

# FEINSTRATIGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN AM OBERPANNON DER BALATONGEGEND

VON FERENC BARTHA

## ANWENDUNG VON STATISTISCHEN METHODEN IN DEN UNTERSUCHUNGEN

Die in der Weltanschauung der naturwissenschaftlichen Untersuchungen eingetretenen Änderungen haben nicht nur die Ausarbeitung neuer Wege der biostratigraphischen Untersuchungen ermöglicht, sondern auch der Charakter der behandelten geologischen Ereignisse erfordert die Anwendung von neuen Verfahren.

Diese Auffassung beachtet die in der Natur sich abspielenden Prozesse nicht in ihrem augenblicklichen Querschnitt, sondern stellt die Entwicklung selbst in den Vordergrund. Schlüsse werden von einer bedeutenden Anzahl von Fällen gezogen, daher ist die Bewertungsmethode statistisch.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass sich in der Geologie diese Grundideen weitgehend angewendet werden können, Geologie und Paläontologie sind ja naturhistorische Disziplinen. Ihre Aufgabe besteht in der Erforschung der Entwicklung der Erde und ihrer Lebewesen. Ihre gegenseitige Wechselwirkung kommt am schönsten in der Biostratigraphie, in der Komplexuntersuchung der Ablagerung und der darin eingeschlossenen Fauna zum Ausdruck.

Bei der Untersuchung der erdgeschichtlichen Epochen wird also eine historische Betrachtung benötigt, aber die Möglichkeiten einer komplexen statistischen Untersuchung liegen für die einzelnen Epochen in sehr verschiedenem Masse vor.

Aus dem obengesagten geht es also klar hervor, dass die zeitgemässen Forschungen in erster Linie nicht die Vermehrung der Anzahl der erforschten Lokalitäten, sondern die Aussuchung solcher Fundstellen sich zum Ziele setzen, auf Grund welcher die geologischen Ereignisse in ihrer Reihenfolge so detailliert wie möglich, in ihren kausalen Zusammenhängen untersucht werden können. Dies gilt insbesondere für die pannonischen Bildungen Ungarns, da das Horizontalnetz ihrer Aufschlüsse bereits sehr dicht ist (in der Balatongegend sind 116 Fundstellen und wenigstens doppelt so viel Aufschlüsse bekannt). Es ist aber bei weitem

nicht geklärt, wie die Sedimenten- bzw. Faunenfolgen der einzelnen Aufschlüsse zusammenhängen, welche gleichaltrig und welche jünger oder älter sind. Die Abmessung des Oberpannon durch Artdauern hat die exakte Schichtenparallelisation weder zwischen benachbarten Fundstellen und noch weniger zwischen verschiedenen Ländern ermöglicht. Darüber hinaus konnte sich im Zeitraum einer einzigen Artdauer, im *Congeria balatonica*-Horizonte eine ganze Reihe von Ereignissen abgespielt haben, auch solche, die in der Qualität der Ablagerungen keine nachweisbaren Veränderungen hervorgerufen haben, aber zu einer vollständigen Umwandlung der Fauna führten. Ein solches Ereignis stellt die Veränderung des Salzgehaltes des Wassers um einige Prozente dar. Deshalb ist bei der Materialsammlung auch innerhalb vom lithologischen Gesichtspunkte makroskopisch identischer Schichten das Fortschreiten in kleinen, 5 bis 50 cm mächtigen Stufen unentbehrlich.

Eine ungestörte Sedimentation, eine reiche Fauna und ein eine bedeutende Zeitspanne umfassendes Profil sind die Forderungen um die eine eingehende Materialsammlung und Bearbeitung erfordernde Methode mit vollem Erfolg anzuwenden. Die von mir eingehend bearbeiteten Fundstellen (s. Fig. 1 im ungarischen Text) entsprechen diesen Erfordernissen.

Im Oberpannon war Ungarn durch ein seichtes Seengebiet von aussäusendem Wasser und periodischen Faziesänderungen gekennzeichnet. Zu genauer Feststellung der Aufeinanderfolge solcher geologischer Ereignisse ist die statistische Methode nicht nur geeignet, sondern auch unentbehrlich. Die Anwendung dieser Methode erfordert einerseits eine spezielle, detaillierte Sammlung, andererseits aber die Anwendung von Verfahren, die die Bewertung der derart erhaltenen vieltausend Angaben und ihre Übersicht ermöglichen.

Beim Sammeln muss nicht nur die Feinheit, die in kleinen Sammelstufen vorgenommene Abräumung und die genaue Betrachtung der Sedimentationsfolge betont werden, sondern es muss auch hervorgehoben werden, dass die Fauna womöglich aus gleichen Gesteinsvolumen eingesammelt werden müsse. Dadurch können einerseits die Veränderungen der zahlenmässigen Angaben der einzelnen Arten im Profil beurteilt, andererseits die faunistischen Angaben der verschiedenen Fundstellen miteinander verglichen werden. Es muss nicht besonders betont werden, dass zur richtigen Deutung solcher Veränderungen, wie z. B. der Aussüssung, wie wichtig es ist, die Veränderungen der prozentuellen Häufigkeit der einzelnen Arten verfolgen zu können. Dadurch erhalten wir ein Bild über die stenohalinen Brackwasserarten und stenohalinen Süsswasserarten der Fauna. Die stenohalinen Süsswasserarten ertragen sogar eine geringfügige Erhöhung des Salzgehaltes nicht, während die stenohalinen Brackwasserarten sich der weiteren Abnahme des Salzgehaltes nicht mehr anzupassen vermögen (59). Jene Arten, die die Veränderungen des Salzgehaltes gut vertragen, stellen euryhaline Formen dar.

Zur Bewertung der mikroevolutionären morphologischen oder physiologischen Änderungen kann nur ein zahlenmässig bewertbares Material eine Grundlage bieten.

Es hängt jeweils vom Faunenreichtum der Ablagerungen und der Häufigkeit der Faziesänderungen ab, von welcher Gesteinsmenge die Fauna am zweckmässigsten eingesammelt werden soll. Wesentlich ist es, dass wenigstens von den vorherrschenden Arten aus jeder Schicht oder jedem Abschnitt eine statistisch bewertbare Anzahl erreicht werde.

Unter statistischen Methoden verstehen wir selbstverständlich nicht nur die Berechnung der Streuung und Mittelwerte oder der Korrelationskoeffizienten, sondern auch die Gruppierung des Materials nach solchen Gesichtspunkten, die die darin verborgenen Zusammenhänge zum Vorschein bringen und die Übersicht der sich oft auf mehrere Tausend belauenden Angaben erleichtern. Eine derartige Lösung bietet die Anwendung von Tabellen und Diagrammen. In der vorliegenden Arbeit werden in erster Linie diese angewendet, da sie zum Ausdruck der Ereignisse der pannonischen Periode am besten geeignet sind.

Zur Grundlage der Bewertung diene die sich auf die Ablagerungen und die Faunenzusammensetzung bezüglichen Angaben zusammenfassende Tabelle (s. Tabelle 2).

Diese Tabelle führt die vollständige Sedimentenreihe in ihrem Werdegang samt der Fauna an. Sie weicht von den bereits von LÖRENTHEY angewendeten solchen Tabellen darin ab, dass sie die Fauna nicht in taxonomischer Reihenfolge, sondern in ökologischer Gruppierung anführt, im gegebenen Falle die Brackwasser-, Süsswasser- und Festlandsarten voneinander absondernd. Aus der Tabelle konnten durch diesen einfachen Griff zahlreiche, unmittelbar ablesbare Angaben erhalten werden. Der wichtigste Umstand besteht darin, dass der Ort, das Ausmass und die Anzahl der Schwankungen der Faziesänderungen auf Grund der Verteilung der kontinentalen, Süsswasser- und Brackwasserarten unmittelbar nachgewiesen werden konnte. Aus dieser Tabelle kann ausserdem die Veränderung der Individuenzahl der einzelnen Arten und eventuell deren Zusammenhang mit den lithologischen Änderungen der Sedimente abgelesen werden.

Diese Tabelle ermöglicht auch die Durchführung weiterer statistischer Bewertungsberechnungen, so z. B. die Feststellung des Verhältnisses der brackischen, kontinentalen und Süsswasserarten an den einzelnen Fundstellen (s. Fig. 12). Beim Vergleich der Faunen mehrerer Fundstellen bildet ebenfalls diese Tabelle den Ausgang und aus den angeführten Angaben kann nicht nur die Richtung, sondern auch der genaue chronologische Ablauf der geographischen Verbreitung der Arten abgelesen werden (s. Tabellen 3, 4 und 5).

Die einzelnen Phasen der Faziesänderungen und der Sedimentationswechsel sind im Falle von mehrfachen Schwankungen oder mehreren Fundstellen in tabellarischer Darstellung nicht mehr übersichtlich genug. Die raumdiagrammatische Darstellung ermöglicht nur die Veran-

veranschaulichung der im prozentuellen Verhältnis der Arten auftretenden Veränderungen in einzelnen Phasen (s. Fig. 21 im ungarischen Text). In anderen Fällen kann aber diese Methode einerseits zufolge des vollständigen Wechsels der Faunen, andererseits aber infolge des häufigen Wechsels von fossilreichen und sterilen Schichten nicht angewendet werden. Zur Veranschaulichung der Veränderungen des ganzen Faunenbildes, bzw. der Sedimentationsänderungen sind Fazies- bzw. Sedimentenkurven geeignet.

Bei der Konstruktion von Fazieskurven (Oszillogrammen) dient ein auf Grund einer feinstratigraphischen Bearbeitung hergestelltes Profil als Grundlage; ausser der Mächtigkeit und der Beschaffenheit der Schichten wird im Profil auch der Charakter der eingeschlossenen Fauna (Süsswasserfauna, oligohaline Fauna, usw.) angeführt.

Es muss bemerkt werden, dass die kontinentale Fazies durch kontinentale Arten allein noch nicht nachgewiesen werden kann, da diese bloss auf Ufernähe hinweisen und auch in den oligohalinen See eingeschwemmt werden konnten. In den kontinentalen Streifen wurde die Kurve nur dann eingeführt, wenn die kontinentale Phase auch durch andere Angaben (Denudation) nachgewiesen wurde.

Im Falle von Sedimentenkurven bezeichnen die vertikalen Kolonnen nicht Fazies, sondern Sedimente verschiedener Korngrösse und verschiedenen Ursprungs, von den feineren Sedimenten gegen die gröberen zuschreitend.

Der zweifache Vorteil der Oszillogramme besteht darin, dass sie einerseits die innerhalb des Profils eintretenden Faziesänderungen veranschaulichen, andererseits aber die stratigraphische und chronologische Vergleichung der verschiedenen Profile erleichtern. Zur genauen Verknüpfung der verschiedenen Diagramme genügt der ähnliche Verlauf der Kurven nicht, da es ja fraglich ist, welches Maximum oder Minimum der Kurven miteinander identifiziert werden könne. In dieser Hinsicht können eine geringe vertikale Verbreitung aufweisende Arten wichtige Angaben liefern und die Gleichaltrigkeit der übereinstimmenden Phasen erweisen (s. Fig. 10). Mit diesem Verfahren können die innerhalb einer Artdauer stattgefundenen Änderungen bestimmt werden. Durch die Beobachtung der räumlichen und zeitlichen feineren Periodizitäten der geologischen Ereignisse wird eine wahrhaftere Synthese ermöglicht. Zur Erlangung einer feinstratigraphischen Synthese können die Untersuchungen bei Anwendung eines ähnlichen Verfahrens auch auf andere Fossilien (Pollen, Ostracoden, Diatomeen, Wirbeltiere, usw.) erstreckt werden, wodurch die Ereignisse der einzelnen Perioden in einer wahrhaftig vielseitigen und pragmatischen Weise analysiert werden können. Die Untersuchung des Oberpannon der Balatongegend wurde schon bei Beachtung dieser Gesichtspunkte durchgeführt, die erzielten wichtigeren Ergebnisse werden untenstehend dargelegt.

## EINGEHENDE UNTERSUCHUNG DES OBERPANNONS DER BALATONGEGEND

### 1. Die Versüßung des oberpannonischen Sees

Der Salzgehalt des sarmatischen Binnenmeeres wird von den Autoren im allgemeinen auf 2,5% geschätzt (51). Das Wasser des unterpannonischen Sees wurde schon für bedeutend mehr versüßt gehalten. Dagegen hat KRETZOI (29) auf Grund von Fischresten und anderen Wirbeltierfunden festgestellt, dass der Salzgehalt des die unterpannonischen *Congeria unguia caprae*-Schichten absetzenden Binnenmeeres noch nicht bedeutend geringer gewesen sein mag, als jener des sarmatischen Binnenmeeres. Auf Grund der von KRETZOI angeführten Angaben hat STRAUZ (52) den Salzgehalt des die *Congeria unguia caprae* führenden Sedimenten absetzenden Wassers anstatt der üblichen 0,5—1,2% mit 2% bestimmt. Der Salzgehalt des die *Congeria rhomboidea*- und *C. balatonica*-Schichten absetzenden Sees wurde für 0,5% angenommen. Auf Grund der chemischen Analyse der oberpannonischen Schichtenwässer hat K. KORIM (27) irrtümlich angenommen, dass zu Anfang des Oberpannons der Versüßungsvorgang bereits abgeschlossen war. Obzwar die obenangeführten Feststellungen wichtige Etappen des Versüßungsvorganges geklärt haben, stützten sie sich auf solche Sammelmethode, dass sie sogar auf sehr bedeutende Detailfragen keine Antwort zu geben vermochten. Ihre Abgaben lieferten keine verlässlichen Anhaltspunkte zur Absonderung der Arten der pannonischen Fauna nach ihren Salinitätsansprüchen. Die genaue Bewertung der sog. „Brackwasserfaunen“ kann nur von der feinstratigraphischen Bearbeitung geeigneter Fundstellen erhofft werden.

Von den oberpannonischen Fundstellen Transdanubiens (s. Fig. 1 im ungarischen Text) sind Tihany, Tab, Kenese, Öcs, Kup und Zalaapáti seit langer Zeit bekannte klassische Lokalitäten. Bedauerlicherweise existieren die letztgenannten beiden Fundstellen nicht mehr.

Bei Tihany, Tab und Öcs sind die Vorbedingungen der zeitgemäßen Bearbeitung auch heute gegeben. Die Reihenfolge der Schichten kann einwandfrei festgestellt werden, sie sind faunenreich und ihre Profile erstrecken sich auf einen bedeutenden Abschnitt des Oberpannons.

Diese Vorbedingungen der detaillierten Bearbeitung waren auch im Falle der gewählten anderen Fundstellen — Balatonfüzfő, Balatonszentgyörgy und Várpalota — gegeben.

Im Jahre 1953 begannen wir bei Öcs die eingehende Bearbeitung eines Profils von einer Gesamtmächtigkeit von 30 m mittels eines in Abständen von 10 cm durchgeführten detaillierten Sammelns. Schon die flüchtigen Ergebnisse der ersten Beobachtungen weichen von den literarischen Angaben ab. Die Versüßung vollzog sich nicht fortlaufend, sondern bei einer sprunghaften, nahezu vollständigen Veränderung des Faunenbildes. Als noch überraschender galt der Umstand, dass sich der rasche Wechsel des Faunenbildes im Profil viermal wiederholte

und zwar in wechselnder Richtung; nach der Fauna des mehr salzigen Wassers folgte eine Süßwasserfauna und nach dieser wieder eine Fauna im mehr salzigen Wasser, bis schliesslich das Profil durch Süßwasserkalk abgeschlossen wurde (2).

In all dem war es am meisten überraschend, dass wir anstatt einer „gemischten“ Fauna eine ausgesprochene Süßwasserfauna und eine ausgesprochene Brackwasserfauna vorgefunden haben, die sich voneinander den einzelnen Schichten nach klar absonderten. Die mangelhafte Beobachtung wurde durch das mit grossen Stufen vorgenommene unsystematische Sammeln verursacht. Mit dieser Erkenntnis wurde aber nur das Missverständnis beseitigt, die komplizierte Frage der Versüssung des Wassers und der Trennbarkeit der Arten mit abweichenden Salzgehaltsansprüchen blieb auch weiterhin ungelöst.

Das Problem wäre sehr einfach, wenn Süßwasserarten niemals in oligohalinem oder Brackwasser vorkommen würden und wenn keine der in Brackwasser lebenden Arten die periodische Versüssung des Wassers übergelebt haben würde. Dagegen gibt es sowohl unter den Süßwasserarten, wie auch unter den Brackwasserarten ziemlich viele, die, obzwar ihr wahrer optimaler Lebensraum festgestellt werden kann, die veränderten Umstände wenigstens für eine kurze Frist ertragen können. Die Absonderung ist aber doch nicht aussichtslos, denn unter den Süßwasser- und Brackwasserarten der oberpannonischen Fauna gibt es 87% stenohaline Arten (19% Süßwasserarten und 68% Brackwasserarten) und nur 13% euryhaline Arten. Dies bildet die Grundlage der Absonderung der Süßwasser- und Brackwasserfazies. Ausserdem haben die euryhalinen Arten die von den optimalen abweichenden Verhältnisse gerade nur vertragen und wenn sich Gelegenheit dazu bot, begann die Absonderung unverzüglich. — Die Neigung zur Absonderung zeigt sich auch unter den Arten, die in einem gemeinsamen Becken leben. In Várpalota leben z. B. die Süßwasserformen in Ufernähe, während sich die mehr brackischen Formen in der Mitte des Beckens ansammeln (4).

Die Abhängigkeit der Fauna von den Veränderungen des Salzgehaltes des Wassers wurde durch die von diesem Gesichtspunkte aus durchgeführten Untersuchungen von rezenten „Brackwässern“, wie z. B. des Zuidersees und der Ostsee in mancher Hinsicht geklärt.

