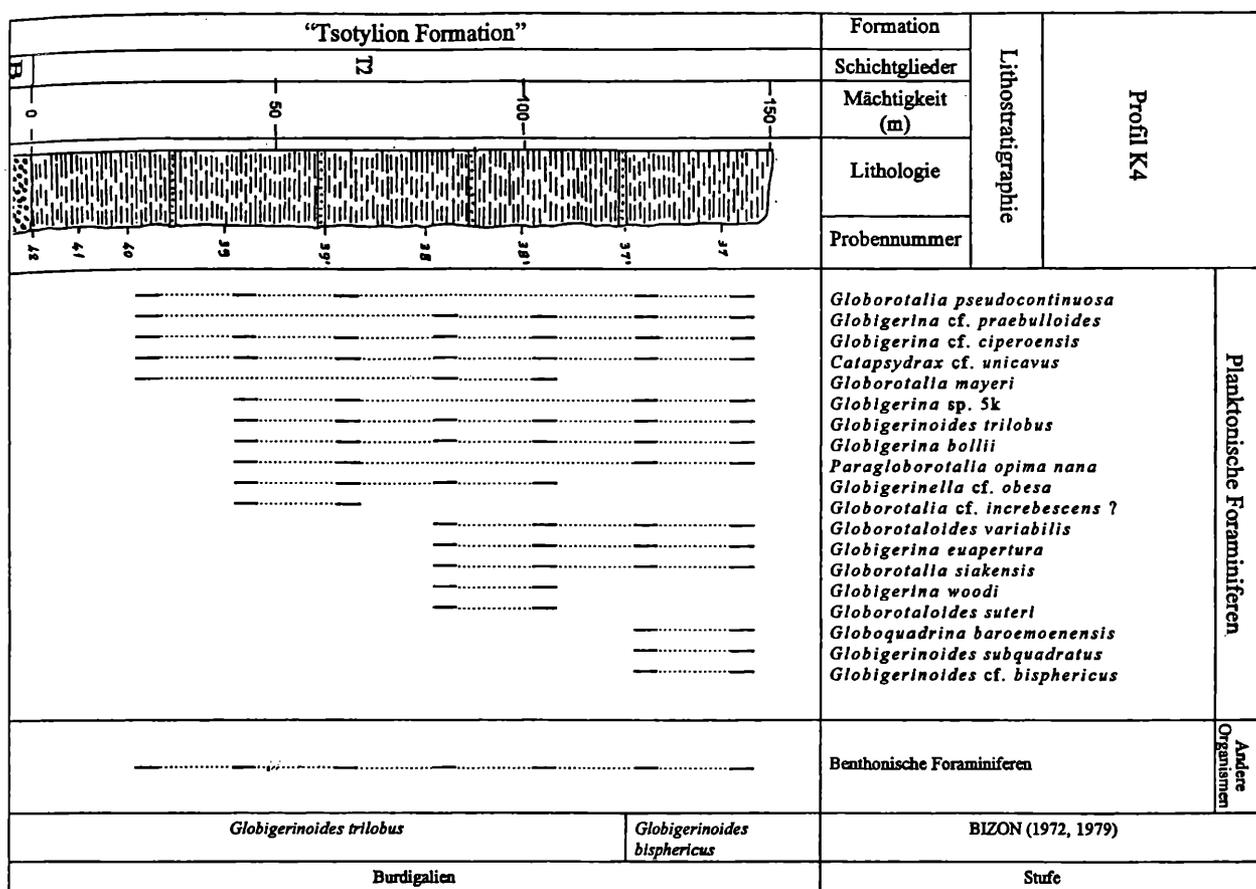


Abb. 14: Stratigraphische Verbreitung der planktonischen Foraminiferen und der sonstigen Fossilreste im untersuchten Profil Karperon K4.

nuierliche Abfolge von Mergeln und Sandsteinen mit ca. 150 m Mächtigkeit konnte erst wieder im hangenden Abschnitt des Profiles beobachtet werden. Biostratigraphie (Abb. 14): In den 13 Proben aus der Nordmulde konnten weder in den Zwischenlagen der Konglomerate noch in der mergeligen Abfolge Mikrofaunen nachgewiesen werden. Erst die obersten Schichten im Nordflügel der Hauptsynklinale enthalten eine reiche, planktonische und benthonische Foraminiferenfauna. In allen Proben treten stärkere Umlagerungen aus dem Oligozän auf. Die untersten Proben (Nr. 42–38) führen eine Planktonfauna mit den Arten *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina woodi*, *Globorotalia mayeri* und *Globorotaloides variabilis*. Damit kann dieser Bereich in die *G. trilobus* Zone eingestuft werden. Das Auftreten von *Pavonitina* in Probe 39 ist erwähnenswert. Die obersten Schichten (Probe 37–37) führen *Globigerinoides bisphericus*, *Gs. subquadratus* und *Globorotaloides variabilis*, die eine Einstufung in die *G. bisphericus* Zone (oberes Burdigalien) ermöglichen.

ITEA J1 (Abb. 15–17): Dieses Profil liegt westlich der Dörfer Kentron und Agalei und beginnt am Fluß Aliakmon. Es reicht in NW Richtung bis zum Höhenrücken Kontakti.

Lithostratigraphie: Die Schichtfolge dieses Profils hat eine Gesamtmächtigkeit von 450 m. Die

Schichten streichen NW–SE und fallen mit 20–25° ein. In den obersten Schichten steigt das Einfallen auf 45° an. Es läßt sich eine lithologische Gliederung in drei Abschnitte durchführen. Die unterste Einheit hat eine Mächtigkeit von rund 180 m. Sie besteht aus Konglomeraten mit 6–10 m dicken Bänken. Dazwischen sind bis zu 30 m mächtige Schichten von Sandsteinen, mergeligen Sandsteinen, sandigen Mergeln und Mergeln eingeschaltet. Die Konglomerate sind massig und bestehen vorwiegend aus ophiolitischen Geröllen; Kalke sind selten. Innerhalb der Formation ist von unten nach oben eine Größenabnahme der Gerölle festzustellen. Der Gerölldurchmesser geht von durchschnittlich 15 cm auf 1 cm zurück. Die obersten Konglomerate dieses Schichtgliedes sind nicht stark verfestigt und unterscheiden sich in der Zusammensetzung deutlich. Kalke dominieren. Der Gerölldurchmesser reicht bis 5 cm. Das mittlere Schichtglied hat eine Mächtigkeit von etwa 230 m. Die unteren 30 m bestehen aus weißlichen bis gelblichen Mergeln mit Einschaltungen von sandigen Mergeln, Sandsteinen und Schotterlagen (durchschnittlich 3 m) mit vorwiegend Karbonatgeröllen. Darüber folgen 60 m weißliche und gelbliche Mergel. Dann folgen 140 m Mergel, sandige Mergel und Tone mit zyklischen Einschaltungen von 3–15 cm dicken Sandsteinlagen, die nach oben bis 30 cm dick werden. Sie treten im Abstand von 3 bis 10 m

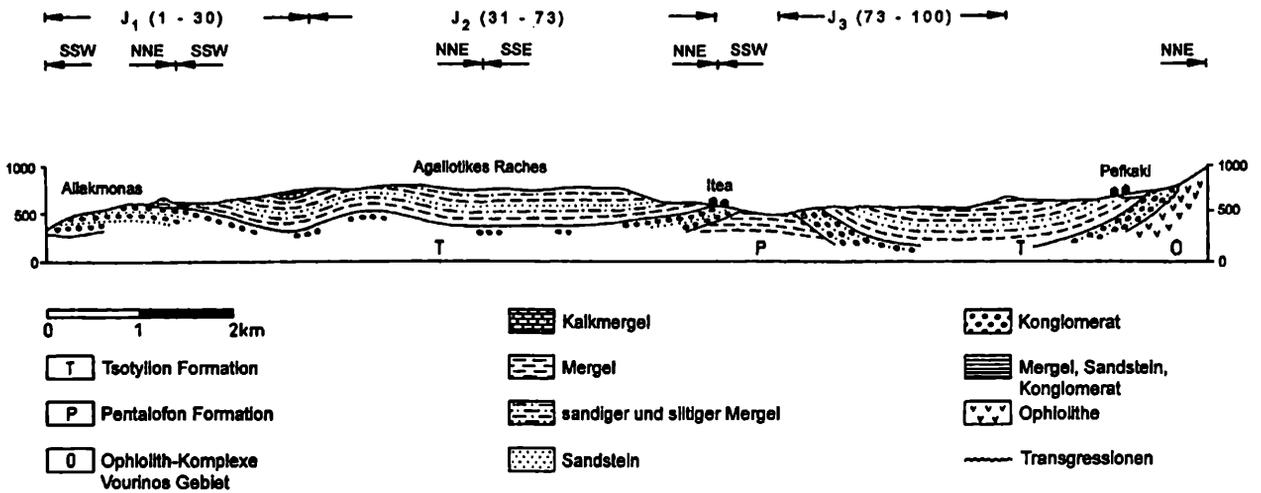


Abb. 15: Ausschnitt aus der topographischen Karte 1:50.000 (Blatt Knidi) mit Lage der Profile von Itea (J1, J2, J3, J4).

auf. Das oberste Schichtglied hat eine Mächtigkeit von 60 m. Es handelt sich um einen mergeligen Kalkstein, der von einer Konglomeratlage aus Kalkgeröllen konkordant bedeckt wird. Die Gerölle haben einen Durchmesser bis zu 8 cm.

Biostratigraphie (Abb. 17): Im Profil J 1 wurden 30 Proben mikropaläontologisch untersucht. Sie enthalten eine reiche Foraminiferenfauna, aber auch Nannofossilien, Ostracoden, Mollusken und Korallen wurden nachgewiesen. Im untersten Schichtglied wurden 14 Proben in den Mergeln zwischen den Konglomeratbänken aufgesammelt. Es fanden sich hier nur benthonische Foraminiferen, vor allem Milioliden, *Miogypsina* und *Miogypsinoides*. Eine Bestimmung dieser Großforaminiferen wurde nicht durchgeführt. Sie treten im Bereich Oberoligozän–Untermiozän auf. Das mittlere Schichtglied (Proben 15–29) enthält eine reiche planktonische und benthonische Foraminiferenfauna, von der die Hauptmenge aus dem Mittel- bis Oberoligozän umgelagert ist. Autochthone, planktonische Arten finden sich in den Proben 16–22 mit *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina woodi* und *Globorotalia siakensis*. Mit ihnen wird eine Einstufung in das Untermiozän durchgeführt. Durch Frau Dr. C. Müller konnte eine reiche Nannoflora nachgewiesen und eine Einstufung in die Zone NN 2/3 (MARTINI 1971) vorgenommen werden. Umlagerungen sind auch beim Nannoplankton häufig. Die Nannoflora ist durch *Cyclicargolithus abisectus*, *C. floridanus*, *Helicosphaera carteri*, *H. euphratis*, *H. cf. ampliapertura*, *Discoaster deflandrei*, *Discolithina multipora* und *Sphenolithus cf. belemnos* charakterisiert. In der Probenserie 23 bis 29 konnte durch die Arten *Globigerinoides trilobus*, *Globorotaloides variabilis* und *Catapsydrax stainforthi* die *G. trilobus* Zone bestimmt werden. In Probe 23 wurde durch MÜLLER ebenfalls die Nannoplanktonzone NN 2/3 nachgewiesen. Damit läßt sich dieses mittlere Schichtpaket in das tiefere Burdigalien einstufen. Aus dem hangenden, mergeligen Kalkstein konnten auch in Dünnschliffen keine Fossilien nachgewie-

sen werden. Der stratigraphische Umfang des Profils Itea J 1 ist biostratigraphisch schlecht zu erfassen, da sowohl die basale Schichtfolge als auch die hangenden Kalke keine sicheren Resultate lieferten.

ITEA J 2 (Abb. 8, 15, 18): Das Profil verläuft von Kontaki in nördlicher Richtung bis zu einer kleinen Schlucht am NW Ende von Itea.

Lithostratigraphie: Die Gesamtmächtigkeit der NW–SE steichenden Schichten beträgt etwa 250 m; sie fallen im unteren Abschnitt mit 5–10° nach E; in den oberen Lagen aber stehen sie bis zu 40° steil. Es finden sich hier wechsellagernd blaugraue Mergel, sandige Mergel und Sandsteinbänke mit einer Dicke von 3 bis 10 m. Dünne Tonlagen mit 3–15 cm im unteren Abschnitt, oben bis zu 30 cm, sind eingeschaltet.

Biostratigraphie (Abb. 18): Insgesamt wurden 44 Proben untersucht. Die reiche Foraminiferenfauna weist sehr starke Umlagerungen auf. Auch Ostracoden, Mollusken und Echinodermenstacheln wurden nachgewiesen. Die untersten Schichten (Proben 73–51) enthalten *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina woodi* und *Globorotalia siakensis*. Es wird damit eine Einstufung ins Untermiozän, ? *Catapsydrax dissimilis*–*Globigerinoides altiapertura* Zone, vorgenommen. Durch Müller konnte Nannoplankton bestimmt werden. Die tiefste Probe Nr. 72 wurde in die Nannozone NN 2/3 eingestuft. Sie enthält die gleiche Vergesellschaftung wie die Proben im Profil J 1. Die Proben 71 bis 56 führen nur eine arme Flora. Die höheren Schichten des Profils J 2 (Proben 52–31) enthalten die Arten *Globigerinoides trilobus*, *Gs. quadrilobatus*, *Globorotalia mayeri* und *Globorotaloides variabilis*. Damit läßt sich eine Einstufung in die *Globigerinoides trilobus* Zone vornehmen. Auch aus diesem Abschnitt liegen Nannoplanktonergebnisse vor. In Probe Nr. 50 konnte die Nannozone NN 3 nachgewiesen werden und die Flora ist vergleichbar mit den Vergesellschaftungen in Profil J 3. Zusammenfassend kann dieses Profil in das tiefere Burdigalien, Nannozone NN2/3 bis NN 3, bzw. ?*C. dissimilis*–*G. altiapertura*

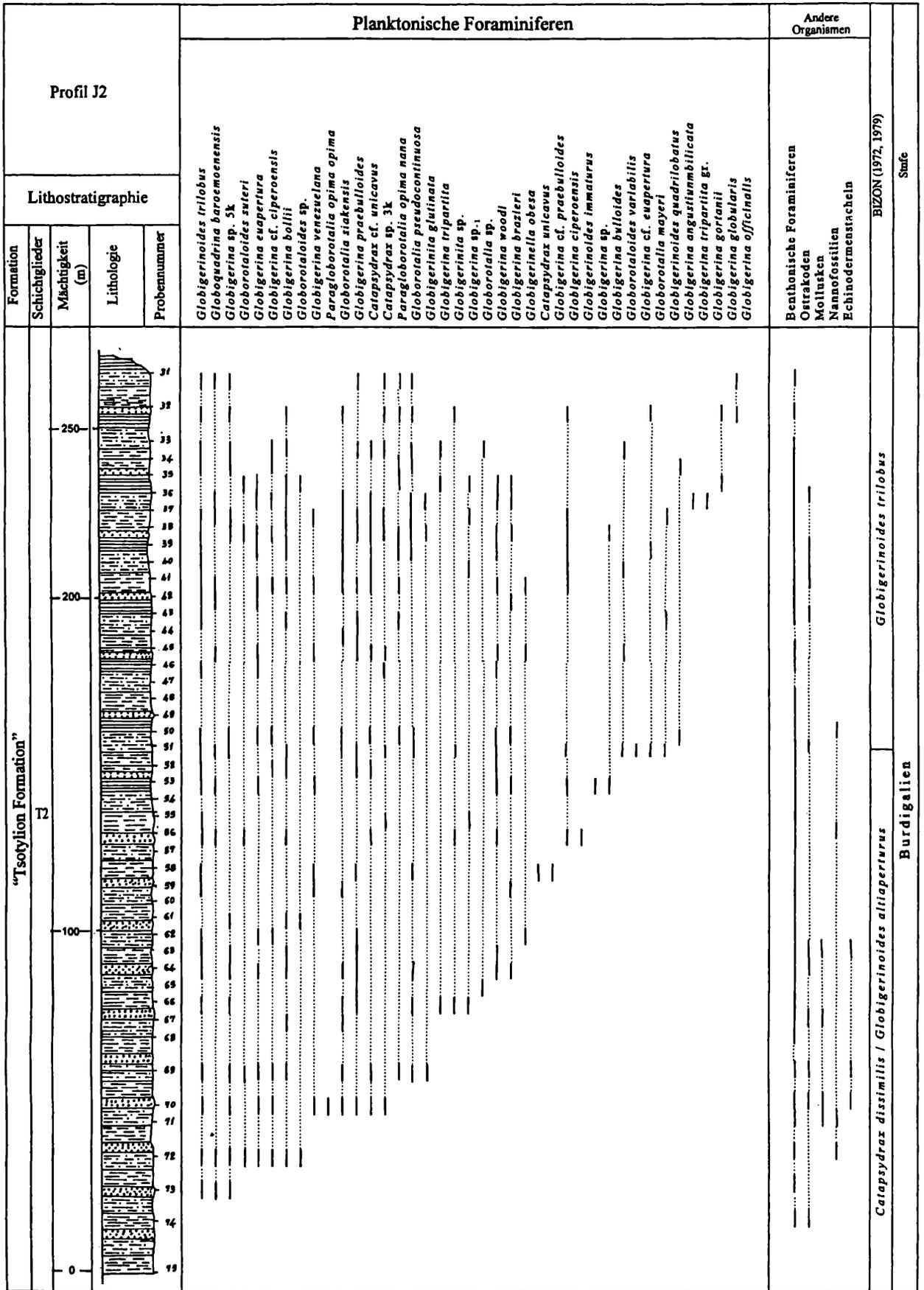


Abb. 17: Stratigraphische Verbreitung der planktonischen Foraminiferen und der sonstigen Fossilreste im untersuchten Profil Itea J2.

nen. Vereinzelt Gerölle treten auf, die sich im Hangenden zu einem losen, 2 m dicken Konglomerat entwickeln. Es zeigt eine Sortierung von Kies zu kalkigen Geröllen. Das zweite Schichtglied bilden Konglomerate und Sandsteine mit einer Mächtigkeit von etwa 50 m. Diese kalkigen Konglomerate liegen mit einer Winkeldiskordanz auf den losen Geröllen des liegenden Schichtgliedes auf. Das dritte Schichtpaket besteht aus 150 m weißlichen und blauen Mergeln, die mit Sandsteinen wechsellagern. In den oberen 70 m dieser Folge treten in den blauen Mergeln Stücke von inkohltem Holz auf. Das hangende Schichtglied mit 50 m Mächtigkeit besteht aus einer Wechsellagerung von weißgelbem Mergel und Sandstein.

