

PALÄOGENE FAZIESUNTERSUCHUNGEN AM VÁRERDŐ-BERG BEI SOLYMÁR

M. MONOSTORI

(Paläontologisches Institut, Eötvös-Universität, Budapest)
(Eingegangen dem 14. XI. 1966.)

Zusammenfassung

Anschliessend zu dem 1965 erschienenen Aufsatz des Verfassers werden in diesem Aufsatz die Fazies eines paläogenen Profils nördlich von Budapest besprochen. Eingehende Untersuchungen ergaben Zusammenhänge zwischen den Ablagerungsverhältnissen und den Fossilien, und wiesen die fazieskennzeichnende Rolle der einzelnen Fossilvergesellschaftungen in den durchwegs ufernahen, seichtmeerischen Regionen nach. Als Resultat der in zahlreichen Aufschlüssen unternommenen Untersuchungen konnte ein Bild der paläogenen Faziesentwicklung aufgezeichnet werden.

Einleitung

Die üppige abwechslungsreiche Fauna und Flora der obereozänen Bildungen der Gegend von Budapest gibt eine glänzende Möglichkeit zu paläoökologischen und biofazialen Untersuchungen. Wenn wir den Faunenkomplex und die fossilen Pflanzenreste eingehend, von Schicht zu Schicht untersuchen, erkennen wir die ununterbrochene Änderung des ehemaligen Meeresteiles, der örtlichen Meeresbewegungen und der Küstenformung. Im mittleren Gebiet des Budaer Gebirges (Mátyás-Berg – Szépvölgy, Óbuda) erbrachte diese Methode den Nachweis einer obereozänen Transgression und der allmählichen Verschiebung der Uferlinie. Die komplexe Untersuchung der Faunen und Floren, sowie der lithologischen Eigenarten hat die Änderung der Verhältnisse vom Ufersaum zum Innenteil des Beckens erfasst (M o n o s t o r i M., 1965).

Im nördlichen Teil des Budaer Gebirges, am Várerdő-Berg bei Solymár, kommen obereozäne-unteroligozäne Sedimente in abwechslungsreicherer Ausbildung als im Szépvölgy vor. Im Gegensatz zur allmählichen und monotonen Faziesänderung des obenerwähnten Gebietes beweisen hier die Gesteine und deren Fossilienkomplexe schnelle Umgebungsänderungen. Sämtliche Gesteine des untersuchten Profils sind Ablagerungen eines seichtmeerischen und ufernahen Beckenteils. Ihr Material zeigt vom rein terrigenen Schutt bis zu der rein biogenen Anhäufung von Schalentrümmern eine breite Skala der Übergän-

ge. Im klastischen Material kommt gleichermassen die feinste tonige und die größte schottrige Korngrösse vor. Die abwechslungsreiche Fauna und Flora der einzelnen Ablagerungen kann der ehemaligen Umwelt entsprechend in wohldefinierte Biocönosen gruppiert werden.

Geologie des Várerdő-Berges

Der Várerdő-Berg bei Solymár befindet sich im nördlichen Teil des Budaer Gebirges, östlich von Solymár (Fig. 1.). Er ist derjenige Punkt des Gebirges, wo sich die Entwicklungen des Transdanubischen Mittelgebirges (wo das ganze Eozän vorliegt) und die des Nördlichen Mittelgebirges (wo nur das Obereozän transgediert) treffen. Im Gebiet von Solymár, in der nächsten Nähe des Várerdő-Berges haben Bohrungen auch ältere Eozänschichten durchteuft. Am Várerdő-Berg sind vorobereozäne Schichten nicht aufgeschlossen.

Der Várerdő-Berg besteht aus drei gut trennbaren (Koch A., 1871) Gesteinsfolgen*: aus einer unteren Kalksteinsfolge, einer, davon durch Erosionsdiskordanz getrennten höheren kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge und einer sich daraus entwickelnden kieseligen Sandsteinsfolge.

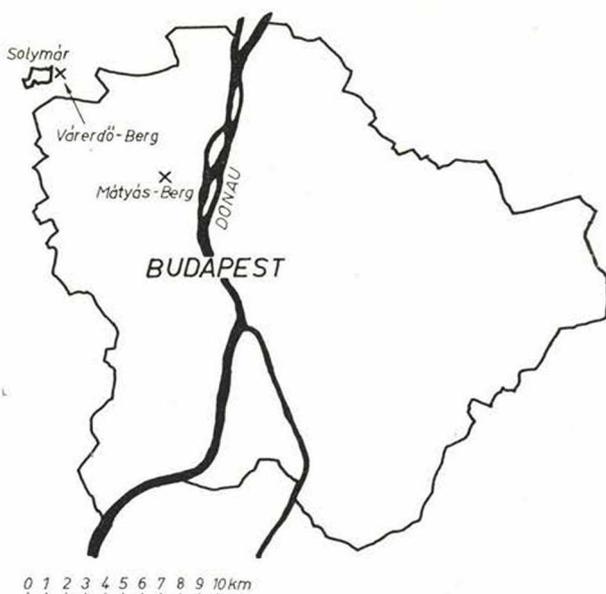


Fig. 1.

* Die Bezeichnungen Gesteinsfolge und Schichtenpaket hat Verfasser aus der sowjetischen lithostratigraphischen Literatur übernommen (Степанов Д. Л., 1958). Die mehr oder minder ähnlichen Schichten bilden ein Schichtenpaket. Die grundlegenden Abweichungen in der Ablagerung, die sich auf das ganze Gebiet erstrecken, haben die Unterscheidung von drei Gesteinsfolgen gestattet.

Die Verfolgung der einzelnen Schichten ist nicht nur wegen der kräftigen Bruchtektonik schwerfällig, sondern auch wegen der engspannigen horizontalen Änderung der Fazies, besonders in der mittleren, kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge. Da das Zweck des Aufsatzes eben die paläoökologische und Faziesuntersuchung ist, sind 9 Aufschlüsse des Várerdó-Berges einer sorgfältigen und eingehenden Bearbeitung unterzogen worden.

