

PALÄOÖKOLOGISCHE UND FAZIESUNTERSUCHUNGEN AN DEN OBEREOZÄN-SCHICHTEN IN DER UMGEBUNG VON BUDAPEST

M. MONOSTORI

Paläontologisches Institut, Eötvös-Universität, Budapest
(Eingegangen dem 15. IX. 1964)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Studie behandelt die Fazies und ihre zeitlichen Änderungen der obereozänen Schichten in der Umgebung von Budapest. Als Grundlage dient die detaillierte Mikrofaziesuntersuchung eines örtlichen Profils, das durch die Angaben weiter entfernt liegender Aufschlüsse ergänzt wird. Die Auswertung der einzelnen Fazies erfolgte hauptsächlich auf paläoökologischem Wege, in manchen Fällen unter Benützung aktualistischer Methoden und in anderen Fällen mit Hilfe einer morphofunktionellen Analyse. Es konnte nachgewiesen werden, dass die untersuchte Partie des einstigen Meeresbodens sich vom Litoral allmählich in eine tiefere Zone des Neritikums verschoben hat. Zu diesem Resultat gelangte man sowohl auf Grund der Veränderung der Schalenstrukturen und der quantitativen Verteilung der einzelnen Tier- und Pflanzengruppen als auch auf Grund der Zusammensetzung der übereinander folgenden Biozönosen.

Einleitung. Die obereozänen Ablagerungen in der Umgebung von Budapest können in einer grossen Verbreitung nachgewiesen werden. Im Laufe der Bearbeitungen, die bereits seit etwa Mitte des vorigen Jahrhunderts im Gange sind, wurde den einzelnen Faziestypen im allgemeinen ein feinerer horizontbezeichnender Wert zugeschrieben.

Mit dem Fortschreiten der Untersuchungen ist es allmählich klarer geworden, dass die Unsicherheiten, die sich in der Abgrenzung des Eozäns und Oligozäns in diesem Gebiet zeigen, in erster Linie auf diese Anschauung zurückzuführen sind. In den Faunen von heteropischen Ablagerungen, die zeitlich einander näher stehen, ergaben sich scharfe Unterschiede, während die Faunen solcher Ablagerungen, die zeitlich voneinander weiter entfernt liegen, in der Ausbildung der Fazies aber ähnliche Charakterzüge aufweisen, eine enge Verwandtschaft aufweisen.

Auf Grund ausführlicher sedimentgeologischer Untersuchungen konnte E. Dudich jun. 1957 nachweisen (2), dass die beiden Mergelkomplexe an der Grenze des Obereozäns, die von früheren Forschern unter der Bezeichnung Bryozoen- und Budaer Mergel unterschieden worden sind, eng zusammengehörige, gleichaltrige, aber in verschiedenen Fazies ausgebildete Bildungen

darstellen, wie das seinerzeit auch von M. Hantken angenommen worden ist (6–7). Die „Rückkehr der eozänen Fauna“ innerhalb des Budaer Mergelkomplexes, dem früher ein unteroligozänes Alter zugeschrieben worden ist, ist nichts weiter, als die zeitweise Rückkehr einer ufernahen Fazies innerhalb der globigerinenführenden Mergelausbildung des vorherrschend offeneren Meeres.

Das Ziel der vorliegenden Studie war, die Fazies der obereozänen Ablagerungen innerhalb des Neritikums und ihre zeitlichen Verschiebungen einzeln nachzuweisen. Dafür schien die detaillierte Bearbeitung eines örtlichen Profils am zweckmässigsten. Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden durch die Angaben von weiter entfernt liegenden Profilen noch ergänzt. Die Bildungen des obereozänen Meeres in der Umgebung von Budapest bestehen überwiegend aus biogenen karbonatischen Gesteinen, sodass es am geeignetsten erschien, die Fossilien in Dünnschliffen ausführlich zu untersuchen. Ergänzend wurden noch Gesteinsschliffe und die eingesammelte Makrofauna untersucht und örtliche Beobachtungen gemacht.

Das ausführlich bearbeitete Material stammt vom Óbudaer Mátyás-Berg. Die Proben wurden der in etwa 30 m Mächtigkeit aufgeschlossenen Schichtserie des Steinbruches, der sich an der Ostseite des Berges befindet, entnommen. Die Probeentnahme erfolgte in je 50 cm Entfernung senkrecht zur Schichtung. Von jeder Probe wurden 3 Dünnschliffe und mehrere Anschliffe gefertigt. Die Verschiebung der einzelnen Fazies lässt sich durch die quantitativen und qualitativen Veränderungen der gesteinsbildenden Fauna- und Floralelemente eindeutig charakterisieren. Die morphologische Untersuchung der Fossilreste der einzelnen Pflanzen- und Tiergruppen mit paläoökologischen Methoden ist zur Erkennung der Einflüsse der Umwelt sehr geeignet. Darum wurden im Laufe der Bearbeitung des Materials hauptsächlich die morphologischen Merkmale der Schalen und ihrer Veränderungen sowie die Zusammensetzung der einzelnen Biozöosen und ihre Veränderungen beobachtet. Die Daten des ausführlich untersuchten Profils wurden durch weitere Angaben aus dem Óbudaer Szép-Tal ergänzt. Vergleichende Beobachtungen wurden auch im nördlichen Teil des Gebirges, in der Umgebung von Solymár, gemacht, wo die Ausbildung der Faziesfolge bis zu einem gewissen Grade eine abweichende war.