Auf Grund der Untersuchung des Zuidersees unterscheidet REDEKE (38):

Süßwasser	bis 0,1 g Cl ‰	(0,2 Sa ‰ Gesamtsalzgehalt)
oligohalines Wasser	0,1–1,0 g Cl ‰	(0,2–1,9 Sa ‰ Gesamtsalzgehalt)
mesohalines Wasser	1,0–10 g Cl ‰	(1,9–18,9 Sa ‰ Gesamtsalzgehalt)
polyhalines Wasser	10–17 g Cl ‰	(18,9–31,8 Sa ‰ Gesamtsalzgehalt)

REMANE (39) hat Zusammenhänge zwischen Artenzahl und Salzgehalt nachgewiesen, die auch bei paläontologischen Bearbeitungen brauchbar und beachtenswert sind (s. Fig. 2 im ungarischen Text).

Er hat folgendes festgestellt: 1. zwischen den beiden Maxima des

Süßwassers und des Salzwassers liegt ein Artenzahlminimum; 2. dieses Minimum liegt nicht beim mittleren Salzgehalt, sondern nahe zum Süßwasser; 3. beim arithmetischen Mittel (ca. 17<sup>0</sup>/<sub>100</sub>) gibt es keine limnische oder Brackwasserarten, sondern eine ärmliche Meeresfauna; 4. das Minimum der Artenzahl liegt zwischen den oligohalinen und mesohalinen Wässern, bei einem Salzgehalt von 5 bis 9<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

REMANE hat die Einteilung von REDEKE weiter verfeinert und die mesohaline Gruppe von REMANE auf miohalin und mesohalin geteilt. Das miohaline Wasser wird durch einen Salzgehalt von 3 bis 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, das mesohaline aber durch einen Salzgehalt von 5 bis 9<sup>0</sup>/<sub>100</sub> gekennzeichnet. Süßwasser nimmt er bis zu einem Salzgehalt von 0,5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> an.

Das Schema von REMANE kann zur Interpretation der Salzgehaltsänderungen der pannonischen Periode gut angewendet werden. Aber wie jedes Schema, ist auch dieses einerseits eine Abstraktion, andererseits ist hier der Salzgehalt ein hervorgehobenes Absonderungsprinzip, während die anderen ökologischen Faktoren, wie Nahrung, Wärme, Licht usw. mehr oder weniger übersehen werden. Diese Mangelhaftigkeit hat die von CHEN-YA-SHIH durchgeführte Untersuchung zum Teil nachgeholt, als er in Verbindung mit den Temperatur- und Salzgehaltsänderungen des Meeres den Zusammenhang zwischen der Schalendicke und der Grösse der marinen Mollusken einer Untersuchung unterzog (13).

Seine wichtigeren Feststellungen sind die folgenden:

1. Bei den meisten marinen Mollusken kann eine Jahresmitteltemperatur festgestellt werden, bei welcher die Entwicklung der Körpergrösse optimal ist. Eine Abweichung von der optimalen Temperatur — gleichgültig in welcher Richtung — führt im Endergebnis zur Behinderung des Stoffwechsels.

2. Eine Abweichung vom Temperaturoptimum in der kälteren Richtung kann bei einzelnen Arten zu einem Grössenzuwachs führen, was durch die Verlängerung der Wachstumsperiode hervorgerufen werden kann.

3. Das Gewicht der Schale ist innerhalb ein und derselben Art bei in kälterem Wasser lebenden Formen geringer, als bei den in wärmerem Wasser lebenden.

4. Eine geringe Änderung des Salzgehaltes übt auf das Wachstum keinen nachweisbaren Einfluss aus. Zuerst tritt bei der Verringerung des Salzgehaltes unter 3% ein sonderbarer Zwergwuchs auf (Ostsee). Wahrscheinlich liegt dessen Ursache auch hier in der Behinderung des Stoffwechsels, was der Verfasser dadurch bewiesen hat, dass er bei Zwergformen die verhältnismässige Vergrösserung der Niere anatomisch nachwies.

5. Bei einer Salzkonzentration, die auf die Schalengrösse der marinen Mollusken verringern auswirkt, wird die Schale gleichzeitig auch dünner.

Die Nutzbarkeit des REMANESCHEN Prinzips hängt davon ab, in welchem Masse die Tiergruppe, bei welcher wir es anwenden wollen,

gegen die Salzgehaltsänderungen empfindlich ist. Auf Grund der Parallelisierung können wir im Oberpannon süsse, oligohaline, miohaline und in der *C. ungula caprae*-Periode mesohaline Wassertypen unterscheiden (Fig. 2).

Die von REMANE durchgeführten Untersuchungen haben allenfalls unsere Beobachtung unterstützt, dass die Faunen des Süsswassers und oligohalinen Wassers sich voneinander mit scharfem statistischem Sprung absondern. Bei der Absonderung der oligohalinen und miohalinen Arten kann dagegen keine scharfe Grenze erwartet werden und wenn auf Grund der Fauna der Salzgehalt des Wassers nicht genau bestimmt werden konnte, dann sprechen wir im allgemeinen von Brackwasser.

Die paläontologische Anwendung der Untersuchungen von REMANE wird in bedeutendem Masse dadurch erleichtert, dass diese nicht auf einzelne Arten, sondern auf die Veränderungen des Faunenbildes aufgebaut sind. Bei einer feinstratigraphischen Sammlung betrachten wir, wenn auch in Thanatozönose, immer eine Lebensgemeinschaft, deren Charakter vom Gesichtspunkte des Salzgehaltsanspruchs gerade durch die verhältnismässig scharfe Absonderung der Süsswasserarten und der oligohalinen Arten leicht festgestellt werden kann.

Die Brackwasserarten ertragen die vollständige Versüssung des Wassers schlechter, als die Süsswasserarten eine geringfügige Erhöhung des Salzgehaltes des Wassers. Diese Beobachtung beruht auf den in Várpalota gesammelten Erfahrungen, wo die Brackwasserarten in Kalkschlamm auftraten, im Süsswasserkalk aber nie zum Vorschein kamen. Dagegen wurden mehrere Arten des Süsswasserkalkes, wenn auch in einer geringeren Individuenzahl, im Kalkschlamm doch aufgefunden (4).

Die irrtümliche Faunenabsonderung früherer Autoren wurde auch durch die einseitige Anwendung eines an sich prinzipiell richtigen Gedankens bedingt. Sie haben nämlich die Umweltsprüche der im Pannon gelebten Arten ausschliesslich auf Grund der Bedingungen der heute lebenden Arten der in Frage stehenden Gattungen festgestellt. Die im Pannon gelebten Vertreter der Gattungen *Theodoxus*, *Viviparus* und *Melanopsis* wurden auf diese Weise als Süsswasserarten betrachtet. Die feinstratigraphischen Untersuchungen haben es aber nachgewiesen, dass die Umweltsprüche dieser Gattungen sich verändert haben. Im Pannon kommen sie in allen Fällen in einer Brackwasserfaunengemeinschaft — mit *Limnocardien* und *Congerien* — vor, aber nie mit Süsswasserarten.

Eine den Gattungen *Melanopsis*, *Viviparus* und *Theodoxus* ähnliche Änderung vollzog sich auch innerhalb der Gattungen *Unio* und *Anodonta*, wenn auch nicht so allgemein, wie bei den erwähnten Arten. Die rezenten Arten von *Unio* und *Anodonta* hat THIENEMANN — REDEKE folgend — als stenohaline Süsswasserarten qualifiziert. In den tieferen Horizonten des Oberpannons werden die meisten Arten der beiden



Gattungen in der Gesellschaft von Brackwasserarten vorgefunden und hier enthalten sie nur ausnahmsweise Süßwasserarten. Zweifellos ist bei vielen Arten hinsichtlich der Salinitätsansprüche keine Veränderung eingetreten, so ist z. B. *Planorbarius corneus* L. heute eine stenohaline Süßwasserart und war es auch im pannonischen Zeitalter.

Auf Grund der eingehenden Bearbeitung der Faunen von Öcs, Tihany, Tab, Balatonszentgyörgy und Balatonfüzfő konnte die Klassifikation der oberpannonischen Fauna auch von diesem Gesichtspunkte aus durchgeführt werden.

Süßwasserarten: *Valvata pulchella* STUD., *V. ranjinai* BRUS., *V. debilis* FUCHS, *V. sp.*, *Aplexa subhypnorum* GOTTSCH., *Bithynia budinici* BRUS., *Bulinus kormosi* SOÓS, *Emmericia pliocenica* SACCO, *Limnaea stagnalis* L., *Stagnicola palustris* MÜLL., *Galba truncatula* MÜLL., *G. halavátsi* WENZ., *Radix ovata* DRAP., *Planorbarius corneus* L., *Planorbis spirorbis* L., *Pl. leucostoma* MILL., *Pl. parvulus* LÖR., *Pl. subtychophorus* HAL., *Gyraulus öcsensis* WENZ., *G. (Armiger) geniculatus* SDBGR., *G. (A.) crista* L., *G. (A.) nautileus* L., *Unio pictum* L., *U. wetzleri* DUNK.

Brackwasserarten: *Theodoxus vetranici* BRUS., *Th. crenulatus tabensis* BARTHA, *Th. crenulatus várpalotaensis* BARTHA, *Th. crescens* FUCHS, *Th. pilari* BRUS., *Th. soceni* JEK., *Th. stefanescui* FONT., *Th. acuticarinatus ecarinatus* BRUS., *Viviparus balatonicus* NEUM., *V. lóczyi* HAL., *V. gracilis* LÖR., *V. cyrtomaphorus* BRUS., *V. kurdensis* LÖR., *V. sadleri* PARTSCH, *V. fuchsi* NEUM., *V. leiostraca* BRUS., *Valvata simplex öcsensis* SOÓS, *V. balatonica* ROLLE, *V. tihanyensis* LÖR., *V. adeorboides* FUCHS, *V. molnarae* SOÓS, *V. minima* FUCHS, *V. obtusaeformis* LÖR., *V. gradata* FUCHS, *V. helicoides* STOL., *V. variabilis* FUCHS, *Pseudamnicola margaritula* FUCHS, *Micromelania laevis* FUCHS, *M. variabilis* LÖR., *Goniochilus schwabenaui* FUCHS, *Pyrgula incisa* FUCHS, *P. incisa obesa* BARTHA, *P. incisa pannonica* LÖR., *P. töröki* LÖR., *Prososthenia radmanesti* FUCHS, *P. sturi* BRUS., *P. eburnea* BRUS., *Gyraulus pavlovici* BRUS., *G. katurici* BRUS., *G. lendli* BRUS., *G. inornatus* BRUS., *G. constans* BRUS., *G. tenuis* FUCHS, *G. varians* FUCHS, *Bithynia clessini* BRUS., *Melanopsis decollata* STOL., *M. lepavinensis* STOL., *M. bouei sturi* FUCHS, *M. bouei affinis* HANDM., *M. oxyacantha* BRUS., *M. tihanyensis* WENZ, *M. curdica* BRUS., *M. (Lyrcaea) petrovici* BRUS., *M. cylindrica* STOL., *M. caryota* BRUS., *Unio halavátsi* BRUS., *U. partschi* PEN., *Dreissena auricularis* FUCHS, *D. dobrei* BRUS., *D. serbica* BRUS., *D. marmorata* BRUS., *Dreissensio-myra schöckingeri* FUCHS, *Pisidium telegdi rothi* BARTHA, *Congeria neumayri* ANDRUSOV, *C. balatonica* PARTSCH, *C. triangularis* PARTSCH, *C. spinicrista* LÖR., *C. batuti* BRUS., *C. resaki* BRUS., *Limnocardium decorum* FUCHS, *L. soósi* BARTHA, *L. vicinum* FUCHS, *L. apertum* FUCHS, *L. secans* FUCHS, *L. priscae* STRAUZ, *L. ohetophorum* BRUS., *L. szabói* LÖR., *Prosodacna, vulskitsi* BRUS.

Durchgehende Arten: *Prososthenia sepulcralis* PARTSCH, *Hydrobia syrmica* NEUM., *Planorbis confusus* SOÓS, *P. grandis* HAL., *Gyraulus pachychilus* BRUS., *Gyraulus homalosomus rhytidiphorus* BRUS., *Segmentina*

*lóczyi* LÖR., *Radix peregra* MÜLL., *Fagotia acicularis* FER., *F. esperi* FER., *Pisidium krambergeri* BRUS.

Von den durchgehenden Arten stellt nur *Pr. sepulcralis* eine tatsächlich euryhaline Art dar, da sie die Veränderung vom salzigeren in das süssere Wasser und umgekehrt ohne eine bedeutende Verringerung der Individuenzahl erträgt.

*Pl. confusus* geht aus Süsswasser in mehr salziges Wasser leicht über, kann sich aber an das neuerliche Süsswasser nur mit einer bedeutenden Verringerung ihrer Individuenzahl anpassen. *F. acicularis* und *F. esperi* gehen aus Brackwasser in Süsswasser über, in entgegengesetzter Richtung aber nicht.

## 2. Die Faziesänderungen und ihre Folgen

In der sich mit dem Oberpannon befassenden Literatur werden die Fazieswechsel häufig erwähnt. Diesbezügliche Angaben befinden sich zuerst in der Studie von LÓCZY SEN. (32). Von seinen auf Grund der Lage und der Anzahl der paludischen Schichten gezogenen Schlüssen können wir ersehen, dass seine Anschauung richtig war, aber es fehlten damals einerseits die systematischen und genauen Beobachtungen, andererseits waren auch die zur Beurteilung der Bedeutung der Faziesänderungen unentbehrlichen Gesichtspunkte noch nicht ausgearbeitet. Die Faziesänderung wurde im allgemeinen als eine Erscheinung betrachtet, dass nur als eine Haupttendenz, oder als deren weniger bedeutende Abweichung qualifiziert werden könne. So hat z. B. HALAVÁTS die Versüßungsphasen des oberpannonischen Sees interpretiert. Es wurde nicht erkannt, dass in seichten Becken gerade die Faziesänderungen die bezeichnendsten geologischen Ereignisse darstellen können, die nur nach genauer Beobachtung ihrer vertikalen und horizontalen Verbreitung richtig ausgewertet werden können.

Jede in der Beschaffenheit der Ablagerung und im Charakter der Fauna eintretende Änderung ist eine Faziesänderung. Auch jene, deren Ausbreitung und Bedeutung nur lokal ist, aber auch jene, auf Grund welcher grössere geographische Abgrenzungen ermöglicht werden. Es war jedenfalls eine irrige Anschauung, die geringe Bedeutung der Änderungen durch die Bemerkung „nur Fazieswechsel“ bezeichnen zu wollen. In seichten Becken können Fazieswechsel sehr häufig auftreten und in diesen Gebieten können die geologischen Ereignisse am besten durch die Gesetzmässigkeiten der Änderungen gekennzeichnet werden. Die Anwendung des Wortes „Fazies“ erwies sich auch darum als unhaltbar, weil es sozusagen einfach den Ausdruck „Formation“ ersetzte, ohne die Bildungsverhältnisse pragmatisch zu analysieren. In Verbindung mit den Änderungen der Ablagerungen und des Faunenbildes muss bei zeitmässigen Untersuchungen stets vor den Augen gehalten werden, dass die Bedeutung der Änderungen dadurch abzumessen ist, inwiefern sie auf die Entstehungsverhältnisse und deren Ursachen Schlüsse zulassen.

Jede Änderung muss auch dann beobachtet werden, wenn man ihr gleich keine Bedeutung zuschreiben kann, da gerade zufolge der raschen Entwicklung unserer Wissenschaft heute noch als unbedeutend erscheinende Änderungen an neue Erkenntnisse geknüpft morgen eine Bedeutung erlangen können.

Die Ergebnisse unserer gegenwärtigen Untersuchungen wurden ja im Grunde genommen durch die Untersuchung von früher als unbedeutend betrachteten Änderungen — ihren neuerdings geklärten Zusammenhängen folgend und die neugestalteten Anschauungen anwendend — erzielt.

In Verbindung mit der Erforschung der Ursachen der pannonischen Faziesänderungen müssen wir uns vorerst mit dem Problem der natürlichen Entwicklung der Seen befassen, da man im Oberpannon des Karpatenbeckens nur mehr mit einem umfangreichen, seichten Brackwassersee rechnen kann, dessen Verbindung mit dem offenen Meere nach allen Richtungen abgebrochen ist.

Ein Brackwassersee ist im allgemeinen eine Übergangsbildung, dessen Lebensdauer vom geologischen Gesichtspunkte aus gering ist. Ihre natürliche Entwicklung besteht in Auffüllung oder Entwässerung. In ihrer Auffüllung spielen in erster Linie ständige oder periodische Wasserläufe eine Rolle, die von ihrer Arbeitsfähigkeit abhängig gröbere oder feinere Sedimente in den See befördern. Eine geringere Bedeutung mag auch dem äolischen Staub zukommen.

Über das Ausmass der Auffüllung stehen uns auch rezente Beispiele zur Verfügung. Der Boden des Balaton wird jährlich durch eine Sedimentschicht von 0,5 mm bedeckt, so muss der Balaton sich in einigen zehntausend Jahren auffüllen, vorausgesetzt, dass andere Faktoren die Richtung dieses Prozesses nicht ändern. Die Schnelligkeit des in Frage stehenden Prozesses kann dadurch gekennzeichnet werden, dass zu römischen Zeiten der Balaton bis zu Zalaszentgrót mit Prahmen befahren wurde (8).

Die einzelnen Phasen der Umgestaltung der Seen sind wie folgt:

1. Die Ufervegetation breitet sich auf Kosten des offenen Wassers aus.

2. Auch die Unterwasserpflanzen verbreiten sich und mit dem Vordringen des lakustrischen Schuttkegels erscheint bei einer Tiefe von 3,0 bis 3,5 m das Wassergras, an seichteren Abschnitten Nymphen und in Ufernähe Rohr und Schilf. Dies ist die reife Phase des Sees.