1. Die untere Kalksteinsfolge ist am mittleren Teil des Várerdó-Berges am besten aufgeschlossen. Ihr Liegendes tritt hier nicht zutage, dagegen wurde seine diskordante Lagerung über dem mitteleozänen Kohlenkomplex in einer nahen Bohrung beobachtet. Die Dreigliederung der Kalksteinsfolge fällt auf dem ersten Blick auf (Koch A., 1871), besonders infolge der abweichenden Farbe des mittleren Schichtenpakets.

a) Das untere, in ungefähr 5–7 m Mächtigkeit aufgeschlossene Schichtenpaket besteht aus weissem-fahlgelbem dickbänkigem Kalkstein, welcher stellenweise kompakt, stellenweise tonig und locker ist.

b) Darüber folgt mit allmählichem Übergang die obereozäne schuttführende Kalksteinsfolge von etwa 5–6 m Mächtigkeit. Das Gestein ist durch roten Ton violett-rot gefärbt. Es enthält stellenweise auch ganz lockere, dünne Streifen und Einlagerungen aus rotem Ton. Das CaCO_3 besteht hauptsächlich aus Kalkkörnern von Grobsandgrösse. Im oberen Teil des Schichtenpakets erreichen die Kalkkörnern Schottergrösse.

c) Dieses Schichtenpaket geht allmählich in einen weissen Kalkstein über. Die grösste beobachtbare Mächtigkeit des letzteren ist 3–4 m. An seiner Oberfläche sind Spuren einer Erosion wahrzunehmen.

2. Die Ablagerung setzte sich nach kürzerer-längerer Denudation fort. Die Mächtigkeit der abgetragenen Schichten kann schwer ermittelt werden, die plötzliche Faziesänderung lässt das Fehlen einiger Schichten vermuten. An der Abtragungsfläche liegt ein violett-rot gefärbter Ton von 1 m Mächtigkeit. In der Ausbildung der Meeressedimente über dem farbigen Ton – in der mittleren kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge, – sind zwischen nördlichem und südlichem Teil des Várerdó-Berges starke Unterschiede zu beobachten. Der CaCO_3 -Gehalt ist am mittleren Teil des Hügels am grössten. Die Verteilung der Korngrösse ist nicht nur vertikal, sondern auch horizontal sehr abwechselnd.

Im nördlichen Teilgebiet beginnt die Schichtenreihe mit einem mächtigen, aus lokalem Dolomitschutt bestehenden Konglomerat, worüber ein 1–2 m mächtiger sandiger Ton und letztens in grosser Mächtigkeit ein feinkörniger roter und gelber faunenführender Sand- lockerer Sandstein folgt. Dieser letztere wird nur in seinem oberen Teil von einem einzigen, aus lokalem Dolomitschutt bestehenden Konglomeratstreifen unterbrochen. (Der lokale Dolomitschutt entstammt dem Trias des Beckenrandes.)

Im mittleren Teilgebiet befindet sich über dem obenerwähnten Basalkonglomerat und grauen sandigen Ton eine abwechslungsreiche Schichtenreihe. Sie fängt an mit Dolomitschutt lokaler Abstammung, welcher dann in dolomitschottrigen, sandigen Mergel übergeht. Nach oben hin wird in dem Aufschluss der grobe Schutt immer spärlicher. Abhängig von der Änderung

des CaCO_3 -Gehaltes sind kalkiger Sandstein, sandiger Mergel und sandiger Kalkstein zu beobachten. Innerhalb dieses Teilgebietes ist in dieser Gesteinsfolge die reichste Fauna vorhanden.

Die Lagerung der Gesteinsfolge im südlichen Teilgebiet ist am obereozänen Kalkstein zu beobachten. Über dem bunten Ton hat sich aber das oben erwähnte Grundkonglomerat nicht ausgebildet. Im unteren Teil der Schichtenreihe treten abwechselnd CaCO_3 -arme sandig-tonig-schottrige Schichten auf. In diesen ist auch der Discocyclinenkalk des unmittelbaren Liegenden umgehäuft vorzufinden. Über diesen Schichten ist in Mächtigkeit 8–10 m ein roter und gelber blättrig-sandiger Sandstein, stellenweise mit kalkig-mergeligen Schichten, Linsen und wiederholten Dolomitskonglomerat-Einlagerungen zu finden. Im oberen Teil der Gesteinsfolge ist der Kalkgehalt so gross, dass sandig-schottrige Kalksteinschichten vorliegen.

3. Über der mittleren kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge liegt eine im Budaer Gebirge weitverbreitete kieselige Sandsteinsfolge. Diese ist mit der kalkigen Sandsteinsfolge konkordant, doch ist das plötzliche Ausbleiben des CaCO_3 -Gehaltes und das Erscheinen des kieseligen Bindemittels kennzeichnend. Es ist in der Ausbildung der kieseligen Sandsteinsfolge ein gewisser Unterschied zwischen nördlichem und südlichem Teilgebiet zu finden.

Im nördlichen und mittleren Teilgebiet ist im unteren Teil der Sandsteinsfolge viel lokaler Schutt vorhanden. Über dem 3–4 m mächtigen Dolomitskonglomerat liegt ein dolomitschotterführender, kieseliger Quarzsandstein. Die Schichtenreihe ist durch tonige Einlagerungen mit Kohlenspurten gegliedert. Nach oben wird der lokale Schutt spärlicher, es tritt anstelle von Dolomitschotter eher Quarzschotter auf.

Im südlichen Teilgebiet beginnt der Zyklus des kieseligen Quarzsandsteins mit einem 1 m mächtigen Dolomitskonglomerat von limonitischem Bindemittel. Der kieselige Quarzsandstein ist von wechselnder Korngrösse. Eine Schicht mit feinem Dolomit- und Hornsteinschotter ist eingelagert und graue, sandige Tonlinsen sind auch zu beobachten. Diese ganze Schichtenreihe ist nur der unterste Teil der kieseligen Sandsteinsfolge. Die ganze, ungefähr 25–30 m mächtige Folge ist am nahen Felsőpatak-Berg zu sehen.

Methodik

Das Gestein und die eingeschlossene Gemeinschaft fossiler Lebewesen wurde auf komplexe Weise untersucht. Der Hauptzweck des Aufsatzes war die Untersuchung der mechanischen Faktoren. Es wurden zur Kennzeichnung der ehemaligen hydrodynamischen Verhältnisse, sowie der Eigenarten des Untergrundes zahlreiche Korngrössen- und CaCO_3 -Bestimmungen ausgeführt.

Die ökologische Auswertung bezog sich teils auf die serienmässige Dünnschliffe und Anschliffe, teils auf die eingesammelte Makrofauna. Die Dünnschliffe und Anschliffe wurden mit der im Szépvölgy-Aufsatz beschriebenen Methode untersucht.

Paläoökologische und biostratinomische Beobachtungen

Das mittlere Teilgebiet der Kalksteinsfolge (besonders das untere Schichtenpaket) besteht grösstenteils aus Fossilien. Am kennzeichnendsten sind die Grossforaminiferen.