Die Ökogenese der einzelnen Gruppen der Lebewelt. Die gesteinsbildenden Fossilgruppen des Profils vom Mátyás-Berg sind die folgenden: Rotalgen, Nummuliten, Discozycylinen, Operculinen, Bryozoen und Kleinforaminiferen. Die Ergebnisse der ausführlichen ökologischen Untersuchung dieser Gruppen kann im folgenden zusammengefasst werden:

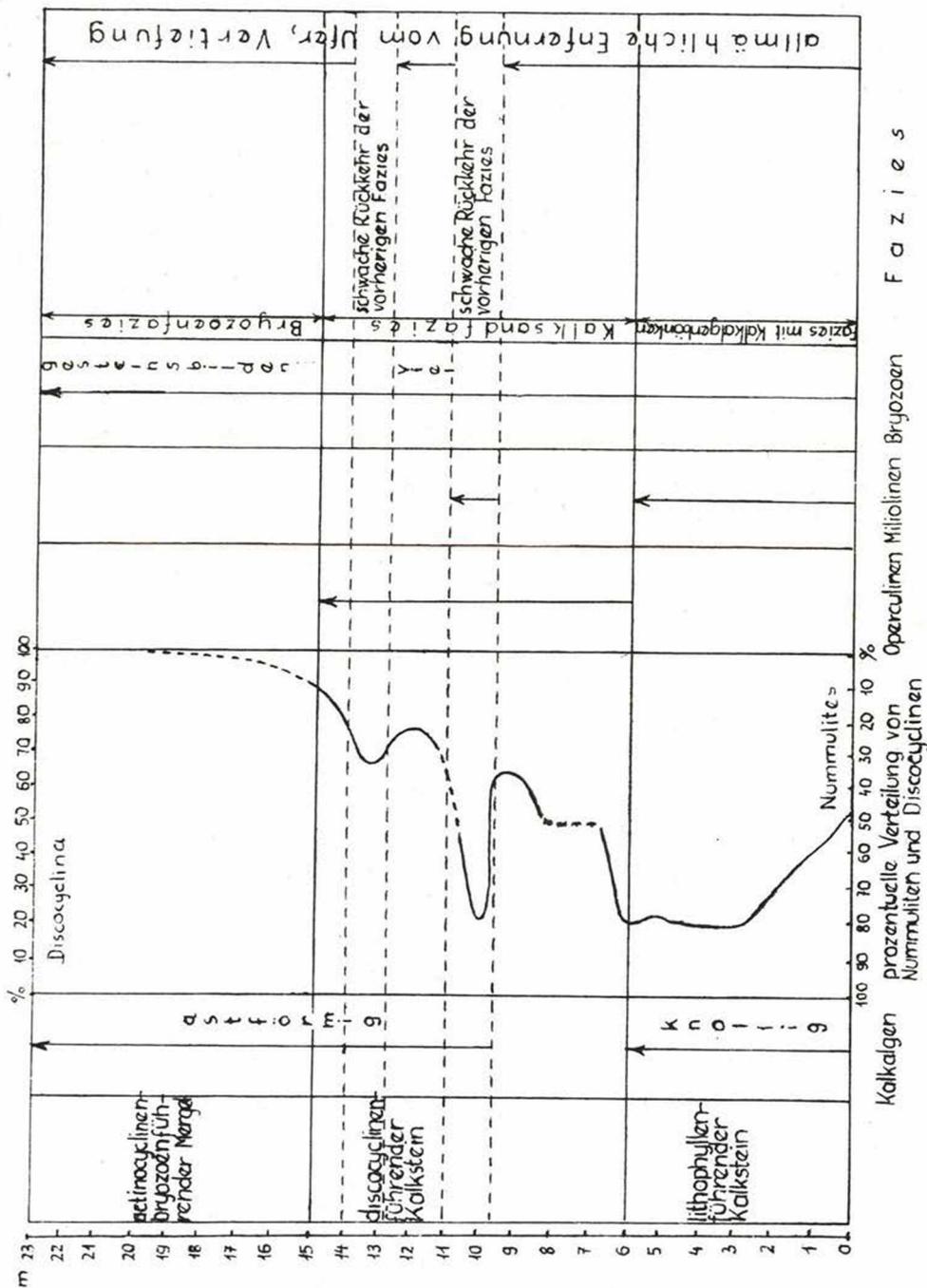
Corallinaceae: Die Gattung *Lithophyllum* ist für den ganzen Komplex charakteristisch. Diese Tatsache zeigt schon von vornherein, dass die Ablagerung des Gesteins in der neritischen Region erfolgt sein muss. Die Lithophyllum-Reste können morphologisch in 4 Gruppen eingeteilt werden, deren Unterschiede sich aus ökologischen Abweichungen ergeben. Es lassen sich inkrustierende, knollige, zweigartige Formen sowie kleinere oder grössere Bruchstücke erkennen. Die Bedeutung der abweichenden Formen kann auf Grund der Untersuchungen von Lemoine, der die rezenten Kalkalgen ausführlich behandelte (12), erklärt werden.