3. Die Vegetation erobert auch die tiefsten Abschnitte des Beckens, der See wird versumpft.

4. Das offene Wasser verschwindet nahezu völlig und es entsteht ein Tiefmoor.

5. Die Vegetation siedelt sich am aus dem Mulm entstehenden Torf an (senile Phase des Sees).

6. Bäume und Grasböden dringen auch in den inneren Abschnitt ein.

7. Zustand der nassen Wiese mit sauren Gräsern und ständig zunehmenden Festlandsabschnitten (8).

Auf Grund der angeführten Angaben können wir uns die Linie

der Umwandlung vom Brackwassersee zur terrestrischen Fazies auch ohne jede tektonische oder klimatologische Ursache gut vorstellen. Dagegen kann die wiederholte Rückkehr der Brackwasserphase in einem geschlossenen hydrographischen System ausschliesslich durch *Absinkung* erklärt werden. Wie wir es bereits betont haben, stellt in der Geschichte des Sees die Auffüllung in allen Fällen einen bedeutsamen Faktor dar und kann gegebenenfalls die Umwandlung des Brackwassersees zu Festland erklären, doch wurde in den untersuchten Fällen neben Auffüllung auch Erhebung nachgewiesen. Für die Annahme der Erhebung spricht in erster Linie die Schnelligkeit eines Teiles der Faziesänderungen. Bei Öcs, Tab, Tihany, Balatonszentgyörgy und Füzfő vollzog sich der Wechsel des Faunenbildes innerhalb eines Sedimentenkomplexes von 10 cm und zwar bei einer äusserst feinkörnigen Sedimentation. Dies schliesst einerseits die Möglichkeit einer Auffüllung grösseren Ausmasses aus, weist aber andererseits auf einen die Kontinuität der natürlichen Umwandlung der Seen störenden — sie beschleunigenden — Vorgang (Erhebung) hin.

In der Versüßung können klimatische Ursachen (mehr Niederschlag) eine bedeutende Rolle nicht gespielt haben, da mit der Versüßung die Versumpfung und Verseichtung der Seen Hand in Hand ging.

Zur Bezeichnung solcher periodisch sich wiederholenden Bewegungen wechselnder Richtung benützen wir den Begriff der *Oszillation*.

Oszillationen verhältnismässig geringen Ausmasses können in seichten Becken schon bedeutende sedimentologische und faunistische Veränderungen hervorrufen. Wahrscheinlich können auch die von STRAUZ in den südwesttransdanubischen Bohrungen nachgewiesenen Periodizitäten der Sedimentation auf ähnliche Oszillationen zurückgeführt werden. Nach der Feststellung von STRAUZ besteht besonders die viele hundert Meter und manchmal sogar über 1000 m mächtige Schichtenreihe der oberpannonischen Stufe zum überwiegenden Teile aus der Wechselfolge solcher eine Spanne bis ein Meter betragenden Ton- und Sandschichten (51). Selbstverständlich können die Sedimenten- und Faunenänderungen auch andere Ursachen haben (Wechsel des Klimas, der Niederschläge, der Temperatur, u. a.). Ausserdem verursachen die Oszillationen nicht immer auch die Veränderung des Faunenbildes (SW-Transdanubien), das Faunenbild kann sich aber auch ändern, wenn das Sediment unverändert bleibt (Veränderung des Salzgehaltes). Daher dürfen Oszillationen nur nach sorgfältiger Erwägung der Bedeutung der eingetretenen Änderungen angenommen werden. Die nahezu vollständige Veränderung hat in erster Linie den Nachweis von Absinkungsphasen in bedeutendem Masse erleichtert. Hinsichtlich der Aushebungen muss bei jeder Faziesänderung aller Profile gesondert überprüft werden, ob neben der Auffüllung auch die Aushebung eine gewisse Rolle gespielt haben mag und in welchem Masse. Dies wird bei der eingehenden Analyse der Oszillationen durchgeführt.

Die Bewertung der Faziesänderungen wird durch das Auftreten

der sog. dunkelgrauen, Kohlenspureen enthaltenden Moorschlammstreifen besonders begünstigt. Diese Streifen erweckten schon die Aufmerksamkeit von LÓCZY SEN., der sich darüber folgend äusserte:

„Die in den Aufschlüssen von Öcs, Nagyvázsony, Kenese und Karád auskeilenden dünnen, kohlenschmitzigen Moorbodenschichten stellen keinen kontinuierlichen, überall auftretenden Horizont dar; dieselben treten vielmehr bisweilen, wie am Csucospart bei Kenese und am Fehérpart bei Tihany, in grösserer Zahl auf, während sie anderweitig wieder, wie am Ufer bei Balatonfőkajár, oberhalb der Badeanlage Balatonaliga und Fonyód nur einzeln ausgebildet sind.

Diese Moorbodenschichten, deren Mächtigkeit 50 cm nicht erreicht, verdünnen sich und keilen aus; überall besteht ihre ärmliche Fauna aus Süsswasser- und Landmollusken. Beachtenswert ist die Beobachtung, dass in der Nähe der alten Ufer, so bei Öcs und Nagyvázsony, in den Moorschichten die Landschnecken überhand nehmen, während an Fundorten, die weiter entfernt von den pliozänen Ufern des Balatonhochlandes gelegen sind, an Landformen ausser der grossen *Helix Doderleini* kaum etwas vorkommt. An den meisten Punkten, wo wir in diesen Moorbildungen Fossilien sammeln konnten, liegen diese kohlenschmitzigen Schichten zwischen den durch *Congerina triangularis* und *C. balatonica* charakterisierten Sand- und Tonschichten.“ (32, p. 389)

Lóczys Beschreibung enthält richtige und ungenaue Feststellungen. Die wechselnde Anzahl und Lage der paludischen Streifen hat er zwischen den *C. balatonica*-Schichten richtig beobachtet. Auch darin hatte er recht, dass die verschiedenen paludischen Schichten keinen einheitlichen Horizont bezeichnen, aber ihre auf Faziesänderungen hinweisende Rolle hat er noch nicht bemerkt. Er hat sich auch darin geirrt, dass ihre Fauna in allen Fällen aus Süsswasserarten oder terrestrischen Arten bestehe, denn gerade unter den paludischen Schichten des Fehérpart von Tihany enthält jede zweite eine oligohaline Fauna. Paludische Streifen ähnlichen Charakters wurden seither auch in Vindornyaszlós und Kapolcs vorgefunden. Das Profil des Fehérpart von Tihany war in dieser Hinsicht sehr lehrreich, da auf die terrestrische Süsswasserarten führenden paludischen Schichten regelmässig oligohaline Arten enthaltende Streifen folgten. Aus ihrer Wechselfolge konnten die geologischen Ereignisse rekonstruiert werden. Die an limnischen und terrestrischen Arten reiche paludische Schicht bezeichnet eine Erhebungsphase mit Annäherung des Ufers. Der meistens oligohaline Arten enthaltende paludische Streifen kam bereits in einer Absinkungsphase zustande, und zwar in jener Etappe, als die Absinkung das Niveau des Brackwassers erreichte und das über dem Festland hervordringende Wasser viel organisches Material und Pflanzenreste mit sich reissen konnte. Die regressiven und transgressiven paludischen Streifen umfassen je eine terrestrische Süsswasserphase, deren Beginn durch den regressiven, deren Ende aber durch den transgressiven Streifen bezeichnet wird.

Das Profil des Fehérpart von Tihany lieferte auch einige Beweise

der oberpannonischen Denudation, da die mit den Nummern 30 und 34 bezeichneten Moorschlammschichten nicht auf eine Sedimentation auf unebener Oberfläche hinweisen, sie reichen mit kleinen sackartigen Vertiefungen in die darunter abgelagerten Schichten No. 29 bzw. 33 hinunter und bekunden dadurch eine eingeschaltete Sedimentationslücke bzw. eine Denudation.

Die Denudation wird auch dadurch bewiesen, dass das Profil von Tihany mit einer Brackwasserphase endet, während in Öcs und Várpalota, wo die lockeren Sedimente durch Süßwasserkalk geschützt waren, der Übergang zu den Süßwasserablagerungen festgestellt werden kann und auch Süßwasserarten enthaltenden Sedimente vorhanden sind. Auf Grund des Profils von Öcs wurden vom oberen Teile des Profils von Tihany die Sedimente einer Süßwasserphase, einer oligohalinen und einer terrestrischen Phase erodiert.

Den bei Öcs und Tihany nachgewiesenen periodischen Fazieswenden (Oszillationen) kann an und für sich betrachtet keine übermäßige Bedeutung zugeschrieben werden, da sowohl Öcs, als auch Tihany am Ufersaum liegen. Die Bedeutung der Oszillationen hängt aber mit der Grösse ihrer Ausdehnung zusammen. Wenn die Oszillation auf die Ufernähe beschränkt war, dann könnten im Inneren des Beckens die Spuren der sprungartigen Faziesänderungen nicht mehr entdeckt und es sollten nur fortlaufende Änderungen der Fauna und der Sedimente beobachtet werden.

Zur Entscheidung der Frage wurde die feinstratigraphische Untersuchung der von SÜMEGHY als typische Lokalität der Fazies des Beckeninneren betrachteten Fundstelle von Tab durchgeführt (5). Als Ergebnis der Untersuchung wurden die wiederholten Faziesänderungen auch hier vorgefunden. Zwischen Sedimenten, die eine Fauna mit *Prosodacna vutskitsi* einschliessen, wurden in einer Mächtigkeit von nahezu 7 m ausschliesslich terrestrische und limnische Arten enthaltende Bildungen vorgefunden. Die Ausdehnung der Oszillationen auf ein noch grösseres Gebiet wurde durch das von SÜMEGHY bearbeitete Profil der Tiefbohrung Görgeteg No. 1 bestätigt. Hier wurde im Jahre 1935 mit abschnittweiser Kernbohrung eine Tiefe von 2059 m erreicht.

Bedauerlicherweise hat SÜMEGHY bis 376,90 m die Fauna des Profils nicht angeführt, so können wir auf Grund seiner Hinweise auf die Bohrung von Inke nur annehmen, dass er bis zu dieser Tiefe eine von ihm als levantinisch betrachtete Fauna vorgefunden hat. Bei 376,90 m bezeichnet er die Grenze des Oberpannons, führt von hier an das Verzeichnis der vorgefundenen Fauna ziemlich genau an. Zwischen 385,40 und 390,80 m befand sich eine typische *Prosodacna vutskitsi*-Fauna. Von 394,50 bis 596,50 m führt er aber nur die limnische und terrestrische Arten enthaltenden Ablagerungen an. Darunter folgte bis zu 1200 m wieder eine Brackwasserfauna des *Prosodacna vutskitsi*-Typus. Der Wechsel der Faunenelemente war hundertprozentig. Aus dem Brackwasserabschnitt kam keine einzige terrestrische oder limnische Art zum Vorschein und

im terrestrischen aquatilen Abschnitt hat er Brackwasserarten nicht entdeckt. Infolge des „brackischen“ Faunenbildes hat er aber trotzdem den scharfen Fazieswechsel nicht bemerkt und hat eine einheitliche *Pr. vutskitsi*-Phase angeführt. Überraschend war die Ähnlichkeit des Taber Profils mit dem Profil von Görgeteg, sowohl bezüglich der Fauna, wie der Ablagerungen. Die in Tab 7 m und in Görgeteg 200 m mächtige terrestrische aquatile Phase hat es nachgewiesen, dass den Oszillationen im Oberpannon eine grosse geologische Bedeutung zugeschrieben werden müsse (5).

Den in der Mächtigkeit der Sedimentenkomplexe der terrestrischen und limnischen Phasen von Tab und Görgeteg bestehenden bedeutenden Unterschied habe ich eine Zeitlang damit erklärt, dass Görgeteg im Inneren des Beckens, Tab aber nahe zu seinem Rande lag. Als ich aber bemerkt habe, dass in der Süsswasserablagerung von Görgeteg — insgesamt in einer Sedimentmenge von einem Bohrkern — wenigstens soviel terrestrische Molluskenschalen vorzufinden waren, wie in den Süsswasserablagerungen von Tab, habe ich meine ursprüngliche Auffassung geändert. Wenn nämlich Görgeteg im Inneren des Beckens gelegen hätte, dann hätten die kontinentalen Arten wenigstens aus einer Entfernung von 100 km eingeschwemmt werden müssen. Unsere Erfahrungen von Várpalota und Öcs bewiesen aber dass die Schalen von terrestrischen Arten nicht einmal aus einer Entfernung von 1 km eingeschwemmt werden. Wenn wir aber eine Einschwemmung aus bedeutender Entfernung annehmen, dann hätte sich wenigstens im Verhältnis zur Entfernung die Individuenzahl der eingeschwemmten Arten verringern sollen. Da sich aber die Individuenzahl nicht verringert hat und ausserdem die in Ufernähe angenommenen Taber Ablagerungen nicht grobkörniger waren, als die Sedimente des angeblichen Beckeninneren in Görgeteg, mussten wir annehmen, dass in dieser Periode Görgeteg ebenfalls in Ufernähe gelegen hat. Gegen Mitte des Oberpannons entwickelte sich also eine Landschaft, wie sie uns vom Ende des Pannons bereits bekannt ist. Ein mit Festländern abwechselndes Seegebiet, wo die terrestrischen Arten durch natürliche Fortpflanzung in das Gebiet des einstigen Beckeninneren gelangten.

Die langanhaltenden Süsswasserphasen hat wieder eine Absinkungsphase abgeschlossen und sowohl Tab, wie Görgeteg wurden wiederum zum Beckeninneren. Diese Periode wird ebenso durch eine *Pr. vutskitsi*-Fauna charakterisiert, wie die erste Absinkung, wodurch bestätigt wird, dass diese Fauna die Regressionsphase irgendwo überstanden haben muss, von wo sie dann bei der neuerlichen Absinkung wiederum rasch hervorrückte.

Wenn aber in der terrestrischen aquatilen Phase weder Tab, noch Görgeteg im Beckeninneren lagen, dann wirft sich erneut die Frage auf, wodurch in dieser Phase die im Sedimentenkomplex auftretenden bedeutenden Mächtigkeitsunterschiede bedingt sind. Im Hangenden und im Liegenden der Süsswasserschichten kann an beiden Orten gleichermassen

eine Brackwasserfauna identischen Charakters angetroffen werden. Dies spricht für die identische Bildungsdauer, für die Gleichaltrigkeit der verschiedenen mächtigen terrestrischen Süßwasserschichtenfolgen der beiden Fundstellen. Wir haben deshalb den Mächtigkeitsunterschied dadurch erklärt, dass wir in Görgeteg eine ununterbrochene Sedimentation angenommen und die in Tab beobachtete Mächtigkeit von 7 m als das Endergebnis einer Sedimentations- und einer Denudationsphase betrachtet haben. Die Tatsache, dass bei Görgeteg eine Süßwasserschichtenreihe von 200 m Mächtigkeit gelagert ist, weist jedenfalls darauf hin, dass während dieser Phase hier weder eine bedeutende Absinkung, noch eine wesentliche Erhebung stattgefunden haben mag. Im Falle einer bedeutenden Absinkung würde nämlich ein Fazieswechsel, der Einbruch des Brackwassers der Süßwasserphase ein Ende bereitet haben, im Falle einer bedeutenderen Erhebung würde aber die Denudation begonnen haben, wie dies bei Tab tatsächlich nachzuweisen ist.

Die neuerliche Überprüfung des Profils der Ziegelei von Tab und jenes der Tiefbohrung von Görgeteg hat nicht nur die grosse Ausbreitung der Oszillationen bestätigt, sondern es wurde auch offensichtlich, dass die mit Artdauern bemessene Gliederung des Oberpannons allzusehr grob ist. Von der Fazies von Tab, die für das Beckeninnere bezeichnend galt, hat es sich herausgestellt, dass sie während der Artdauer der *Pr. vutskitsi* nicht nur das Beckeninnere, sondern auch die Ufernähe und nachher das Festland vertreten hat, um später wiederum zum Beckeninneren zu werden. Die Verbreitung dieser Art wurde erst durch eine erneute Erhebung begrenzt. Dies ist ein gutes Beispiel auch dafür, dass eine scheinbar belanglose Ungenauigkeit des Sammelns letzten Endes zu wie falschen Ergebnissen führen kann. Zufolge des in zu grossen Stufen vorgenommenen Sammelns konnten die limnische und die oligohaline Fauna voneinander nicht abge sondert werden. In Ermangelung der Trennung beider Faumentypen wurden die Faziesänderungen nicht wahrgenommen und nicht bewertet. Wegen der Verwischung der Fazies wurden nur die statistischen Durchschnittswerte der geologischen Ereignisse erhalten. Die statistischen Mittelwerte sind zwar als aus Teilergebnissen erhaltene Werte gut brauchbar, können aber die Detailangaben nicht ersetzen und ermöglichen in dieser Form die pragmatische Analyse der einzelnen Etappen nicht.

Lóczy schreibt: „Diese kohlen schmitzigen, dunkelbraunen Schichten treten in der Umgebung des Balatonsees häufiger auf, als weiter entfernt von ihm. In der Umgebung von Nagyberény, Tab—Karád beobachtete ich bloss je eine kohlen schmitzige Schicht, . . .“ (32). Im wesentlichen ist auch dies eine richtige Beobachtung, nur ist hier nicht die Nähe des Balatons ein wichtiger Faktor, sondern jener Umstand, ob sich die untersuchte Fundstelle nördlich oder südlich von den entlang des Balatons verlaufenden strukturellen Linien liegt.

In den nördlich vom Balaton liegenden Fundstellen (Tihany, Öcs, Várpalota, Fűzfő) wechselten sich die Phasen der Erhebung und Absin-



kung mehrmals ab, bis dann die Erhebung schliesslich die Oberhand erlangte. Dagegen gab es in den südlichen Fundstellen (Tab, Görgeteg) zwischen den brackischen Schichten nur eine einzige Aussüssung, die eine Veränderung des Faunenbildes verursacht hat (s. Fig. 3 im ungarischen Text).