Biostratigraphie (Abb. 19): Aus dem tiefsten Schichtglied wurden 6 Proben aus den blauen Mergeln untersucht. Sie enthalten nur benthonische Foraminiferen, Molluskenreste und Echinodermstacheln. Die in den Mergeln auftretende, reiche Fauna von Bivalven und Gastropoden gehören in das obere Oligozän. Im Graben am NNW Ende von Itea wurde von Rögl und Mitarbeitern aus grauen Tonmergeln mit feinkörnigen Sandsteinen und viel biogenem Detritus folgende Makrofauna aufgesammelt.

Bestimmung: Steininger (Wien)

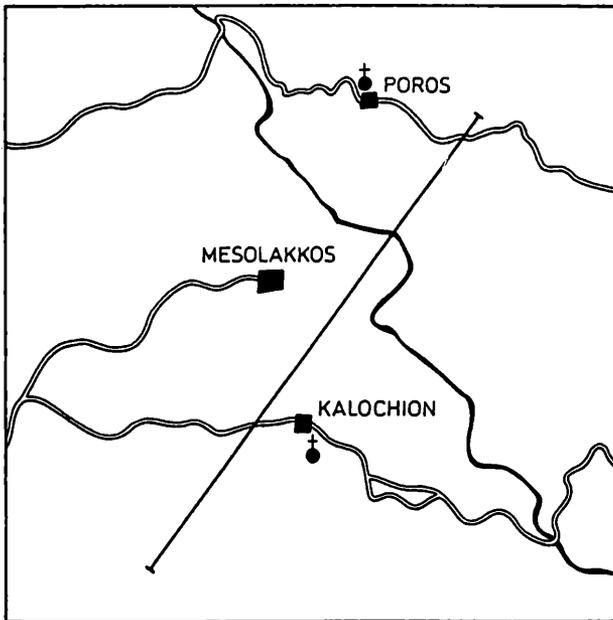


Abb. 19: Ausschnitt aus der topographischen Karte 1:50.000 (Blätter Grevena und Knidi) mit der Lage des Profils Kalochion II.

Rö 70–86:

Mollusca: Bivalvia: *Anadara* sp., *Glycymeris latiradiata* (SANDBERGER in GÜMBEL, 1861), *Flabellipecten* sp., *Laevicardium* cf. *tenuisulcatum* (NYST, 1836), *Cardium* (*Arcanthocardia*) *bojorum* MAYER, 1887, *Cardium* (*Parvicardium*) *praepapillosum* BALDI, 1966, *Pitar* (*Paradione*) *beyrichi* (SEMPER, 1861), *Pitar* sp., *Zozia antiquata* (PULTNEY, 1799), *Panopea*

meynardi DESHAYES, 1828, *Thracia pubescens* (PULTNEY, 1799), *Thracia ventricosa* (PHILIPPI, 1843); Gastropoda: *Turritella* (*Haustator*) *venus* d'ORBIGNY, 1852, *Turritella* (*Haustator*) *beyrichi* HOFMANN, 1870, *Natica* sp., *Cassidaria depressa* BUCH 1831, *Streptochetus* (*Streptodictyon*) *elongatus* (NYST, 1845), *Athleta ficulina* LAMARCK, 1811), *Euthriofusus* (*Euthriofusus*) *burdigalensis* (BASTEROT, 1825), *Tudicula* (*Tudicula*) *rusticula* (BASTEROT, 1825); Foraminifera: *Operculina* sp.; Annelida: *Ditrupa* sp.; Lebensspur.

Das zweite Schichtglied der Konglomeratschüttung enthält keine Fossilien. In den darüberliegenden Mergeln (Probe 81–91) findet sich eine ärmliche Fauna von Foraminiferen, Ostracoden und Mollusken. In den Proben 81 bis 86 konnten *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina woodi* und *Globoquadrina baroemoenensis* nachgewiesen werden. Damit ist eine Einstufung in das Untermiozän möglich. In den Proben 87–91 erscheint zusätzlich *Globorotaloides variabilis*, wodurch eine Einstufung in die *Globigerinoides trilobus* Zone durchgeführt werden kann. In den Proben 85 und 88 konnte Müller eine reiche Nannoflora nachweisen: *Cyclicargolithus abisectus*, *C. floridanus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Sphenolithus belemnus*, *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera perch-nielseniae*, *H. euphratis*, *H. carteri*, *Discolithina desueta*, *D. multipora*. Diese Vergesellschaftung spricht für eine Einstufung in die Nannozone NN 3. Im hangenden Schichtpaket der Mergel und Sandsteine (Proben 92–100) finden sich nur benthonische Foraminiferen, einige Ostracoden und Makrofossilien, sowie Echinodermstacheln. Eine biostratigraphische Einstufung ist mit dieser Fauna nicht erzielt worden. Zusammenfassend kann die Abfolge in diesem Profil in den Bereich Oberoligozän bis Burdigalien (Nannozone NN 3, bzw. *G. trilobus* Zone) eingestuft werden. Nach den lithologischen und biostratigraphischen Beobachtungen kann angenommen werden, daß die blauen Mergel im Liegenden der diskordant auflagernden Konglomerate nicht mehr zur Tsotilion Formation sondern zur Pentalofon Formation gehören.

KALOCHION II (Abb. 20–23): Es handelt sich um das nördlichste Profil, das am Fluß Venetikos beginnt, etwa 1,5 km NE Eleutherochorion. Es verläuft in NE Richtung, am Dorf Kalochion vorbei, kreuzt den Aliakmon und endet an der Straße Poros–Knidi.

Lithostratigraphie: Die Schichtmächtigkeit beträgt rund 210 m. Streichen der Schichten wiederum SW–NE und Einfallen um 5°. Das tiefste Schichtglied besteht aus massigen Konglomeraten und hat eine Dicke von 60 m. Im tieferen Teil treten nur Ophiolitgerölle auf, dann überwiegen Karbonate. Die Gerölle haben einen Durchmesser bis zu 3 cm. Eingeschaltet finden sich dünne Lagen blaugrauer und gelber Mergel, die im oberen Abschnitt schwarzgrau werden. Im oberen

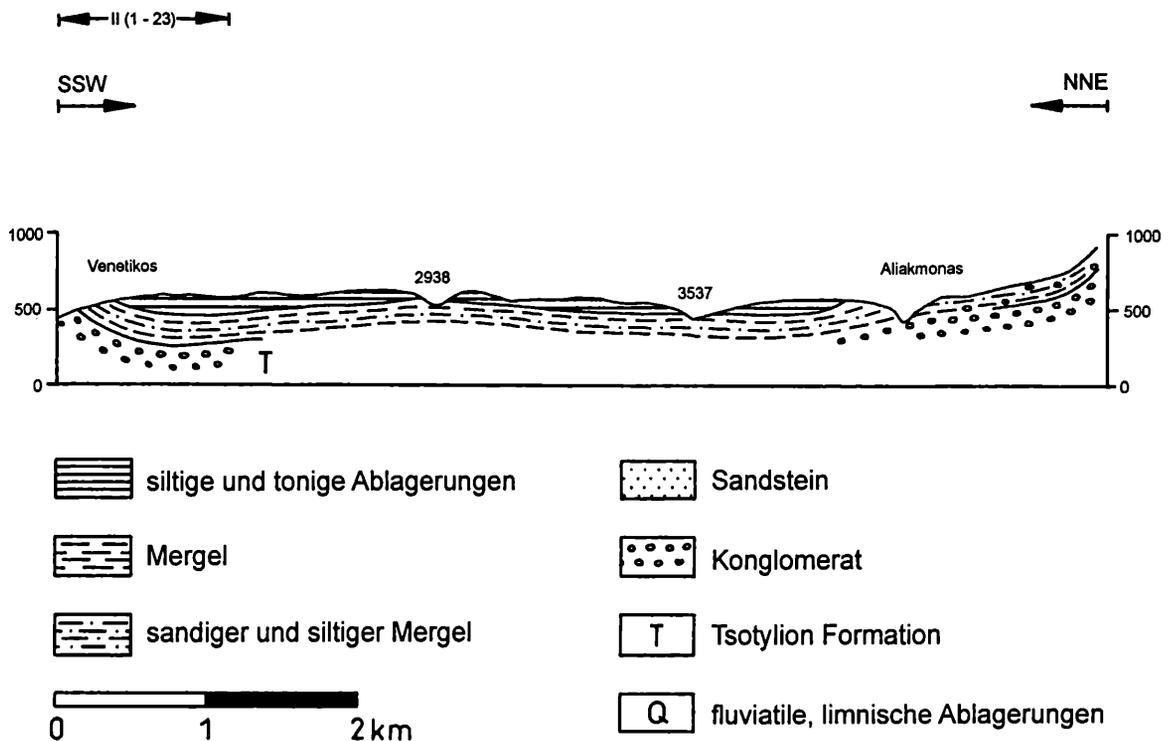


Abb. 20: Querprofil Kalochion II.

Teil dieser Schichtfolge treten auch Einschaltungen von sandigen Mergeln und Sandsteinen auf, die vereinzelt Kalkgerölle enthalten. Dann folgen 120 m wechsellagernd blaugraue und rötliche, in den oberen Schichten auch weißliche Mergel und sandige Mergel. Im Mittelabschnitt dieser Abfolge sind zwei Bänke von 6–8 m schwach verfestigten Konglomeraten eingeschaltet. Sie bestehen aus kalkigen Komponenten. An der Basis der unteren Konglomeratbank ist ein bräunlich oxydierter Sandsteinhorizont entwickelt. Das oberste Schichtglied hat eine Dicke von 30 m. Es beginnt mit einem 8 m mächtigen Konglomerat aus Kalkgeröllen, das in eine Abfolge von Sandsteinen und Mergel (5–8 m) übergeht. Darüber folgen etwa 20 m Wechsellagerungen von Sandsteinen und Mergeln mit vereinzelt Geröllen. An verschiedenen Stellen wurden in diesen Schichten inkohlte Baumstämme gefunden. Das Profil wird von horizontal geschichteten, siltigen und tonigen Quartärablagerungen verschiedener Mächtigkeit bedeckt.

Biostratigraphie (Abb. 22–23): Aus der liegenden Schichtfolge wurden die Proben Nr. 1–7 untersucht. Sie enthalten häufig benthonische Foraminiferen, unter denen das Auftreten von *Miogypsina* und *Miogypsinoides* (Oberoligozän–Untermiozän) zu erwähnen ist. Daneben finden sich selten Ostracoden und Steinkerne von Bivalven und Gastropoden. Aus den schwarzgrauen Mergeln (Probe 5) wurde von Ioakim eine diverse Mikroflora bestimmt, die eine Einstufung in das Untermiozän ermöglicht. Aus dem pelitischen Schichtglied wurden 13 Proben (Nr. 8–20) untersucht, die eine reiche Fauna benthonischer und

planktonischer Foraminiferen führen. Mit dem Nachweis von *Globigerinoides trilobus*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globorotalia cf. kugleri* und *Gr. kugleri* ist eine biostratigraphische Einstufung in die *Globorotalia kugleri* Zone (Grenzbereich Oligozän/Miozän) möglich.

Bei Kalochion, am Weg zum Graben Kalochitiko, wurde aus schwarzen, sandigen Tonmergeln mit schlecht erhaltener Fauna und vielen Molluskensplintern durch Rögl und Mitarbeiter eine kleine Fauna von Korallen und Pectiniden aufgesammelt.

Bestimmung: Steininger (Wien)

Rö 75–86: Mollusca: Bivalvia: *Flabellipecten burdigalensis* (LAMARCK, 1809)

Gastropoda: *Turritella (Haustator) venus* d'ORBIGNY, 1852

Cerithiidae

Anthozoa: Scleractinia

In der Tsotilion Formation östlich von Profil Kalochion II, SW des Ortes Agapi, wurden an der Straße nach Kalochion in einem Straßenprofil durch Rögl und Mitarbeiter Fossilaufsammlungen durchgeführt. Das Profil beginnt am Straßenhang S der Brücke über den Aliakmon über Konglomeraten. Es folgen Tone, Mergel und Schotter.

Bestimmung durch Steininger (Wien)

Rö 71–86: Gelbliche Tone im tieferen Profilabschnitt. Mollusca: Bivalvia: *Atrina* sp., *Polymesoda convexa* (BRONGNIART, 1822); Gastropoda: *Pirenella picta mitralis*, *Pirenella* sp., *Tympanotonus margaritaceus* (BROCCHI, 1814), *Terebralia* sp. (besonders großwüchsige Formen), *Bittium* sp., *Cerithium cf. egerense*

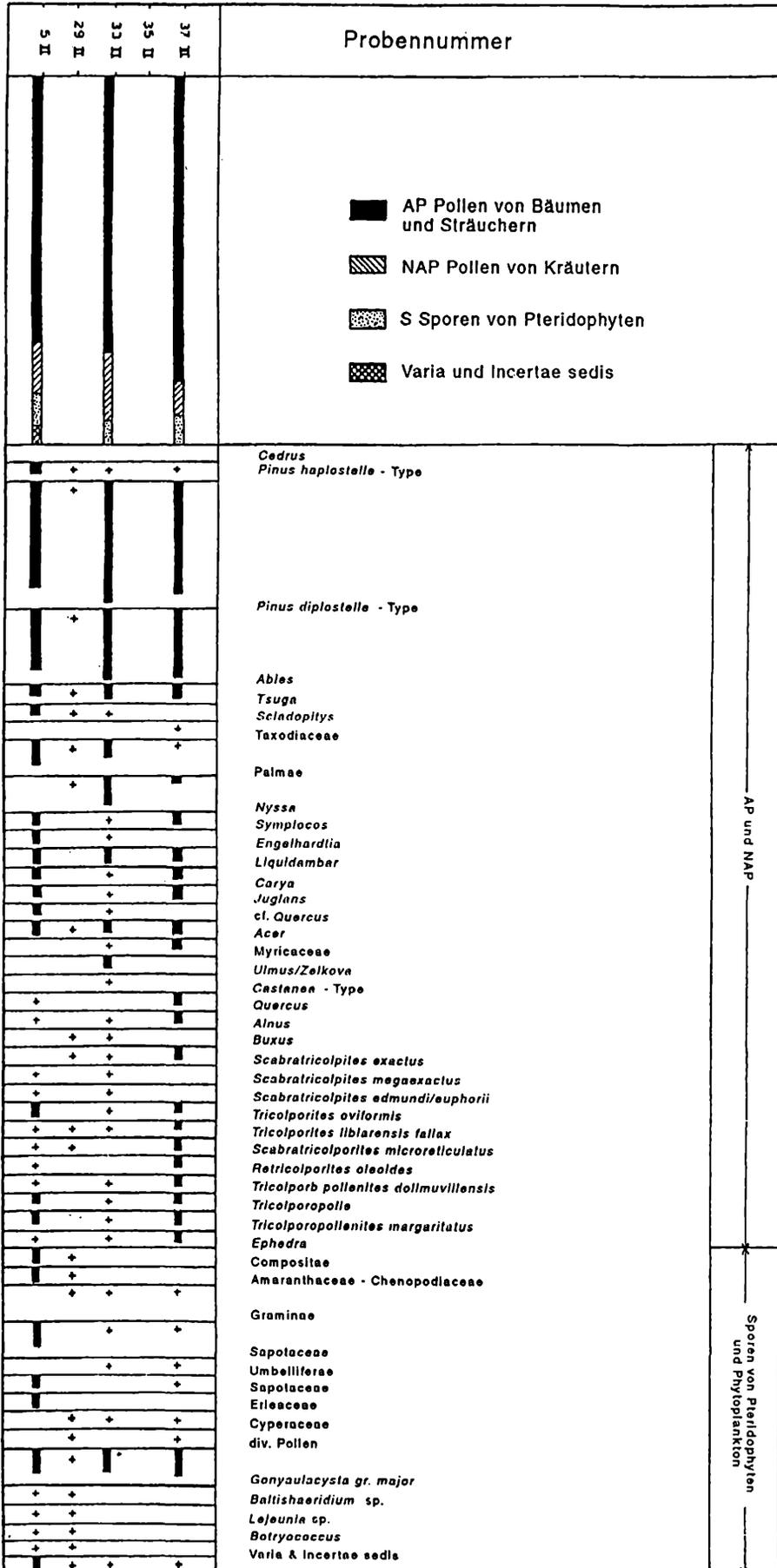


Abb. 21: Palynologisches Diagramm des Profils Kalochion II.