Was die Widerstandsfähigkeit gegen die mechanische Einwirkung der Wasserbewegung betrifft, ist der Aufbau der Nummuliten, besonders der der kleinen Formen am günstigsten. Viel ungünstiger ist der Aufbau der flachen, scheibenförmigen Discocyclinen und am ungünstigsten der der flachen, dünn-schaligen, zerbrechlichen Operculinen. Die Dominanz der einzelnen Formen ist also innerhalb gewisser Rahmen für die Bewegtheit des Wassers kennzeichnend (Monostori M., 1965).

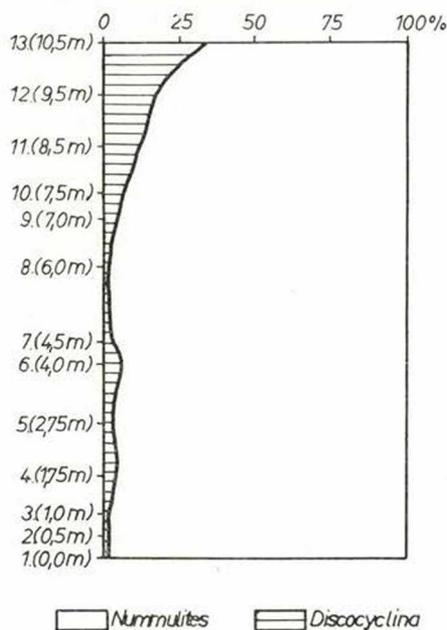


Fig. 2.

Das Zahlenverhältnis der Nummuliten zu den Discocyclinen verschiebt sich nur in den oberem Proben des mittleren Schichtenpakets ein wenig zum Vorteil der Discocyclinen, die Nummuliten sind hier aber auch viel häufiger (Fig. 2.) Das deutet also eine verhältnismässig starke, ufernahe, seichtmeerische Wasserbewegung an. Die starke Grössenzunahme der Nummuliten gegen den oberen Teil des mittleren Schichtenpakets kann auch mit einer gewissen Verminderung der Wasserbewegtheit verbunden sein (vergl. die zunehmende Zahl der Discocyclinen). Die grösseren Nummuliten besitzen nämlich verhältnismässig dünnere Kammerwände und eine weniger massive Struktur.

Die grosse Häufigkeit der Milioliden im mittleren Schichtenpaket deutet die Ufernähe an. Kleinforaminiferen kommen überall vor, doch waren die grö-

beren, schuttigen Schichten des mittleren Pakets ungünstig für sie; sie sind dort auch spärlicher.

Von den Mollusken sind die Ostreen-Arten am kennzeichnendsten, kolonienbildend in Schicht 2 und 3. Nach dem Verfall der Tiere wurden die Schalen von den Wellen durchbewegt; doppelte Schalen in natürlicher Lage sind selten.

Die Mollusken zeigen die Änderung des Untergrundes gut. Im unteren Schichtenpaket kommen nur Epibenthos-Formen (*Ostrea*, *Chlamys*, *Amussium*, *Cerithium*) vor. Die obenerwähnten Kolonien von Ostreen lebten in bewegtem Wasser auf einem sich schnell festigender Grund. Auf dem tonig-sandigen, aufgelockerten Grund (mittleres Schichtenpaket) sind neben den Epibenthos-Formen auch Inbenthos-Formen (*Tellina*, Lebensspuren) zu finden. Unter den Epibenthos-Formen sind auch die Formen häufiger, die einen lockeren Boden vertragen (z. B. *Chlamys*). Der Charakter des Bodens und die Anreicherung terrigener Klastika dürfte im mittleren Schichtenpaket die massenhafte Ansiedelung der Ostreen verhindert haben.

Die dickschaligen Echinoideen bevorzugten den festeren Untergrund; im unteren Schichtenpaket treten sie massenhaft auf.

Die Kalkalgen sind in den von terrigenem Material weniger verunreinigten Teilen häufig. Echte, ufernahe Kalkalgenbänke wie z. B. im Szépvölgy sind nicht zu beobachten. Das ist teils auf die schwächere Wasserbewegung, teils auf die überall vorhandene sandig-tonige Verunreinigung zurückzuführen.

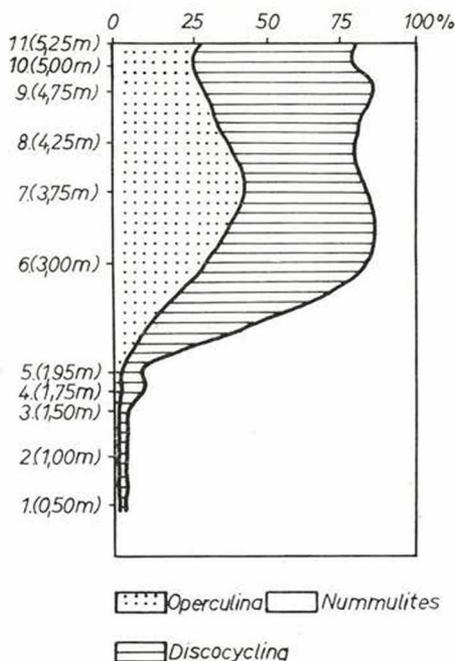


Fig. 3.

Im Profil kommen die auf ein verhältnismässig stärker bewegtes Wasser hindeutenden knolligen Kalkalgen (Kopdó, 1962) hauptsächlich im unteren Schichtenpaket vor; die Knollengrösse beträgt im allgemeinen 1–3 mm, grösstenteils 10 mm. Inkrustationen sind überall häufig. Die Tatsache, dass die verästelten, auf schwächere Wasserbewegung hinweisenden Formen von Kalkalgen (Kopdó, 1962) von der ersten Schicht aus zu beobachten sind, weist darauf hin, dass die Wasserbewegung nicht einmal zur Bildungszeit der unteren Schichten den Grad der Wasserbewegung erreichte, der über den aus Kalkalgenknollen bestehenden Bänken von Szépvölgy wirkte. Die Häufigkeit der verästelten Formen nimmt im Profil nach oben zu. Dagegen sind sie für die ökologischen Verhältnisse im oberen Teil des mittleren Schichtenpakets nicht kennzeichnend, da sie wegen des hohen Gehaltes an terrigenem Material stark zurücktreten.

Die qualitative Zusammensetzung der Schalenrümmer, welche im allgemeinen einen beträchtlichen Teil des Kalksteins bilden, hängt von den Dominanzverhältnissen der einzelnen Makro- und Mikrofaunenelemente ab.