Auf den ersten Blick scheint vielleicht diese auf Grund der Profile von Tab und Görgeteg auf die ganze südliche Balatongegend ausgedehnte Verallgemeinerung übereilt zu sein, da aber die Tiefbohrung von Görgeteg bis zum Miozän reichte und nur ein einziges terrestrisches Süswasserkomplex durchteufte, erscheint die Bestimmung der im vertikalen Profil festgestellten einzigen Süswasserphase als begründet. Zur Feststellung der Verbreitung von Oszillationen ähnlichen Charakters sind zwei Fundstellen tatsächlich zu wenig, es handelt sich hier aber einerseits um ein mit terrestrischen Abschnitten abwechselndes Seegebiet, in welchem sich während der Erhebungsphase Ablagerungen nicht überall bilden konnten, andererseits konnten aber in den auf diesem Gebiete abgeteufte Tiefbohrungen die Spuren einer terrestrischen Phase durch Auftreten einzelner terrestrischen Arten festgestellt werden (Igal, Bonyhád).

Infolge der im Oberpannon allzu seltenen Kernbohrungen kann es leider bei den Erdölschurfbohrungen gar nicht erwartet werden, dass die terrestrischen aquatilen Ablagerungen auch stratigraphisch abgesondert werden können. Dass die nördlich und südlich vom Balaton liegenden Gebiete im Oberpannon wenigstens periodisch eine abweichende Geschichte hatten, kann heute bereits durch faunistische Befunde nachgewiesen werden. Von den eingehend bearbeiteten sechs Fundstellen wurden aus der Brackwasserfazies insgesamt 106 Arten eingesammelt, von diesen kommen aber nur 13 Arten in den nördlichen und südlichen Gebieten gleichermaßen vor (s. Tab. 3, 4). Auch dieser Umstand lässt es als wahrscheinlich erscheinen, dass das oberpannonische Seegebiet durch eine Schwelle in zwei Teile abgesondert war. Diese Schwelle folgte nicht genau der Linie des Balatons, sondern mag etwas südlich davon, in der Linie Köttse-Enying verlaufen haben, hier kam nämlich die nördliche Fauna des *C. balatonica*-Typus mit der südliche Fauna des *Pr. vutskitsi*-Typus für eine kurze Zeitspanne in Berührung. Es ist überraschend, dass diese Schwelle nicht in der Linie des Bakony-Gebirges, sondern etwas südlich davon verläuft und dass an den etwas südlich vom Bakony-Gebirge liegenden Fundstellen, sowie an den unmittelbar am Südufer des Balatons gelegenen Aufschlüssen (Máriafürdő, Fonyód) die Spuren von weiteren Oszillationen beobachtet werden können (43).

Bevor wir die schichtenweise Verknüpfung, die chronologische Vergleichung der einzelnen Profile versuchen und die genaue Lage der Oszillationsphase in der oberpannonischen Periode angeben, muss für jede Fundstelle die genaue Analyse der Faziesänderungen mittels Fazieskurven (1) und Sedimentenkurven (2) durchgeführt werden. Der Verlauf der Fazies- und Sedimentenkurven kann innerhalb eines einzigen Profils

parallel, entgegengesetzt oder eine Kombination der beiden Verhältnisse sein.

Der parallele Verlauf der beiden Kurven bringt im allgemeinen zum Ausdruck, dass bei Vertiefung (Absinkung) das Sediment feiner, bei Erhebung aber gröber wird. Dies ist der Fall in lokalen, vom grösseren hydrographischen Netz abgeschnürten Becken.

In Gebieten, die in das hydrographische Netz eingeschaltet sind, verlaufen die Kurven entgegengesetzt. Das Sediment wird bei Absinkung wahrscheinlich darum gröber, weil die Erosionsbasis mitgesunken ist, und dadurch die Förderenergie der herabströmenden Flüsse sich erhöht, bei Erhebung aber verringert. Der Wechsellauf von Auffüllung und Krustenbewegungen kann Übergangsfälle ergeben. Diese Feststellungen sind für alle Fundorte geltend, an den untersuchten Fundstellen konnten aber zwischen Qualität und Korngrösse der Sedimente und dem Süss- oder Brackwassercharakter der eingeschlossenen Fauna keine allgemeingültige Gesetzmässigkeiten nachgewiesen werden. In Tihany, Balatonszentgyörgy und Tab trat die Brackwasserfauna in gröberen sandigen Ablagerungen, in Öcs aber in feinerkörnigem tonigem Schlamm auf. Es scheint, dass diese Faunengemeinschaften gegen die feineren Änderungen der granulometrischen Zusammensetzung der Ablagerungen garnicht empfindlich sind. Dagegen können in kiesigen Sedimenten die Gehäuse von Brackwasserarten nur eingeschwemmt vorgefunden werden.

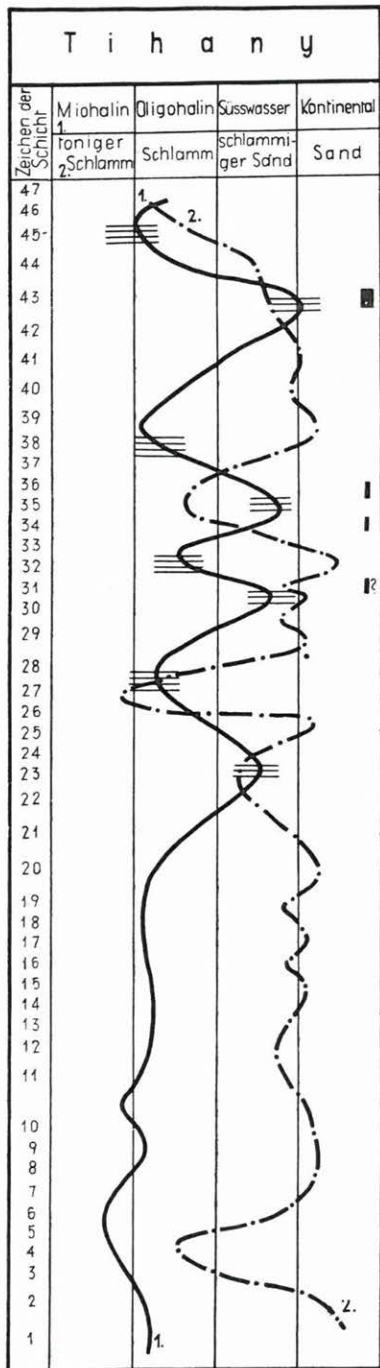
Zwischen der durchschnittlichen Grösse der einzelnen Arten und der Beschaffenheit der Sedimente konnten keine allgemeingültige Zusammenhänge nachgewiesen werden.

#### *Analyse des Profils des Fehérpart von Tihany*

Das Profil des Fehérpart (Fig. 4) kann schon aus der Ferne betrachtet in zwei Teile gegliedert werden (s. Fig. 5 im ungarischen Text). Im unteren Teile gibt es keine paludischen Streifen, nur im oberen. Auf Grund der eingehenden faunistischen und lithologischen Untersuchung des unteren Teiles des Profils konnten Abschnitte mit oligohalinen und miohalinen Faunen voneinander abge sondert werden. Letztere kommt typisch eigentlich nur in der Schicht No. 6 vor. Sie wird durch die verhältnismässig hohe Individuenzahl der Arten *Congerina balatonica*, *C. triangularis* und der Vertreter der Gattung *Limnocardium* bezeichnet. Oligohaline Fauna wurde dagegen im unteren Teile des Profils in den Schichten No. 1, 3, 7, 8, 9, 10 und 19 vorgefunden. Für diese Fauna ist die geringe Anzahl oder das Fehlen der *Congerien* und *Limnocardien* bezeichnend, im Gegensatze zu den Arten der Gattungen *Micromelania* und *Viviparus*, die eine höhere Zahl erreichen.

Auffallend ist in diesem Profil die von der Schicht No. 10 bis zur Schicht No. 19 anhaltende, aus faunenleerem Sand und sandigem Schlamm bestehende 5 m mächtige Schichtenreihe. Diese weist auf eine

No. der Schicht	Beschaffenheit des Sedimentes	Mächtigkeit in cm	Charakter der Fauna
47	Humus	130	—
46	Schlamm	125	—
45	Sehr feiner sandiger Schlamm	50	oligohalin
44	Schlammiger, sehr feiner Sand	120	—
43	Schlammiger, sehr feiner Sand	45	terrestrisch + limnisch
42	Sehr feiner Sand	140	—
41	Sehr feiner Sand	35	—
40	Sehr feiner Sand	150	oligohalin
39	Feiner Sand	20	—
38	Sehr feiner Sand	20	—
37	Schlammiger, unsortierter Sand	100	oligohalin
36	Schlammiger, unsortierter Sand	75	oligohalin + terrestrisch
35	Schlamm	40	—
34	Sehr feiner + mittelfeiner Sand	20	terrestrisch + oligohalin
33	Sehr feiner Sand	90	—
32	Sehr feiner schlammiger Sand	10	oligohalin
31	Unsortierter Sand	25	oligohalin
30	Feiner schlammiger Sand	20	limnisch
29	Feiner Sand	130	—
28	Sehr feiner sandiger Schlamm	25	oligohalin
27	Toniger Schlamm	20	—
26	Schlamm	20	oligohalin
25	Sehr feiner Sand	80	—
24	Schlammiger unsortierter Sand	40	oligohalin
23	Schlammiger unsortierter Sand	50	—
22	Schlammiger unsortierter Sand	160	—
21	Feiner Sand	50	—
20	Sehr feiner Sand mit einem größeren Teil	110	—
19	Feiner und feinkörniger Sand	10	oligohalin
18	Schlammiger Sand	50	—
17	Graulicher feiner Sand	60	—
16	Sand, schlammiger Sand	60	—
15	Sehr feiner Sand mit einem größeren Teil	25	—
14	Feiner Sand	95	—
13	Sehr feiner Sand	55	—
12	Kleinkörniger Sand	70	—
11	Sandiger Schlamm	140	—
10	Klein- und mittelkörniger Sand	175	miohalin
9	Klein- und feinkörniger Sand	25	oligohalin
8	Feiner Sand	20	oligohalin
7	Feiner Sand	50	oligohalin
6	Grauer feiner Sand	20	oligohalin
5	Sandiger Schlamm	25	—
4	Schlamm	40	—
3	Sehr feiner sandiger Schlamm	55	oligohalin
2	Kleinkörniger Sand	180	—
1	Fein- und feinkörniger Sand	45	oligohalin



■ Anwesenheit von kontinentalen Arten  
 ≡≡≡ Paludische Schlammschichten

Fig. 4.

gleichmässige Auffüllung hin. Im Sande No. 19 kommen vorwiegend Vertreter der Gattung *Unio* vor. Die *Congerien* sind auffallend abgewetzt, auf Grund dessen man eine Zufuhr aus bedeutender Entfernung annehmen kann. Die Abwetzung kann aber gegebenenfalls auch auf wiederholtes Weiterrollen in der Uferzone zurückgeführt werden. Jedenfalls verschiebt sich nach der Schicht No. 19 das Gleichgewicht zwischen der Absinkung und der Auffüllung zugunsten der Auffüllung und die Schicht No. 23 ist schon ein auf Ufernähe hinweisender Streifen. Von den regressiven paludischen Schichten No. 23, 30, 34 und 43 ändert sich die Fauna nur bei den beiden letzteren derart sprunghaft, dass neben der Auffüllung auch Erhebung zum Ausdruck kommt. Diese Feststellung wird hier auch durch Spuren von Denudation und das Auftreten von terrestrischen Arten bekräftigt. Die transgressiven paludischen Schichten No. 27, 32, 36 und 45 konnten nur durch Absinkung gedingt werden. Bei Tihany kann der Verlauf der Fazieskurve und der Sedimentenkurve nicht einheitlich erklärt werden. Bei den Schichten No. 4 und 15 konnte die Verfeinerung der Sedimente faunistisch nicht gekennzeichnet werden. Somit können wir hier einer Absinkung annehmen, welcher sich die Fauna nicht anzupassen vermochte, oder aber ein örtliches Zurücktreten der Auffüllung. Bei der Schicht No. 23 verlaufen Fazieskurve und Sedimentenkurve entgegengesetzt. Die Fazieskurve weist auf eine Erhebung, die Sedimentenkurve aber auf eine Absinkung hin, so ist es wahrscheinlich, dass die Sedimente infolge der durch Erhebung beschleunigten Auffüllung feiner geworden sind.

Von der Schicht No. 26 bis zur Schicht No. 36 verlaufen die beiden Kurven im grossen und ganzen parallel, aber die Fazieskurve folgt der Sedimentenkurve mit einer Verspätung, die der Zeitspanne einer Schicht entspricht. Diese Abweichung kann mit dem Zeitbedarf für die Ansiedlung der Fauna erklärt werden, ihre Ursache mag aber auch in einer geringen Verschiebung der Probenahme liegen. Von der Schicht No. 36 an verlaufen die beiden Kurven bis zum Scheitel des Aufschlusses wiederum entgegengesetzt, hier muss das Überwiegen der Krustenbewegungen über der Auffüllung als wahrscheinlich gelten.

Demnach fand im Profil des Fehérpart bei der Schicht No. 6 eine geringfügige Absinkung statt (miohaline Fauna), dann hielt die mit der Absinkung Schritt haltende Auffüllung bis zur Schicht No. 19 an, danach errang die Auffüllung das Übergewicht und das Gebiet geriet bei der Schicht No. 23 in Ufernähe. Hiernach wechselten Absinkungen und Erhebungen periodisch ab (Schichten No. 34 und 43) u. zw. derart, dass die Amplitude der Oszillationen aufwärts zunimmt. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass die völlige Absonderung der Süsswasserfauna und der Brackwasserfauna nur zur Zeit der letzten Oszillationen, in der regressiven paludischen Schicht No. 43 und in der transgressiven paludischen Schicht No. 45 eintrat. Die detailliertere lithologische und faunistische Bewertung des Profils wird im zweiten Teile angeführt.

### Analyse des Profils von Öcs

Das Profil von Öcs (Fig. 6) scheint auf den ersten Blick das Umgekehrte des Tihanyer Profils zu sein. Im unteren Teile des Profils fanden rasche Fazieswechsel statt, während in seinem oberen Teile eine ununterbrochene Sedimentation beobachtet werden kann, aber nicht in Brackwasser, sondern in Süswasser.

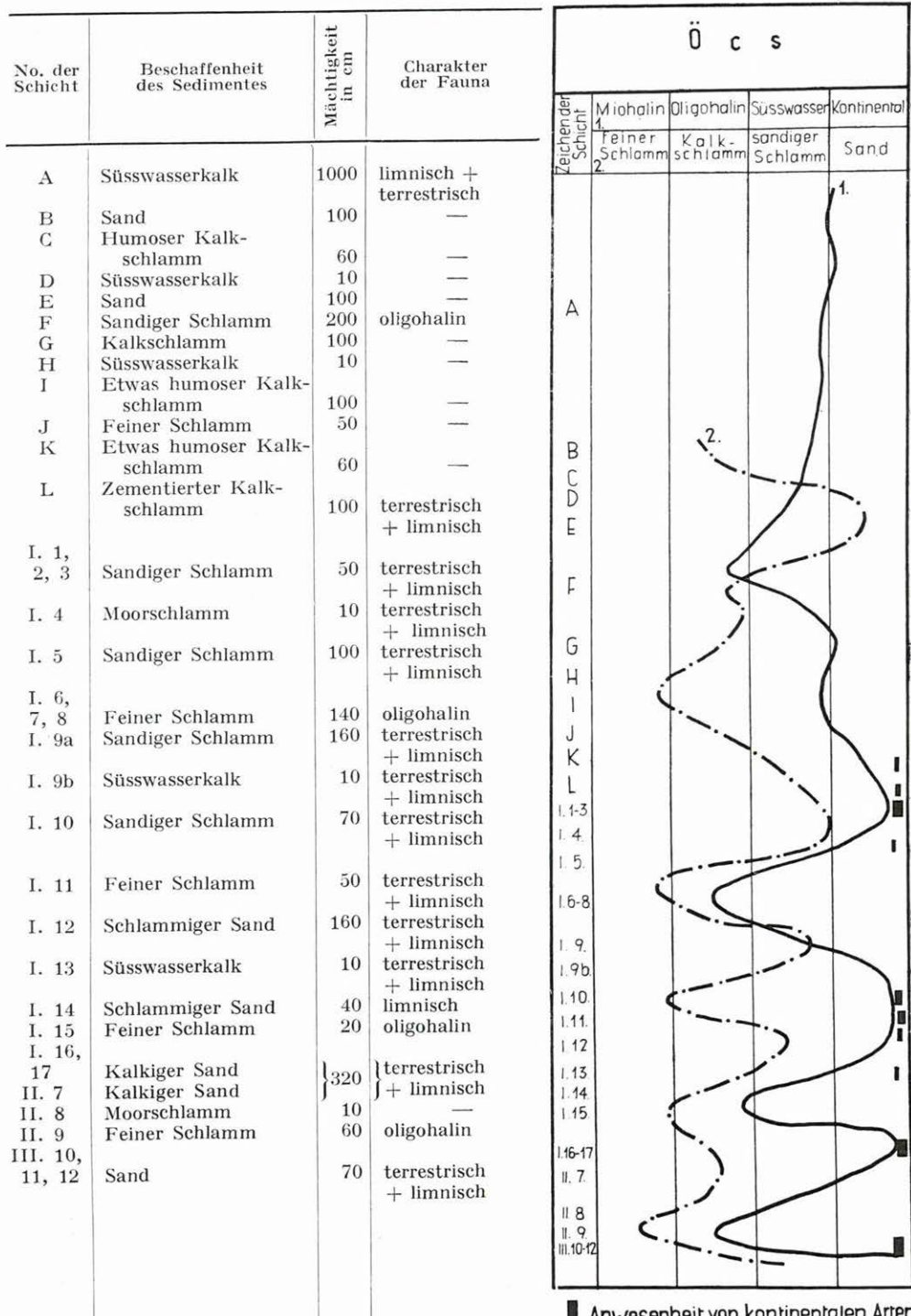
Die Bucht von Öcs mag ein ausserhalb des hydrographischen Netzes der Umgebung liegendes Becken gewesen sein, in welchem die Auffüllung eine bedeutend geringere Rolle gespielt haben mag, als z. B. bei Tihany. Dies ist daraus ersichtlich, dass die Sedimenten- und die Fazieskurve abgesehen von der Schicht No. I. 11 parallel verlaufen, das Sediment war also bei Absinkung feiner und bei Erhebung gröber, im Gegensatz zu dem Tihanyer Profil. Die bei der Schicht I. 11. auftretende Abweichung ist wahrscheinlich eine Folge der von I. 15 bis I. 11 anhaltenden schnelleren Auffüllung. Bei Öcs schreibe ich bei dem Auftreten der terrestrischen aquatilen Phase der Erhebung eine grössere Bedeutung zu, als der Auffüllung. Bei Öcs spielten sich 4 Erhebungen und 4 Absinkungen ab. Die Amplitude der Oszillationen liess die völlige Absonderung der limnischen und oligohalinen Fauna zu. Bei Öcs wurde eine Fauna miohalinen Charakters nicht mehr vorgefunden, *Congerien* von grösserem Wuchs, so *C. balatonica* und *C. triangularis* kommen nicht mehr vor, nur die kleine *C. neumayri*. Bezeichnend ist die grosse Individuenzahl der *Melanopsis* und beachtenswert das Auftreten der *M. fuchsi* in der letzten Absinkungsphase.