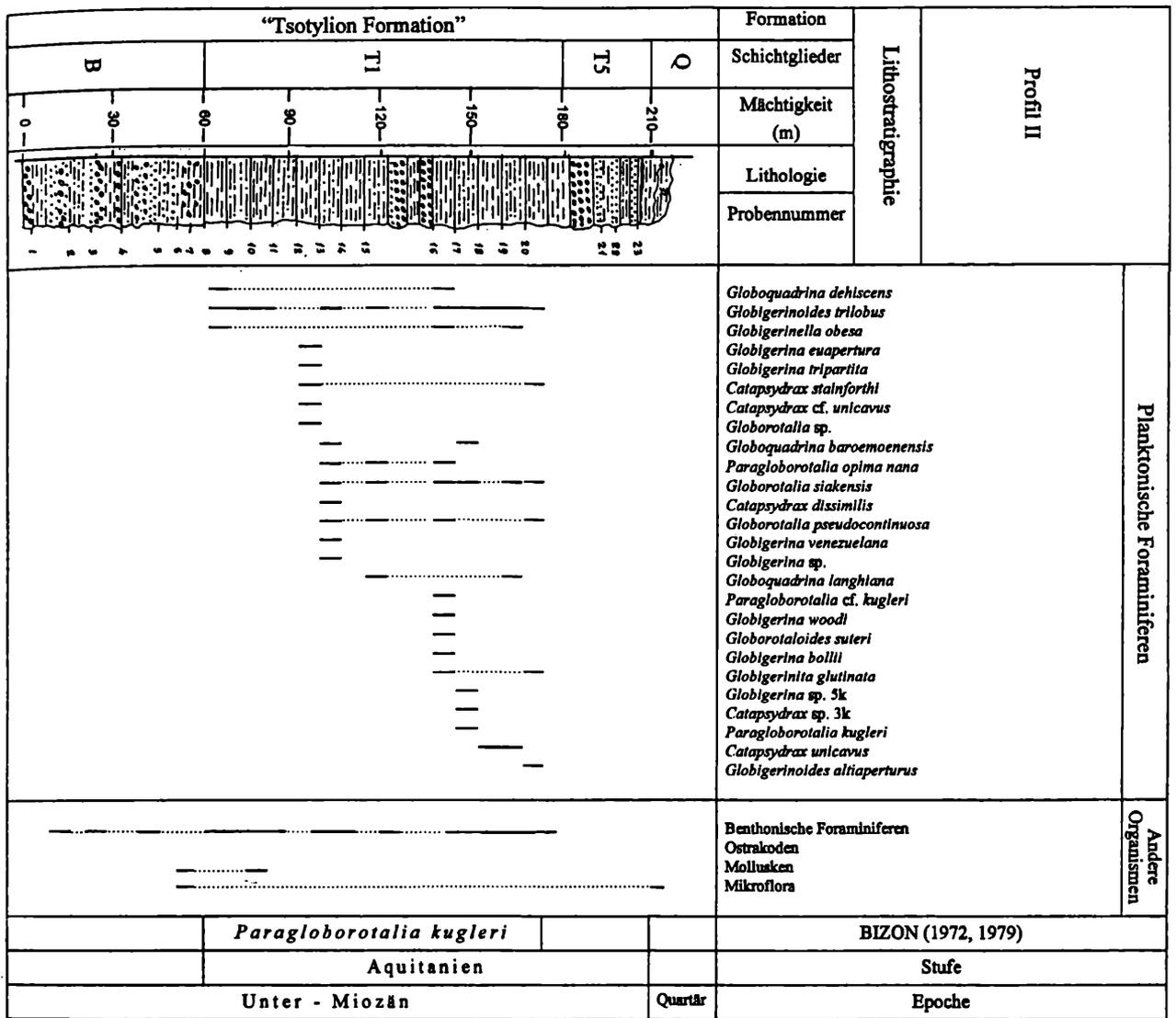


Abb. 22: Stratigraphische Verbreitung der planktonischen Foraminiferen und der sonstigen Fossilreste im untersuchten Profil Kalochion II.

GABOR, 1936, *Galeodes semseyiana* (ERDÖS, 1900). Rö. 72–1986: Dunkelbraune Tone mit Mergelbänken und Lage von *Tympanotonus*.

Mollusca: Gastropoda: *Pirenella plicata* (BRUGUIERE, 1792), *Tympanotonus margaritaceus* (BROCCHI, 1814).

Rö. 73–1986: In der darüber folgenden Ton- und Mergelabfolge des mittleren Profilverteiles finden sich häufig Polymesoden, „Cerithien“ und viele Pirenellen. Mollusca: Bivalvia: *Polymesoda convexa* (BRONGNIART, 1822), *Dosinia* sp.; Gastropoda: *Melanopsis impressa* ssp., *Pirenella picta mitralis*, *Pirenella* sp., *Tympanotonus margaritaceus* (BROCCHI, 1814), *Terebralia* sp. (besonders großwüchsige Formen), *Bitium* sp., *Galeodes semseyiana* (ERDÖS, 1900).

Rö. 74–1986: Im Hangenden folgen Mergel und feinkörnige Sandsteine mit einer reichen Blattflora. Darüber folgen wiederum Tone mit *Tympanotonus*.

Im hangenden Schichtglied (Proben 21–23, 29, 33, 35,

37) wurde keine Mikrofauna gefunden. Es war jedoch Frau Dr. Ch. Ioakim möglich durch palynologische Untersuchungen eine Einstufung in das Untermiozän zu erzielen (Abb. 22). Die Flora weist eine Dominanz von Pinaceae, Taxiodaceae und Cupressaceae auf. Palmae, Juglandaceae, Cupuliferae, Myricaceae, Araliaceae, Oleaceae, Compositae, Gramineae und Pteridophyten sind in manchen Proben mit größeren Prozentzahlen vertreten. Das Phytoplankton führt *Gonyaulacysta* cf. *major*, *Baltisphaeridium* sp. und *Lejeunia* sp. und weist auf seichtes Ablagerungsmilieu hin. Für das Oligozän charakteristische Arten fehlen, für das Untermiozän sind folgende Arten wichtig: *Tricolporopollenites dolimuvillensis*, *T. microcoryphaeus*, *Scabra microreticulatus*. Aus der Auswertung der palynologischen Untersuchung und der Foraminiferenfauna wird die Abfolge des Profiles Kalochion II in das Untermiozän, Aquitaniens, eingestuft.

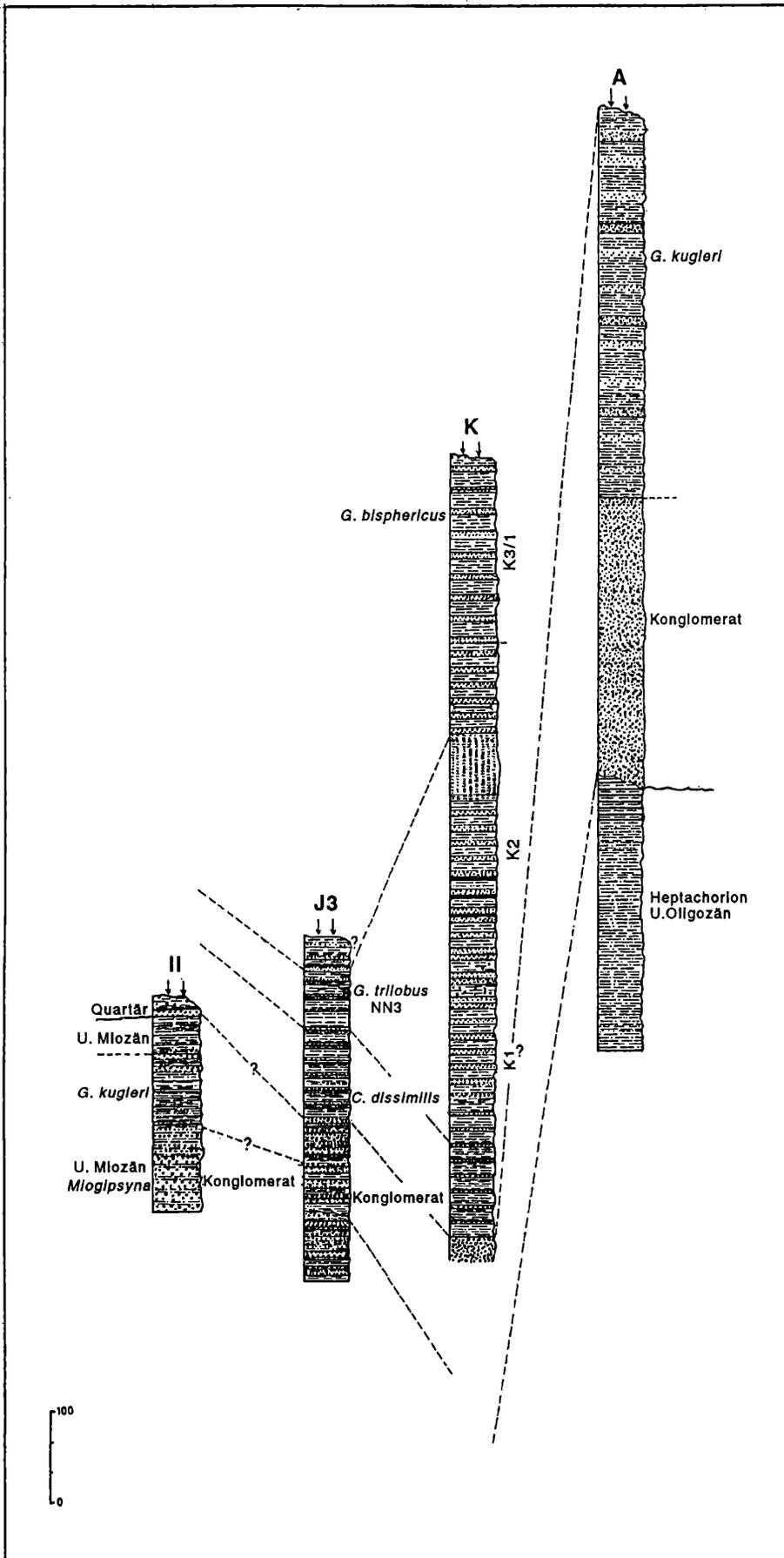


Abb. 23: Korrelation der Litho- und Biostratigraphie der Profile Asproklisia (A), Karperon (K1, K2, K3/1), Itca J3, und Kalochion II.

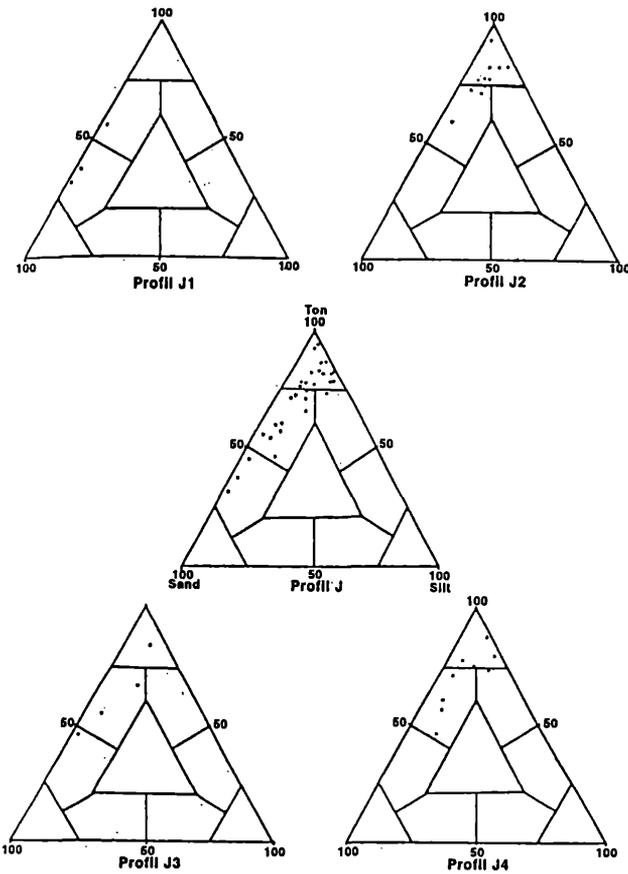


Abb. 24: Die Proben des Profils Ita (J) im Benennungsdreieck Sand-Silt-Ton (SHEPPARD, 1973).

6. Korrelation der Litho- und Biostratigraphie

Mit Hilfe der untersuchten vier Profilschnitte durch das Becken von Grevena wurde versucht, eine lithologische Definition der Tsotilion Formation in diesem Teil des Mesohellenischen Beckens zu erreichen und sie biostratigraphisch einzustufen (Abb. 24). Die Schwierigkeiten der Definition beruhen auf dem starken Wechsel in der Sedimentation von Konglomeraten, Sandsteinen und Mergeln, der auch horizontal nicht konstant ist. Faziesverzahnungen treten auf verhältnismäßig kurze Distanzen auf. Das Typusgebiet der Tsotilion Formation liegt im NW Teil der Mesohellenischen Senke und ist nach dem Ort Tsotilion benannt (BRUNN, 1956). Diese Formation ist nur generell nach ihrer Lithologie und ihrem Fauneninhalt beschrieben und in das Burdigalien eingestuft. Eine Typuslokalität oder ein Typusprofil wurde nicht definiert.

Basis der Tsotilion Formation

Im Südteil des Beckens von Grevena, am Westrand des Beckens, nördlich von Kalambaka, transgrediert die Tsotilion Formation mit einer Winkeldiskordanz auf einer rötlichen Mergelserie mit kohligem Zwischenlagen, die als Heptachorion Formation betrachtet wird. Diese Formation wurde im Profil von Asproklisia mit Hilfe der Palynologie in das Unter- bis Mitteloligozän eingestuft. Die Tsotilion Formation transgrediert mit

einem basalen Konglomerat. Im zentralen Becken von Grevena ist die Basis der Tsotilion Formation im Profil Ita J3 aufgeschlossen. In der antiklinalen Aufwölbung zwischen zwei Teilbecken treten blaue Mergel und Sandsteine auf. Nach der Molluskenfauna sind sie in das Oberoligozän zu stellen. Sie werden der Pentalofon Formation zugerechnet. Dieses Schichtglied endet mit einem kaum verfestigten Konglomerat, auf das mit Winkeldiskordanz die basalen Konglomerate der Tsotilion Formation transgredieren. Diese Transgression auf unterschiedliche Formationen weist auf eine starke erosive Phase am Ende des Oligozäns, nach der Ablagerung der Pentalofon Formation hin.

Lithologische Ausbildung der Tsotilion Formation:

Im Becken von Grevena zeigt die Tsotilion Formation eine vom Typusgebiet im Norden abweichende Entwicklung. Folgende Sedimentationseinheiten lassen sich unterscheiden:

a) Basalkonglomerat: An der Basis der Tsotilion Formation konnte in den Profilen Asproklisia und Ita J 3 ein transgressives Basalkonglomerat nachgewiesen werden. Die Konglomerate zeigen gut gerundete Gerölle, auf der Westseite des Beckens mit Einlagerung von gerundeten, großen Blöcken. Die Komponenten bestehen vorwiegend aus Karbonaten, nur zum geringeren Teil aus Ophioliten und kristallinen Schiefen der Pelagonischen Zone. Der gleichen Konglomeratschüttung werden auch die Konglomerate zugerechnet, die an der Basis der mergeligen Abfolgen der Tsotilion Formation in den anderen Profilen auftreten. Alle diese Konglomerate zeigen eine sehr starke Verfestigung und weisen auf der Westseite des Beckens einen deutlichen Anteil an ophiolitischen Geröllen auf. Diese Konglomerate sind auf der Westseite auch wesentlich mächtiger (Profil Asproklisia 300 m, Ita J1 180 m aufgeschlossen); an der Ostseite im Profil Ita J 3 beträgt die Mächtigkeit nur 50 m.

b) Tsotilion Mergel: Die feinklastische Abfolge der Tsotilion Formation weist eine sehr starke lithologische Variabilität auf. Wechsellagerungen von Mergeln und Sandsteinen dominieren. Es wird versucht diese lithologische Abfolge entsprechend ihrer biostratigraphischen Gliederung in den einzelnen Profilen zu vergleichen, um bessere Bezugsmöglichkeiten zu haben.

Im Profil von Asproklisia treten 400 m gelblich-weißer Mergel und Sandsteine auf, die in die „*Globorotalia kugleri*“ Zone gestellt werden. Im nördlichsten Profil, Kalochion II, finden sich ebenfalls Ablagerungen des Aquitanien mit 120 m blaugrauen, rötlichen und im Hangenden weißlichen Mergeln. In beiden Profilen treten untergeordnet Konglomerateinschlüssen auf. Generell tritt in allen Profilen im unteren Burdigalien (*Catapsydrax dissimilis*-*Globigerinoides altiapertura* Zone) eine Wechsellagerung von Mergeln und Sandsteinen auf. Diese Zone fehlt im südlichsten Profil von

Asproklisia durch Erosion. Im Profil von Karperon wurde diese Zone im Abschnitt K1 nachgewiesen. In der dort aufgeschlossenen Schichtfolge, mit einer Wechsellagerung von weißlichen und blaugrauen Mergeln und Sandsteinen, können ungefähr 80 m in die *C. dissimilis*–*G. altiapertura* Zone gestellt werden. In den Profilen von Itea wird in allen Profilen ein entsprechender Abschnitt dieser Zone zugeordnet. Im Profil J1 treten weißliche und gelbliche Mergel auf, die im unteren Bereich Einschaltungen von Sandsteinen und Schotterlagen aufweisen; insgesamt gehören etwa 100 m in diese Zone. Im Profil J2 ist der Kontakt zum Basalkonglomerat nicht aufgeschlossen. Von den untersuchten blaugrauen, z.T. sandigen Mergeln mit Sandsteineinschaltungen gehören rund 150 m in diese Zone des unteren Burdigalien. Erst im Profil J3 ist wieder die gesamte Abfolge aufgeschlossen und etwa 100 m der weißlichen und blauen Mergel mit Sandsteinlagen gehören hierher.

In den Profilen von Itea und Karperon folgt über dem Abschnitt mit der *C. dissimilis*–*G. altiapertura* Zone ohne lithologischen Wechsel oberes Burdigalien (*Globigerinoides trilobus* Zone). Im Profil Karperon K1 sind wechsellagernd weißlichgelbe und blaugraue Mergel und Sandsteine aufgeschlossen. Die Mächtigkeit beträgt ungefähr 70 m. Die Schichtfolge setzt sich ohne Unterbrechung im Profil K2 fort. Die Wechsellagerung von Mergeln und Sandsteinen hat eine Mächtigkeit von etwa 330 m, darüber folgt 70 m blauer Ton, der ebenfalls in diese Zone gehört. Das Profil K4 liegt auf der Ostseite des Beckens. Dort folgen weißgelbe und blaugraue Mergel mit Sandsteineinschaltungen, die bereits in die *G. trilobus* Zone gehören, konkordant über dem Basalkonglomerat. Das bedeutet, daß hier im Nordflügel auch noch das untere Burdigalien mit der *C. dissimilis*–*G. altiapertura* Zone in Konglomeratfazies entwickelt ist. Im Profil Itea J1 besteht die Lithologie der *G. trilobus* Zone aus Mergeln, sandigen Mergeln und Tonen mit zyklischen Sandsteineinschaltungen. Die Mächtigkeit beträgt etwa 100 m. Auch im Profil J2 geht die Sedimentation in einer Wechselfolge von Mergeln und Sandsteinen weiter. Die Mächtigkeit der Zone beträgt ebenfalls 100 m. Das Profil endet mit einer Erosionsfläche. Im Profil J3 liegt in einer Mächtigkeit von 50 m die gleiche Wechsellagerung von Mergeln und Sandsteinen vor. Diese hangenden Mergel und Sandsteine enthielten kein Plankton und wurden biostratigraphisch nicht näher eingestuft.

Die jüngsten, marinen Sedimente (oberstes Burdigalien, *Globigerinoides bisphericus* Zone) in den untersuchten Profilen konnten nur im Profil Karperon, im zentralen Bereich der Synklinale nachgewiesen werden. Im Profilverteil Karperon K2 folgen über den blauen Tonen der *G. trilobus* Zone rund 100 m gelbliche Mergel mit dünnen Sandsteinlagen. Im Profil K3 reicht die Schichtfolge etwas höher hinauf, hat eine Mächtigkeit

von rund 200 m und besteht ebenfalls aus einer Wechsellagerung von Mergeln und dünnen Sandsteinbänken, die aber gegen Hangend zunehmen. In beiden Profilen endet die Schichtfolge mit einer Erosionsoberfläche. Im Profil K4 ist diese Zone in gleicher Lithologie eines Wechsels von Mergeln und Sandsteinen entwickelt, aber bis auf 50 m erodiert.