Im Bereiche des Neritikums sind die inkrustierenden Formen im allgemeinen verbreitet, sie bedeuten keine speziellen Bedingungen. Die knolligen, konzentrisch aufgebauten Formen herrschen im ganz seichten, stark bewegten Meer, die dünnen, sich verzweigenden Formen im seichten aber ruhigen Meer vor. Die optimale Verbreitung der rezenten Formen liegt in einer Wassertiefe von 10–25 m. Die unterste Grenze ihrer Verbreitung ist in einer Tiefe von 200 m. Nach J. Richard (17) können sie stellenweise auch in der Zone von Ebbe und Flut massenhaft auftreten. Diesen aktuopaläontologischen Beobachtungen vollkommen entsprechend kommen die inkrustierenden Formen im allgemeinen im ganzen untersuchten Profil vor. Die knolligen, konzentrisch aufgebauten Formen (Tafel I, Fig. 1–2) beschränken sich auf die untere Partie des Komplexes, wo sie vorherrschend aus Kalkalgen bestehende Bänke bilden. Der konzentrische Aufbau der Algen weist auf eine ständige Bewegung des Wassers hin. Die Masse der Knollen schwanken unregelmässig in den einzelnen Schichten (1–20 mm). Es konnte aber festgestellt werden, dass das Ausbleiben der knolligen Algenform durch eine Verminderung der Masse eingeleitet wurde. Vom 6. Meter des untersuchten Profils an bleibt die knollige Form vollkommen aus. Neben einigen Inkrustierungen sind nur in den Dünn-schliffen sehr feine Algenrümmer, etwa in der Grössenordnung von 0,1 mm, zu erkennen. Das entspricht auf Grund der Untersuchungen von rezenten Algenriffen dem Algen-Sande, der die Kalkalgenriffe gegen das Meer zu umsäumt.

Vom 9. Meter des Profils an erscheinen die dünnen, zweigartigen und stellenweise ganz kleinen kugeligen Formen (Tafel II, Fig. 4 und Tafel III, Fig. 1,) die nach den vorher erwähnten Beobachtungen von Lemoine auf ein seichtes, wenig bewegtes Meerwasser hinweisen. Diese Algenzweige sind an manchen Stellen fast fadenartig dünn, das Auftreten solcher Formen betont noch mehr den Umstand, dass das Sediment in einem ruhigen Wasser zur Ablagerung gelangte. Diese sich verzweigenden Formen können bis zum oberen Ende des untersuchten Profils zusammen mit den inkrustierenden nachgewiesen werden, in den oberen Mergelschichten spielen sie aber nur noch eine untergeordnete Rolle.

Grossforaminiferen. 1. Nummuliten: Die am meisten charakteristische Tiergruppe des obereozänen Kalksteins in der Umgebung von Budapest wird von den Nummuliten dargestellt. Am häufigsten sind die Arten *N. fabiani* Prev. und *N. intermedius* d'Arch. et Haime. Die Rolle der Nummuliten ist für das ganze Obereozän charakteristisch, ihr zahlenmässiges Verhältnis zu den Discocyclinen zeigt aber eine eigenartige Veränderung (Abb. 1).

In den unteren 6 Metern des untersuchten Profils herrschen die Nummuliten im Verhältnis zu den Discocyclinen vor. Von hier an ist ihre Häufigkeit geringer als die der Discocyclinen, die Kurve des Häufigkeitsverhältnisses weist eine abnehmende Tendenz auf. Im 10. und im 14. Meter tritt aber wieder je eine Schicht auf, in der die Häufigkeit der Nummuliten bedeutend zunimmt. Diese Schichten zeugen von ständig schwächer werdenden Rückschlägen der vorherigen Fazies. Vom 15. Meter an sinkt ihr Verhältnis unter 10%, bis sie dann nur noch sporadisch auftreten. Die maximalen Durchmesser in den einzelnen Schichten zeigen im Profil von unten nach oben zuerst zunehmende



Fazies des obereozänen Profils am Matyas-Berg und die Umgestaltungen der Lebewelt in der Funktion der Faziesveränderungen.

Werte, die grössten Exemplare (7–10 mm) treten zwischen dem 5. und 9. Meter auf, Exemplare mit einem Durchmesser von etwa 6 mm kommen zwischen dem 5. und 13. Meter vor. Vom 15. Meter an werden sie sehr klein (höchstens 1–3 mm), schlecht entwickelt – wahrscheinlich sind sie mit den verkümmerten seltenen Formen des späteozänen Mergels identisch.

Die an den Anschliffen in grosser Anzahl durchgeführten Messungen ergaben auch Durchschnittswerte, die im mittleren Teil des Profils einen grösseren Wert (bis 2–3 mm) aufweisen, während die Masse bis zum 5. Meter unter 2 mm bleiben und zwischen dem 5. und 15. Meter etwa 2–3 mm betragen.

Die Form der Nummuliten ist recht gedrungen (Tafel I, Fig. 1–2), das Verhältnis Länge: Breite beträgt 2–3 : 1. In den unteren Schichten sind besonders viele makrosphärische Formen zu finden. Zwischen der Veränderung der Masse und der Häufigkeitskurve der Nummuliten kann bis zu einem gewissen Grade ein entgegengesetzter Zusammenhang festgestellt werden. Mit der grössten Häufigkeit sind in den ersten Proben kleinere Masse verbunden. Diese kleineren Gehäuse sind gedrungener und dichter als die grösseren Formen der oberen Schichten. Diese Form erträgt besser die durch die Lithophyllum-Knollen bewiesene stärkere Bewegtheit des Wassers, während die Zunahme der Masse und die Auflockerung des Gehäuses eine Abnahme der Bewegtheit des Wassers anzeigt. Trotz der starken Wasserbewegung sind die Nummuliten in den unteren Schichten überhaupt nicht eingeregelt anzufinden. Dieser Umstand kann auch auf die gedrungenere Form zurückgeführt werden.

2. Discocyclinidae: Die Vertreter der Familie Discocyclinidae spielen im ganzen untersuchten Profil eine bedeutende Rolle. Im Komplex oberhalb des lithophyllumführenden Kalksteins treten sie in gesteinsbildender Menge auf, sodass diese Serie bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts als „Orbitoidenkalkstein“ unterschieden worden ist.