Öcs wird durch die bedeutende Individuenzahl der terrestrischen und limnischen Arten charakterisiert, obzwar in der Phase der anhaltenden Erhebung im Süswasserkalk Fossilien kaum vorzufinden sind. Das Profil von Öcs vertritt also die oberpannonische Phase wechselnder Fazies und die darauffolgende Erhebungsphase.

### Analyse des Profils von Várpalota

Das Oszillogramm des Profils von Várpalota (Fig. 7) stimmt mit jenem des Profils von Öcs auffallend überein. Ein Unterschied besteht nur darin, dass im unteren Teile des Profils von Várpalota nur die dem Profil von Öcs entsprechenden letzten Oszillationen beobachtet werden konnten. Dagegen ist im oberen Teile des Profils eine vollständigere Schichtenreihe der terrestrischen—limnischen Phase bis zum *Unio wetzleri*-Sande erhalten. Eine Fauna brackischen Charakters gibt es auch hier nicht und die oligohaline Fauna wird durch die Dominanz der Art *Melanopsis fuchsi* bezeichnet.

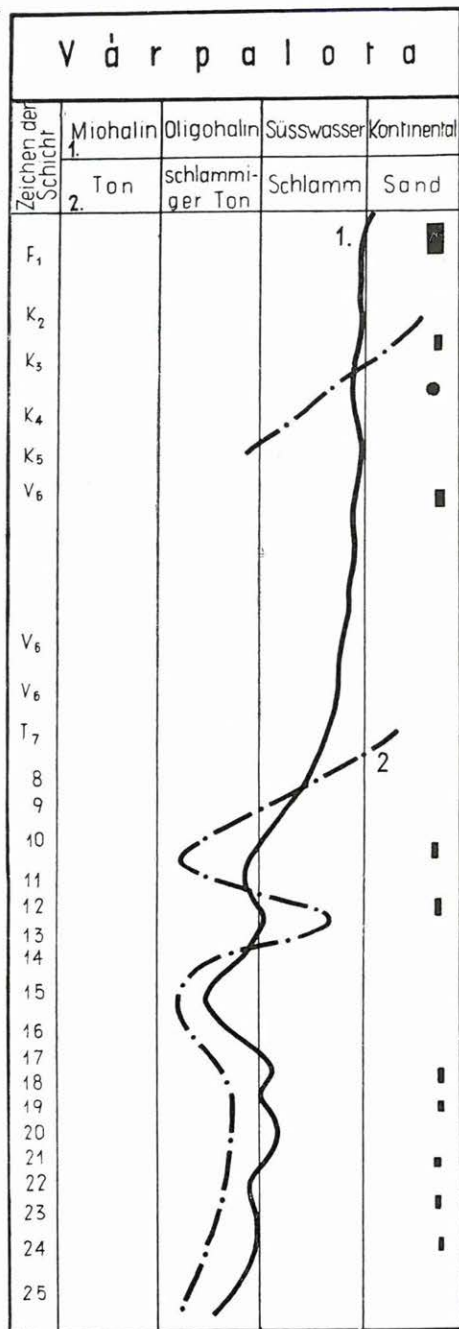
In Várpalota wechselten tiefere lakustrische Perioden (Ton, Kalkschlamm) mit Verseichtung und dementsprechend mit kurzanhaltenden Aussüssungen ab (Süswasserkalk-Streifen). In Ufernähe wurden auch terrestrische Formen eingeschwemmt, eine andauernde Aussüssung trat



■ Anwesenheit von kontinentalen Arten

Fig. 6.

No. der Schicht	Beschaffenheit des Sedimentes	Mächtigkeit in cm	Charakter der Fauna
F <sub>1</sub>	Süßwasserkalk	150	terrestrisch + limnisch
K <sub>2</sub>	Feiner Sand	20—150	limnisch fluviatil
K <sub>3</sub>	Süßwasserkalk	30	limnisch terrestrisch
K <sub>4</sub>	Zementierter Kalkschlamm	100	limnisch terrestrisch
K <sub>5</sub>	Humoser Kalkschlamm	30	—
V <sub>6,1</sub>	Süßwasserkalk	700	—
V <sub>6,2</sub>	Süßwasserkalk	150	limnisch terrestrisch
T <sub>7</sub>	Süßwasserkalk	150	limnisch
8	Feiner Sand	50	—
9	Süßwasserkalk	10	—
10	Looser Kalkschlamm	90	oligohalin limnisch
11	Feiner Schlamm	50	oligohalin
12	Humoser kalkiger Schlamm	21	oligohalin limnisch terrestrisch
13	Sandiger, kalkiger Schlamm	30	oligohalin limnisch
14	Humoser Kalkschlamm	20	oligohalin limnisch terrestrisch
15	Etwas sandiger Schlamm	160	oligohalin
16	Süßwasserkalk	10	—
17	Humoser Kalkschlamm	60	oligohalin limnisch terrestrisch
18	Süßwasserkalk	10	limnisch
19	Etwas humoser Kalkschlamm	30	oligohalin limnisch terrestrisch
20	Etwas humoser Kalkschlamm	50	limnisch oligohalin
21	Süßwasserkalk	10	—
22	Humoser Kalkschlamm	20	oligohalin limnisch terrestrisch
23	Humoser Kalkschlamm	10	oligohalin limnisch terrestrisch
24	Kalkiger feiner Schlamm	100	limnisch terrestrisch oligohalin
25	Feiner Schlamm	100	oligohalin



■ Anwesenheit von kontinentalen Arten

Fig. 7.

aber nur über der Schicht No. T. 10, und zwar sprunghaft ein. Von hier an ist die Erhebung offensichtlich. Die Sedimentenkurve und die Fazieskurve verlaufen im unteren Teile des Profils im grossen und ganzen parallel, was ein lokaler Zug des Beckens sein mag. Der Verlauf der beiden Kurven wird später entgegengesetzt, was durch die Einschaltung der fluvialen Phase mit *U. wetzleri* bedingt ist.

#### *Analyse des Profils von Balatonfüzfő*

Im Profil von Balatonfüzfő (Fig. 8) wurden Mollusken weder in den tonigen Tiefwasserablagerungen, noch in den ufernahen paludischen Sedimenten vorgefunden. Eine Fauna wurde nur im kalkigen Schlamm, sandigen Schlamm und Sand des seichten Sees gefunden. Die Mächtigkeit der fossilführenden Schicht erreichte nur im Sand des unteren Teiles 1 m, während die Mächtigkeit der oberen fossilführenden Schichten von 10 bis 20 cm variierte. Aus dem bankigen schlammigen Tiefseeton kamen nur Schalenfragmente von *Limnocardien* zum Vorschein. In den fossilführenden Schichten kamen auch *Congeria balatonica* und *C. triangularis* häufig vor. In den uferfernen und ufernahen Bildungen konnte sich die Fauna wahrscheinlich wegen der raschen Fazieswechsel nicht anpassen. Wenn sie sich doch eingebürgert hat, erstreckte sie sich eben zufolge der raschen Fazieswechsel nur auf Schichten von geringer Mächtigkeit. Terrestrische und limnische Arten kamen nur aus dem zwischen der 4. und 5. paludischen Schicht gelagerten sandigen Schlamm zum Vorschein. Auf das Ausmass der Erhebung der Oszillationen kann hier aus der Lage der paludischen Schichten nicht gefolgert werden, da sie keine Fauna enthalten und auf die drei unteren paludischen Schichten unmittelbar eine Brackwasserfauna einschliessende Bildung folgt. Auf die tonige Formation des tiefen Sees folgt aber in zwei Fällen ohne Übergang Moorschlamm.

Die Fazies- und die Sedimentenkurve verlaufen im unteren Teile des Profils entgegengesetzt (Schichten No. II. 13., II. 11., 10), später aber parallel. Dies weist darauf hin, dass dieser Beckenabschnitt aus der Hauptachse der Auffüllung allmählich ausfiel. Sein weiterer Werdegang wurde durch die Oszillationen bestimmt.

#### *Analyse des Profils von Balatonszentgyörgy*

Es weist nur einen einzigen bedeutenden Fazieswechsel auf, bei welchem sich sowohl der Typus des Sedimentes, als jener der Fauna ändert. In eine 4 m mächtige Sandschicht ist eine oligohaline Fauna eingeschlossen, das schlammige und tonige Hangende dieser Schicht enthält nur eine limnische Fauna und später eine limnische und terrestrische Fauna. Der Übergang wird durch eine paludische Schlammschicht angedeutet. Verseichnung und Aussüssung mögen in erster Linie durch Auffüllung verursacht gewesen sein.



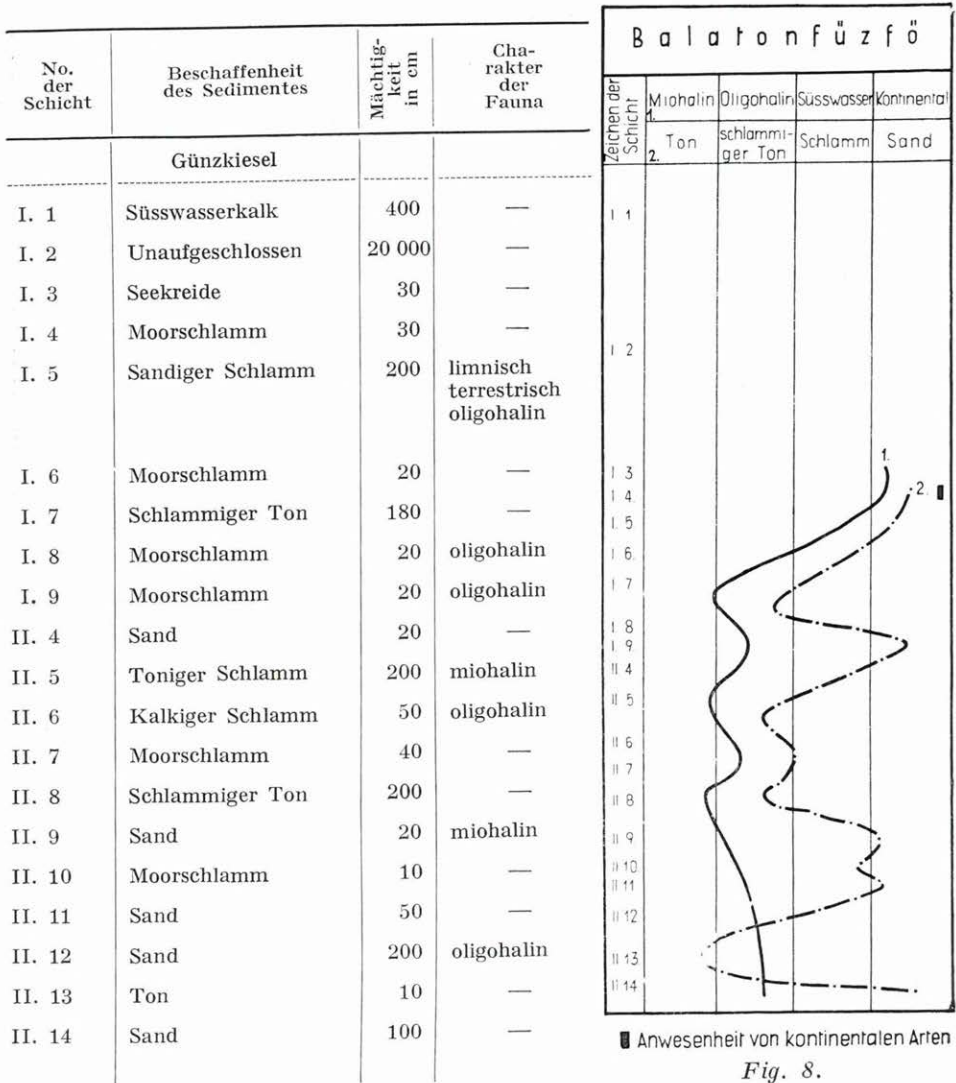


Fig. 8.

### Analyse des Profils von Tab

Beim Vergleich der Profile von Tab (Fig. 9) und Görgeteg, haben wir bereits auf die Denudation hingewiesen, die nachträglich in der Mächtigkeit der terrestrischen Schichtenreihen der beiden Profile bedeutende Abweichungen herbeigeführt hat. Die primäre Ursache bestand darin, dass die Erhebung der Oszillation bei Tab eine grössere Amplitude hatte, als bei Görgeteg. Dies kann damit zusammenhängen, dass Tab zur wichtigsten strukturellen Linie näher liegt. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass bei der Feinanalyse des Taber Profils die Spuren mehrerer solcher kleineren Oszillationen vorgefunden wurden, die zwar nicht zu

No. der Schicht	Beschaffenheit des Sedimentes	Mächtigkeit in cm	Charakter der Fauna
35a	Sandstein	20	—
35b	Lockerer, feiner Sand	100	—
34	Sandiger Schlamm	10	oligohalin
33	Schlammiger Ton	10	—
32	Ton	40	—
31	Sandiger Schlamm	30	—
30	Wechselfolge von Sandstein und lockerem Sand	290	—
29	Schlammiger Sand	30	oligohalin
28	Feiner Sand	20	oligohalin
27	Schlammiger Sand	20	oligohalin
26	Glimmerführender Sand	20	miohalin
25	Feiner sandiger Schlamm	5	oligohalin
24	Feiner Sand	30	oligohalin
23	Schlammiger bunter Ton	80	limnisch
22	Kalkiger Schlamm	30	terrestrisch
21	Sandiger Schlamm	20	limnisch
20	Schlammiger Sand	30	terrestrisch
19	Glimmerführender Sand	20	—
18	Sehr feiner sandiger Schlamm	80	terrestrisch
17	Schlammiger Sand	25	limnisch
16	Sandiger Schlamm	50	—
15	Schlammiger Ton	50	limnisch
14	Sandiger Schlamm	50	—
13	Sandiger Schlamm	50	limnisch
12c	Schlamm mit Kohlenspiuren	40	terrestrisch
12b	Glimmerführender Sand	30	oligohalin
12a	Schlamm mit Kohlenspiuren	10	—
11	Feiner Sand	30	oligohalin
10	Sehr feiner sandiger Schlamm	30	oligohalin
9	Schlammiger Sand	30	oligohalin
8	Sandiger Schlamm	10	oligohalin
7	Konkretionenführender Sand	50	oligohalin
6	Sandiger Schlamm	90	oligohalin
5	Sandiger Schlamm	40	oligohalin
4	Feinkörniger Sand	160	—
3	Sehr feinkörniger Sand	150	oligohalin
2	Sandiger Schlamm	100	oligohalin
1	Toniger Schlamm	50	oligohalin

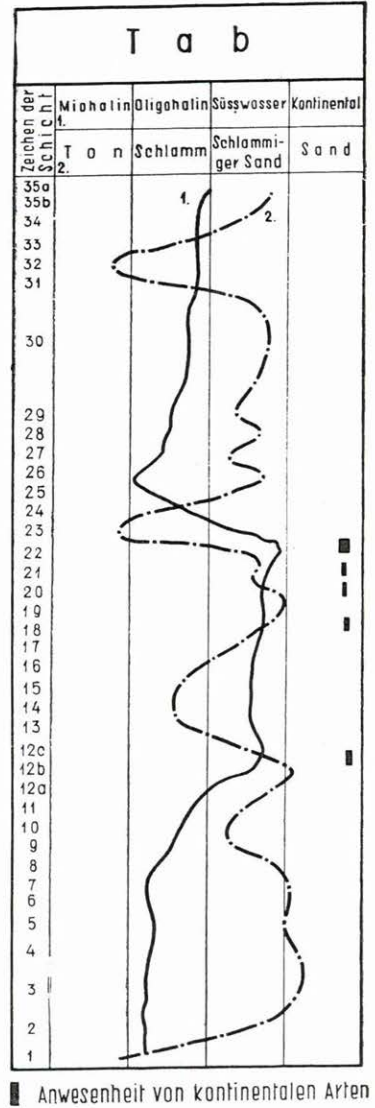


Fig. 9.

einem völligen Wechsel des Faunenbildes führten, aber einzelne Schichten wurden doch fossilreicher und auch die Beschaffenheit des Sedimentes hat sich geändert.