Im nördlichsten Profil von Kalochion II beginnen die hangenden 30 m mit einem Kalkkonglomerat, das in Sandsteine und Mergel übergeht. Durch palynologische Untersuchungen sind sie in das Untermiozän eingestuft, eine genauere Einstufung war nicht möglich. Die Korrelation zu den grobklastischen Einschaltungen von Itea J1 ist fraglich. Am top der Abfolge im Profil J1 folgen 60 m Kalke und eine Konglomeratbedeckung, für die keine biostratigraphische Einstufung möglich war. Eine Korrelation dieser Ablagerungen mit den anderen Profilen konnte ebenfalls nicht durchgeführt werden. Ob diese Schichtfolge der Odria Formation im Nordteil der Mesohellenischen Senke entspricht, ist wegen der zu großen lithologischen Unterschiede nicht zu klären.

Biostratigraphische Einstufung der Tsotilion Formation

Basalkonglomerat: In den Profilen Asproklisia und Itea J 3, in denen die Transgressionsbasis aufgeschlossen ist, enthalten die Mergeleinschaltungen keinerlei Fauna. Eine biostratigraphische Einstufung durch palynologische Untersuchungen im Profil Kalochion II ergibt für diese Schüttungen ein untermiozänes Alter. Dies wird auch durch das Auftreten von Miogypsinen in den Profilen Kalochion II und Itea J1 bekräftigt. Dieses Auftreten kann mit dem Großforaminiferen-Horizont in Verbindung gebracht werden, der im Mediterran im Aquitanien weit verbreitet ist (ADAMS & al., 1983; BUTT, 1966; DROOGER, 1979; VERVLOET, 1966). Die gesamte stratigraphische Ausdehnung der Ablagerung dieser Konglomerate wird durch die überlagernden feinkörnigen Sedimente der Tsotilion Formation belegt, die sowohl im Aquitanien als auch im Burdigalien einsetzen. Nach den Ergebnissen von Profil Karperon K 4, auf der Ostseite des Beckens, wo erst in der *G. trilobus* Zone die Sedimentation der Tsotilion Mergel einsetzt, umfaßt daher das Basalkonglomerat eine Zeitspanne von Aquitanien bis unteres Burdigalien und ist zeittransgressiv sedimentiert.

Tsotilion Mergel: In der mergeligen Schichtfolge konnten folgende stratigraphischen Einheiten unterschieden werden:

Untermiozän, Aquitanien, *Globorotalia kugleri* Zone: Biostratigraphisch ist diese Zone im Mesohellenischen Becken durch das Auftreten von *Globoquadrina dehiszens*, *Globigerina kugleri* und *Globigerinoides trilobus* charakterisiert. Mit dem Auftreten von *G. dehiszens* ist die Einstufung in den jüngeren Abschnitt der *G. kugleri* Zone, und damit in das Aquitanien be-

gründet. Der Nachweis dieser Stufe in den Profilen von Asproklisia und Kalochion II zeigt eine sehr unterschiedliche Mächtigkeit von 400 m, bzw. 120 m. Die vorwiegend aus der Tsotilion Formation aufgesammelte, teilweise reiche Molluskenfauna (Bestimmung: Steininger, Wien) entspricht dem Faunentypus des oberen Egerien in der Zentralen Paratethys (Fauna der Linzer Sande, Fauna der Windt'schen Ziegelei in Eger). Die Fauna unterscheidet sich deutlich von den Molluskenfaunen im Becken der Aquitaine. Zur stratigraphischen Reichweite dieser Fauna läßt sich feststellen, daß sie im oberen Oligozän einsetzt und noch das Aquitan umfaßt (Großforaminiferen-Horizonte mit *Miogypsina septentrionalis* bis *Miogypsina gunteritani*). Die Molluskenfauna des Eggenburgien (unteres Burdigalien) ist deutlich davon zu unterscheiden und tritt im Mesohellenischen Becken erst in der Odria Formation auf.

Untermiozän, unteres Burdigalien, *Catapsydrax dis-*

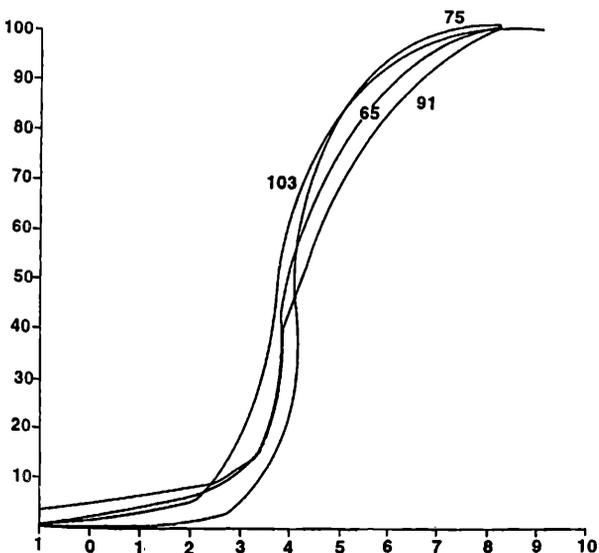
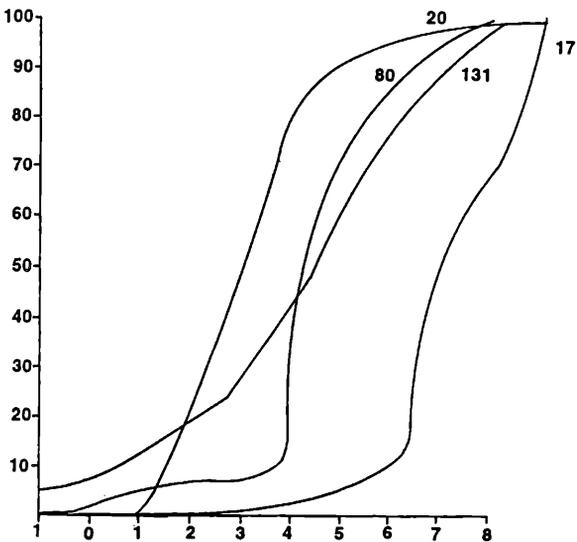


Abb. 25: Kornsummenkurven im halblogarithmischen Netz von Proben der Profile Itea (J1, J2, J3, J4).

similis-*Globigerinoides altiapertura* Zone: Das FAD von *G. altiapertura* definiert diese Zone. In den Sedimenten der Tsotilion Formation ist diese Art eher selten anzutreffen. Daher wird diese Zone durch die Begleitfauna mit *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides immaturus*, *Catapsydrax dissimilis*, *Globorotalia siakensis* und *Globigerina woodi* charakterisiert. Mit kalkigem Nannoplankton wurde durch Nachweis der Zonen NN 2/3 diese Einstufung bekräftigt. Die Mächtigkeit dieser Zone beträgt in den Profilen 80 bis 150 m.

Unteres Miozän, oberes Burdigalien, *Globigerinoides trilobus* Zone: Diese Zone ist durch das LAD von *Catapsydrax dissimilis* definiert. Die Planktonfauna ist durch das Vorkommen von *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides quadrilobatus*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globorotalia mayeri* und vor allem durch *Globorotaloides variabilis* bestimmt. Das Auftreten dieser letzten Art wird als Ersatz des LAD von *C. dissimilis*, womit die Untergrenze dieser Zone bestimmt ist, verwendet. Das seltene Vorkommen von *C. dissimilis* ist in diesem Gebiet für eine stratigraphische Zonierung nicht verwertbar. In diesem Bereich konnte mit Hilfe des Nannoplanktons eine Einstufung in die Zone NN3 vorgenommen werden. Die Mächtigkeit dieser Zone schwankt zwischen 50 m in Profil Itea J3 und 400 m in Karperon K2.

Untermiozän, oberstes Burdigalien, *Globigerinoides bisphericus* Zone: Die planktonischen Foraminiferen weisen eine ähnliche Vergesellschaftung wie in der *G. trilobus* Zone auf, führen aber als Indexfossil *Globigerinoides bisphericus*, dessen FAD die Basis dieser Zone kennzeichnet. Diese Zone erreicht in den Profilen Karperon K2 und K3 eine Mächtigkeit von 100 m, bzw. 200 m, endet aber mit einer Erosionsfläche.

7. Granulometrische und mineralogische Analyse

7.1. Granulometrische Analyse

Untersuchungsmethode:

Für die sedimentologische Untersuchung der Mollas-sesedimente wurden 4 Profile ausgewählt, die mit den entsprechenden stratigraphischen Sektionen ident sind, außer bei Profil J4. Dieses liegt an der Straße zum Dorf Pontini.

Die Laboranalysen beinhalten die Bestimmung der Korngrößenparameter. Die Korngrößenanalysen wurden durch mechanisches Sieben, die Korngrößenklassifizierung der Tone mit der „Pipetten Methode“ durchgeführt. Zur besseren Darstellung der Korngrößenanalysen wurden für jede Probe Häufigkeitssummenkurven gezeichnet. Bei diesen Kurven wird die Prozentsumme jedes Bruches in Beziehung zum entsprechenden Durchmesser der Körner in $F (\varnothing = \log 2, \zeta, \zeta = \text{Maß der Körner in mm})$ dargestellt.

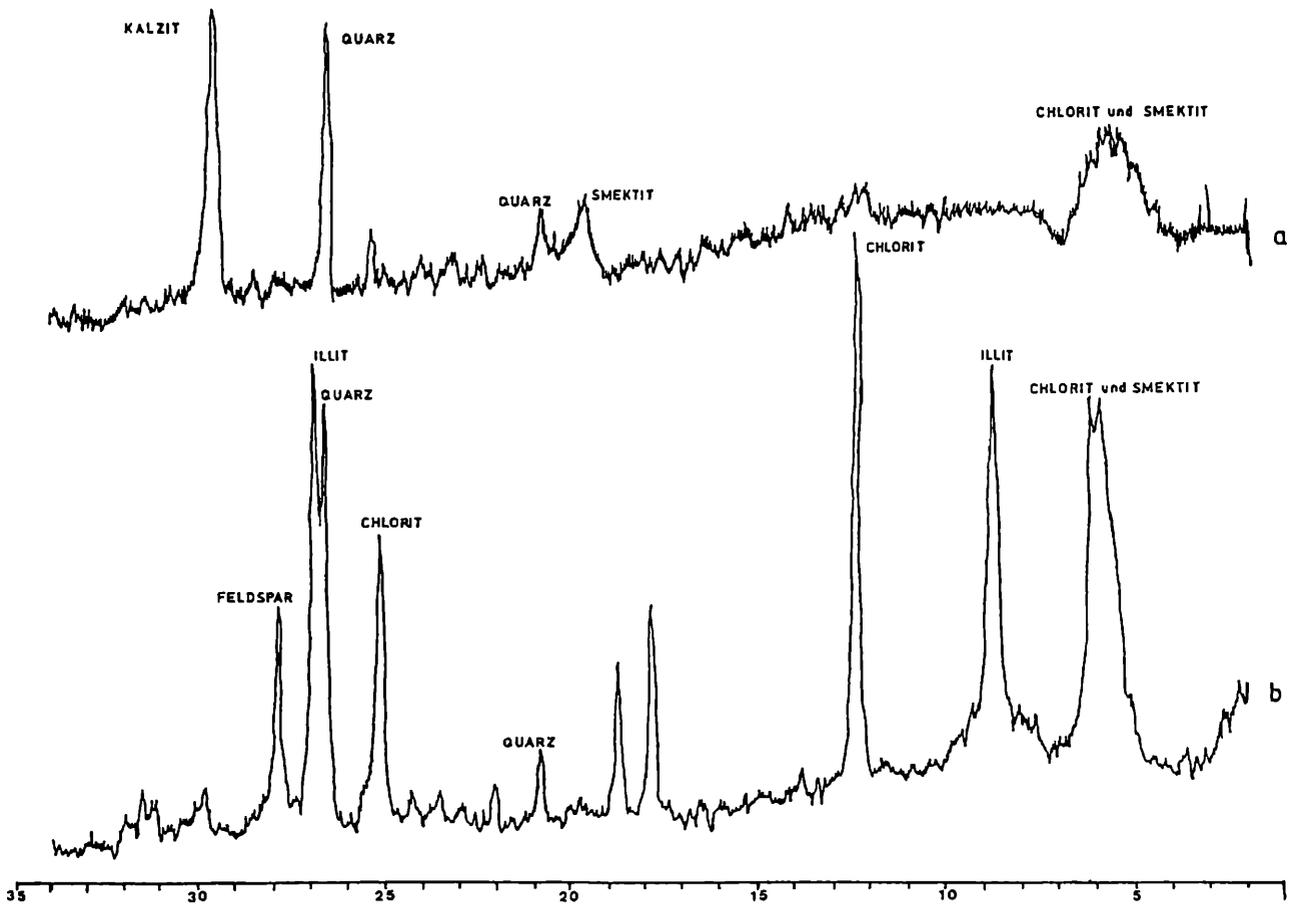


Abb. 26: Die Mineralverteilung in den Proben. (a: 2111 = schlechte Mineralkristallisation und b: 116 = gute Mineralkristallisation).

PROBEN- NUMMER	SAND %	SILT %	TON %	SEDIMENTBENENNUNG (SHEPPARD, 1973)	M_z	σ_1	SK_1	K_0
25	10.1	90.0	0.0	SILT	4.50	0.82	0.77	1.21
20	67.1	2.1	30.9	TONIGER SAND	2.88	1.35	0.05	1.13
17	1.7	17.0	81.3	TON	7.25	1.21	0.21	0.84
15	16.0	82.0	2.0	SILT	6.43	1.64	-0.91	2.75
6	61.7	3.4	34.9	TONIGER SAND	3.97	1.42	0.16	1.53
2	42.3	4.4	53.3	SANDIGER TON	3.87	1.14	0.19	1.74

Tabelle 1: Profil J1. Sand-Silt-Ton-Verhältnis Sedimentbenennung nach dem Benennungsdiagramm (SHEPPARD, 1973) und Granulometrische Parameter, in Phi-Werten gerechnet (FOLK, 1965; 1974).

Bei den Kornsummenkurven wird der prozentuale Anteil des Gewichtes an Sand, Ton und Silt berechnet, wobei das Material von -1.0ϕ bis 4.0ϕ als Sand, von 4.0ϕ bis 8.0ϕ als Silt und für Werte größer als 8.0ϕ als Ton bezeichnet wird. Die lithologische Bezeichnung der Proben wurde gemäß dem Diagramm Sand-Silt-Ton von SHEPPARD (1973) bestimmt (Abb. 24). Außerdem wurde mit Hilfe der Kornsummenkurven (Abb. 25) und nach der mathematischen Relation (FOLK, 1965, 1974) versucht, Folgerungen über den Ablagerungsraum der Sedimente zu ziehen.

Resultate

a. Basalkonglomerat (Tab. 1):

Die kumulativen Kurven der Proben aus diesen Sedimenten zeigen, daß das grobe Sediment nicht gut sortiert ist. Die Werte des "Graphic Mean (M_z)" der Körner zeigen relativ grobes Sediment. Die Werte der "Inclusive Graphic Standard Deviation (σ_1)" zeigen, daß das Sediment schwach abgestuft ist. Das bedeutet, daß das Sediment in einer Umgebung mit intensiver Sedimentation und niedriger Energie abgelagert wur-

de. Die positiven Werten des "Inklusive Graphic Skewness (SK_i)" zeigen, daß in den Sedimenten eine Durchmischung besteht und während der Sedimentation eine Suspensionszufuhr von feinkörnigem Material erfolgte. Die Werte der "Graphic Kurtosis (K_G)" zeigen, daß die Kurven flach verlaufen. Das bedeutet, daß die mittelgroßen Körner eine bessere Sortierung zeigen als kleine und größere.

b. Mergel und Sandsteine des Burdigalien (Tab. 1–4): Die kumulativen Kurven der Proben aus diesen Sedimenten zeigen eine hohe Korngrößenvielfalt. Die Proben aus den obersten Einheiten haben das gröbere und das feinste Material besser sortiert. Das "Graphic Mean (M_z)" der Molassesedimente dieser Einheit zeigt ein relativ grobes Sediment. Die Werte der "Inclusive Graphic Standard Deviation (σ_i)" zeigen eine verschiedene Abstufung. Die Werte der "Inclusive Graphic Skewness (SK_i)" sind positiv, mit sehr wenigen Ausnahmen mit negativen Werten. Die Werte der "Graphic Kurtosis (K_G)" zeigen, daß die Kornsummenkurven leptokyrtyc sind. Das bedeutet, daß die mittleren Körner besser sortiert sind als die groben und feinen. Es gibt auch wenige Ausnahmen.

7.2. Mineralogische Analyse

Untersuchungsmethode:

Die Mineralzusammensetzung der Proben wurde mit Röntgen-Diffraktometrie (Strahlen -X vom Typ 113000) an der Abteilung für Geowissenschaften der Technischen Universität Athen untersucht. Die Funktionsbedingungen des Apparates waren: Cu-Lampe, Ni-Filter, Spannung 40 KV, Lampenstärke 20 mA, Geschwindigkeit der Winkelmessers 1/min., Registrierungsempfindlichkeit 4.100 Stöße im vollen Maßstab. Die Bestimmung der Blattsilikate wurde an orientierten Proben durchgeführt:

- an der Luft getrocknet
- in Aethylenglykose präpariert
- nach einer Erhitzung auf 500° C.

Die Bestimmung der prozentualen Zusammensetzung nach KLUG & ALEXANDER (1954) beruht auf folgendem Prinzip: Die Intensität einer bestimmten Reflexion eines Minerals, die auf dem Strahlendiagramm erscheint, ist der Menge des Minerals direkt proportional. Dabei wird die Absorption der Strahlen des untersuchten Materials berücksichtigt.

Der Prozentanteil der Karbonatminerale wurde mit dem Kalzimeter und Analogien von Kalzit und Dolomit mit Quantimetrie der Intensität (104) der Strahlendiagramme bestimmt. Der Gehalt an Quarz wurde durch die Quantimetrie der Intensität (101) oder (100), gemäß eines Standards aus einer Mischung von reinem Quarz, Kalzit und Chlorit im Verhältnis 1:1:1 bestimmt. Nach gleicher Art und Weise wurde auch der Teilprozentanteil der Feldspäte durch Quantimetrie der Intensität (002, 202) für Kalifeldspat und (002, 040) für Plagioklas bewertet.