Die Schwankungen der Wasserbewegung werden durch die Korngrössenverteilung der Schalenrümmer, sowie im mittleren Schichtenpaket durch die Korngrössenverteilung der Kalkkörner trefflich widerspiegelt. Z. B. fällt am Dach des mittleren Schichtenpakets die Verminderung der durchschnittlichen Korngrösse mit dem häufigeren Auftreten der Discocyclus zusammen.

Im mittleren Teilgebiet tritt das obere Schichtenpaket der Kalksteinsfolge nicht zutage.

Im südlichen Teilgebiet ist das mittlere und obere Schichtenpaket der Kalksteinsfolge gut aufgeschlossen. Das untersuchte Profil liegt in der stratigraphischen Fortsetzung des Profils des mittleren Teilgebietes.

Die weiteren Dominanzverschiebungen der Grossforaminiferen können gut verfolgt werden (Fig. 3.).

Die plötzliche Anreicherung der Discocyclus zeigt die starke Verminderung der Wasserbewegung. Deswegen erlangen offenbar auch die Operculinen eine wichtige Rolle. Im Diagramm ist es ersichtlich, dass sich dieser Vorgang oszillierend abspielte. Wahrscheinlich nimmt auch die Grösse der Nummuliten wegen der bei dem mittleren Teilgebiet schon erwähnten Ursachen zu.

Das allmähliche Verschwinden der Milioliden im oberen Schichtenpaket kann eine zunehmende Uferweite andeuten. Bei der schwächeren Wasserbewegung und dem feineren kalkschlammigen Untergrund im oberen Schichtenpaket erlangen andere Kleinforaminiferen die Oberhand.

Bei den Kalkalgen ist die knollige Form selten. Neben den inkrustierenden Formen sind die verästelten auch häufig. In den zum mittleren Schichtenpaket gehörigen, mit terrigenem Material verunreinigten Schichten treten die Kalkalgen viel seltener auf als im reinen Kalkstein des oberen Schichtenpakets.

Die Skelettrümmer bilden in diesem Aufschluss auch einen wesentlichen Teil des Gesteins, ihre qualitative Zusammensetzung widerspiegelt auch hier die Dominanzverhältnisse der Faunenelemente gut.

Auch die abnehmende Korngrösse der organischen Trümmer zeigt die allmähliche Abschwächung der Wasserbewegung im oberen Schichtenpaket. Darauf weist auch die Korngrössenverteilung und das Mengenverhältnis der anorganischen Kalkkörnerchen hin.

2. In der Ausbildung der kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge im nördlichen Teilgebiet zeigt sich im feinkörnigen Sandstein eine starke Auslösungswirkung; von den Fossilien sind nur die häufigen *Chlamys*-Abdrücke zu erkennen. Die wohlerhaltenen Schalenabdrücke beweisen einwandfrei den autochthonen Charakter der *Chlamys*. Ihr massenhaftes Auftreten deutet einen seichten Beckenteil mit normalem Salzgehalt und schwacher Wasserbewegung an. Den ufernahen Charakter der Ablagerung zeigt auch die weitgehende Sortierung der Körner.

Im mittleren Teilgebiet, in der kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge ist eine ausserordentlich reiche Fauna zu finden. In den fossilführenden Schichten sind drei Fazies-Typen in vertikaler Aufeinanderfolge zu erkennen. Von der reichen Fauna werden nur einzelne Formen als Fazieswesen besprochen.

a) Die Mollusken sind in der unteren Fazies (dolomitschottriger sandiger Mergel) besonders häufig. Die Fauna besteht zweifelsohne aus autochthonen Formen, was durch die Gleichheit des einschliessenden Gesteins und der Ausfüllung auch bewiesen wird. Der Erhaltungszustand ist ausserordentlich veränderlich (schalige Exemplare, Steinkerne, verzierte Steinkerne, von Kalzit nachträglich verdrängte Schalen), was sehr abwechslungsreiche Ablagerungsverhältnisse andeutet. Das wird dadurch besonders unterstrichen, dass in einem und demselben Steinblock die einzelnen Exemplare einer Art in verschiedenem Erhaltungszustand vorkommen. Die verhältnismässig selteneren verzierten Mergelsteinkerne haben die feinen Verzierungs-elemente besser erhalten, als die meistens korrodierten Kalzitschalen (z. B. *Chlamys*), oder als die nachträglich mit kristallinem Kalzit ausgefüllten Aragonit-Schalen.

Die ganze Fauna wurde, zusammen mit dem Sediment, mehrfach lokal umgehäuft. Die gemischten Korngrössen weisen auch darauf hin. Der grobe Schutt mag sich im Laufe der zeitweiligen stärkeren Wasserbewegung dem feinkörnigen, sandigen Mergel beigemischt haben; derselbe Prozess mag auch die Mollusken umgehäuft haben. Neben den beschädigten Schalen und der Lage der Schalen überhaupt wird diese Ansicht bekräftigt dadurch, dass hier isolierte *Panopea*-Schalen häufig sind, was man sich nur derart vorstellen kann. Die Zusammensetzung der Fauna beweist auch die schnell wechselnden Umweltverhältnisse. Unter den Mollusken treten Formen verschiedenster ökologischer Ansprüche auf. Es sind sowohl auf ruhigere Zeitabschnitte deutende (z. B. *Chlamys*, *Panopea*), als auch stärkere Wasserbewegung vertragende Formen (z. B. dickschalige Crassatellen, grosse Ostreen) infolge der Umhäufung zusammen vorzufinden. Den sich langsam festigenden lockeren Untergrund deuten die grabenden Gormen (z. B. *Panopea*) an. Die reichen Mollusken (F e k e t e Z., 1935) sowie auch die häufigen einsamen Korallen bestätigen einen normalen Salzgehalt. Der zeitweilig dem Sediment beigemengte grobe Schutt durfte für die Ansiedlung der Molluskenlarven einen günstigen, festen Untergrund bieten; auch damit kann der Reichtum der Fauna in Zusammenhang sein. Die Mikrofauna dürfte dagegen die schnell wechselnde Intensität der Wasserbewegung nicht geduldet haben.

b) In der mittleren Fazies (kalkiger Sandstein, sandiger Mergel) deuten die häufigen in ursprünglicher Lage, meistens mit Doppelschale erhaltenen

Panopeen – verglichen mit der vorigen Fazies – eine ruhigere Ablagerung an. Die Mollusken-Gemeinschaft ist viel ärmlicher. Die vielen, von *Teredo* angebohrten Baumstammreste deuten wie früher die Ufernähe an. Die Lebensspuren und auch die Panopeen mögen infolge des sich langsam festigenden, schlammigen Untergrundes so häufig sein.

c) Die Faunenelemente der oberen Fazies (sandiger Mergel, sandiger Kalkstein) lebten auch unter ruhigen Ablagerungsverhältnissen.