Einen solchen Fall finden wir in der auf eine terrestrische bzw. limnische Phase folgende Brackwasserphase der Schicht No. 27 vor, wo der eine reiche Fauna einschliessende Sand durch faunenarmen schlammigen Sand abgelöst wurde, danach Sand und hierauf wieder schlammiger

Sand folgte. Wahrscheinlich wegen der raschen Änderung wurden die Schichten No. 29—34 fossilifer und nur in der Schicht No. 34 konnte wieder eine oligohaline Fauna entdeckt werden. Das Profil von Görgeteg ist in grossen Zügen dem Taber Profil ähnlich, dort können aber diese feineren Oszillationen und die faunenlosen Abschnitte nicht nachgewiesen werden.

Die Oszillogramme bezeichnen in jedem Falle eine Faziesänderung, aber nicht in allen Fällen eine Oszillation, denn eine Erhebung kann manchmal auch durch Auffüllung bedingt werden und in solchen Fällen kann auch der vorübergehende Stillstand der Absinkung eine Faziesänderung herbeiführen. Auf dieser Grundlage ist es richtiger von Fazieskurven zu sprechen.

Die wichtigste Frage besteht darin, ob die feinstratigraphische Sammlung und die Oszillogramme die genaue Verknüpfung der in grossen Zügen übereinstimmenden Profile und die Identifizierung der Schichten gegebenenfalls tatsächlich ermöglichen oder nicht.

In dieser Hinsicht ist der Vergleich der Profile von Tihany und Öcs sehr lehrreich. Aus dem ähnlichen Verlauf der Diagramme erhellt es, dass im Werdegang beider Profile während der Faziesänderungen ein Zusammenhang bestand, es bleibt aber fraglich, welche terrestrische aquatile Phasen und welche Brackwasserphasen miteinander verknüpft werden können. Die Lösung des Problems wird auch dadurch erschwert, dass bei Tihany der oberste Teil des Profils erodiert ist, während bei Öcs der Aufschluss den der Basis des Tihanyer Profils entsprechenden Horizont nicht erreicht. Dennoch ermöglichen die sich auf die Faunenmigration beziehenden Angaben eine ziemlich verlässliche Schichtenidentifizierung. Dazu konnten die eine geringe vertikale Verbreitung aufweisenden Arten angewendet werden. An den hochliegenden terrestrischen Gebieten konnte eine Süsswasserfauna auch in den Absinkungsperioden ungestört gelebt haben, solche Gebiete waren im Pannon das Ur-Bakony-Gebirge und die Umgebung von Öcs, von wo die terrestrischen Arten während der Erhebungsperioden weit nach Süden und Südwesten vordrangen. In Tab und sogar auch in Görgeteg wurden einzelne weggewanderte Arten der Fauna von Öcs wiedergefunden. Die Arten beschränkter Verbreitung konnten nicht so weit gelangen. Zu diesen Arten gehört die *Pupilla rahti*, die bisher in Ungarn nur aus Öcs bekannt war. Im Laufe der im Jahre 1957 in Tihany durchgeführten Sammlung kam aus der Schicht No. 43 des Profils des Fehérpart auch diese seltene Art zum Vorschein. Die Identifizierung der Schichten wurde dadurch erschwert, dass die in Frage stehende Art in Öcs nicht nur in einem einzigen Horizonte, sondern auch in den Schichten No. III. 1., I. 9—12. und I. 3—4. vorkommt. Da in den Schichten No. III. 1. und I. 3—4. nur ein-zwei Exemplare dieser Art vorgefunden wurden, im Abschnitte I. 9—12 aber 21 ihrer Exemplare zum Vorschein kamen, mag diese Art in diesem Abschnitte in einer zur Verbreitung unentbehrlichen massenhaften Anzahl vorhanden gewe-

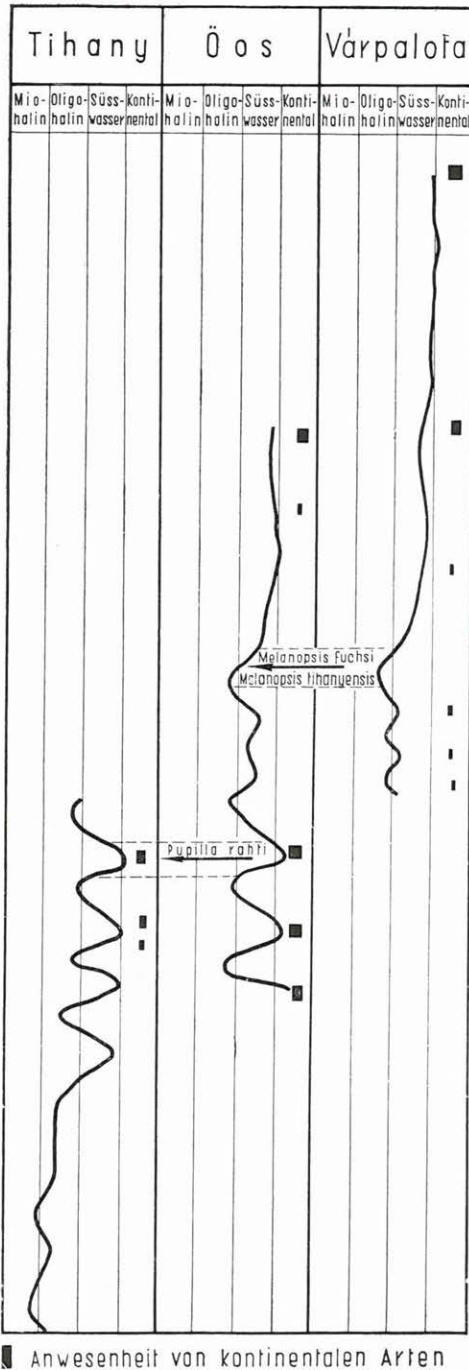


Fig. 10.

sen sein. Dasselbe wird auch durch die Migration der *Cepaea sylvestrina etelkae* bestätigt. Demnach wurde die terrestrische—limnische Phase der Schicht No. 43 von Tihany mit der durch I. 9—12. bezeichneten terrestrischen—limnischen Phase von Öcs verknüpft (Fig. 10). Damit wurde auch der Zusammenhang der übrigen Phasen bestimmt. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass vom oberen Teile des Profils von Tihany die Ablagerungen einer oligohalinen, einer limnischen und einer terrestrischen Phase erodiert wurden, während in Öcs die lockeren Sedimente durch den Süßwasserkalk geschützt wurden. Die Verknüpfung der beiden Profile bedeutet die feinstratigraphische Kenntnis eines grösseren Abschnittes des Oberpannon. Die Weiterentwicklung dieser Verknüpfung wurde aufwärts durch die von diesem Gesichtspunkte aus durchgeführte Gegenüberstellung der Profile von Öcs und Várpalota ermöglicht.

Im oligohalinen Abschnitte des Profils von Öcs war *Melanopsis bouéi sturi* eine häufige Art, von den Arten *Melanopsis fuchsi* und *M. tihanyensis* wurde aber bis zur letzten Absinkungsphase kein einziges Exemplar vorgefunden; in dieser Phase wurden mehrere Exemplare dieser Arten eingesammelt. Im Profil von Várpalota dominieren diese zwei Arten. Es liegt an der Hand, dass in der letzten Absinkungsphase aus dem Horizonte I. 10 von Várpalota faunistische Elemente in den Raum von Öcs, in den mit *F* bezeichneten Horizont hinüberwanderten. Diese Faunenwanderung bestimmt die Verknüpfung der beiden Profile in einer oligohalinen Periode. Dies

bedeutet darum eine weitere Ausbreitung des pannonischen Profils nach oben, weil in Várpalota im oberen Teile des Süßwasserkalkes eine typische *Unio wetzleri*-Sandschicht gelagert ist, während bei Öcs die Bildung des Süßwasserkalkes schon früher aufhörte.

Auf Grund des Vergleichs der Profile der drei Fundstellen wechselten am nördlichen Ufergebiet des Balatons Absinkungen und Erhebungen (bzw. Auffüllungen) im Oberpannon fünfmal periodisch ab.

Bezüglich des vertikalen Bereichs der Oszillationen besteht das nächste Problem, ob die Oszillationen für des ganze Oberpannon oder nur für seinen gewissen Abschnitt bezeichnend sind. Unsere diesbezüglichen Angaben fassen wir in folgenden drei Punkten zusammen.

1. Bei der Feinanalyse des Tihanyer Profils wurde festgestellt, dass die durch Veränderungen des Faunenbildes und Fazieswechsel begleiteten Oszillationen nur in der oberen Hälfte des Profils beginnen, während in seinem unteren Teile nur kleinere Änderungen der Korngröße der Sedimente beobachtet werden konnten.

2. Die Tiefbohrung von Görgeteg wurde von 600 bis 1200 m, d. h. bis zur unteren Grenze des Oberpannons, ohne jede Faziesänderung in einer Formation abgeteuft, die eine Fauna vom *Prosodacna outskitsi*-Typus einschliesst. Dies zeugt davon, dass diese mächtige Formation durch eine mit der Absinkung Schritt haltende Auffüllung zustande gebracht wurde. Hier äussert sich keine Spur von Oszillationen.

3. In den Faunen der *Congeria unguia caprae*-Fundorte können auf Faziesänderungen hinweisende limnische oder terrestrische Arten nicht vorgefunden werden. STRAUZ (48) reiht aus Mitteltransdanubien 19 Fundstellen in den *C. unguia caprae*-Horizont ein: Kup, Páka, Pápa, Nagygyimót, Csót, Bakonyszentiván, Pápateszér, Fenyőfő, Bakonytamási, Gic, Hathalom, Veszprémvarsány, Bakonypettend, Somlójenő, Apácatorna, Öcs (STRAUZ'S Fundort stimmt mit der von mir bearbeiteten Öcsér Fundstelle nicht überein), Lesencetomaj, Balatonederics, Túskevár.

Von diesen Fundstellen kamen limnische und terrestrische Arten nur in der Fauna von Túskevár vor. Dagegen wäre Túskevár auf Grund seiner Fauna eher in den *C. balatonica*-Horizont einzureihen, wenn diese überaus reiche Fundstelle nicht zusammenschwemmtes Material enthält.

In der *Congeria unguia caprae*-Periode scheint die Absinkung in ganz Transdanubien einheitlich zu sein, wenigstens gab es keine Oszillationen, die einen völligen Wechsel des Faunenbildes hervorgerufen hätten. In der *Congeria balatonica*-Periode entfalteten sich während der Oszillationen in der Häufigkeit und Intensität der Krustenbewegungen Abweichungen, es scheint aber, dass die letzte Absinkung sowohl im Norden, wie im Süden zusammenfiel. Darauf weist in der Linie Enying-Köttse die vorübergehende Vermischung der *Congeria balatonica*-

und *Prosodacna vulskitsi*-Faunen hin und hier sollte auch die Verbindung zwischen den Becken von Várpalota und Ócs zustande kommen.

Diese Absinkungsphase war von verhältnismässig kurzer Dauer, das Becken muss aber bereits im grossen und ganzen aufgefüllt gewesen sein, denn es hatte eine bedeutende horizontale Verbreitung (s. Fig. 17 im ungarischen Text). Die darauf folgende Erhebung kann wieder sowohl im Norden, wie in Südtransdanubien nachgewiesen werden.

Auf Grund des Faunenbildes und der Schichtenreihe wird also der untere Teil des Oberpannons von Transdanubien durch eine mit der Absinkung Schritt haltende Auffüllung bezeichnet. Von der Mitte des *Congeria balatonica*-Horizontes kann bis zu seinem oberen Teile eine von der geographischen Lage abhängig öfter oder seltener auftretende Oszillationsphase verschiedenen Ausmasses nachgewiesen werden, nach welcher das Pannon durch eine Erhebungsphase abgeschlossen wird.

Es ist nicht nötig, zur Erklärung der in der Oszillationsphase eingetretenen Faziesänderungen Bewegungen grossen Ausmasses vorauszusetzen, denn der oberpannonische See mag schon seicht gewesen sein, seine Tiefe mag die grösste Tiefe des Balatonsees nicht bedeutend übertroffen haben. Zur Entwässerung des grössten Teils des Balatons würde aber eine Erhebung von einigen Meter genügen. Bewegungen solchen Ausmasses und Charakters wurden auch in der Gegenwart registriert. Auf Grund von zeitgemässen Messangaben hat BENEDEFFY auf 10 Jahre umgerechnet auch Verschiebungen einer Grössenordnung von einigen mm beobachtet (42). Die Summierung solcher Verschiebungen kann in flachen Becken schon während einiger Jahrtausende bedeutende Faziesänderungen hervorrufen, zu welchen aber auch das gar nicht unbedeutende Ausmass der Auffüllung zugerechnet werden müsse.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die nördlich und südlich von der Balaton-Linie gelegenen Gebiete sich in der Oszillationsphase in verschiedener Weise bewegten. Im Nordteile weisen die Faziesänderungen auf stärkere und häufigere, im Südteile aber auf seltenere und geringere Bewegungen hin. Dieser Unterschied hängt mit der Lage der in der Richtung der Längsachse des Balatons verlaufenden und seit langer Zeit bekannten tektonischen Linien zusammen. Mit Rücksicht auf die nicht allzu bedeutende horizontale Entfernung der bisher bearbeiteten Fundstellen wäre es noch verfrüht festzustellen, in welchem Verhältnis das mit den von VADÁSZ (61) beschriebenen grosstrukturellen Zonen stehen kann. Zur Interpretierung der Abweichungen der nördlich und südlich von der Balaton-Linie beobachteten Bewegungen genügt es einstweilen, die Rejuvenation der von NO gegen SW verlaufenden bekannten Störungslinien in Betracht zu ziehen. Die südlichen Fundstellen, an welchen seltenere Bewegungen geringeren Ausmasses beobachtet wurden, sind jedenfalls auch nach den geophysikalischen Messungen ruhige, aseismische Gebiete Ungarns, unter welchen in der Tiefe alte Schollen verlaufen, während das nördlich vom Balatonsee liegende Gebiet sich in der Zone der jüngeren Bewegungen befindet

(63). Die in den nördlichen und südlichen Gebieten nachgewiesenen Oszillationen stellen wahrscheinlich kratogene Bewegungen dar, da zwischen dem nördlichen und südlichen Teile Abweichungen nur in der Anzahl der Bewegungen festgestellt werden können, die Struktur der Schichtenreihen aber in keinem der Gebiete durch diese bedeutend beeinflusst wurde. Die unmittelbare Einwirkung der gross-strukturellen Linien ist im Pliozän schon nicht mehr scharf und der Übergang zu der Periode der quartären Neotektonik macht sich bereits fühlbar.

Die territoriale Verbreitung der Oszillationen in einem grösseren Gebiete untersuchend findet sich der Wechsel der fünf Erhebungs- und Absinkungsphasen im grossen und ganzen im Verbreitungsgebiete der *Congerina balatonica*. Im Verbreitungsgebiete der *Prosodacna vutskitsi* (die südwestliche Zone ausgenommen) wird eine langanhaltende Erhebungsphase von zwei Absinkungsphasen begrenzt, während im Verbreitungsgebiete der *Congerina rhomboidea* auf Grund der Kenntnis der im Gebiete des Mecsek-Gebirges liegenden Fundstellen Spuren der Oszillationen bisher nicht vorgefunden wurden. Dies wurde auch durch die Bewertung der oberpannonischen Faunen der Tiefbohrungen Ellend No. 1 und Hidas No. 53 bestätigt. Diese Beobachtungen müssen selbstverständlich durch Kernbohrangaben auch in jenen Abschnitten nachgewiesen werden, wo entsprechende Oberflächenaufschlüsse genügender vertikaler Ausdehnung nicht vorhanden sind.

Von den eingehend nicht untersuchten, aber in unserem Untersuchungsgebiete liegenden Fundstellen konnten 16 trotz ihrer geringen Höhe in das auf Grund der detailliert bearbeiteten Fundstellen entworfene chronologische Schema gut eingegliedert werden (s. Fig. 11 im ungarischen Text).

So konnte die stratigrafische Lage besonders solcher Fundorte gut bestimmt werden, die entweder von oben oder von unten her in die Oszillationsphase hineinreichen. Die Fauna von Baltavár verrät schon ohne jedes schichtenweises Sammeln die chronologische Lage der Fundstelle. Von den oligohalinen Arten kommen hier nur ein-zwei vor, die die Aussüssung am leichtesten vertragen (z. B. *Melanopsis fuchsi*). Die übrigen Arten sind ausnahmslos terrestrisch aquatil. Diese Fauna mag daher in der letzten Absinkungsphase und in der darauffolgenden Erhebungsphase gelebt haben.

Die Bedeutung der limnischen, terrestrischen und oligohalinen Fazies kann an den einzelnen Fundstellen durch die gemeinsame Betrachtung der Fauna und des Sediments richtig bewertet werden. Die statistische Untersuchung der Fauna kann ohne Beachtung der sich auf die Beschaffenheit und die Mächtigkeit des Sedimentes beziehenden Angaben nur ein verzerrtes Bild liefern. Ein gutes Beispiel stellt dafür die beigelegte ökologische Tabelle dar (Fig. 12). Auf Grund der sich auf Balatonszentgyörgy beziehenden Angaben kann sowohl hinsichtlich der Artenzahl wie hinsichtlich der Individuenzahl die starke Dominanz der Brackwasserfazies festgestellt werden. Die Brackwasserarten

stellen bezüglich der Arten 69,1%, bezüglich der Individuenzahl aber 98% der Fauna dar.