Die Prozentanteile der gesamten Blattsilikate konnten bei jeder Probe in der Prozentdifferenz der Summe von Karbonat, Quarz und Feldspatzuständen bestimmt werden. Aus der Größe der Reflexionsintensitäten (002) für Illit, (002) für Chlorit, (001) für Smektit und (001) für Serpentin bei orientierten Proben, in Aethylenglykol präpariert, wurde das innere Mengenverhältnis bewertet.

Resultate

a. Basalkonglomerat (Tab. 5): Die Sedimente aus den Schichten zwischen den Bänken der basalen Konglomerate im Profil J1 enthalten nur Kalzit, keinen Quarz oder Feldspat. An Blattsilikaten sind nur Smektit und Serpentin vorhanden. Dies bedeutet, daß der Smektit ein Verwitterungsprodukt von Serpentin ist.

b. Mergel des Aquitanien (Tab. 6): Die Sedimente enthalten Kalzit und Dolomit, Quarz und in zwei Proben auch Feldspat. An Blattsilikaten sind meistens Smektit und in zwei Proben auch Serpentin vorhanden.

c. Mergel und Sandsteine des Burdigalien (Tab. 7–9): Die Sedimente enthalten Kalzit, Quarz, Feldspäte und an Blattsilikaten Smektit, Illit und Chlorit. Das Profil J2 enthält auch Serpentin.

Zusammenfassend ergibt eine quantitative Schätzung der mineralogischen Probenzusammensetzung: Die Basalkonglomerate enthalten Kalzit, Feldspat und Serpentin. Die Aquitanmergel enthalten Kalzit, Feldspat, Smektit, Serpentin, Dolomit und Quarz. Die Burdigalmergel und Sandsteine enthalten Kalzit, Feldspat, Smektit, Serpentin, Quarz, Illit und Chlorit. Der Smektit und weniger der Chlorit, zeigen eine Stufenfolge des Kristallisationsgrades zwischen den Proben (Abb. 26). Das gleichzeitige Auftreten von Smektit und Serpentin in den Sedimenten zeigt, daß der Smektit ein Verwitterungsprodukt des Serpentin ist und durch das Mineral Hectorit charakterisiert wird. Die Zufuhr des klastischen Materials der Sedimente stammt aus ultrabasischen Gesteinen, hauptsächlich vom Rand der Pelagonischen Zone.

8. Charakteristik der Tsotilion Formation im Becken von Grevena

Im Becken von Grevena ist die Tsotilion Formation transgressiv entwickelt. Sie liegt mit einer Winkeldiskordanz auf der am Ende des Oligozäns erodierten Oberfläche der Heptachorion- oder der Pentalofon Formation. Im Osten transgrediert sie auf das Kristallin der Pelagonischen Zone. Innerhalb der Tsotilion Formation lassen sich mehrere Schichtglieder unterscheiden, deren Schichtmächtigkeit regional stark schwankt. Basalkonglomerat: Ein stark verfestigtes, je nach Transportweite unterschiedlich gerundetes Konglomerat, mit Einschaltungen von Mergeln und Sandsteinen. Die Gerölle sind vorwiegend karbonatisch, daneben treten Ophiolite und v.a. im Osten kristalline Schiefer auf. Die Grolsedimente sind schlecht sortiert, teilwei-

PROBEN- NUMMER	SAND %	SILT %	TON %	SEDIMENTBENENNUNG (SHEPPARD, 1973)	M_z	ϕ_1	SK_1	K_0
31	1.0	14.0	85.0	TON	4.1	0.42	3.31	0.98
37	3.8	12.2	84.1	TON	4.73	0.78	0.48	0.69
41	2.5	1.9	95.6	TON	4.23	0.45	0.94	2.95
48	18.1	7.6	74.3	SANDIGER TON	4.33	1.21	0.39	1.87
57	18.3	13.7	68.0	SANDIGER TON	4.53	1.50	0.33	1.58
61	13.3	9.6	77.1	TON	4.58	1.29	0.45	2.01
65	21.8	7.1	71.1	SANDIGER TON	4.3	1.30	0.27	1.78
70	8.5	9.5	81.9	TON	4.53	0.99	0.54	1.21
74	14.8	14.9	70.3	SANDIGER TON	4.57	1.25	0.49	1.14
75	36.9	3.9	59.1	SANDIGER TON	3.93	1.23	0.27	1.43

Tabelle 2: Profil J2. Sand-Silt-Ton-Verhältnis Sedimentbenennung nach dem Benennungs-dreieck (SHEPPARD, 1973) und Granulometrische Parameter, in Phi-Werten gerechnet (FOLK, 1965; 1974).

PROBEN- NUMMER	SAND %	SILT %	TON %	SEDIMENTBENENNUNG (SHEPPARD, 1973)	M_z	ϕ_1	SK_1	K_0
99	39.2	6.3	54.5	SANDIGER TON	4.55	1.72	0.28	1.1
94	52.1	3.9	44.0	TONIGER SAND	3.73	1.11	0.33	1.72
91	20.0	15.8	64.2	SANDIGER TON	4.5	1.76	0.07	1.92
87	7.8	10.8	81.4	TON	4.7	1.48	0.15	1.93
80	11.4	12.1	76.5	SILTIGER TON - TON	4.6	1.38	0.38	1.89

Tabelle 3: Profil J2. Sand-Silt-Ton-Verhältnis Sedimentbenennung nach dem Benennungs-dreieck (SHEPPARD, 1973) und Granulometrische Parameter, in Phi-Werten gerechnet (FOLK, 1965; 1974).

PROBEN- NUMMER	SAND %	SILT %	TON %	SEDIMENTBENENNUNG (SHEPPARD, 1973)	M_z	ϕ_1	SK_1	K_0
103	15.04	3.0	81.5	TON	4.23	0.86	0.45	2.39
107	2.0	15.3	82.7	TON	4.87	1.01	0.57	0.82
111	35.1	6.6	58.3	SANDIGER TON - TON	3.37	2.33	-0.36	1.75
116	11.5	12.0	76.5	SANDIGER TON	4.68	1.59	0.02	1.87
120	23.9	6.3	69.8	SANDIGER TON	3.95	1.91	-0.12	2.98
131	43.7	8.3	47.9	TON	3.97	2.57	-0.23	1.19
138	8.3	18.5	73.2	TON	4.8	1.29	0.27	1.07
143	2.4	9.1	88.5	TON	4.67	0.86	0.76	1.15
153	33.4	5.6	61.0	SANDIGER TON	3.9	1.12	0.31	1.40

PROBEN- NUMMER	KARBONATISCHE MINERALIEN		QUARTZ	FELDSPAT	SCHICHTSILIKATE					SEDIMENT- BENENNUNG
	KALZIT	DOLOMIT			SMEKTIIT	ILLIT	CHLORIT	SERPENTIN	SCHICHTSILIKATE	Correns, 1970
26	7		24	9		36	24		60	MERGELIGER TON
23	40		27	11	22				22	MERGEL
22	53		20		17	5	5		27	MERGEL
20	9		31	14	31	15			46	MERGELIGER TON
17	38		16	7	31	8			39	MERGEL
15	53		25		17		5		22	MERGEL
7	6							84	84	MERGELIGER TON
6	24				76				76	TONIGER MERGEL
4	18				82				82	TONIGER MERGEL
2	19				81				81	TONIGER MERGEL

Tabelle 5: Die Mineralverteilung im Profil Itca J1 und Sedimentbenennung (CORRENS, 1970).

PROBEN- NUMMER	KARBONATISCHE MINERALIEN		QUARTZ	FELDSPAT	SCHICHTSILIKATE					SEDIMENT- BENENNUNG
	KALZIT	DOLOMIT			SMEKTIIT	ILLIT	CHLORIT	SERPENTIN	SCHICHTSILIKATE	Correns, 1970
37	27		21	8	6	31	7	7	44	TONIGER MERGEL
41	43		18	7	15	7	10		32	MERGEL
42	38		15	15	6	19	7		32	MERGEL
48	28		30	20		15	7		22	TONIGER MERGEL
53	38		20	12	20	5	5		30	MERGEL
57	34		20	12	34				34	TONIGER MERGEL
60	27		28	9	13	9	14		36	TONIGER MERGEL
61	30		25		19	6			25	MERGEL
65	34		35	12	11	8			19	TONIGER MERGEL
70	38		28	12	14	8			22	MERGEL
74	45		25		15	15			30	MERGEL
75	31		24	7	19	9	10		38	TONIGER MERGEL

Tabelle 6: Die Mineralverteilung im Profil Itca J2 und Sedimentbenennung (CORRENS, 1970).

Tabelle 4 (linke Seite unten): Profil J2. Sand-Silt-Ton-Verhältnis Sedimentbenennung nach dem Benennungs-dreieck (SHEPPARD, 1973) und Granulometrische Parameter, in Phi-Werten gerechnet (FOLK, 1965; 1974).

se mit Suspensionszufuhr von Feinmaterial. Die Feinsedimente enthalten vor allem Kalzit, sowie Smektit und Serpentin. Der Smektit ist ein Verwitterungsprodukt des Serpentin und stammt von ultrabasischen Gesteinen der Pelagonischen Zone. In verschiedenen Horizonten finden sich in den Mergeln häufig Korallen. Stratigraphisch umfaßt die Konglomeratschüttung den Bereich des Aquitanien und in verschiedenen Beckenteilen, vor allem am östlichen Beckenrand, auch unteres Burdigalien.

Tsotilion Mergel des Aquitanien: Gelbliche, blaugraue und rötliche Mergel mit Einschaltungen von Sandsteinen und einzelnen Konglomeratlagen. Die mineralogische Untersuchung zeigt eine Zusammensetzung der Sedimente aus Kalzit, Dolomit, Quarz und untergeordnet Feldspat. An Schichtsilikaten sind Smektit und Serpentin vertreten. Horizonte mit brackischen Molluskenfaunen und Blattfloren wurden beobachtet. Die Mergel gehören in die *Globorotalia kugleri* Zone.

Tsotilion Mergel des Burdigalien: Wechsellagerung von weißlichgelben und blaugrauen Mergeln und Sandsteinen mit einzelnen Schotterlagen. Im mittleren Abschnitt tritt ein mächtigeres, blaues Tonpaket auf. Die mineralogische Zusammensetzung der Mergel des Burdigalien ist ähnlich wie bei den liegenden Sedimenten. Es treten hier zusätzlich noch Illit und Chlorit auf. In dieser Schichtfolge wurden nur vereinzelt Mollusken angetroffen. Der stratigraphische Umfang umfaßt die *Catapsydrax dissimilis-Globigerinoides altiaperturus* Zone, die *Globigerinoides trilobus* Zone und die *Globigerinoides bisphericus* Zone.

9. Paläogeographische Entwicklung der Mesohellenischen Senke

Nach dem Ende der alpidischen Faltung folgte während des Miozäns die Absenkung des Mesohellenischen Beckens, in das zunächst das Obereozän von *Krania* und *Rizoma* transgredierte. Nach einer neuerlichen Erosionsphase begann die marine Transgression der eigentlichen Molasseablagerungen mit den basalen Bildungen der unter- bis mitteloligozänen Heptachorion Formation. Die basalen Ablagerungen der Heptachorion Formation mit Konglomeraten und Korallenriffen weisen auf seichte, marine Ablagerungsbedingungen hin. Die Fazies der Heptachorionmergel zeigt eine zunehmende Eintiefung an. Zumindest regional kam es im oberen Bereich der Heptachorionmergel zu limnisch-fluviatilen Bedingungen, wie die Aufschlüsse im Profil von Asproklisia belegen. Zwischen der Heptachorion und der oberoligozänen Pentalofon Formation treten regional Diskordanzen auf. Fortlaufende Hebungen im Gebirgszug des Pindos verursachten eine Verlagerung der Beckenachse nach Osten und sind Ursache für die Zunahme der grobklastischen Schüttungen während der Sedimentation der Pentalofon Formation. Im Becken von Grevena ist die Pentalofon Formation im Seichtwasser abgelagert, wie die reichen, marinen Molluskenfaunen im Profil von *Itea* anzeigen. Tektonische Bewegungen am Ende des Oligozäns führten im Gebiet von *Meteora* und *Asproklisia-Anixi* zur Bildung von Atiklinorien mit NW-SE streichenden Achsen und Erosion der liegenden Schichtfolgen. Diese Antiklinalen und synklin-

PROBEN- NUMMER	KARBONATISCHE MINERALIEN		QUARTZ	FELDSPAT	SCHICHTSILIKATE					SEDIMENT- BENENNUNG
	KALZIT	DOLOMIT			SMEKTTIT	ILLIT	CHLORIT	SERPENTIN	SCHICHTSILIKATE	Correns, 1970
99	27		35	9	23	7			29	TONIGER MERGEL
94	27		35	20	12	6			18	TONIGER MERGEL
91	18		25	14	17	16	10		43	TONIGER MERGEL
90	21		16	8	31	16	10		55	TONIGER MERGEL
87	36		20	5	12	17	10		39	MERGEL
80	36		40	5	4	8	7		19	MERGEL
79	50		21		9	10	10		27	MERGEL
78	15		36	30		12	7		19	MERGELIGER TON
76	38		16	20	12	9	5		26	TONIGER MERGEL

Tabelle 7: Die Mineralverteilung im Profil Itea J3 und Sedimentbenennung (CORRENS, 1970).

PROBEN- NUMMER	KARBONATISCHE MINERALIEN		QUARTZ	FELDSPAT	SCHICHTSILIKATE					SEDIMENT- BENENNUNG Correns, 1970
	KALZIT	DOLOMIT			SMEKTIIT	ILLIT	CHLORIT	SERPENTIN	SCHICHTSILIKATE	
103	8		18	20	29	15	10		54	TONIGER MERGEL
111	16		30	10	22	12	10		44	TONIGER MERGEL
113					100				100	TON
114					100				100	TON
116			18	9	23	25	25		73	TON
120			35	10	35	10	10		55	TON
122			50	18	12	10	10		32	TON
126	32		20	7	11	15	15		41	TONIGER MERGEL
131			30	14	40	8	8		56	TON
135	59		10	5	11	6	9		26	MERGEL
138	50		25		19		6		25	MERGEL
143	9		35	15	16	15	10		41	MERGELIGER TON
153	40		25	5	23	7			30	MERGEL

Tabelle 8: Die Mineralverteilung im Profil Itea J4 und Sedimentbenennung (CORRENS, 1970).

PROBEN- NUMMER	KARBONATISCHE MINERALIEN		QUARTZ	FELDSPAT	SCHICHTSILIKATE					SEDIMENT- BENENNUNG Correns, 1970
	KALZIT	DOLOMIT			SMEKTIIT	ILLIT	CHLORIT	SERPENTIN	SCHICHTSILIKATE	
50II	17	3	13		67				67	TONIGER MERGEL
47II	61		8		31				31	MERGELIGER TON
46II			10		90				90	MERGEL
45II	10	6	40	12	23	5	4		32	MERGELIGER TON
40II	13	3	12		36			36	72	TONIGER MERGEL
38II	28	4	15		53				53	TONIGER MERGEL
33II	22	6	11		61				61	TONIGER MERGEL
28II	8	3	32	13	32	6	6		44	TONIGER MERGEL
27II	10	40	20		30				30	TON
21II	10		10		80				80	MERGEL
8II	26	6	18		36	7	7		50	TONIGER MERGEL

Tabelle 9: Die Mineralverteilung im Profil Kolochion II und Sedimentbenennung (CORRENS, 1970).

PLANKTONISCHE FORAMINIFEREN		Aquitani A1	Burdigalien		
			B1	B2	B3
<i>Catapsydrax</i> cf. <i>martini</i>	(BLOW & BANNER, 1960)				
<i>Catapsydrax</i> cf. <i>unicavus</i>	BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN, 1957				
<i>Catapsydrax</i> <i>dissimilis</i>	(CUSHMAN & BERMUDEZ, 1937)				
<i>Catapsydrax</i> sp.					
<i>Catapsydrax</i> sp. 3k					
<i>Catapsydrax</i> <i>stainforthi</i>	BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN, 1957				
<i>Catapsydrax</i> <i>unicavus</i>	BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN, 1957				
<i>Globigerina</i> <i>angiporoides</i> (r)	HORNIBROOK, 1965				
<i>Globigerina</i> <i>angustummbilicata</i>	BOLLI, 1957				
<i>Globigerina</i> <i>bollii</i>	CITA & SILVA, 1960				
<i>Globigerina</i> <i>brazieri</i>	JENKINS, 1966				
<i>Globigerina</i> <i>bulloides</i>	D'ORBIGNY, 1926				
<i>Globigerina</i> cf. <i>ciperoensis</i>	BOLLI, 1954				
<i>Globigerina</i> cf. <i>euapertura</i>	JENKINS, 1960				
<i>Globigerina</i> cf. <i>falconensis</i>	BLOW, 1959				
<i>Globigerina</i> cf. <i>praebulloides</i>	BLOW, 1959				
<i>Globigerina</i> <i>ciperoensis</i>	BOLLI, 1954				
<i>Globigerina</i> <i>euapertura</i>	JENKINS, 1960				
<i>Globigerina</i> <i>globularis</i>	ROEMER, 1838				
<i>Globigerina</i> <i>officinalis</i>	SUBBOTINA, 1953				
<i>Globigerina</i> <i>praebulloides</i>	BLOW, 1959				
<i>Globigerina</i> sp.					
<i>Globigerina</i> sp. 1					
<i>Globigerina</i> sp. 5k					
<i>Globigerina</i> <i>tripartita</i>	KOCH, 1926				
<i>Globigerina</i> <i>tripartita</i> gr.	KOCH, 1926				
<i>Globigerina</i> <i>venezuelana</i>	HEDBERG, 1937				
<i>Globigerina</i> <i>woodi</i>	JENKINS, 1960				
<i>Globigerinatella</i> sp.					
<i>Globigerinella</i> cf. <i>obesa</i>	(BOLLI, 1957)				
<i>Globigerinella</i> <i>obesa</i>	(BOLLI, 1957)				
<i>Globigerinita</i> <i>glutinata</i>	(EGGER, 1893)				
<i>Globigerinita</i> sp.					
<i>Globigerinoides</i> <i>altiaperturus</i>	BOLLI, 1957				
<i>Globigerinoides</i> <i>bisphericus</i>	TODD, emend. BLOW, 1956				
<i>Globigerinoides</i> cf. <i>altiaperturus</i>	BOLLI, 1957				
<i>Globigerinoides</i> cf. <i>bisphericus</i>	TODD, emend. BLOW, 1956				
<i>Globigerinoides</i> <i>immaturus</i>	LE ROY, 1939				
<i>Globigerinoides</i> <i>primordius</i>	BLOW & BANNER 1962				
<i>Globigerinoides</i> <i>quadrilobatus</i>	(D'ORBIGNY, 1846)				
<i>Globigerinoides</i> <i>subquadratus</i>	BROENNIMANN, 1954				
<i>Globigerinoides</i> <i>trilobus</i>	(REUSS, 1850)				
<i>Globoquadrina</i> <i>baroemoenensis</i>	LE ROY, 1939				
<i>Globoquadrina</i> cf. <i>dehiscens</i>	(CHAPMAN, PARR & COLLINS, 1934)				
<i>Globoquadrina</i> <i>dehiscens</i>	(CHAPMAN, PARR & COLLINS, 1934)				
<i>Globoquadrina</i> cf. <i>langhiana</i>	CITA & GELATI, 1960				
<i>Globoquadrina</i> <i>langhiana</i>	CITA & GELATI, 1960				
<i>Globorotalia</i> cf. <i>increbensces</i>	BANDY, 1949				
<i>Globorotalia</i> <i>continua</i>	BLOW, 1959				
<i>Globorotalia</i> <i>increbensces</i>	BANDY, 1949				
<i>Globorotalia</i> <i>mayeri</i>	CUSHMAN & ELISSOR, 1939				
<i>Globorotalia</i> <i>peripheroronda</i>	BLOW & BANNER, 1966				
<i>Globorotalia</i> <i>pseudocontinua</i>	JENKINS, 1967				
<i>Globorotalia</i> <i>slakensis</i>	LE ROY, 1939				
<i>Globorotalia</i> sp.					
<i>Globorotaloides</i> sp.					
<i>Globorotaloides</i> <i>suteri</i>	BOLLI, 1957				
<i>Globorotaloides</i> <i>variabilis</i>	BOLLI, 1957				
<i>Paragloborotalia</i> cf. <i>kugleri</i>	(BOLLI, 1957)				
<i>Paragloborotalia</i> <i>kugleri</i>	(BOLLI, 1957)				
<i>Paragloborotalia</i> <i>opima nana</i>	(BOLLI, 1957)				
<i>Paragloborotalia</i> <i>opima oplima</i>	(BOLLI, 1957)				