Für die kalkigeren Ablagerungen sind Grossforaminiferen (besonders die Lepidocyclinen) (R o z l o z s n i k P., 1935; M é h e s K., 1943) kennzeichnend. Sie sind dünn, scheibenförmig und wohlhalten. Die flachen, dünnschaligen Operculinen sind auch häufig. Neben der Fauna weist auch die Sortierung der Ablagerung auf ufernahe, seichtmeerische Verhältnisse hin.

In der Molluskenfauna treten eher Epibenthos-Formen (*Chlamys*, *Ostrea*) auf, die Inbenthos-Formen sind vermutlich dem kalkigen Untergrund zufolge seltener.

Im südlichen Teilgebiet der kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge kommen die faunenreichen Fazies des mittleren Teilgebiets nur als Einschläge vor.

Die Frage der Umhäufung der Faunenelemente

In der Fauna des kalkigen Sandsteins von Solymár werden gewisse Arten von manchen Verfassern (H o f m a n n K., 1872; R o z l o z s n i k P., 1935; M a j z o n L., 1958) als umgelagert angesehen. In dieser Hinsicht ergab die Untersuchung der Schichtenreihe bis in die kleinsten Einzelheiten die folgenden Feststellungen:

Im Basalkonglomerat bzw. in den das Basalkonglomerat ersetzenden Schichten des südlichen Teilgebietes sind die Faunenelemente stark zertrümmert, den Formen des obereozänen Kalksteins ähnlich. Da das Konglomerat das umgehäufte Material dieses Kalksteins auch enthält, sind die Fossilien wahrscheinlich umgehäuft.

In der Fauna des kalkigen Sandsteins wurde z. B. *Chlamys aff. biarritzensis* (*D'Archiac*) als umgelagert betrachtet (H o f m a n n K., 1872). Diese Muschel ist (die ganz grobe Klastika ausgenommen) in der ganzen kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge massenhaft zu finden. Die Schalen sind grösstenteils ganz unbeschädigt. Es ist unwahrscheinlich, dass diese beinahe papierdünnen Muschelschalen aus anderen Schichten umgelagert worden seien. Ähnliche *Chlamys* kommen so massenhaft nur im bryozoenführenden Mergel vor. Wenn wir annehmen, dass sie vom bryozoenführenden Mergel umgelagert worden sind, ist es unverständlich, warum weder die kennzeichnende Makrofauna des bryozoenführenden Mergels (neben Bryozoen sind darin z. B. Spondyliiden und Echinoiden sehr häufig), noch seine massenhaften Actinocyclinen und Foraminiferen zusammen mit den *Chlamys* vorkommen.

Schliesslich widersprechen der Annahme der Umhäufung die an *Chlamys*-Exemplaren von Solymár und Szépvölgy unternommenen Messungen. Die durchschnittliche Höhe der *Chlamys*-Schale gestaltet sich in den Schichtenreihen der zwei Fundorten folgendermassen:

Solymár

Kalksteinsfolge: 12 Exemplare, Durchschnittshöhe 2,15 cm.
 Kalkiger Sandsteins- und
 Konglomerat- 62 Exemplare, Durchschnittshöhe 2,15 cm.
 folge:

Szép völgy

Discocyclinenkalk: 20 Exemplare, Durchschnittshöhe 3,16 cm.
 Bryozoenmergel: 50 Exemplare, Durchschnittshöhe 3,24 cm.

Die Messungen zeigen, dass die *Chlamys* der kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge von Solymár auch auf Grund der Grösse mit den Formen der obereozänen Kalksteinsfolge von Solymár verwandt sind. Die Formen des eozänen Kalksteins und des Bryozoenmergels von Szép völgy stehen auf Grund ihrer Grösse auch nahe zueinander und sind viel grösser, als die Formen von Solymár. Die Umhäufung aus den Ablagerungen des unmittelbaren Liegenden ist schon von vornherein ausgeschlossen, da in diesem die Zahl der *Chlamys*, verglichen mit der im kalkigen Sandsteins- und Konglomeratfolge gering ist.

Von den in der Literatur erwähnten restlichen umgelagerten Mollusken (H o f m a n n K., 1872; F e k e t e Z., 1935) ist keiner zum Vorschein gekommen, was u. A. an der ehemaligen ungenauen Bestimmung der schlecht erhaltenen Fauna liegen kann.

Die Fazies

Fauna und Ablagerungen der untersuchten Profile können im folgenden zusammengefasst werden (Fig. 4. – 5.).

(Die zehnfach überhöhten Profile zeigen die räumlichen Grenzen der einzelnen Litho- und Biofazies, die Faunenzeichen beziehen sich auf die ganze horizontale Verbreitung der entsprechenden Fazies.)

*I. Biogene Kalksteinsfolge.**a) Unteres Schichtenpaket.*

Während der Bildung des unteren Schichtenpakets des Kalksteins war die Beimengung klastischer, terrigener Materialien verhältnismässig schwächer, die Ablagerung besteht hauptsächlich aus biogenem CaCO_3 .

Die Ablagerung war eine ufernahe und seichtmeerische. Die Ostreen-Anhäufungen der unteren Schicht deuten das seichte Wasser gut an. Die Wasserbewegung dürfte nicht sehr stark gewesen sein, da sich keine solchen knolligen Kalkalgenbänke bildeten, wie im Szép völgy. Die ufernahen Verhältnisse werden auch durch die Dominanz der Nummuliten unter den Grossforaminiferen und die Häufigkeit der Milioliden unter den Kleinforaminiferen bewiesen.

Stellenweise bildeten sich merkwürdige kolonierartige Biocönosen der Makrofauna aus. Besonders sind die dickschaligen Echinoideen-Kolonien häufig, die einen verhältnismässig festeren Untergrund bevorzugten. Unter den Mollusken waren nur Epibenthos-Formen zu beobachten, was wiederum die Folge des sich schnell festigenden Untergrundes ist.

b) Mittleres Schichtenpaket.