Wenn wir aber die Beschaffenheit der Sedimente der limnischen,

	Tihany		Öcs		Várpalota		Balatonfűzfő		B. szentgyörgyi		Tab	
	Brackisch	Limnisch	Brackisch	Limnisch	Brackisch	Limnisch	Brackisch	Limnisch	Brackisch	Limnisch	Brackisch	Limnisch
Gesamtzahl der Arten	68		81		81		53		42		57	
Anzahl der Arten pro Fazies	42	16	22	29	34	24	35	16	29	7	6	42
Anzahl der Exemplare pro Fazies	4424	63	953	4694	3567	492	576	97	5369	72	54	4770
Gesamtzahl der Exemplare	1510		4011		4104		687		5475		1627	
Prozentuelle Verteilung der Arten der einzelnen Fazies	44,7		37		28,5		30		44,2		21,5	
	23,5		35,8		29,6		50		16,8		10,5	
	61,8		27,2		41,9		66		69		68	
Prozentuelle Verteilung der Exemplare der einzelnen Fazies	4,2		29,3		5,6		1,6		1,3		2,2	
	94,3		48,2		82,5		84,2		98		96,8	
	4,2		22,5		11,9		14,2		98		96,8	
Süßwasserablagerungen in m	4,40	Moor-schlamm	23,6	Sandiger Schlamm	17,5	Kalk-schlamm, Sand, Süßwasser-kalk	2	Sandiger Schlamm	2,65	Ton	7	Ton, Schlamm
	26,60	Ton Schlamm Sand	4,30	Toniger Schlamm	6,5	Kalk-schlamm Sand	11	Ton Schlamm Sand	4	Sand	13	Sand



Fig. 12.

Zeichenerklärung: 1. brackisch; 2. Süßwasser; 3. kontinental

terrestrischen und brackischen Bildungen und die Mächtigkeit der einzelnen Schichten beachten, dann kann die übermäßige Dominanz der Brackwasserphase nicht mehr beobachtet werden, denn die limnische-



terrestrische Fauna kommt in einer 2,65 m mächtigen tonigen Ablagerung, die andere Fauna aber in einer 4 m mächtigen Sandschicht vor.

Der in der Sedimentierung des gröberen Sandes und des feinkörnigeren Tones oder Schlammes bestehende Unterschied gleicht die in der Mächtigkeit der beiden Schichten wahrnehmbare Abweichungen annähernd aus. Die Dauer der beiden Fazies mag also im grossen und ganzen gleich gewesen sein. Die kleine Arten- und Individuenzahl kann einerseits durch den residualen Charakter der Fauna erklärt werden, andererseits wird aber die Individuenzahl der terrestrischen Arten durch jenen Umstand sozusagen tausendfach vergrössert, dass sie hier in eine fremde Fazies eingeschwemmt fossilisiert wurden. Bei dem Profil von Tab zeigt die zusammenfassende Tabelle auf Grund der Fauna ebenfalls das Übergewicht der Brackwasserfazies, bei Beachtung der Beschaffenheit und der Mächtigkeit des Sedimentes mag aber die limnische-terrestrische Phase auch hier eine annähernd gleiche Dauer gehabt haben.

In den Profilen von Balatonfüzfő und Tihany ist der vorherrschende Charakter der Brackwasserfazies geprüft.

Bei Öcs weisen sowohl die Fauna, wie das Sediment ein limnisches-terrestrisches Übergewicht auf. Dies wird aus der im Oberpannon eingenommenen paläogeographischen Lage von Öcs verständlich, denn das oligohaline Wasser konnte dieses zwischen den Gebirgszügen des auch damals am Festlande liegenden Bakonywaldes liegende Gebiet nur in den Absinkungsphasen überflutet haben. Várpalota mag vom Ufer etwas ferner gelegen haben, darum ist hier das Faunenbild schon irreführend, denn die Statistik verkündet eine Dominanz der oligohalinen Arten- und Individuenzahl, obzwar die Mächtigkeit der Ablagerungen auf das Übergewicht der limnischen-terrestrischen Phase hinweist, welche aber faunenarm ist.

### 3. Die Häufigkeit und die Verbreitung der Arten

Die Untersuchung der Dominanzverhältnisse der einzelnen Arten kann an den in Frage stehenden Fundstellen vom synthetischen und analytischen Gesichtspunkte aus durchgeführt werden.

a) Bei der synthetischen Betrachtung wird nicht der ökologische Charakter und das Vorkommen in den einzelnen Schichten der Arten, sondern nur ihre Häufigkeit in Betracht gezogen. So erhalten wir im Profil die Reihenfolge der Arten nach ihrer Wichtigkeit und Häufigkeit, und wenn das Sammeln nach einheitlichen Gesichtspunkten durchgeführt wurde, können auch die Angaben der verschiedenen Fundstellen verglichen werden (Tab. 1).

b) Bei einer analytischen Betrachtung werden die zeitlichen und räumlichen Veränderungen der Verbreitung der Arten innerhalb ökologischer Einheiten untersucht, wodurch das anscheinend einheitliche Faunenbild bis zu Migrations- und biozönotischen Einheiten zerlegt

wird. Dazu können aber Angaben selbstverständlich nur durch ein ganz detailliertes Sammeln erhalten werden (Tab. 2, 3, 4, 5).

Auf Grund der synthetischen Untersuchung der Dominanzverhältnisse (Tab. 1) geriet zumeist die Art *Micromelania laevis* unter die häufigsten Arten der sechs Fundstellen. In Tihany und Balatonszentgyörgy ist sie die häufigste Art und zählt auch in Öcs und Balatonfüzfő zu den häufigsten. *Melanopsis fuchsii* gehört an drei Fundorten zu den dominierenden Arten. *Pyrgula incisa*, *Pseudamnicola margaritata*, *Melanopsis bouéi sturi*, *M. bouéi affinis*, *M. decollata*, *Valvata balatonica*, *Theodoxus vetranici*, *Planorbarius corneus*, *Tacheocampylaea dodderleini*, *Goniochilus schwabenaui* und *Unio atavus* gehören an beiden Fundstellenpaaren zu den zehn häufigsten Arten.

Von den vorherrschenden Arten der sechs Fundstellen sind jene von Tab die meist isolierten, da von ihnen nur *Pyrgula incisa* auch anderswo unter den zehn häufigsten Arten figuriert. Aus den sechs Fundstellen sind 29 solche Arten bekannt, die bezüglich ihrer Häufigkeit wenigstens die 10. Stelle nur an einer einzigen Fundstelle erreichen.

Die in Tihany zu den akzessorischen Arten zählenden *Planorbis krambergeri* und *Trichia striataformis* gehören in Öcs zu den vorherrschenden Arten. Dies kann dadurch erklärt werden, dass in Tihany die brackische, in Öcs aber die terrestrische-paludische Phase dominierte. Deshalb stellen die terrestrischen Arten in Tihany akzessorische, in Öcs aber dominierende Arten dar.

Über den vorherrschenden fazialen Charakter der einzelnen Fundstellen gibt nicht nur die Anzahl oder Individuenzahl der für die betreffende Fazies bezeichnenden Arten eine Vorstellung, sondern auch jener Umstand, an wievielter Stelle die Arten der einzelnen Fazies in der Reihenfolge der absoluten Häufigkeit stehen, bzw. wieviel Prozente der gesamten Individuenzahl sie ausmachen. In der Tabelle sind auch diese Angaben angeführt.

Unter den akzessorischen Arten gibt es zehn, die an anderen Fundstellen zu den vorherrschenden Arten gehören. Auf Grund dessen konnte es festgestellt werden, dass obzwar in Tihany die häufigsten zehn Arten oligohalin waren, sie aber nur 57,2% der gesamten Individuenzahl ausmachen. Von den sechs Fundstellen steht die Dominanz der brackischen Arten hier auf der niedrigsten Stufe. Die höchste Dominanz konnte in Balatonszentgyörgy beobachtet werden, wo die zehn häufigsten Arten 97,3% der gesamten Individuenzahl ausmachten, obzwar unter den zehn häufigsten Arten auch eine limnische und eine terrestrische Art figurieren. In Balatonszentgyörgy ist die häufigste Art, genau so wie bei Tihany, die *Micromelania laevis*. Sie allein lieferte hier 71,8% aller Exemplare. Die Zahl der durch ein oder zwei Exemplare vertretenen akzessorischen Arten bewegt sich an den Fundstellen um zehn. Sie erreicht ihre Höchstwerte in Öcs und Várpalota (14 bzw. 15%), die niedrigsten Werte aber in Balatonfüzfő und Tab (6 bzw. 7%).

Die Zahl der akzessorischen Arten ist im Endergebnis nicht zu

hoch. Auch dies zeugt davon, dass der ungarische Oberpannon nicht durch Fundstellen bzw. Faunen lokalen Charakters bezeichnet werden kann.

Über die schichtenweise und geographische Verteilung der Faunen der einzelnen Fundstellen können Schlüsse aus den zusammenfassenden Faunentabellen gezogen werden, obzwar aus der zusammenfassenden Tabelle der Faunenfortpflanzung in den Fundstellen nur die Häufigkeitswerte der einzelnen Arten abgelesen werden können.

Bezüglich der geographischen Verbreitung der Arten sind diese Angaben schon weniger brauchbar, da zur Darstellung der horizontalen Verbreitung der Arten sog. Verbreitungskarten geeignet wären. Zur Konstruktion solcher Karten sind aber einerseits unsere Angaben zu mangelhaft, andererseits kann aber dies zeitgemäss nur bei erhöhter Beachtung des Zeitfaktors durchgeführt werden. Die Verbreitung der Art *Limnocardium apertum* zeugt davon, dass bei der Fortpflanzung der Arten die Zeit einen gar nicht unbedeutenden Faktor darstellt. Nach den Angaben unserer Tabelle, sowie der in der Tabelle nicht angeführten Fundstellen kann diese Art im *Congeria balatonica*-Horizonte nur nördlich der Balaton-Linie vorgefunden werden. Nach dem Beweis der Tiefbohrangaben (Görgeteg, Lengyeltóti usw.) kommt sie aber im *Congeria unguia caprae*-Horizonte noch im Gebiete ganz Transdanubiens vor. Die Genauigkeit der bisher durchgeführten Sammlungen reichte zur Absonderung der limnischen, terrestrischen, oligohalinen und brackischen Fazies nicht aus. Durch die ökologische Gruppierung der Arten kann zwar eine gewisse Bereinigung der Fazies erreicht werden, aber im Falle sich wiederholender Fazies verschmelzen die rückschlagenden Phasen.

Die ökologische Gruppierung der Faunen ist aber nicht nur ein brauchbares Bereinigungsprinzip, sondern stellt gleichzeitig auch drei vollkommen abweichende Entwicklungslinien der Geschichte der Faunen dar, da die Arten in eine Faunengemeinschaft bzw. in eine Schicht aus verschiedenen Lebensräumen (Festland, Süsswasser, Brackwasser) gelangt haben mögen. Terrestrische Arten gelangen in die Schicht indirekt, durch Einschwemmung, darum ist ihre Individuenzahl nur ein Bruchteil ihrer in der ursprünglichen Fauna teilnehmenden Anzahl. Einige Süsswasserarten können in eine brackische Umwelt und Brackwasserarten (seltener!) in ein Süsswasser-Milieu zufolge ihrer weiteren Toleranzgrenzen gelangen (euryhaline Arten). Die in derselben Fazies vorgefundenen Arten haben aber auch keine gemeinsame Geschichte, da in einer Fazies aus verschiedenen Richtungen eingewanderte Arten zusammentreffen können. Die Arten der derart ausgewerteten Faunengruppen völlig verschiedenwertige Glieder der Fauna darstellen, besonders wenn man über die historische Linie der einzelnen Arten hinaus auch die Richtung der zahlenmässigen Änderungen berücksichtigt. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet ist eine Art im Rückfall begriffen, ihre Bedeutung in der Fauna verringert sich, während sich

die Individuenzahl einer anderen Art erhöht. Im Aufeinander der Schichten untersucht kommt dies in der Erweiterung oder in der Verengung der geographischen Verbreitung zum Ausdruck. Im Endergebnis ist im Artenverhältnis des in der Schichtenfolge eines Profils betrachteten Faunenbildes ein ständiger Wechsel zu beobachten, in welchem die Fauna der einzelnen Schichten nur den augenblicklichen Querschnitt widerspiegelt.

Es ist offensichtlich, dass das Faunenbild ein überaus heterogener Begriff ist und dass es ohne die Anwendung einer Feinanalyse nur mit einer sehr geringen Genauigkeit ausgewertet werden könne. Die Auswertbarkeit des Faunenbildes kann durch sehr detaillierte Sammlungen erhöht werden, da dieserart sowohl die räumlichen, wie die zeitlichen Änderungen des Faunenbildes veranschaulicht werden können.

Die pannonischen terrestrischen Arten der Balatongegend konnten zwischen den Gebirgszügen des Bakonywaldes ungestört gedeihen, da dieses Gebiet bis ans Ende ein Festland war. Aus der in der Gebirgsmasse des Bakony-Gebirges liegenden Öcser Fundstelle ist die Mehrheit der terrestrischen pannonischen Fauna bekannt (Tab. 5).

Während der Erhebungsphasen konnten die Arten von hier weit nach Süden und Südwesten gewandert haben (Görgeteg, Tab).

Der Grossteil der Fauna stellt Urelemente dar, die noch während der oligozänen oder miozänen Periode in das Bakony-Gebirge eingewandert waren (*Pupilla rahti* A. BR., *Vertigo callosa* REUSS, *Strobilops tiarula* SBGR. *Gastrocopta* usw.). Einen anderen Teil der Fauna bilden dagegen ganz junge Ansiedler, da sich neue terrestrische Arten nur während der regressiven *Congerica balatonica*-Phase der Fauna anzuschliessen vermochten (z. B. *Abida frumentum hungarica* KIM.).

Die Trennung der limnischen Arten konnte nach diesem Gesichtspunkte nicht durchgeführt werden, da wir nicht imstande sind, den gegenwärtigen Variabilitätskreis dieser Arten von den damaligen Formen abzusondern; so sind diese Arten zur Altersbestimmung nicht geeignet. Ein Teil der limnischen Arten stellt residuale Arten dar, die aus dem oligohalinen Wasser zuwanderten und sich der Aussüssung anzupassen vermochten (Tab. 4).

Die geographische und stratigraphische Verbreitung der Brackwasserarten ist beachtenswert (Tab. 3), da aus der Verbreitung der einzelnen Arten über die Ausdehnung und die Einschrumpfung des pannonischen Sees und über die Abschnürung der isolierten Seen Angaben erhalten werden können. Bedauerlicherweise wird diese Arbeit dadurch erschwert, dass zum Teil zufolge der Fossilisation und zum Teil wegen der ursprünglichen Verteilung der Faunen die oberpannonischen Schichten die Fauna nicht zusammenhängend enthalten. In solchen Fällen ist es schwer festzustellen, ob es sich um die Verfallsperiode einer einst blühenden Art handelt oder die Art sich infolge der Expansion in geographische Rassen gliedert hat.

Die Gliederung der Brackwasserfauna in einen nördlichen und

einen südlichen Teil kann ebenfalls zweifelsohne festgestellt werden. Dies ist uns schon seit langer Zeit bekannt, da ja auch die Absonderung der Faunen des *Congeria balatonica*- und *Prosodacna vutskitsi*-Typus dies zum Ausdruck bringt. Diese Faunen sind aber nicht scharf voneinander abgegrenzt. STRAUZ führt aus dem südlich der Balaton-Linie liegenden Gebiete etliche gemeinsamen Fundstellen dieser Faunen an: so stellen Aliga, Enying, Köttse, Látrány, Lengyeltóti, Kurd, Vázsnok die Berührungslinie dar.

Eine bedeutende Anzahl der Übergangsarten blühte bereits im *Congeria ungula caprae*-Horizonte.

In der Tabelle ergibt sich der nördliche oder südliche Charakter der Arten in grossen Zügen aus der Gruppierung der Fundstellen, denn die das südliche Gebiet vertretende Taber Fundstelle ist am Ende der Tabelle angeführt. Die gemeinsamen Fundorte der Berührungslinie wurden ausser acht gelassen. Eine solche Absonderung hat ja übrigens nur im Falle häufiger Arten einen Sinn, deren Verbreitungsgebiet bereits umrissen werden kann. Mit Rücksicht darauf, dass die Tabelle die Verbreitungsangaben von insgesamt sechs Fundstellen enthält, kann sie die Verbreitung der einzelnen Arten nicht vollständig veranschaulichen. Die Fundstellen der Tabelle berücksichtigend ist z. B. *Melanopsis tihanyensis* eine Art nördlicher Verbreitung, nach den literarischen Angaben kommt sie aber auch im Süden vor (Lengyeltóti, STRAUZ). Die ebenfalls im Norden verbreitete *Congeria triangularis* kommt in Süd-Transdanubien nicht vor, kann aber noch weiter nach Süden, in Jugoslawien vorgefunden werden.

Die Untersuchung der horizontalen Verbreitung der einzelnen Arten ist eine äusserst verwickelte Aufgabe, zu welcher unsere gegenwärtige Behandlung nur Angaben liefert.

Aus den in der Literatur angeführten Verbreitungsangaben lässt es sich nachweisen, dass ein bedeutender Teil der Arten westlichen Ursprungs ist (*Melanopsis fuchsi* HANDM., *Prososthenia radmanesti* FUCHS). Ein kleinerer Teil wanderte aus dem Süden, aus der Richtung des Slawonischen Beckens ein (*Viviparus balaticus* NEUM.), während die vom Osten nach Westen zugewanderten Arten selten sind (*Pyrgula incisa* FUCHS).

#### 4. Neue Gliederung des Oberpannons

Die bisher durchgeführten Untersuchungen beziehen sich nur auf den mittleren Teil Transdanubiens, da aber die zur zeitgemässen Untersuchung der Entwicklung des Oberpannons geeignetsten Fundstellen in diesem Gebiete liegen, scheint die Revision der chronologischen Gliederung möglich zu sein. Die Fauna der pannonischen Stufe ist zur Absonderung der Fazies und der Horizonte gleichermassen geeignet. Durch eine sorgfältige Abwägung kann es entschieden werden, wann die Bedeutung der Faziesänderung eine Stufe erreicht, bei welchem

man bereits von einem neuen Horizonte sprechen kann. Beim Wechsel der limnischen und oligohalinen Fazies tritt dies z. B. dann ein, wenn die oligohaline Fazies nicht mehr wiederkehrt.