Tabelle 10: Planktonische Foraminiferen. Auftreten der Arten in den untersuchten Profilen der Mesohellenischen Senke. Umlagerungen aus dem Oligozän sind häufig (A1 = *kugleri* Zone, B1 = *Catapsydrax dissimilis*/ *Globigerinoides altiaperturus* Zone, B2 = *Globigerinoides trilobus* Zone, B3 = *Globigerinoides bisphericus* Zone).

len Mulden sind flach und zeigen keine tektonische Kompression. Kleinfalten und Flexuren in der Tsotilion Formation beruhen auf Gravitationsgleitungen.

Die hangende Tsotilion Formation transgredierte im Aquitanien weit auf die NE Seite der Senke, auf die Pelagonische Zone. Sie liegt mit einer eindeutigen Winkeldiskordanz auf der Heptachorion Formation und den Unteren Meteora Konglomeraten (Pentalofon Formation). Die Tsotilion Formation führt eine reiche marine Fauna, weshalb Annahmen einer limnisch-fluviatilen Ablagerung nicht akzeptiert werden können. In den basalen Konglomeraten finden sich Korallen, Mollusken und Großforaminiferen. Sie wurden in einem küstennahen, marinen Milieu abgelagert. Im Aquitanien des Profils Kallochion II ist durch die Molluskenfauna und auftretende Blattfloren eine Ablagerung in küstennaher Schlammfazies nachgewiesen. Die hangende Schichtfolge mit einem konstanten Wechsel von Mergeln und Sandsteinen enthält eine reiche Planktonfauna, die auf größere Ablagerungstiefen im äußeren Schelf hinweist. Diese Ablagerung dauert bis in das obere Burdigalien, *Globigerinoides bisphericus* Zone, an.

Im Nordteil der Mesohellenischen Senke begann bereits im unteren Burdigalien eine Faziesentwicklung, die mit der Ablagerung der Odria Kalke eine regressive Phase einleitete. Sie endete im oberen Burdigalien mit der Orlias Formation, in der fluviatile Einschüttungen zunehmen. Die tektonischen Vorgänge nach dem Untermiozän führten zur Einsenkung einzelner Beckenteile, die während des Unterpliozäns mit fluviatilen und limnischen Sedimenten erfüllt wurden.

10. Schlußfolgerungen

Es wurden in vorliegender Studie Molassesedimente des Mesohellenischen Troges in NW Griechenland untersucht. Schwerpunkt war dabei die untermiozäne Tsotilion Formation im Bereich zwischen Grevena und Kalambaka (Meteora). Zur Definition der Sedimente wurden mikropaläontologische, granulometrische und mineralogische Methoden angewendet.

Im Untersuchungsgebiet beginnt die Sedimentation im Unteroligozän mit der Pentalofon Formation, die im Gebiet von Asproklisia mit einer reichen Mikroflora in limnisch-sumpfiger Fazies abgelagert wurde. Im Oberoligozän geht die Pentalofon Formation in marine Seichtwasserablagerungen mit reichen Molluskenfaunen über (Gebiet von Itea). Sie endet mit schlecht verfestigten Konglomeraten. Diskordant transgrediert im Untermiozän weit verbreitet die marine Tsotilion Formation.

Lithologisch sind zu unterscheiden:

a) **Basalkonglomerat.** Stark verfestigte Konglomera-

te mit Einschaltungen von Mergeln und Sandsteinen; an der Westseite des Beckens mit einem deutlichen Anteil von ophiolitischen Geröllen.

b) **Tsotilion Mergel.** Der feinklastische Anteil der Tsotilion Formation zeigt eine große lithologische Variabilität. Wechsellagerungen von Mergeln und Sandsteinen dominieren. In sandig-mergeligen Horizonten zwischen den Konglomeraten fanden sich Mollusken, Korallen, Echinodermenreste und schlecht erhaltene, benthonische Foraminiferen, sowie eine Mikroflora mit Sporen, Pollen und Nannofossilien. Die Tsotilion Mergel führen eine reiche Mikrofauna mit benthonischen und planktonischen Foraminiferen, sowie teilweise eine reiche Mikroflora. Umlagerungen treten häufig auf. Mit Hilfe der planktonischen Foraminiferen konnte eine Biozonierung des Zeitraums Aquitanien–Burdigalien durchgeführt werden. Die mediterranen Planktonzonen (BIZON & BIZON, 1972, 1979) konnten von der *Globorotalia kugleri* Zone bis zur *Globigerinoides bisphericus* Zone nachgewiesen werden. Mit kalkigen Nannofossilien wurden die Zonen NN 2–3 bis NN 4 (nach MARTINI, 1971) belegt. Die Sedimentuntersuchung zeigt Unterschiede in der Zusammensetzung der mineralogischen Komponenten. Die Zufuhr von klastischem Material erfolgte hauptsächlich vom Rand der Pelagonischen Zone. Nach der Auswertung der Korngrößenanalyse besteht das Basalkonglomerat aus einem relativ groben, nicht sortierten Sediment, das in einer Umgebung mit intensiver Sedimentation und niedriger Energie abgelagert wurde. Feinkörniges Material wurde als Suspension während der Sedimentation zugeführt. Mittelgroße Körner zeigen eine bessere Korngrößenverteilung als kleine und große. In den Tsotilion Mergeln treten verschiedene Korngrößen mit guter Sortierung auf.

Zusammenfassend läßt sich folgende paläogeographische Entwicklung des Mesohellenischen Beckens erkennen: Die Absenkung des Beckens begann nach dem Ende der alpidischen Faltung während des Mitteleozäns. Im Obereozän transgredieren die Schichten von Krania und Rizoma. Nach einer Erosionsphase beginnt die Transgression der eigentlichen Molasseablagerungen mit den basalen Bildungen der marinen Heptachorion Formation. Dann folgt im Oligozän die Pentalofon Formation. Zwischen Heptachorion und Pentalofon Formation treten regional Diskordanzen auf. Nach einer neuerlichen Erosionsphase transgrediert die miozäne Tsotilion Formation. Kleinfalten und Flexuren in der Tsotilion Formation beruhen auf Gravitationsgleitungen. Im Nordteil der Senke beginnt bereits im unteren Burdigalien mit der Ablagerung der Odriakalke eine regressive Phase, die im oberen Burdigalien mit der Orlias Formation endet, in der fluviatile Einschüttungen zunehmen. Ab dem Unterpliozän kommt es zur Füllung der tektonisch neu entstandenen Becken mit limnischen und fluviatilen Sedimenten.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinem Dissertationsbetreuer Prof. Dr. A. G. Panagos (Technische Univ. Athen) meinen besonderen Dank für sein Interesse und seine Unterstützung aussprechen. Besonders danken möchte ich Herrn Dr. F. Rögl (Naturhist. Mus. Wien), der durch seine Unterstützung die Durchführung dieser Publikation ermöglichte. Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. F. Steininger (Inst. f. Paläont., Univ. Wien) für seine fachliche Beratung, Hilfe und Bestimmung der Molluskenfaunen äußerst dankbar. Weiters gilt mein Dank Frau Prof. S. Tsaila-Monopolis (Inst. f. Paläont., Univ. Patras) und Herrn Dr. A. Mavridis (I.G.M.E, Athen) für ihre fachliche Hilfe und den Damen Dr. Ch. Ioakim (I.G.M.E, Athen) und Dr. C. Müller (Paris) für ihre Unterstützung auf

11. Literatur

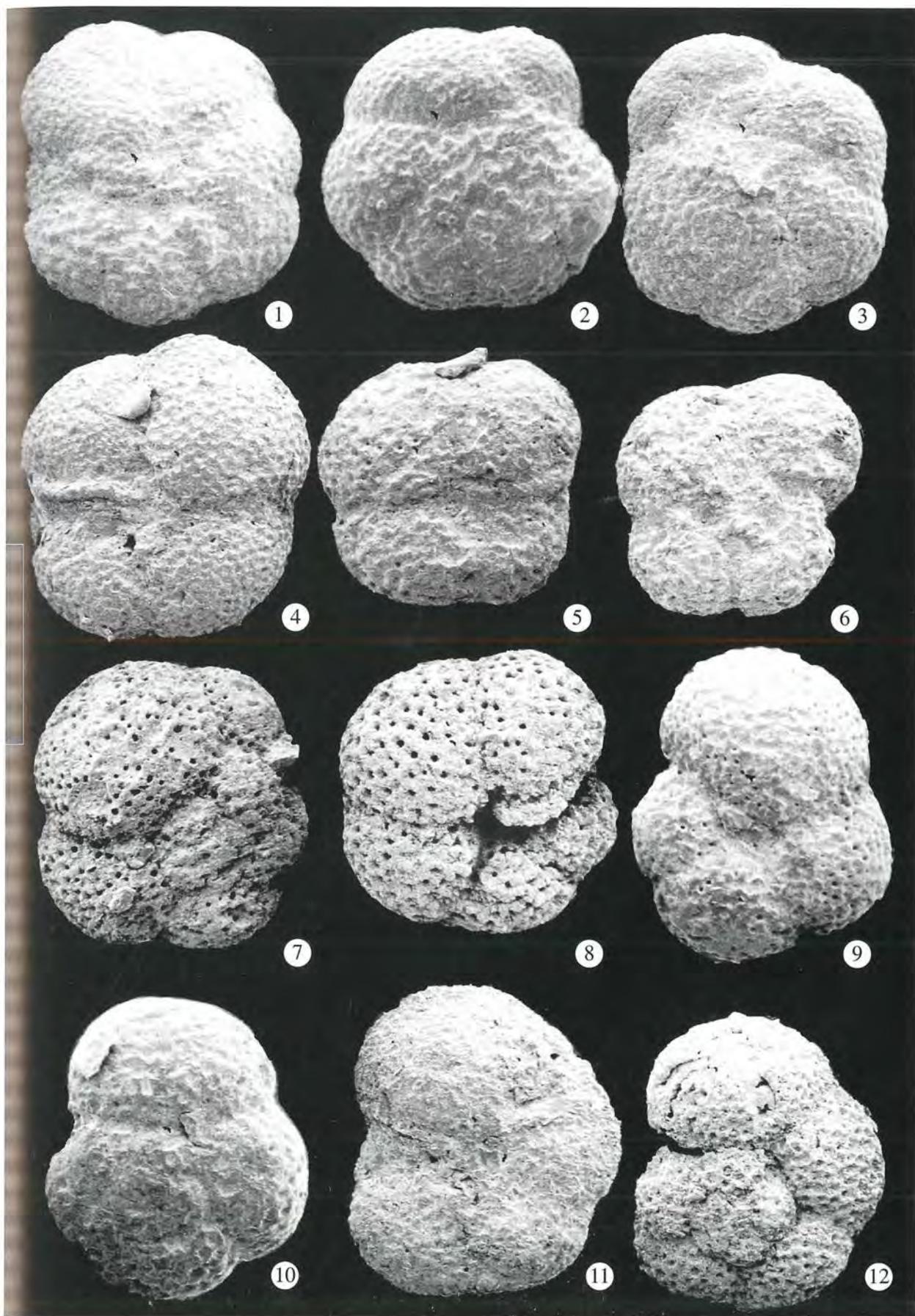
- ADAMS C.G., 1981. Larger foraminifera and the Palaeogene/Neogene boundary. — *Ann. Geol. Pays Hellen.*, Hors Serie, fasc. IV:145–156, 1 Fig., Athenes.
- ADAMS, C.G., GENTRY, A.W. & WHYBROW, P.J., 1983. Dating the terminal Tethyan event. — *Utrecht Micropaleont. Bull.*, 30:273–298, Utrecht.
- AUBOUIN, J., 1959. Contribution a l'etude geologique de la Grece septentrionale: les confins de l'Epire et de la Thessalie. — *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 10:1–525, 6 pl., 127 fig., Athenes.
- BIZON, G., 1967. Contribution a la connaissance des foraminiferes planctoniques d'Epire et des iles Ioniennes (Grece occidentale). — Edition Technip., 135 p., 14 pl., Paris.
- BIZON, G. & BIZON, J.J., 1967. Microfaunes planctoniques de Paleogene superieur et du Neogene marins en Grece occidentale. — *Giornale Geol. Ann. Mus.*, Geol. ser. 2, XXXV(II):313–330, Bologna.
- BIZON, G. & BIZON, J.J., 1972. Atlas de principaux foraminiferes planctoniques du bassin Mediterraneen. — Oligocene a Quaternaire. — Edition Technip, 316 p., Paris.
- BIZON, G., 1979. [in:] BIZON, G. & MUELLER, C. (Eds.). Report of the working group on micropaleontology. — *Ann. Geol. Pays Hellen.*, t. hors ser., fasc. III:1335–1364, Athens.
- BIZON, G., LALECHOS, N. & SAVOYAT, E., 1968. Presence d'Eocene transgressif en Thessalie. — Incidences sur la paleogeographie regionale. — *Bull. Soc. geol. France*, 10:36–38, Paris.
- BLOW, W.H., 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. — *Proc. 1st Intern. Conf. Plankt. Microfoss.*, 1:199–475, 54 pls., Leiden (Brill).
- BOUE, A., 1839. Resultats des voyages en Turquie d'Europe et en Thessalie.
- BOUE, A., 1840. Sur la constitution geologique du S-O de la Macedonie. — *Bull. Soc. Geol. France*, 11:131–132, Paris.
- BOURCART, J., 1922a. Les confins albanais administres par la France. — 305 p., 1 geol. map., Paris (Librairie Delagrave).
- BOURCART, J., 1922b. Les massif montagneux du NW de la Macedonie. — *La Geographie*, 37:417–419, Paris.
- BOURCART, J., 1925. Observations nouvelles sur la tectonique de l'Albanie moyenne. — *Bull. Soc. Geol. France*, 25:391–428, Paris.
- BRUNN, J.H., 1956. Contribution a l'etude geologique du Pinde septentrional et d'une partie de la Macedonie occidentale — *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 7:1–358, Athenes.
- BUTT, A.A., 1969. Late Oligocene foraminifera from Escornebeou, SW France. — *Geologische Monographien*, 123 p., Utrecht (Schotanus & Jens).
- CELET, P., 1962. Contribution a l'etude geologique du Parnasse-Kiona et d'une partie de regions meridionales de la Grece continentale (These). — *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 13:1–446, Athenes.
- CORRENS, W.C., 1969. Introduction to mineralogy, crystallography and petrology. — 484 p., 1 pl., 391 figs., Berlin (Springer-Verlag).
- DERCOURT, J., 1964. Contribution a l'etude geologique d'un secteur du Peloponnese septentrional. — *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 15:1–418, Athenes.
- DERCOURT, J., AUBOUIN, J., SAVOYAT, E. et al., 1977. Troisieme Journee. Le silon mesohellenique et la zone pelagoniene. — *Bull. soc. geol. France*, 19(1):28–34, Paris (A. Desprairies et P. Vergely).
- DESPRAIRIES, A., 1977. Etude sedimentologique de formations a caracteres flysch et molasse, Macedoine et Epire – Grece. — These Doctorat: 295 p., Univ. Paris.
- DRAEGER, J., 1892. Versteinerungen aus der Kreide und aus dem Tertiar von Korca in Albanien. — *Jb. k.k. Geol. R.-Anst.*, 42:337–340, Wien.
- DROOGER, C.W., 1979. Marine connections of the Neogene Mediterranean, deduced from the evolution and distribution of larger Foraminifera. — *Ann. Geol. Pays Hellen.*, Proc. 7th Int. Congr. Mediterr. Neogene (Athens, 1979), 1:361–369, Athenes.
- FAUGERES, L., 1978. Recherches geomorphologiques en Grece septentrionale (Macedonie centrale et occidentale). — These Doctorat Univ. Paris IV, 2 vol.: 1–562, 563–849, Paris.
- FOLK, R.L., 1965. Petrology of sedimentary rocks. — 159 p., Austin, Texas (Hemphill Publ. Co.).
- FOLK, L., 1974. Petrology of sedintary rocks. — 170 p., Austin, Texas (Hemphill Publ. Co.).
- GORCEIX, H., 1874. Note sur l'ile de Cos et sur quelques bassins tertiaires de l'Eubee, de la Thessalie et de la Macedoine. — *Bul. Soc. Geol. France*, 2(146):398–403, Paris.
- HAUG, E., 1921. Traite de Geologie. Les periodes geologiques. — 2 vol.: 1–538, 539–1396, 195 figs., 71 pls., Paris (A. Collin).