In der unteren, 6 Meter mächtigen kalkalgenführenden Schichtserie kommen sie in einer kleineren Anzahl als die Nummuliten vor (Abb. 1). Von hier an nimmt ihre Häufigkeit ständig zu, abgesehen von den Einlagerungen im 10. und 14. Meter, wo die Nummuliten wieder dominant werden. In Gegensatz zu den Nummuliten werden die Vertreter dieser Familie auch gegen die obere Serie des Mergels nicht seltener, sondern sie kommen bis zur obersten Schicht in einer grossen Anzahl, ja sogar stellenweise in gesteinsbildender Menge vor.

Bei dieser Gruppe kann der Zusammenhang zwischen der Morphologie des Gehäuses und den ökologischen Gegebenheiten noch deutlicher nachgewiesen werden als im Falle der Nummuliten. Im Grunde genommen sind 2 morphologische Typen zu unterscheiden:

a) Die Gattung *Discocyclina*: flache Formen, die gegen den Rändern zu allmählich dünner werden (Tafel I, Fig. 3–4, Tafel II, Fig. 1).

b) Die Gattungen *Asterocyclina* und *Actinocyclina*: Der knopfartige Mittelteil wird von ausserordentlich dünnen, gerippten Rändern umgeben. (Am häufigsten sind die Arten *Actinocyclina radians* (D'Arch.) und *Asterocyclina stellata* (Gümbel) (Tafel III, fig. 2). Das Verhältnis Durchmesser: Dicke beträgt nach den Messungen an den Dünnschliffen bei der ersten Form 8–10 : 1, bei der zweiten aber beträgt dieses Verhältnis an den randlichen Teilen etwa 30 : 1, ja sogar bei manchen Formen der oberen Mergelschichten 100 : 1.

Beide Formen sind im ganzen Profil bis zum Ende vorhanden, ihre zahlenmässigen Verhältnisse weisen aber eine charakteristische Veränderung auf. Die Asterocyclinen sowie die Actinocyclinen treten vom 16. Meter an häufiger auf, vom 18. Meter an werden sie dominant. Es ist offensichtlich, dass dieser Typus trotz der Berippung mechanischen Einflüssen gegenüber viel weniger widerstandsfähig ist als die Discocyclinen. Ebenso weniger widerstandsfähig ist aber auch das flache Gehäuse der Discocyclinen in Vergleich mit den kleinen, gedrungenen, dichten Gehäusen der Nummuliten. Die Dominanzreihe Nummulites — Discocyclina — Actinocyclina und Asterocyclina weist den Lithophyllen ähnlich auf eine allmähliche Abnahme der Bewegtheit des Wassers hin.

Auch das Auftreten der maximalen Grössen bei den Vertretern der Familie Discocyclinidae zeigt, dass am Anfang solche Bedingungen herrschten, die für die grösseren, flacheren Formen ungünstig waren (bis zum 5. Meter sind die maximalen Masse unter 10 mm, von hier an über 12 mm). Auch die von den Anschliffen gewonnenen Durchschnittswerte der Messungen zeigen ein ähnliches Bild (bis 5,5 m unter 6 mm, von hier an Werte von über 8 mm). Die kleineren Exemplare sind auch hier wie bei den Nummuliten gedrungenere und dichter aufgebaut. Auch diese Veränderungen weisen auf die Abnahme der Wasserbewegtheit hin.

Entsprechend der flachen Gehäuseform sind die massenhaft auftretenden Formen mehr oder minder parallel zu der Schichtung eingeregelt.

3. Operculinen: Die Operculinen gehören im Profil zu den ziemlich häufigen Grossforaminiferen (Tafel II, Fig. 2—3). Ihr Erscheinen fällt mit dem Zurücktreten der Nummulites-Lithophyllum-Gemeinschaft zusammen. Etwa in der Mitte des Komplexes mit Discocyclinen (zwischen dem 8. und 9. Meter) erreichen sie eine grosse Häufigkeit, dann treten sie bis zum 15. Meter in veränderlicher Menge auf, werden jedoch in den letzten Proben immer seltener. Vom 15. Meter an fehlen sie vollkommen.

Eine genaue Feststellung der Häufigkeit sowie der Massverhältnisse war nicht möglich, da die Exemplare fast immer nur Bruchstücke waren. Der feinere, zerbrechlichere Gehäusebau und die flache Scheibenform beweisen, dass diese Tiere in den Meeresteilen mit ruhigem Wasser gelebt haben. Nach rezenten Untersuchungen sind sie charakteristische Mitglieder der Lebewelt des Kalkalgensandes.

Kleinforaminiferen. Die benthonischen Kleinforaminiferen sind in der ganzen Mächtigkeit des Profils ausserordentlich häufig. Zwei Gruppen von ihnen weisen eigenartige Verteilungsverhältnisse auf.

1. Miliolinen: Nach früheren Behauptungen sind die obereozänen Schichten in der Umgebung von Budapest an Miliolinen ausserordentlich arm. Ihre Anzahl ist in Bezug auf den ganzen Komplex tatsächlich niedrig, stellenweise treten sie aber auch in einer grösseren Anzahl auf. Von den 7 Proben, die Miliolinen führen, stammen 6 aus dem unteren Kalkalgenkomplex. Ausserdem waren noch Miliolinen in den Dünnschliffen der Probe aus dem 10. Meter vorzufinden. Auffallend ist die Tatsache, dass dieses spätere Auftreten mit der sich nur auf diese eine Schicht beschränkenden sprunghaften Zunahme der

Häufigkeit der Nummuliten zusammenfällt. Sie sind als ein Zeichen der zeitweiligen Rückkehr der vorherigen Fazies zu betrachten.

Der lithophyllenführende Kalkstein von Solymár, der eine ähnliche Fazies wie der untere Kalkalgenkomplex besitzt, führt ausserordentlich viele Miliolinen. Das häufige Auftreten der Miliolinen weist mit den Kalkalgenriffen zusammen auf eine Fazies der einstigen Uferlinie hin.