Mit der zunehmenden Menge von klastischem, terrigenem Material lokert sich der Untergrund auf. Schalen und Schalenrümpfer spielen keine vorherrschende Rolle mehr. Anorganische Kalkkörner scheiden sich massenhaft

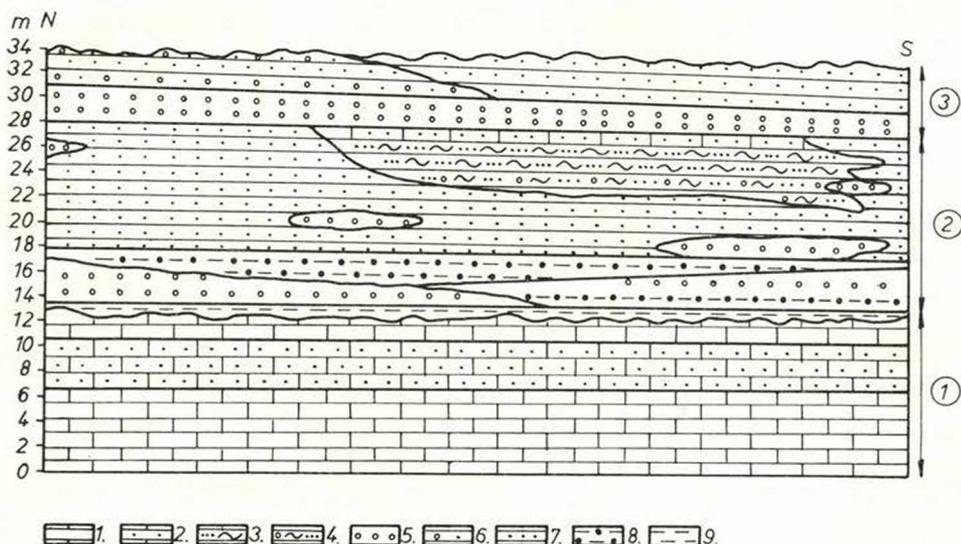


Fig. 4

Die paläogenen Lithofazies des Våreröd-Berges

Zeichenerklärung:

1. Kalkstein; 2. Sandig-toniger Kalkstein; 3. Sandiger Mergel; 4. Schottrig-sandiger Mergel; 5. Schotter, Konglomerat
6. Schottriger Sandstein, sandiges Konglomerat 7. Sand, Sandstein; 8. Sandiger Ton; 9. Ton.

① ② ③ = die drei Gesteinsfolgen

aus. Diese eigenartigen, abgerollten Kalkkörner haben sich im ufernahen, mit terrigenem Material stark verunreinigtem Wasser ausgebildet. Die ausscheidungsfördernde Wirkung der Klastika, sowie die Umhüllung der Ablagerung – die sich dann viel langsamer und unvollkommener gefestigt hat, als der reine Kalkstein – dürfte bei der Ausbildung des eigenartigen Gesteins eine wichtige Rolle gespielt haben. Die Kalkkorngröße, die von Grobsand bis Feinschotter reicht, kennzeichnet trefflich die Intensitätsänderung der Wasserbewegung.

Das Ausbleiben der Kalkalgen rührt von der Verunreinigung des Wassers her. Die Ablagerung ist nach wie vor eine ufernahe und seichtmeerische; die fortdauernde Dominanz der Nummuliten und die Häufigkeit der Milioliden weisen auch darauf hin. Infolge der größeren Korngröße und der Bewegtheit der langsam sich festigenden Ablagerung waren die Umstände für die Kleinforaminiferen natürlich im allgemeinen nicht günstig. Im Laufe der Bildung gewisser höherer Schichten des Pakets weisen das häufige Auftreten der Discocyclinen, die Zunahme der Abmessungen der Nummuliten, sowie die Abnahme der Korngröße der Schalenrümpfer und der anorganischen Kalkkörnchen eine sich abschwächende Wasserbewegung an.

Die Makrofauna wird über dem lockeren Untergrunde bunter. Keine der Formen tritt jedoch massenhaft auf. Offenbar war der Untergrund für die Echinoideen und Ostreen der vorigen Schichten weniger günstig; sie erscheinen hier nie in Gruppen. Dagegen dürften die *Chlamys*- und *Spondylus*-Arten ausgesprochen den lockeren Untergrund bevorzugt haben, da ihre Anzahl ansteigt.

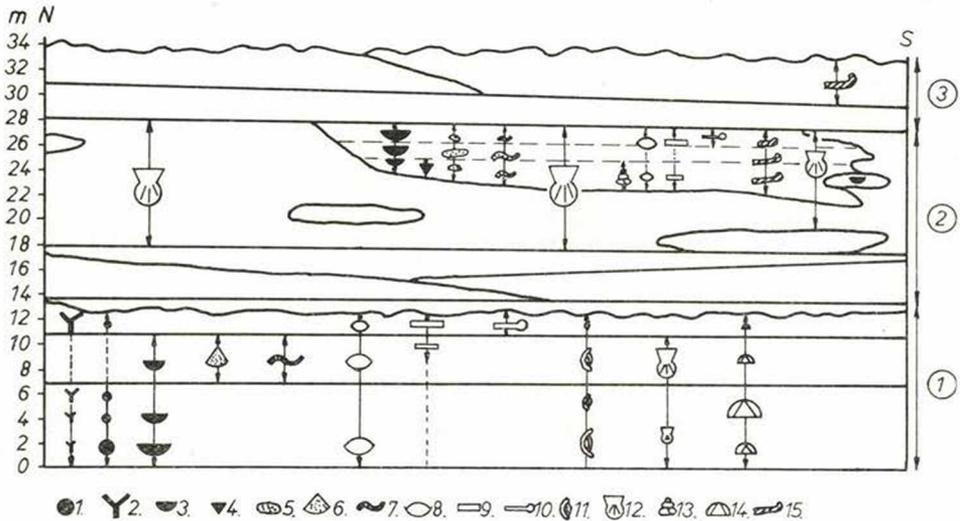


Fig. 5
Die paläogenen Biofazies des Várerdő-Berges

Zeichenerklärung:

1. Knollige Kalkalgen; 2. Verästelte Kalkalgen; 3. Ostrea; 4. Korallen; 5. Panopea; 6. Tellina; 7. Lebensspuren;
8. Nummulites; 9. Discocyclina, Lepidocyclina; 10. Operculina; 11. Miliolida; 12. Chlamys; 13. Meerschnecken;
14. Echinoidea; 15. Teredo.

(1) (2) (3) = die drei Gesteinsfolgen

(Größenänderungen der Zeichen zeigen die Änderungen der Häufigkeit).

Die ausgefüllten Zeichen zeigen die sessilen Epibenthos-Formen (1-4), die punktierten die Inbenthos-Formen (5-7), die leeren die vagilen Benthos-Formen (8-14).

Eine ähnliche Erscheinung habe ich im Szépvölgy im Nummuliten-Discocyclinenkalk und im Bryozoenmergel auch beobachtet. Die Auflockerung des Untergrundes führte zur Bildung von Lebensspuren sowie zur Anhäufung von Mollusken von grabender Lebensweise (*Tellina*).

c) Oberes Schichtenpaket.