- HILBER, V 1894. Geologische Reise in Nordgriechenland und Makedonien, 1893 — Sitzber. kais. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **102**:575–623, Wien.
- HILBER, V 1896. Geologische Reise in Nordgriechenland und Epirus 1895. Sitzber. k.k. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **105**:501–520, Wien.
- IACCARINO, S., 1985. Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. — [in:] BOLLI et al. (Eds.). Plankton stratigraphy, 283–314, Cambridge Earth Sci. Ser. — Cambridge (University Press).
- I.G.M.E. et I.F.P., 1966. Etude geologique de l'Epire (Grece nord-occidentale). — Realisee par l'Institut de Geologie et Recherches du sous sol, Athenes, et l'Institut Francais du Petrole, Mission Grece. — Technip., 306 p., 9 pl., 10 fig., Paris.
- KLUG, H.P. & ALEXANDER, L.E., 1954. X-ray diffraction procedures: for polycrystalline and amorphous materials. — 966 p., New York (Wiley).
- KOSSMAT, F., 1924. Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. Die Kriegsschauplätze 1914–18, geologisch dargestellt. — **12**:198 p., Berlin (Borntraeger).
- LEAKE, W. M., 1835. Travels in northern Greece. — 4 vols, 2336 p., 56 pl., London.
- MARTINI, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. — [in:] FARINACCI, A. (Ed.), Second Plankt. Conf., Proc., 739–785, Roma (Ed. Tecnoscienza).
- MAVRIDIS, A. & KELEPERTZIS, A., 1985. Geological map of Greece 1:50000, sheet Knidi. — Inst. Geol. Min. Expl., Athens.
- MAVRIDIS, A. & MATARANGAS, D., 1979. Geological map of Greece 1:50 000, sheet Agiofillon. — Inst. Geol. Min. Expl., Athens.
- MOUNDRAKIS, D., 1983. Geology of Greece. — Univ. Studio Press, 148 p., Thessaloniki.
- PENECKE, K., 1896. Marine Tertiärfossilien aus Nordgriechenland und dessen türkischen Grenzländern. — Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., **44**:41–63, Wien.
- PHILLIPSON, A., 1895–1897. Reisen und Forschungen in Nord-Griechenland. — Zeitschr. Gesell. Erdk., **30**:417–498; **32**:244–303, Berlin.
- PHILLIPSON, A. & OPPENHEIM, P., 1984. Tertiär und Tertiärfossilien in Nordgriechenland, sowie in Albanien und bei Patras im Peloponnes. — Z. dt. Geol. Ges., **46**:800–882, Hannover.
- POUQUEVILLE, F.C., 1805. Voyage en Grece (1798–1801). — 5 vols., Paris.
- SAVOYAT, E., MONOPOLIS, D. & BIZON, G., 1972. Geological map of Greece 1:50.000, sheet Grevena — Institut. Geol. Subsurf. Res., Athens.
- SCHULER, M. & SITTLER, C., 1976. Presence d'un grain de pollen *Boehlensipollis hohli* W. Kr. 1962 dans les series tertiaires de la plaine du Forez (Massif Central). Attributions stratigraphiques nouvelles de ces terrains. — Sci. Geol. Bull., **29**(1):91–92, Strasbourg.
- SEILACHER, A., 1967. Tektonischer, sedimentologischer oder biologischer Flysch? — Geol. Rundschau, **56**:189–200, Stuttgart.
- SHEPPARD, F.P., 1973. Submarine geology. — 517 p., New York (Harper & Row).
- SOLIMAN, H.A. & ZYGOJANNIS, N., 1977a. Foraminiferal assemblages from the Eocene of Mesohellenic Basin, Northern Greece. — Proc. VI. Coll. Geol. Aegean Region, **3**:1095–1104, Athens.
- SOLIMAN, H.A. & ZYGOJANNIS, N., 1980. Geological and paleontological studies in the Mesohellenic Basin, northern Greece: A. Eocene smaller foraminifera, B. Oligocene smaller foraminifera. — Geol. Geophys. Res., **22**(1):1–66, Athens.
- VERVLOET, C.C., 1966. Stratigraphical and micro-paleontological data on the Tertiary of southern Piedmont (Northern Italy). — 88 p., 6 figs., 12 pl., Utrecht (Schotanus & Jens).
- ZYGOJANNIS, N. & SIDIROPOULOS, D., 1981a. Schwermineralverteilungen und paläogeographische Grundzüge der tertiären Molasse in der Mesohellenischen Senke, Nordwest-Griechenland. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. **1981**(2):100–128, Stuttgart.
- ZYGOJANNIS, N. & MÜLLER, C., 1982. Nannoplankton Biostratigraphie der tertiären mesohellenischen Molasse (Nordwest-Griechenland). — Z. dt. geol. Ges., **133**:445–455, 1 Abb., 1 Tab., Hannover.

TAFEL 1

- Fig. 1–3. *Paragloborotalia kugleri* (BOLLI) Probe 17, Profil II; Sample 17, section II; x 200
- Fig. 4. *Paragloborotalia opima opima* (BOLLI) Probe 16, Profil J1; Sample 16, section J1; x 200
- Fig. 5–6. *Paragloborotalia opima nana* (BOLLI) Probe 9, Profil A; Sample 9, section A; x 200
- Fig. 7–8. *Globorotalia siakensis* (LE ROY) Probe 66, Profil J2; Sample 66, section J2; x 200
- Fig. 9–10. *Globorotalia pseudocontinua* JENKINS Probe 16, Profil J1; Sample 16, section J1; x 200
- Fig. 11. *Globorotalia mayeri* CUSHMAN & ELISSOR Probe 19, Profil J1; Sample 19, section J1 ; x 200
- Fig. 12. *Globorotalia mayeri* CUSHMAN & ELISSOR Probe 31, Profil J2; Sample 31, section J2; x 200

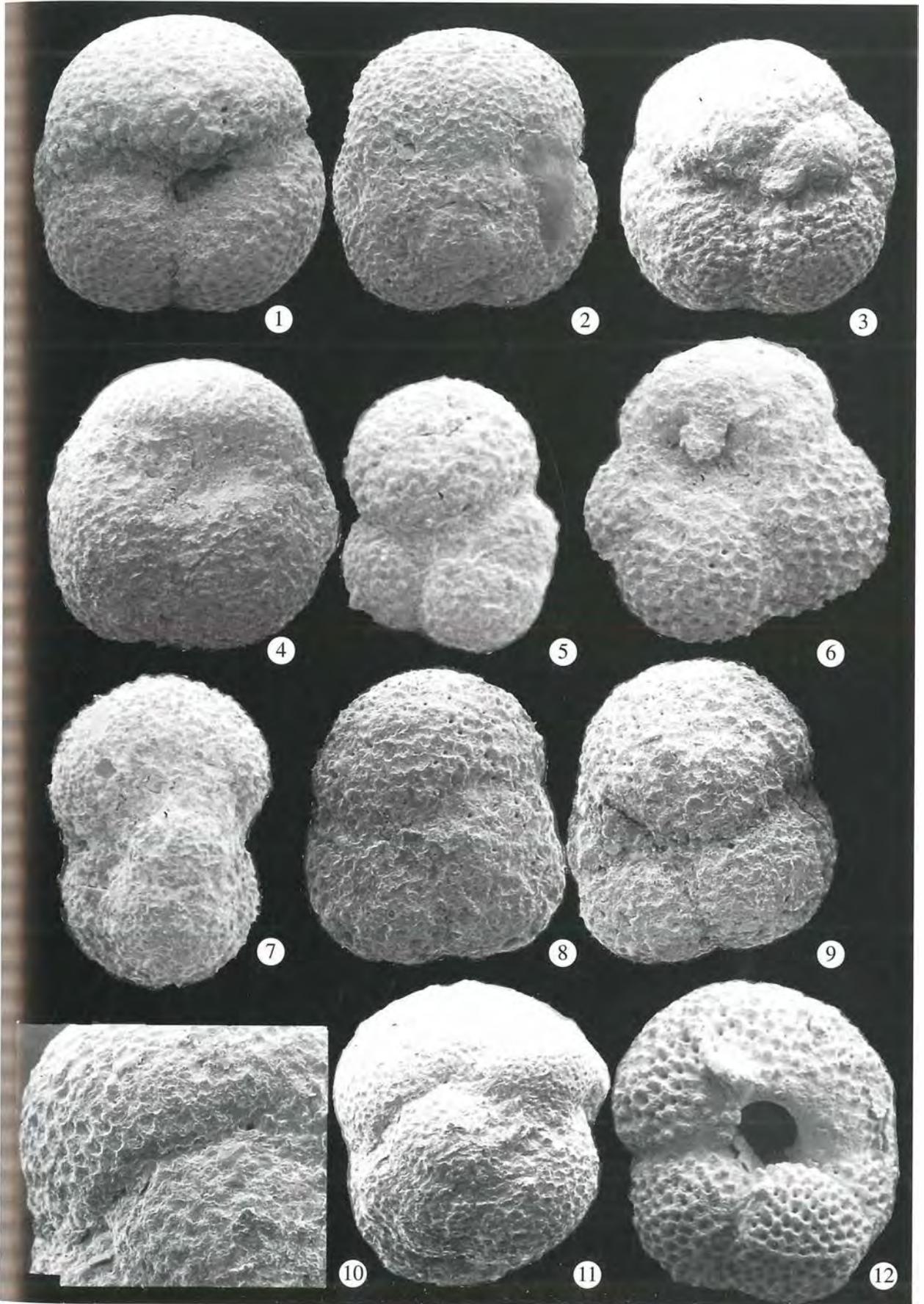
TAFEL 1



TAFEL 2

- Fig. 1. *Globigerina tripartita* KOCH
Probe 3, Profil K2; Sample 3, section K2; x 200
- Fig. 2. *Globigerina tripartita* KOCH
Probe 66, Profil J2; Sample 66, section J2; x 200
- Fig. 3. *Globigerina venezuelana* HEDBERG
Probe 16, Profil J1; Sample 16, section J1; x 200
- Fig. 4. *Globigerina venezuelana* HEDBERG
Probe 13, Profil J1; Sample 13, section J1; x 200
- Fig. 5. *Globigerinella obesa* (BOLLI)
Probe 9, Profil A; Sample 9, section A; x 200
- Fig. 6. *Globigerina woodi* JENKINS
Probe 16, Profil K2; Sample 16, section K2; x 200
- Fig. 7. *Globigerinella obesa* (BOLLI)
Probe 17, Profil K2; Sample 17, section K2; x 200
- Fig. 8–9. *Globigerina globularis* ROEMER
Probe 27, Profil J2; Sample 27, section J1; x 500
- Fig. 10. *Globigerinatella* sp.
Probe 4K, Profil K2, Sample 4K, section K1, x 500
- Fig. 11. *Globigerinatella* sp.
Probe 4K, Profil K1, Sample 4K, section K1, x 200
- Fig. 12. *Globigerina woodi* JENKINS
Probe 41, Profil J2, Sample 41, section J2, x 200

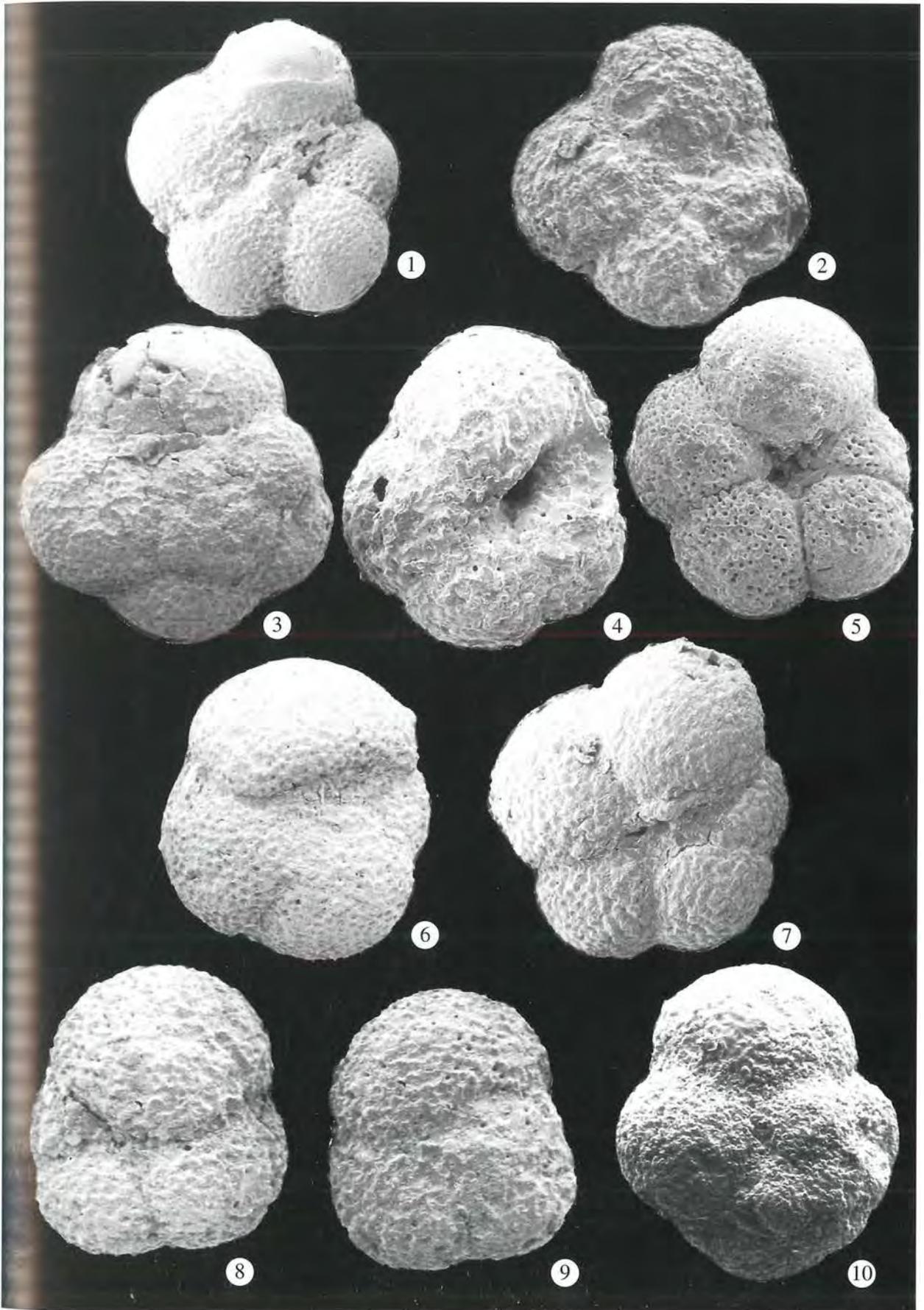
TAFEL 2



TAFEL 3

- Fig. 1. *Globigerina cf. ciperoensis* BOLLI
Probe 22, Profil K2; Sample 22, section K2; x 200
- Fig. 2. *Globigerina* sp. 5K (mit 5 Kammern)
Probe 8K, Profil K1; Sample 8K, section K1; x 200
- Fig. 3. *Globigerina ciperoensis* BOLLI
Probe 31, Profil J2; Sample 31, section J2; x 200
- Fig. 4. *Globigerina* sp. 5 K (mit 5 Kammern)
Probe 3, Profil K2; Sample 3, section K2; x 500
- Fig. 5. *Globigerina ciperoensis* BOLLI
Probe 28, Profil J1; Sample 28, section J1; x 500
- Fig. 6. *Globigerina angustiumbilicata* BOLLI
Probe 6K, Profil K1; Sample 6K, section K1; x 500
- Fig. 7. *Globorotalia increbescens* BANDY
Probe 13, Profil K2; Sample 13, section K2; x 200
- Fig. 8–9. *Globigerina globularis* ROEMER
Probe 27, Profil J1; Sample 27, section J1; x 200
- Fig. 10. *Globigerinita glutinata* (EGGER)
Probe 23, Profil J1, Sample 23, section J1, x 500