2. Agglutinierte Formen: Agglutinierte benthonische Foraminiferen sind in der ganzen Mächtigkeit des Profils vorhanden. Besonders häufig treten sie aber in den oberen Proben auf. Unter den Kleinforaminiferen spielen sie vom 12. Meter an eine dominante Rolle, in manchen Horizonten sogar mit einer hervorspringenden Häufigkeit. Gegen den oberen Mergelschichten zu erhöht sich die Menge des terrigenen Materials von einigen Prozenten auf 20 bis 30%. Die Häufigkeitszunahme der agglutinierten Formen kann mit diesem Umstand in Zusammenhang gebracht werden.

Im allgemeinen nimmt die Anzahl der Kleinforaminiferen gegen den Mergel zu. Diese Tatsache kann auch mit den Verhältnissen des Meeresbodens in Verbindung gebracht werden, da der Kalkstein nach den Ergebnissen der Untersuchung der Dünn- und Anschliffe einst eine Ablagerung war, die hauptsächlich aus kalkigem Sand mit organischen Schalenresten bestand, ja sogar im unteren, Algenknollen führenden Teil einen schotterigen Charakter besass. Diese Ablagerungen waren für diese Foraminiferen ungünstiger als der feine, pelitische mergelige Meeresboden.

Bryozoen: Die Bryozoen des Budaer Obereozäns aus dem Szép-Tal wurden zuerst von Pergens bearbeitet. Ihre ökologische Auswertung wurde von E. Dudich jun. (4) unternommen. Bryozoen kommen im ganzen Bereiche unseres Profils vor. Im unteren kalkalgenführenden Teil des Profils sind sie überall anzutreffen, aber nur als zusätzliche Gesteinsbildner. Vom 10. Meter an nimmt ihre Menge zu, vom 12. Meter an sind sie massenhaft anzutreffen und vom 15. Meter an sind sie stellenweise in einer gesteinsbildenden Menge vorhanden (Tafel III, Fig. 3). Im unteren Teil des Komplexes sind die Bryozoen-Reste meistens nur schlechte Bruchstücke, während die kalk-sandige, Discocyclinen führende Region und die höheren Mergelpartien meistens gut erhaltene dünne Ästchen und zweischichtige flache, inkrustierende Formen enthalten. Auch das Vorherrschen des letzteren Typs weist auf eine Abnahme der Bewegtheit des Wassers hin. In einer Höhe von 2,5 m ist dem kalkalgenführenden Kalkstein eine an Bryozoen reiche Mergelschicht zwischengelagert. Das Auftreten dieser mit der späteren Mergelausbildung verwandten Fazies im kalkalgenführenden Kalkstein kann mit einer zeitweisen lokalen Abnahme der Bewegtheit des Wassers erklärt werden.

Fazies. Die Ökogenese der einzelnen Pflanzen- und Tiergruppen weist auf eine Abnahme der Wasserbewegung hin, die dadurch entstand, dass das Gebiet sich allmählich vom Ufer entfernte und die Wassertiefe zunahm. Wenn wir die Angaben des Profils vom Mátyás-Berg mit den Daten anderer Profile ergänzen, können wir folgende Faziesreihe feststellen:

1. Basalkonglomerat mit grobem triadischem Dolomit-, Kalkstein- und Hornsteinmaterial mit seltenen Kalkalgen-, Bryozoen- und Grossforaminiferen-

Bruchstücken. Dieser äusserste Uferstreifen stellte für die Lebewelt einen ungünstigen Aufenthaltsort dar.

2. Kalkalgenführender Kalksteinkomplex (Tafel I, Fig. 1–2). (Der untere, 6 m mächtige Teil des Profils am Mátyás-Berg.) Es handelt sich hier um eine ufernahe Zone mit seichtem (10–25 m) Wasser. Das Sediment besteht hauptsächlich aus den Kalkalgen. Die Lithophyllum-Knollen bildeten Algenbänke, stellenweise können auch kleinere ufernahe Bänke von Stockkorallen erkannt werden. Wie im Falle der heutigen Riffbildungen, spielen auch hier in der Zusammensetzung der Ablagerung die Hartteile anderer Organismen wie z. B. Foraminiferen und Bryozoen, ebenfalls eine bedeutende Rolle. Die bereits geschilderte Untersuchung der einzelnen Organismengruppen machte es klar, dass hier das Wasser stark bewegt war. Das einstige Ablagerungsmaterial, woraus der Kalkstein entstand, war schotterig – grobsandig, welcher Umstand ebenfalls für einen Uferstreifen mit stark bewegtem Wasser charakteristisch ist. Zwischen den lokalen Korallenbänken kann pelitischer Kalkschlamm beobachtet werden, stellenweise mit tonigem Material vermischt. Die Ablagerung des feinkörnigen Materials kann hier auf die Korallenstöcke zurückgeführt werden, die durch ihr Vorhandensein die Wasserbewegung vermindert haben. Im Algenbänke führenden Teil des Profils können an manchen Stellen auch mergelige Einlagerungen gefunden werden. Auf diese Einlagerungen weist auch eine Verminderung der Wasserbewegtheit hin, die hier wieder auf die Algenriffe zurückgeführt werden kann. E. Dudich jun. (3) nahm an, dass diese an Bryozoen reiche Teile durch kalte Karstwasserquellen hervorgerufen worden sind.