Im oberen Schichtenpaket des Kalksteins bleiben das klastische, terrigene Material und auch die Kalkkörnerchen stufenweise aus; es bildete sich ein rein biogener Kalkstein.

Der seichtmeerische Charakter der Ablagerung wird durch häufige Kalkalgen bewiesen. Unter den Grossforaminiferen erlangen die Discocyclinen und Operculinen die Oberhand, was eine viel schwächere Wasserbewegung andeutet. Das wird auch durch die Grössenzunahme der Nummuliten, die Korngrösseabnahme des organischen Detritus, sowie durch die Formen der Kalkalgen (Häufigkeit von verästelten Formen) bewiesen.

II. Kalkige Sandsteins- und Konglomeratfolge

Die Mächtigkeit des oberen Schichtenpakets der Kalksteinsfolge ist auch auf kurzer Strecke stark veränderlich, das sich an der Paketoberfläche ausgebildete Denudationsterrain und der bunte Ton darüber beweisen eine Emersion und Ablagerungslücke.

Die wiederholte Meeresüberschwemmung verursachte – laut Untersuchung der einzelnen Aufschlüsse – die Ausbildung einer in Raum und Zeit ausserordentlich abwechslungsreichen Schichtenreihe. Der Kalkgehalt nahm im Verhältnis zum liegenden Kalkstein ab, und die Klastika erlangten die Oberhand. CaCO_3 ist jedoch fast immer vorhanden.

Der Aufbau der Schichtenreihe ist im N am einfachsten, im mittleren und südlichen Teil ist er viel komplizierter.

Die Schichtenreihe fängt im nördlichen und mittleren Teilgebiet mit einem littoralen Konglomerat veränderlicher Mächtigkeit an; das Bindemittel ist CaCO_3 , Limonit, die Ablagerung kann aber auch ausschliesslich aus Schotter (ohne Bindemittel) bestehen. Das überwiegend aus lokalem Schutt bestehende Konglomerat deutet eine heftige Brandung am Ufer an. Am Litoral herrschte Brandung an Dolomittfelsen, d. h. es waren die Verhältnisse für Lebewesen und besonders für ihre Fossilisation recht ungünstig. Die spärlichen Quarzkiesel und das quarzsandige Bindemittel deuten schon den beginnenden Transport aus dem Süden an (im südlichen Teilgebiet liegt über dem bunten Ton ein Quarzsandstein mit grobem lokalem Schutt. Das nördliche Teilgebiet hat sich nachfolgend, laut der Beschaffenheit seiner Ablagerungen zu einer sumpfigen Gegend mit schwach bewegtem Wasser umgestaltet. Im südlichen Teilgebiet ersetzt diese sumpfige Ablagerung den unteren Teil des Grundkonglomerats. Nebst der ausserordentlich wechselnden Korngrössenverteilung beweisen auch die vielen verkohlten Pflanzenreste die sumpfige Fazies.

Der übrige Teil der Schichtenreihe besteht aus faunenführenden seichtmeerschen Ablagerungen. Die Ablagerung ist im N einheitlicher, in der Mitte und im S abwechslungsreicher. Das nördliche Teilgebiet war lange Zeit hindurch eine seichtmeersche ufernahe Gegend mit schwach bewegtem Wasser (feinkörniger, gut sortierter Sand), mit Zeiten stärkerer Wasserbewegung (dolomitschottrige Bänke).

Im mittleren Teilgebiet besteht der untere Teil der Schichtenreihe aus littoralen-ufernahen fossilarmen Ablagerungen (gröbere Korngrösse, in stärker bewegtem Wasser abgelagert). Nach oben hin werden die Ablagerungen feiner und die Fauna reicher; beide entstanden im schwächer bewegten Wasser. Der eigenartige gemischte Charakter der Ablagerung deutet darauf hin, dass die Zeitabschnitte mit ruhigerem Wasser anfangs auch von Zeitabschnitten mit stärkerer Wasserbewegung unterbrochen worden sind, die den feinkörnigen sandigen Mergel mit grobem Dolomit- und Hornsteinschutt vermischten und die in die Ablagerung eingeschlossene Fauna umhäuften und stellenweise anhäuften.

Die Fauna deutet Verhältnisse an, die günstig für die im sandigen Mergel (Fazies a) lebenden stenohalinen Organismen waren. Der feinkörnige sandige, tonige Untergrund war besonders für die *Chlamys*-Arten günstig (sie sind im Szépvölgy auch in den mergeligen Ablagerungen häufig). Das zeitweilig hinzu-

gemischte schotterige Material bot für die Ansiedelung vieler Molluskenlarven günstige Verhältnisse, die einsamen Koralle haben sich auch auf diese befestigt. Die grosse Menge der von *Teredo*-Arten angebohrten Baumstammresten deutet auch die Ufernähe an.

Nach dem Abschnitt mit wechselnder Wasserbewegung und reicher Fauna bildete sich ein ufernäher sandig-schlammiger Raum mit schwächerer Wasserbewegung und spärlicherer Fauna aus (Fazies b). Hier sind neben den *Chlamys*-Arten die sich eingrabenden *Panopeen*, Lebensspuren, Wohnröhren der verschiedenen wühlenden Organismen, sowie gewisse kleine Ostreen-Arten charakteristisch. Zwischen dem CaCO_3 -Gehalt der Ablagerung und dem Faunenreichtum besteht ein enger Zusammenhang. Die Fauna des Mergels von hohem CaCO_3 -Gehalt (Fazies a), entstanden in einem Medium mit abwechselnder Intensität der Wasserbewegung, ist viel reicher als die des feinsandigen Schluffes von niedrigem CaCO_3 -Gehalt (Fazies b).

In dem feinkörnigen sandigen Kalkstein der obersten Schichten ist der CaCO_3 -Gehalt am höchsten (Fazies c). Hier ist die Fauna sehr reich; am kalkigen Untergrund treten Grossforaminiferen massenhaft auf; andere Foraminiferen- und Bryozoen-Arten sind auch zu finden. Infolge dieser Beschaffenheit des Untergrundes sind die Inbenthos-Formen zurückgedrängt. Die *Chlamys*-Arten sind in der feinkörnigen Ablagerung häufig.

Im südlichen Teilgebiet enthält die feinkörnige ufernahe Sandablegerung mergelig-kalkige, faunenreiche Bänke, sowie litorale Konglomerateinlagerungen, die Zeitabschnitte von starker Wasserbewegung andeuten. In diesen Konglomeratlagen betonen die dickschaligen, grossen Ostreen den Faziescharakter. Die Ablagerungsreihe weist die Fazieselemente des nördlichen und mittleren Teilgebietes gemischt auf.