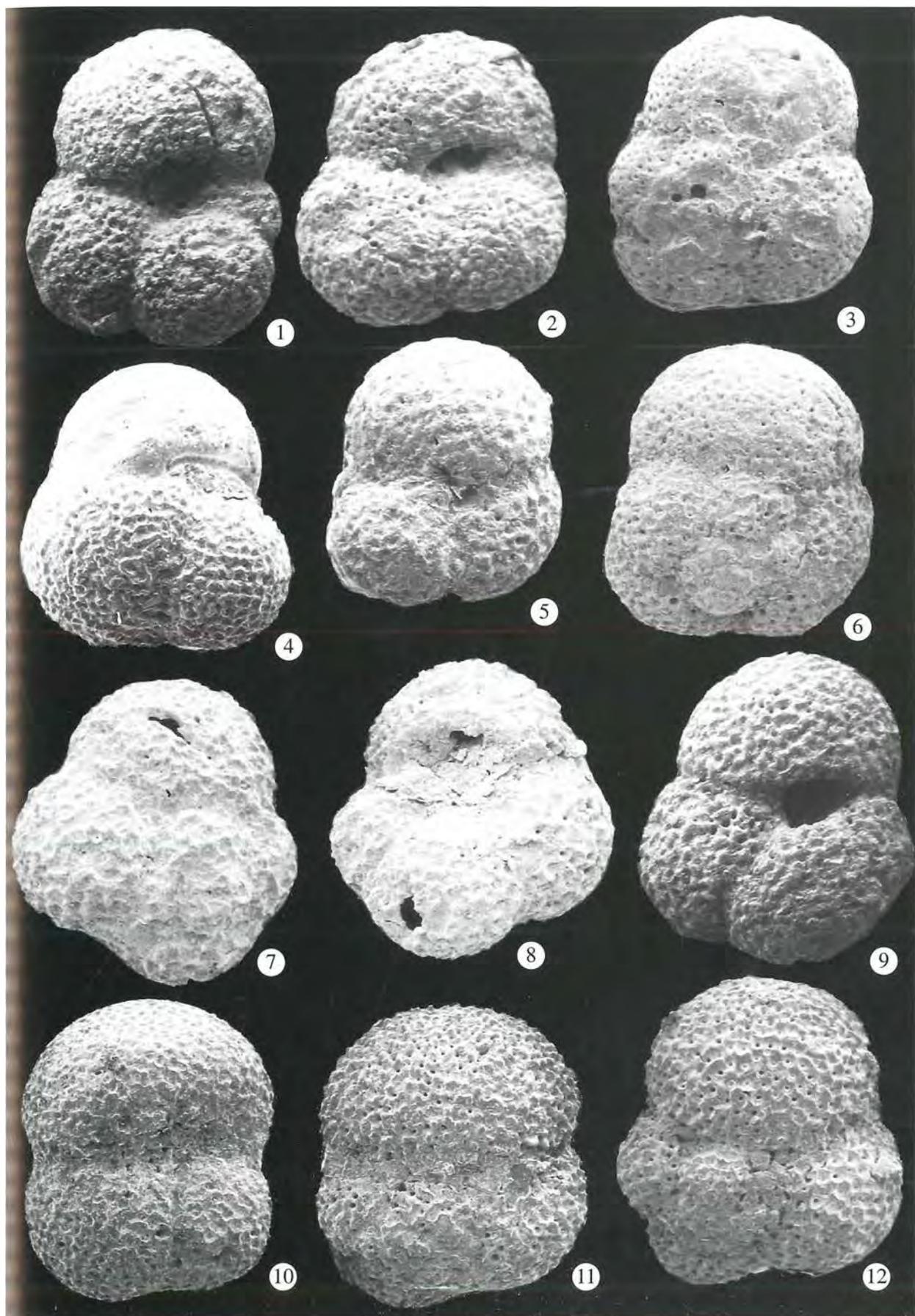
TAFEL 3



TAFEL 4

- Fig. 1. *Globigerina praebulloides* BLOW
Probe 27, Profil J1; Sample 27, section J1; x 200
- Fig. 2. *Globigerina officinalis* SUBBOTINA
Probe 26, Profil J1; Sample 26, section J1; x 200
- Fig. 3. *Globigerina officinalis* SUBBOTINA
Probe 50, Profil J2; Sample 50, section J2; x 200
- Fig. 4. *Globigerina euapertura* JENKINS
Probe 7, Profil K2; Sample 7, section K2; x 500
- Fig. 5. *Globigerina euapertura* JENKINS
Probe 28, Profil J1; Sample 28, section J1; x 200
- Fig. 6. *Globigerina euapertura* JENKINS
Probe 27, Profil K3; Sample 27, section K3; x 200
- Fig. 7–8. *Globigerina bollii* CITA & PREMOLI-SILVA
Probe 14, Profil K2; Sample 14, section K2; x 200
- Fig. 9. *Globigerina* sp. 1
Probe 55, Profil J2; Sample 55, section J2; x 500
- Fig. 10. *Globigerina brazieri* JENKINS
Probe 36, Profil J2; Sample 36, section J2; x 20
- Fig. 11. *Globigerina brazieri* JENKINS
Probe 36, Profil J2; Sample 36, section J2; x 200
- Fig. 12. *Globigerina* sp. 1
Probe 66, Profil J2; Sample 66, section J2; x 200

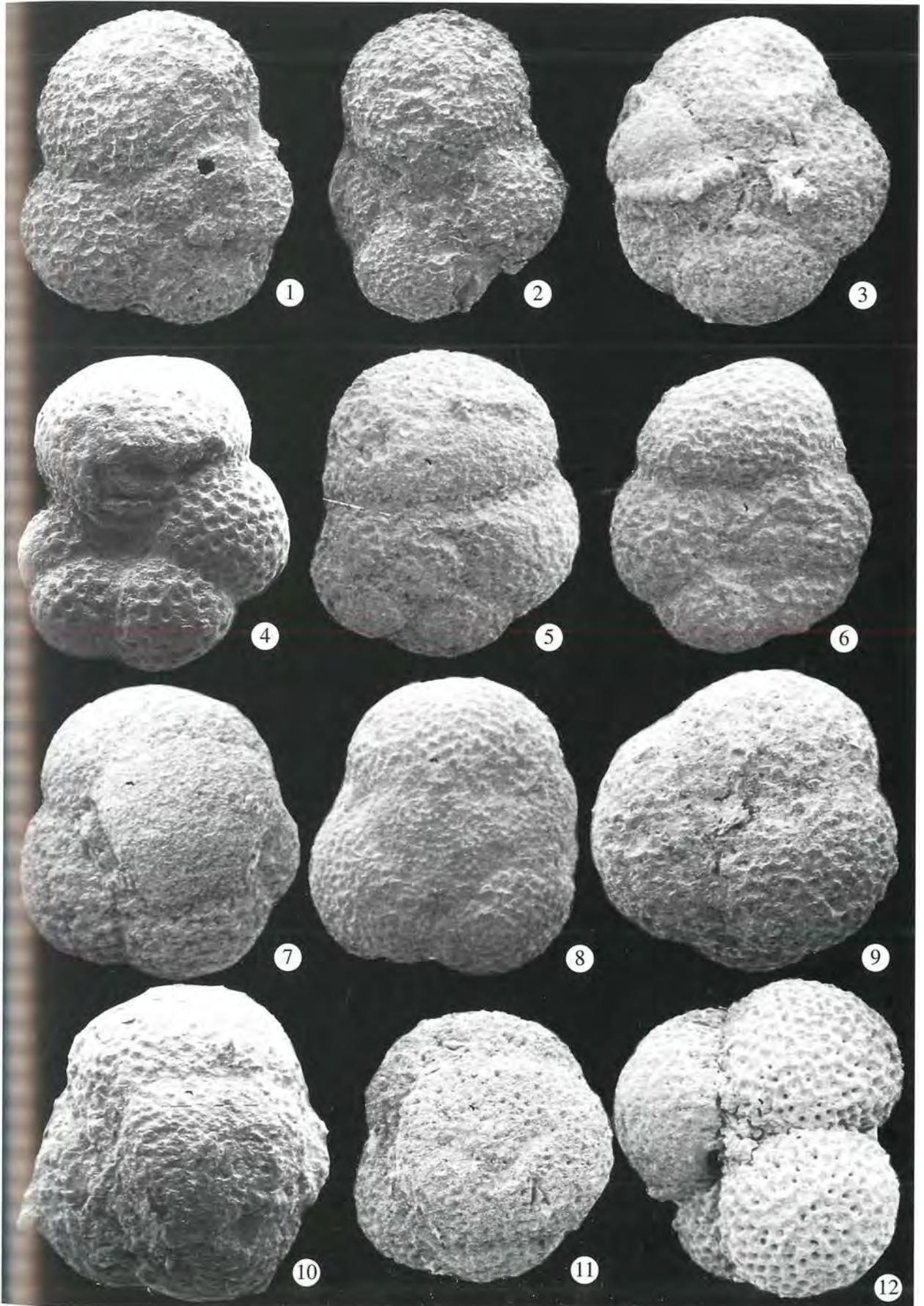
TAFEL 4



TAFEL 5

- Fig. 1–3. *Globorotaloides suteri* BOLLI
 Probe 3, Profil K2; Sample 3, section K2; x 200
- Fig. 4. *Globorotaloides variabilis* BOLLI
 Probe 23, Profil J1; Sample 23, section J1; x 200
- Fig. 5. *Globorotaloides suteri* BOLLI
 Probe 16, Profil J1; Sample 16, section J1; x 200
- Fig. 6. *Globorotaloides variabilis* BOLLI
 Probe 4k, Profil K1; Sample 4k, section K1; x 200
- Fig. 7. *Catapsydrax unicavus* BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN
 Probe 52, Profil J2; Sample 52, section J2; x 200
- Fig. 8. *Catapsydrax stainforthi* BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN
 Probe 12, Profil II; Sample 12, section II; x 200
- Fig. 9. *Catapsydrax* sp. 3K (mit 3 Kammern)
 Probe 31, Profil J1; Sample 31, section J1; x 200
- Fig. 10. *Catapsydrax unicavus* BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN
 Probe 22, Profil J1; Sample 22, section J1; x 200
- Fig. 11. *Catapsydrax* sp. 3K (mit 3 Kammern)
 Probe 28, Profil J1; Sample 28, section J1; x 200
- Fig. 12. *Catapsydrax* sp. 3K (mit 3 Kammern)
 Probe 30, Profil J1; Sample 30, section J1; x 200

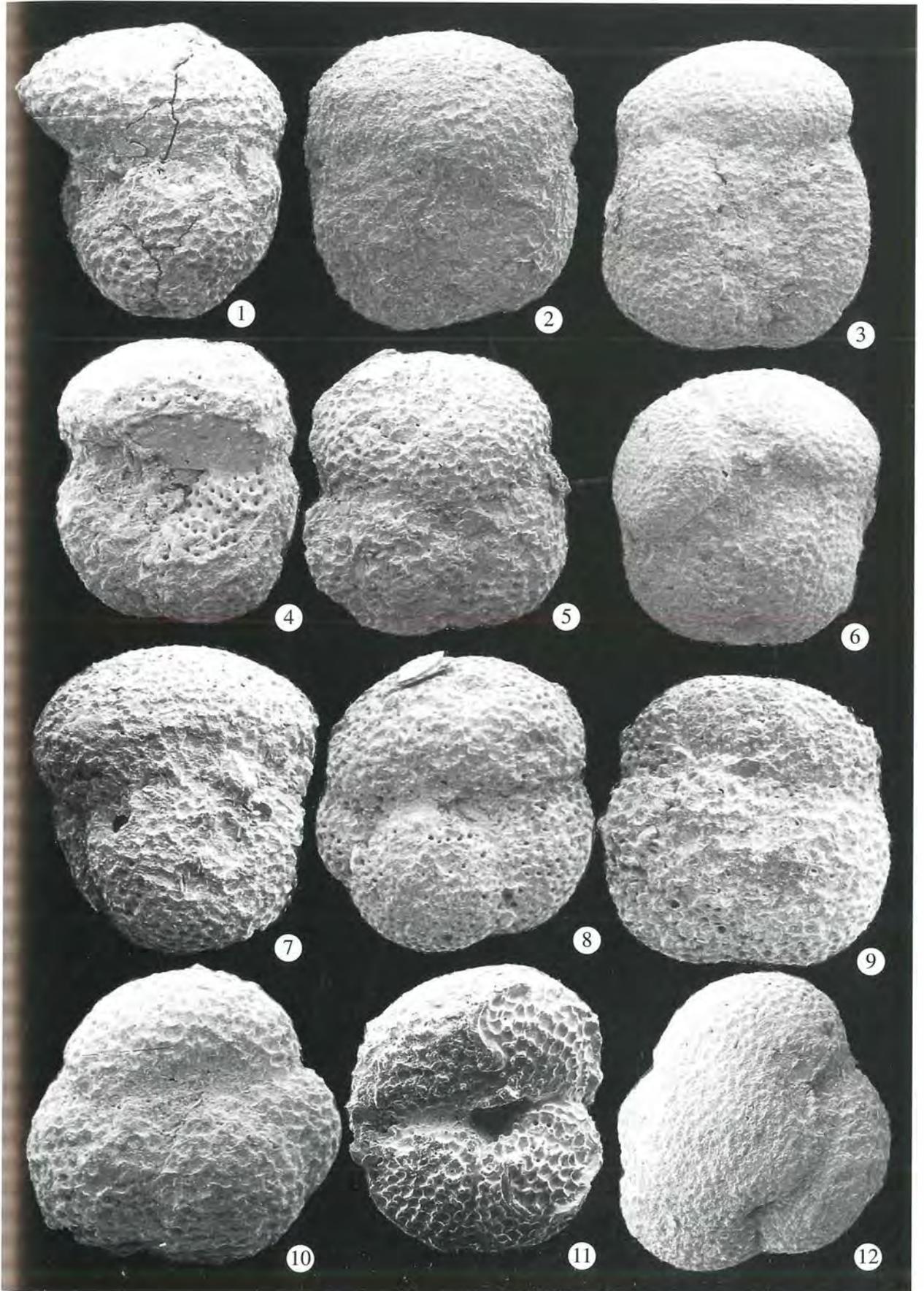
TAFEL 5



TAFEL 6

- Fig. 1, 5. *Globoquadrina dehiscens* (CHAPMAN, PARR & COLLINS)
Probe 10, Profil A; Sample 10, section A; x 200
- Fig. 2. *Globoquadrina dehiscens* (CHAPMAN, PARR & COLLINS)
Probe 16, Profil J1; Sample 16, section J1; x 200
- Fig. 3. *Globoquadrina baroemoenensis* LEROY
Probe 16, Profil J1; Sample 16, section J1; x 200
- Fig. 4. *Globoquadrina dehiscens* (CHAPMAN, PARR & COLLINS)
Probe 7K, Profil K1; Sample 7K, section K1; x 200
- Fig. 6. *Globoquadrina baroemoenensis* LEROY
Probe 13, Profil II; Sample 13, section II; x 200
- Fig. 7. *Globoquadrina langhiana* CITA & GELATI
Probe 7K, Profil K1; Sample 7K, section K1; x 200
- Fig. 8–9. *Globoquadrina langhiana* CITA & GELATI
Probe 16, Profil K2; Sample 16, section K2; x 200
- Fig. 10. *Globigerina euapertura* JENKINS
Probe 11, Profil K2, Sample 11, section K2, x 200
- Fig. 11. *Globoquadrina langhiana* CITA & GELATI
Probe 3K, Profil K1, Sample 3K, section K1, x 500
- Fig. 12. *Catapsydrax dissimilis* (CUSHMAN & BERMUDEZ)
Probe 7K, Profil K1, Sample 7K, section K1, x 200

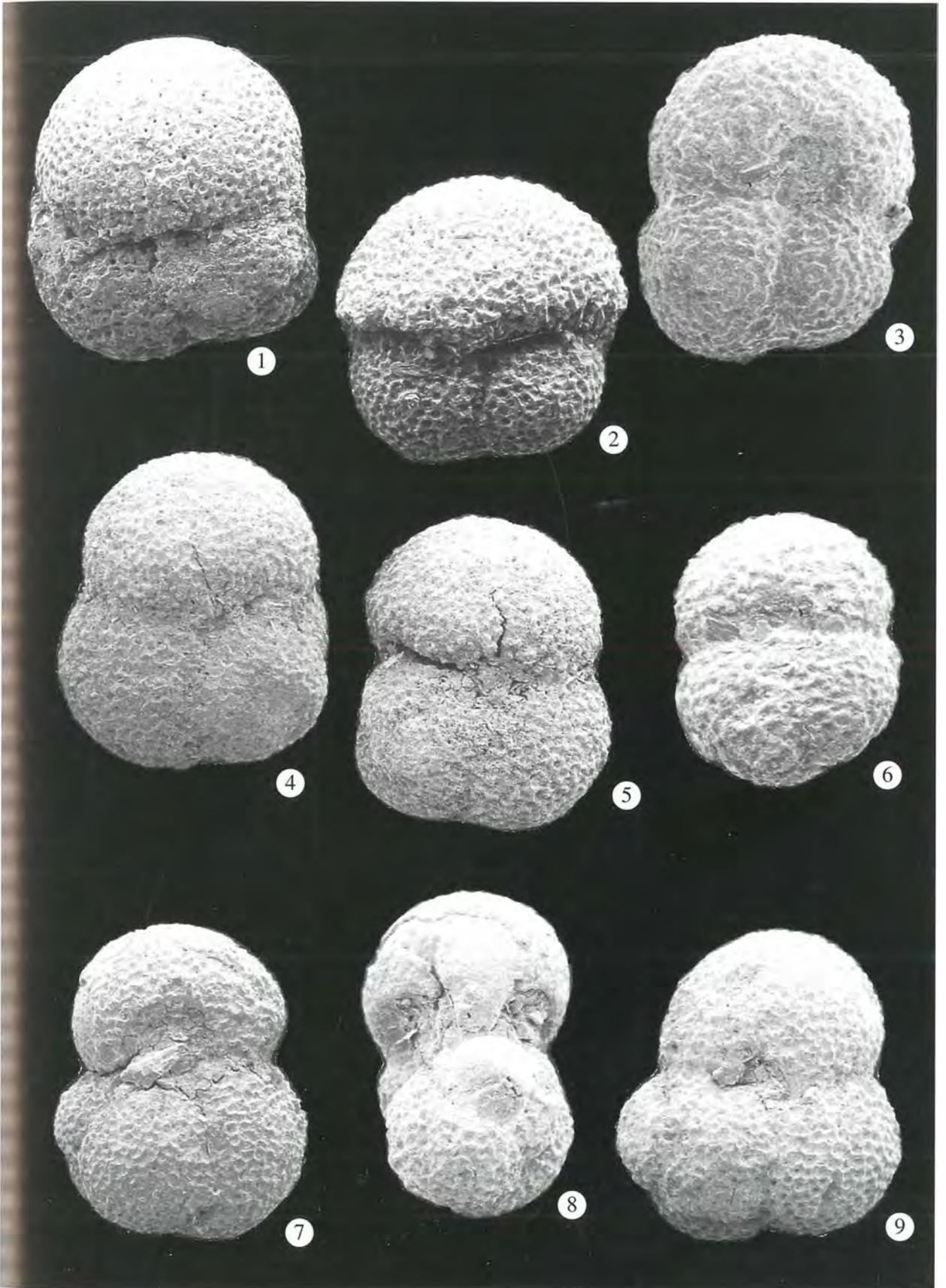
TAFEL 6



TAFEL 7

- Fig. 1–2. *Globigerinoides bisphericus* TODD
Probe 22, Profil K2; Sample 22, section K2; x 200
- Fig. 3. *Globigerinoides subquadratus* BROENNIMANN
Probe 11, Profil K2; Sample 11, section K2; x 200
- Fig. 4–5. *Globigerinoides trilobus* (REUSS)
Probe 22, Profil J1; Sample 22, section J1; x 200
- Fig. 6. *Globigerinoides subquadratus* BROENNIMANN
Probe 4K, Profil K1; Sample 4K, section K1; x 200
- Fig. 7, 9. *Globigerinoides altiapertura* BOLLI
Probe 11, Profil K2; Sample 11, section K2; x 200
- Fig. 8. *Globigerinoides altiapertura* BOLLI
Probe 16, Profil K2; Sample 16, section K2; x 200

TAFEL 7



TAFEL 8

- Fig. 1. *Miogypsinoides* sp.
Probe 4, Profil J1; Sample 4, section J1; x 100
- Fig. 2. *Miogypsina* sp.
Probe 4, Profil J1; Sample 4, section J1; x 100
- Fig. 3–4, 7–8. *Pavonitina styriaca* SCHUBERT
Probe 22, Profil K2; Sample 22, section K2; x 100
- Fig. 5. Miliolidae
Probe 22, Profil K2; Sample 22, section K2; x 100
- Fig. 6. *Pavonitina styriaca* SCHUBERT
Probe 22, Profil K2; Sample 22, section K2; x 200

TAFEL 8