Für diese Annahme spricht auch das Ausbleiben der thermophilen Kalkalgen und Grossforaminiferen. Diese Fazies ist mit Ausnahme einzelner lokaler Stellen und Schichten und abgesehen von den gesteinsbildenden Mikrofaunenelementen im allgemeinen an Fossilien recht arm. Für Mollusken war der Untergrund mit dem groben Schutt und wegen der verhältnismässig schnell eintretenden Erhärtung der Oberfläche ein ungünstiger Biotop. Verhältnismässig häufiger treten noch hier die sessilen benthonischen Ostreiden (*O. gigantea* Sol., *O. plicata* Sol.), die sich dieser Fazies angepasst haben, auf. In Solymár kommen in dieser Fazies richtige Ostreiden-Bänke vor, die wieder klar die Nähe des Ufers beweisen. Hier dürfte auch mit einem kleineren vom Ufer her kommenden Wasserstrom gerechnet werden, der einen günstigen Umstand in der Ausbildung der Ostreiden-Bänke bedeutet. Durch diesen Wasserstrom wurde auch Quarzsand in das Meer transportiert. Auch die grosse Anzahl der Miliolinen unterstützt diese Vorstellung. Einige Exemplare von *Amussium corneum* (Sow.) und *Chlamys biarritzensis* (d'Arch.) sowie einige grossgewachsene dickschalige Cerithien und *Natica*-Formen sind ebenfalls anzutreffen. Von den Echinoiden kommen die dickschaligen Gattungen *Echinolampas* und *Echinanthus* zum Vorschein, stellenweise sogar massenhaft. Koloniebildung von dieser Art kann auch bei den heutigen Echinoiden beobachtet werden. Es ist also zu ersehen, dass auch die Makrofauna der Brandungszone entspricht.

Der starke, vom Ufer her stammende lokale Schutttransport ermöglichte in Solymár die Ausbildung einer eigenartigen Fazies, die in dieser Zone eingereiht werden kann. Grosse Kalkalgenknollen sind hier nicht entstanden, aber das sich schnell verhärtende, mit rotem Ton und Quarzsand gemischte Kalk-

material wurde durch die Brandung in abgerollte Stücke von der Korngrösse des Grobsandes-Schotters aufgearbeitet. Auch um die Sandkörner hat sich Kalkmaterial ausgeschieden. Dieser von der Brandung gelockerte Meeresgrund von grobem Kalksand und Ton wurde von einer etwas reicheren Molluskenfauna, besonders von den vorher erwähnten Formen, weiterhin von *Spondylus*, *Pitar*, ja sogar auch von einigen sich in den Meeresgrund eingrabenden Formen (*Tellina rostralis* (Lam.) bewohnt. Die Echinoiden-Fauna stimmt mit der vorher beschriebenen vollkommen überein.

3. Discocyclinenführender Kalksteinkomplex. (Taf. I, Fig. 3–4, Taf. II, Fig. 1–4, Taf. III, Fig. 1.) (Im Profil des Mátyás-Berges der Teil zwischen 6–15 m.) Das Gestein wird hauptsächlich von einem etwa 0,1 mm grossen Schutt von Algen, Foraminiferen und Bryozoen aufgebaut, es besitzt also seiner Korngrösse nach einen Feinsandcharakter. Auch die heutigen Algen- und Korallenriffe werden an ihrer gegen das Meeresbecken zu gelegenen Seite von einer ähnlichen kalksandigen Schuttzone umrandet. Sowohl die Kalkalgen als auch die Grossforaminiferen zeigen im Verhältnis zu der Litoralzone eine Verminderung der Wasserbewegtheit an. Diese Umwelt von sandigem Charakter ist für die Grossforaminiferen günstig, sodass diese Formen hier ihre grössten Masse erreichten. Die Vertreter der Gattungen *Chlamys* und *Pecten*, die auch schon in der vorigen Fazies erwähnt wurden, sind hier in einer grösseren Anzahl anzutreffen. Das weniger bewegte Wasser und der feinere Meeresgrund dürfte für diese verhältnismässig dünnchaligen Formen viel günstiger gewesen sein, da diese Organismen dem vagilen Benthos angehören. Infolge der rascheren Ablagerung und der ruhigeren Wasserbewegung konnte stellenweise auch organisches Material in Form von kohlig-bituminösen Schichtchen und Linsen erhalten bleiben.

4. Bryozoenführender Mergelkomplex. (Taf. III, Fig. 2–3.) Der Teil zwischen 15 und 23 m des Profils am Mátyás-Berg entspricht der unteren Partie dieses Komplexes. Der Tongehalt des Sediments erreicht 20–30%. In diesem Umstand spielt wohl auch die Tatsache eine Rolle, dass der Transport des vom Festland her stammenden Materials bis zu diesem Ablagerungsort eine längere Zeit gebraucht hat. Die Beobachtung aber, dass auch innerhalb des kalkalgenführenden Komplexes lokale Mergelzwischenlagerungen manchmal vorkommen, weist darauf hin, dass man hier auch mit einer relativen Anhäufung des tonigen Materials zu rechnen hat. Dieses Sediment wurde nämlich in einem Beckenteil abgelagert, der vom Ufer bereits etwas weiter entfernt lag und in ihm die Bewegung des Wassers sich bereits in grossem Masse vermindert hat. Ein massenhaftes Auftreten der Kalkalgen kann hier nicht mehr beobachtet werden. Auch das allgemeine Feinerwerden der Kalkschalen ist für die Tiergruppen charakteristisch, die hier gesteinsbildend vorkommen. Neben dem abnehmenden Kalkmaterial spielt hier also auch der tonige Bestandteil eine Rolle. In diesem Beckenteil, wo die Bewegung des Wassers eine bedeutend geringere war, war die Möglichkeit zur Ablagerung des tonigen Materials grösser. Die für die Morphologie der Kalkalgen, Grossforaminiferen und Bryozoen charakteristische feine Schalenstruktur kann auch bei den übrigen Tiergruppen beobachtet werden. Am häufigsten ist hier unter den Mollusken die Art *Chlamys biarritzensis* (d'Arch.), weil für diese dünnchalige Muschel der Beckenteil mit dem weichen Meeresgrund und der geringen Wasserbewegung einen