III. Kieselige Sandsteinsfolge.

Über den feinkörnigen, ufernähen, seichtmeerischen Bildungen folgt ein aus lokalem Dolomitschutt bestehendes Konglomerat, welches die Rückkehr einer litoralen Zone mit Brandung andeutet. Der untere Teil der darüberliegenden Schichtenreihe zeigt die Abwechslung von Brandungsperioden in der litoralen Zone mit sumpfigen Zeiten. Diese Erscheinung zeigt sich besonders stark im nördlichen und mittleren Teilgebiet. Das CaCO_3 -Bindemittel fehlt ganz in der Gesteinsfolge, es wird von Limonit oder Kieselsäure ersetzt.

Der Delta-Charakter der Gesteinsfolge wird neben dem im Sandstein stellenweise auftretenden Kreuzschichtung auch durch linsenartige Einlagerungen von streifig-knolligem karbonatlosem tonigem Material bewiesen. Der Korngrösse nach dürfte die Wasserbewegung stark wechselnd gewesen sein. Aus der untersuchten Schichtenreihe, die den unteren Teil des kieseligen Sandsteins umfasst, ist die sortierende Wirkung des Meeres klar ersichtlich.

Die in den untersten Schichten nur sehr selten nachweisbaren, von *Teredo* angebohrten Baumstämme beweisen auch die Ablagerung im Meere. Im oberen Teil der kieseligen Sandsteinsfolge deuten das vollkommene Fehlen der Fauna, sowie der Charakter des Gesteins (schwächere Sortierung, häufigere Kreuzschichtung), im Zusammenhang mit der Delta-Ausbildung einen kräftigeren fluvialen Einfluss an.



1.



2.



3.



4.

Tafel I.

Abb. 1. Dünnschliff von Kalkstein mit Kalkalgenknöllen und Nummuliten aus dem unteren Schichtenpaket der Kalksteinsfolge (5x)

Abb. 2. Dünnschliff von Kalkstein mit Kalkkörnern und Nummuliten aus dem mittleren Schichtenpaket der Kalksteinsfolge. (5x)

Abb. 3. - 4. Dünnschliff von Kalkstein mit Discocyclus und Operculina aus dem oberen Schichtenpaket der Kalksteinsfolge. (5x). (In 4. Abb. sind dünne Kalkalgenäste gut wahrnehmbar.)

LITERATUR

- D u d i c h, E. jun., 1958.: Paläogeographische und paläobiologische Verhältnisse der Budapester Umgebung im Obereozän und Unteroligozän. (Ann. Univ. Sci. Budap. de Rol. Eötvös nom., Sectio Geol. T. II.)
- F e k e t e, Z., 1935.: Adatok a hárshegyi homokkő geológiájához. (Beiträge zur Geologie des Oligozänen Sandsteins der Umgebung von Budapest.) Földtani Közlöny 65., Budapest.
- H a n t k e n, M., 1880.: A budavidéki óharmadkori képződmények. (Alttertiäre Bildungen der Umgebung von Buda.) Földtani Közlöny 10., Budapest.
- Геккер, Р. Ф., 1957.; Введение в палеоэкологию. (Госгеолтехиздат, Москва).
- Геккер, Р. Ф. – Осипова Д. И. – Бельская, Т. Н., 1962.; Ферганский залив палеогеного моря Средней Азии. (Изд. Ак. н. СССР, Москва).
- H o f m a n n, K., 1872.: Die geologischen Verhältnisse des Ofen – Kovácsier Gebirges. (Jahrbuch d. Kön. Ung. Geol. Anst. 1., Budapest).
- H o f m a n n, K., 1880.: Buda vidékének némely óharmadkori képződéséről. (Über gewisse alttertiäre Bildungen der Umgebung von Buda.) Földtani Közlöny 10., Budapest.
- H o r u s i t z k y, F. – S z ö t s, E., 1958.: Oligocén (Budapest). (In „Budapest természeti képe“, Akadémiai Kiadó, Budapest).
- J o h n s o n, J. H., 1951.: An introduction to the study of organic limestones. [Quarterly of Colorado School of Mines, Vol. 46. No. 2, Golden (Colorado)].
- K o c h, A., 1871.: A Solymár melletti Várerdőhegy földtani szerkezete. (Földtani Közlöny 1., Budapest).
- K o c h, A., 1872.: Geologische Beschreibung des Set. – Andrä – Vissegráder und des Piliser Gebirges. (Jahrbuch d. Kön. Ung. Geol. Anst. 1., Budapest).
- К о р д э, К. Б., 1962.; Водоросли – породообразующие организмы. (Im Bande „Значение биосферы в геологических процессах“, Госгеолтехиздат, Москва).
- M a j z o n, L., 1958.: A magyarországi oligocén mikropaleontológiai rétegtana. (Akad. dokt. érték., manuscript).
- M é h e s, K., 1943.: Alsó-oligocén lepidocyclinás képződmények előfordulása Solymáron. (Besz. a Földt. Int. Vitaül. Munk., a M. Kir. Földt. Int. Évi Jel. Függeléke, Budapest).
- M o n o s t o r i, M., 1965.: Paläoökologische und Faziesuntersuchungen an den Obereozän-Schichten in der Umgebung von Budapest. (Ann. Univ. Sci. Budap. de Rol. Eötvös nom., Sectio Geol. T. VIII.).
- R o z l o z s n i k, P., 1935.: Adatok a Buda-Kovácsi-i hegység óharmadkori rétegeinek ismeretéhez. (Beiträge zur Kenntnis des Paläogens des Buda-Kovacsier Gebirges.) M. Kir. Földt. Int. Évi Jel. 1925–28-ról, Budapest.
- S z ö t s, E., 1958.: Eocén (Budapest) (In „Budapest természeti képe“, Akadémiai Kiadó, Budapest).
- С т е п а н о в, Д. Л., 1958.; Принципы и методы биостратиграфических исследований. (Труды ВНИГРИ, вып. 113., Госгеолтехиздат, Москва).
- T a e g e r, H., 1914.: A Buda–Pilis–Esztergomi hegycsoport szerkezete és arculata. (Ueber Bau und Bild der Buda–Pilis–Esztergomer Gebirgsgruppe.) Földtani Közlöny 44., Budapest.
- V a d á s z, E., 1960.: Magyarország földtana. (Geologie von Ungarn). Akadémiai Kiadó, Budapest.