ausserordentlich günstigen Biotop darstellte. Auch die häufig anzutreffende Art *Spondylus radula* Lam. ist eine dünnschalige Form. Charakteristisch ist das Auftreten von Muscheln von grabender Lebensweise (*Pholadomya puschi* Goldf.), ferner die Tatsache, dass die Ostreiden ebenfalls durch die kleinen dünnschaligen Formen der Art *Gryphaea brongniarti* Bronn vertreten sind. Auf ein minimales Mass der Bewegtheit des Wassers weist auch der Umstand hin, dass auch doppelschalige *Chlamys*-Exemplare unselten zu finden sind. Das Vorhandensein der Kalkalgen und die grosse Anzahl der *Chlamys*-Exemplare zeugt von einer Wassertiefe, die weniger als 100 m war, sodass diese Beckenpartie etwa in die mittlere Region des Neritikums zu stellen ist. In der reichen Fauna des Meeresgrundes waren auch *Brachiopoden* und *Serpulen* vorhanden.

Von den Echinodermaten kommen die Crinoideen und Asteroideen nur selten vor, dagegen sind die Echinoideen sehr reichlich vertreten. Sämtliche Formen besitzen sehr dünne Schalen. Von den Echinoideen können die Gattungen *Cidaris*, *Echinolampas*, *Coelopleurus*, *Echinocyamus*, *Clypeaster*, *Periaster*, *Pericosmus*, *Toxobrissus*, *Brissopsis* und *Schizaster* bestimmt werden. Hauptsächlich die Atelostomaten der Irregularen (besonders die Vertreter der Gattung *Schizaster*) sind in dieser Fazies überall sehr häufig, weil der lockere schlammige Meeresboden sehr günstig für die schlammfressenden Echinoideen war.

5. Budaer Mergelkomplex. (Taf. III, Fig. 4.) (Dieser Komplex ist im ausführlich untersuchten Profil des Mátyás-Berges nicht vertreten). Der Grossteil der Fauna wird von Kleinforaminiferen und darunter von Plankton-Formen (*Globigerinen*) gebildet. Die weitere Verminderung des karbonatischen Materials steht mit einem Zurücktreten der Organismen (*Lithophyllen*, *Grossforaminiferen*, *Bryozoen*) in Zusammenhang, die das Gesteinsmaterial der weiter oben besprochenen Fazies geliefert haben. Die Ablagerung des Sediments erfolgte in der tieferen Region des Neritikums. Stellenweise sind hier reiche Echinoideen-Faunen zu finden, in denen solche Formen vorkommen, die mit den Arten der vorherigen Mergelausbildung verwandt sind. Die Mollusken sind dünnschalig, meistens kleine Formen. Am häufigsten sind *Amussium bronni* (May.) und *Semipeecten mayeri* (Hofm.). Auf Grund der Fauna und des Sediments dürfte dieser Komplex als eine Bildung des offeneren Meeres im Inneren des Beckens betrachtet werden.

Ergebnisse. Die angeführten Fazies bilden im untersuchten Gebiet entschieden eine Ausbildungsreihe, die mit einer allmählichen Transgression des obereozänen Meeres in Verbindung steht. Nach der Brandungszone folgte die Region des ufernahen seichten Meeres mit Kalkalgen- und Korallenbänken. Diese Region hat sich später weiter verschoben und im Gebiet entwickelte sich eine neritische Fazies mit Algensand. Die Transgression war mit Oszillationen verbunden, die durch eine Rückkehr der vorigen Fazies mit einem allmählich schwächer werdenden Charakter gekennzeichnet wurden. Im Laufe des weiteren Vordringens des Meeres stellte das untersuchte Gebiet bereits einen inneren Teil des Beckens dar, zuerst mit der mittleren und dann mit der tieferen Region der neritischen Fazies. Die Oszillationen hörten auch später nicht auf, wodurch die Rückkehr der *Bryozoen*-Fazies innerhalb des Budaer Mergels, der früher

für oligozän gehalten wurde und die Bildung eines offenen Meeres und einer tieferen neritischen Fazies ist, erklärt werden kann.

Die einzelnen Fazies konnten selbstverständlich an verschiedenen Stellen auch gleichzeitig vorhanden sein, sodass diesen sich verschiebenden, ineinandergreifenden Fazies innerhalb des Obereozäns kaum ein feinerer, horizontbezeichnender Wert zugeschrieben werden kann.

LITERATUR

1. Budapest természeti képe. pp. 56 – 63. (eocén: Szóts E.) (Akadémiai Kiadó, 1958.)
2. ifj. Dudich E.: A «brizoos» és «budai» márga viszonyának újravizsgálatáról. Neuerliche Untersuchungen in Bezug auf das Verhältnis zwischen «Bryozoen» – und «Budaer» – Mergel. (Földtani Közlety 87. 1957.)
3. ifj. Dudich E.: A Budapest-környéki felsőeocén és alsóoligocén ösföldrajzi és ösélet-tani viszonyai. (Doktori ért. 1959) Paläogeographische und paläobiologische Verhältnisse der Budapester Umgebung im Obereozän und Unteroligozän. (Ann. Univ. Sci. Budap. de Rol. Eötvös Nom., Sectio Geol. T. II. 1958.)
4. ifj. Dudich E.: A biológiai aktualizmus elvének alkalmazása fosszilis Bryozoákra. Application du principe d'actualisme biologique à l'examen des Bryozoaires fossiles. (Földtani Közlety 92. 1962.)
5. Геккер Р. Ф.: Введение в палеоэкологию (Госгеолтехиздат, Москва 1957.)
6. Hantken M.: A Buda-Esztergom vidék szerves testek képezte kőzetei. (Akad. Math. és Term. tud. Közlety 1865 – 66.)
7. Hantken M.: Az ürömi és zúgligeti márga. (Földtani Közlety 2. 1872.)
8. Hantken M.: A budai márga. (M. Kir. Földt. Int. Évk. 2. 1873.)
9. Hantken M.: A budavidéki óharmadkori képződmények. (Földtani Közlety 10. 1880.)
10. Hofmann K.: A Buda-Kovácsi hegység földtani viszonyai. (M. Kir. Földt. Int. Évk. 1. 1871.) Die geologischen Verhältnisse des Ofen-Kovácsier Gebirges. (Jahrbuch d. Kön. Ung. Geol. Anst. I. 1872.)
11. Hofmann K.: Buda vidékének némely óharmadkori képződéséről. (Földtani Közlety 10. 1880.)
12. Кордэ К. Б. Водоросли породообразующие организмы. (Im Bande: „Значение биосферы в геологических процессах“ (Госгеолтехиздат, Москва 1962.) (Mit weitgehender Benutzung der Forschungsergebnisse von Lemoine).
13. Löwy B.: A budai Kis-Svábhegy földtani viszonyai. (Doktori ért. 1928.)
14. Oppenheim P.: Die Priabonenschichten und ihre Fauna. (Palaeontographica, Bd. 47. 1900 – 1901.)
- 15-16-17. Основы палеонтологии – Мшанки, Брахиоподы. 1960. pp. 34 – 39. – Моллюски, – Панцирные, Двустворчатые и Лопатоногие. 1960. pp. 18 – 192 – Водоросли, Мхи, Псилофиты. 1963. pp. 243 – 259. (Изд. Акад. Наук. СССР.)
18. Peregins M. E.: Bryozaires des environs de Buda. (Bull. soc. Belge de Paléont. et Hydr. 1896.)
19. Richard J.: Ozeanografia, pp. 370 – 372 (M. Kir. Term. tud. Társ. 1912.)
20. Schafarzik F. – Vendl A.: Geológiai kirándulások Budapest környékén. pp. 44 – 56., 83 – 105. Budapest, 1929.
21. Szörényi E.: A budai márga és faunája. (Doktori ért. 1929.)
22. Telegdi Róth K.: Ósállattan. pp. 1 – 183 (Tankönyvkiadó, 1959.)
23. Vadász E.: Magyarország földtana. pp. 204 – 209. (Akad. Kiadó, 1960.)

Tafel 1.

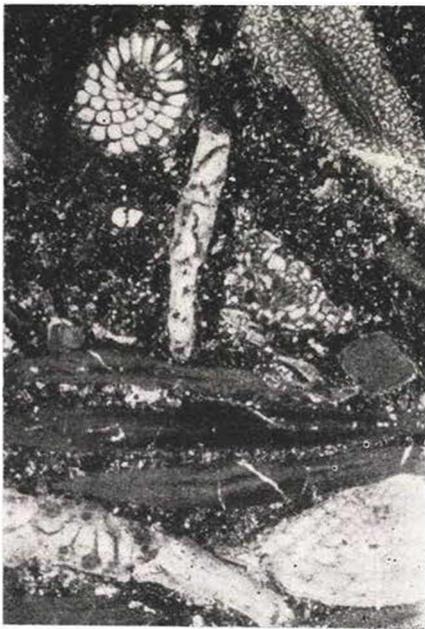


1.

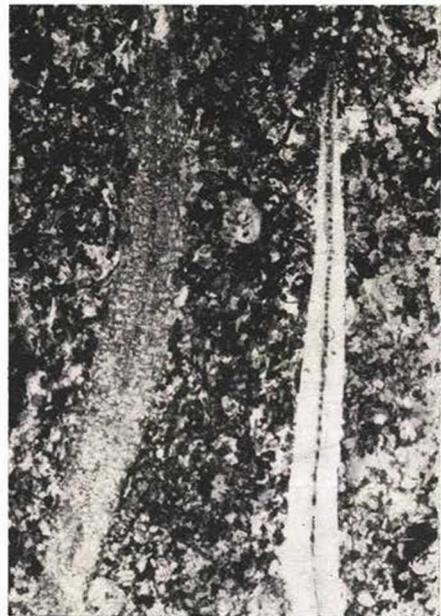


2.

Fig. 1-2. Dünnschliff des nummuliten- und lithophyllenführenden Kalksteins. Budapest, Szép-Tal (Vergr.: 6x)



3.



3.

Fig. 3-4. Dünnschliff des discoeyclinenführenden Kalksteins. Budapest, Szép-Tal. (Vergr.: 6x).

Tafel II.



1.



2.



3.



3.

Fig. 1-4. Dünnschliff des discocyclinenführenden Kalksteins in den Figuren 2 und 3 mit Operculinen. Budapest, Szép-Tal (Vergr.: 6x)

Tafel III.



1.



2.



3.



4.

Fig. 1. Dünnschliff des discocyclinenführenden Kalksteins mit Kalkalgen-Ästen. Budapest, Szép-Tal. (Vergr.: 6x). — *Fig. 2 - 3.* Dünnschliff des actinocyclinen-bryozoenführenden Mergels. Budapest, Szép-Tal. (Vergr.: 6x). — *Fig. 4.* Dünnschliff des Budaer Mergels. Bpest, Szép-Tal. (Vergr.: 6x).