Die bisher übliche Gliederung nach den Arten *Unio wetzleri*, *Congeria balatonica* und *C. unguia caprae* stammt noch aus der Zeit der Betrachtung durch Leitfossilien. SÜMEGHY und STRAUZ haben diese Arten in ihren Einteilungen nicht mehr als Leitfossilien behandelt, sondern mit ihnen nur einen Faunentypus bezeichnet, im Lichte der Detailuntersuchungen stellt aber auch dies keine befriedigende Lösung dar.

1. Die Artspanne des *Unio wetzleri* ist länger, als jene Periode, welche wir mit seinem Auftreten charakterisieren möchten. Die ersten Exemplare dieser Art treten bereits gegen die Mitte des *Congeria balatonica*-Horizontes, in der Periode der Verseichtung und Aussüssung auf. Auf Grund einer statistischen Beurteilung kann diese Schwierigkeit im grossen und ganzen überwunden werden, denn die in Frage stehende Art kann in einer bedeutenden Individuenzahl nur nach der Oszillationsphase vorgefunden werden; gegen diese Einteilung können aber auch andere Einwände erhoben werden.

2. Der *Unio wetzleri* ist nur für die fluviatile Fazies bezeichnend, in dieser Periode lebten aber auch lakustrine und terrestrische Faunen.

3. Die *Congeria balatonica* zeigt einerseits eine nicht zu grosse horizontale Verbreitung, andererseits fehlt sie naturgemäss in den dazwischenliegenden terrestrisch-aquatischen Phasen, ausserdem ist ihre vertikale Abgrenzung gegen den *U. wetzleri* und die *C. unguia caprae* nicht zufriedenstellend.

Eine allgemeingültigere und auch die feineren geologischen Ereignisse in Betracht ziehende Einteilung kann nur dann durchgeführt werden, wenn wir die Ursachen der im Faunenbilde eingetretenen Änderungen einer Analyse unterwerfen.

Wie wir es bereits gesehen haben, wechselte das Faunenbild, besonders in der Mitte des Oberpannon, häufig. Während dieser Zeit trat nur in der Zusammensetzung der Brackwasserfaunen eine derart wesentliche Änderung ein, dass auf dieser Grundlage die Faunen oligohalinen und miohalinen Typus voneinander abgesondert werden konnten. Zu einer noch feineren Einteilung kann aber bis jetzt auch das Faunenbild nicht angewendet werden. Wenn in einem vertikalen Profil auf Grund einer grösseren Anzahl von Veränderungen festgestellt werden kann, aus welcher Erhebungs- bzw. Absinkungsphase die Fauna stamme, dann besteht die Möglichkeit einer Weitergliederung der Einteilung. Hier würde aber die Fauna nur in zweiter Linie als die Grundlage der Einteilung beachtet werden, in erster Reihe die Oszillation selbst, die die Änderung hervorgerufen hatte.

Somit erhalten wir auf Grund der die Faunenänderungen hervorruhenden Ursachen die Grundlagen einer chronologischen Einteilung,

die eine umfassendere Geltung hat und doch feiner ist und auch weiter verfeinert werden kann.

Die primäre Grundlage der Gliederung mag also der Charakter der Krustenbewegungen sein. Wir unterscheiden I. sinkende Bewegungen, II. Bewegungen abwechselnden Charakters und III. Erhebungen.

Zur leichteren Übersicht der nach diesem Gesichtspunkte durchgeführten Gliederung des Oberpannon, sowie der Zusammenhänge der älteren Gliederung führen wir beide Gliederungen in tabellarischer Weise nebeneinander an (Fig. 13.)

Die von uns vorgeschlagene Gliederung hat folgende Vorteile:

1. sie ist eine wenigstens für das Oberpannon Transdanubiens gültige Gliederung;

2. auf Grund der Änderungen des Faunenbildes kann in erster Linie in der Phase abwechselnder Fazies auch eine feinere Gliederung erzielt werden;

3. in den Absinkungs- und Erhebungsphasen kann eine feinere Gliederung auf Grund der Veränderungen des prozentuellen Verhält-

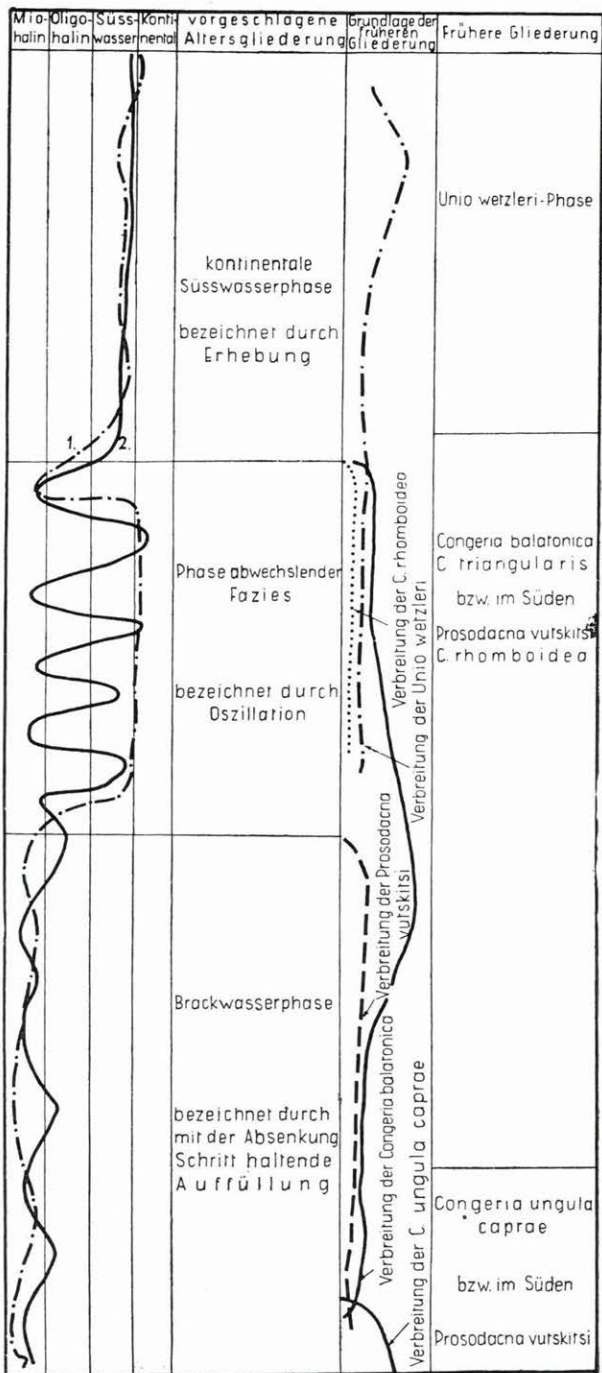


Fig. 13. Vorschlag zur neuen Gliederung des Oberpannon

1. Nördlich der tektonischen Zone nachweisbare Oszillationen;  
2. Südlich der tektonischen Zone nachweisbare Oszillationen

nisses der im Faunenbild vorkommenden Arten durchgeführt werden (oligohaline, brackische Fauna).

### 5. Gegenüberstellung der ungarischen und ausländischen Entwicklungen des Oberpannon

Nach Lösung des lokalen Problems der zeitlichen Änderungen ist es unerlässlich, auch die räumliche Verbreitung dieser Änderungen zu erforschen, da dies zur richtigen Auswertung der zeitlichen Änderungen unentbehrlich ist. Einzelne Ereignisse können sich von diesem Gesichtspunkte aus auch dann nur eine lokale Bedeutung haben, wenn der Faunen- und Sedimentenwechsel vollständig ist. Die Bedeutung anderer zeitlicher Änderungen wird aber gerade durch ihre grosse horizontale Verbreitung bedingt. Bei diesen Untersuchungen müssen aber über die Kenntnis der ungarischen Entwicklungen hinaus auch die in den Nachbarländern beobachteten Verhältnisse in Betracht gezogen werden. Der Erfolg der Gegenüberstellung hängt einerseits von der Übereinstimmung der Ausführlichkeit und wenigstens der wichtigsten Gesichtspunkte der Untersuchungen, andererseits aber davon ab, dass die Entwicklungen voneinander nicht in dem Masse abweichen dürfen, dass sich die Gegenüberstellung nur auf die Feststellung der Unterschiede beschränken müsse. Zur erfolgreichen Durchführung einer solchen Vergleichung wäre es natürlich unerlässlich, mit dem Pannon der Nachbarländer nicht nur auf Grund der Literatur bekannt zu sein.

Die pannonischen Bildungen der Nachbarländer können in zwei Gruppen geteilt werden: das Wiener Becken und das westserbische Becken stehen zum ungarischen Pannon nahe, während das Pannon von Ostserbien und Rumänien, sowie jenes von Kertsch eine von diesen fernstehende, abweichende Entwicklung vertreten. Eine ähnliche Gliederung des Pannons hat auch STEVANOVIC' (47) durchgeführt, in den Vergleich mit dem Wiener Becken liess er sich aber nicht näher ein.

Die Monographien von A. PAPP (37) und STEVANOVIC' erleichtern uns die Gegenüberstellung mit den westlichen und südlichen Becken (Fig. 14), während dies infolge der zu geringen Anzahl der übereinstimmenden Arten mit dem Pannon Rumäniens und jenem von Kertsch in befriedigender Weise einstweilen nicht durchgeführt werden kann.

Das Pannon des Wiener Beckens wurde mit der ungarischen Entwicklung auf Grund der von A. PAPP aufgestellten Zonen verglichen. In der Festsetzung der Grenze zwischen dem Unter- und Oberpannon ist die Gegenüberstellung etwas unsicher, da PAPP diese Grenze nach der E-Zone ansetzt. Ein Teil der Angaben, wie das Vorkommen der Arten *Congerina partschi*, *C. zsigmondyi*, und *C. subglobosa* in den D- und E-Zonen bestätigt dies. Dagegen würde das Auftreten der *Congerina balatonica* in den D- und E-Zonen und das Erscheinen der *C. ungula caprae* in der D-Zone eher dafür sprechen, dass die Grenze zwischen dem Unter- und Oberpannon vielleicht tiefer angesetzt werden sollte. Auch die Ver-



P a n n o n		WIENER BECKEN /Papp 1951, 1953/		MITTELTRANS-DANUBIEN /Bartha 1958/		KROATIEN /Moos 1944/		SERBIEN /WESTLICH DER KARPATEN/ /Stevanovic 1951/	
Oberpannon	Zone S/H	Süßwasser-kalk und fossilarme Zone: limnische Fazies	Fluviale Fazies. Lakustrische Fazies Kontinentale Fazies	Congeria rhomboidea Valenciennesia-Schichten		Congeria rhomboidea C. triangularis		Prosodacna-Schichten Congeria rhomboidea C. triangularis	
	F	Lignit und Sand artenarme Fauna	Congeria balatonica-Fauna 5 Oszill. Prosodacna vutsikitsi 1 Oszillation Congeria rhomboidea-Fauna ohne Oszillation	Congeria rhomboidea Valenciennesia-Schichten		Valenciennesia reussi usw.			
Mittelpannon	E	Congeria subglobosa C. zsigmondyi Limnocardium carnunthium	Congeria ungula caprae Pr.vutsikitsi unterer Horizont? Obere „Abichformis“-Schichten	Congeria rhomboidea Valenciennesia-Schichten		Untere „Abichi“-Schichten		Congeria ungula caprae Paradacna abichi	
	D/C	Congeria parttschi C. hoernesii	Congeria zsigmondyi C. parttschi Congeria ornitopsis	Provalenciennesia Undulortheica Velutinopsis		Provalenciennesia		Congeria zsigmondyi Provalenciennesia	
Unterpannon	B/A	Tonmergel C. ornitopsis	Orygoceras	Radix croatica		Radix croatica		Congeria parttschi C. hoernesii Orygoceras C. ornitopsis	

Fig. 14.

breitung der *Melanopsis vindobonensis* würde nicht gegen diese Einteilung sprechen, da sie in Ungarn im *Congeria ungula caprae*-Horizonte noch vorgefunden werden kann, während sie in Österreich auch in der *E*-Zone vorkommt; da aber im Wiener Becken die unterpannonischen Faunenelemente vorherrschen, haben wir die Gegenüberstellung der Gliederung von A. PAPP entsprechend durchgeführt und die *D*- und *E*-Zonen noch mit unserem Unterpannon bzw. Mittelpannon parallelisiert. Der das Pannon des Wiener Beckens abschliessende Belvedere-schotter stimmt mit dem fluviatilen *Unio wetzleri*-Sande der den Schotter unterlagernde Süsswasserkalk mit dem Süsswasserkalk von Várpalota und Öcs, und die in der *F*-Zone nachgewiesene partielle Sedimentationslücke mit der bei uns im *Congeria balatonica*-Horizonte nachgewiesenen Oszillationsphase gut überein. Die im *Congeria balatonica*-Horizonte bzw. in der *F*-Zone nachgewiesene Erhebung ist eine Begründung dafür, dass aus dem Wiener Becken gegen Ungarn die Brackwasserarten im *Congeria ungula caprae*-Horizonte oder noch früher eingewandert haben mögen. Solche Arten sind z. B. *Congeria neumayri* und *Melanopsis fuchsi*. Die *Congeria neumayri* kommt im Wiener Becken von der *B*-Zone bis zum Ende der *F*-Zone vor, während sie in Ungarn, in den westlichen Becken im Unterpannon, etwas weiter nach Osten schon im unteren Teile des Oberpannons (Becken von Tata), in Öcs und Várpalota aber nur in den gegen Ende der Oszillationsphase abgelagerten Schichten vorgefunden wurde. Eine ähnliche Verbreitung zeigt auch die *Melanopsis fuchsi*, die im Wiener Becken von der *A*-Zone bis zur *H*-Zone ununterbrochen vorgefunden werden kann, während sie in Ungarn erst in der oberen Hälfte der Oszillationsphase mit einer grösseren Individuenzahl auftritt.

Im Wiener Becken zeigt das Unterpannon, bei uns aber das Oberpannon eine mannigfaltigere, reichere Entwicklung. Dies kann durch die raschere Auffüllung des Wiener Beckens erklärt werden.

Im Oberpannon Jugoslawiens wurden Oszillationen nicht nachgewiesen. Mit den ungarischen Verhältnissen verglichen kann eher im unteren Teile des Oberpannons eine ähnliche Entwicklung beobachtet werden, für welche an beiden Stellen *Congeria ungula caprae*-Ablagerungen bezeichnend sind, die aber stellenweise durch eine Entwicklung mit *Prosodacna vutskitsi* vertreten werden können.

Der von STEVANOVIĆ als oberpontisch bezeichnete Teil des westserbischen Pannons kann in grossen Zügen ohne jede Schwierigkeit mit unserem *Congeria balatonica*-Horizonte, oder genauer mit der damit gleichaltrigen südlichen Entwicklung, den *Congeria rhomboidea*-Schichten parallelisiert werden. Die Gegenüberstellung des *C. balatonica*-Horizontes mit dem Slawonischen Becken war deshalb gezwungen und ergebnislos, weil bei uns hier brackische und limnische Phasen wechselten, in Jugoslawien aber die *Congerien*-Schichten mit einer ununterbrochenen Umwandlung in die *Viviparus*-Schichten und dann in die Süsswasserschichten übergingen.

Das Auftreten der bei uns nur im Norden verbreiteten *Melanopsis bouéi sturi* und der *Congeria balatonica* in der Randfazies des westserbischen Pannons weist darauf hin, dass diese Arten sowohl nach Ungarn, wie nach Jugoslawien aus dem Wiener Becken eingewandert sind. Jedenfalls musste diese Einwanderung noch vor der Ablagerung des *Congeria balatonica*-Horizontes stattgefunden haben. Im *Congeria balatonica*-Horizonte ist die Verbindung mit dem jugoslawischen Oberpannon wahrscheinlich schon unterbrochen worden. Dies wird dadurch bewiesen, dass die Mehrzahl der gemeinsamen Arten aus dem südlich vom Balaton gelegenen Gebiete nicht bekannt ist. Solche Arten sind z. B. *Congeria triangularis*, *C. balatonica*, *Limnocardium secans*, *L. apertum*. Mit Rücksicht darauf, dass die *C. balatonica* im westserbischen Pannon, wie auch im Wiener Becken, mit der Art *C. ungula caprae* zusammen vorkommt und dass der *Limnocardium apertum* im *Congeria ungula caprae*-Horizonte in ganz Transdanubien eine weitverbreitete Art war, ist es möglich, dass zwischen den beiden Becken im *Congeria ungula caprae*-Horizonte zeitweilig noch eine Verbindung bestand. Diese Annahme wird auch dadurch unterstützt, dass die auf Süd-Transdanubien beschränkten gemeinsamen Arten, wie *Valvata variabilis*, *Hydrobia syrmica*, *Limnocardium ochetophorum* bei uns bereits im *Congeria ungula caprae*-Horizonte vorkommen. Ein Teil der in ganz Transdanubien vorkommenden gemeinsamen Arten, wie *Pyrgula incisa*, *Melanopsis decollata* und *Dreissena auricularis*, mag ebenfalls im *C. ungula caprae*-Horizonte herübergewandert haben, ein anderer Teil, wie z. B. *Melanopsis fuchsi*, wanderte in beide Gebiete aus dem Wiener Becken ein.

Die Gegenüberstellung mit dem rumänischen Pannon ist einerseits wegen der ungewissen Lage der Mäotischen Stufe, andererseits aber wegen der zu geringen Anzahl gemeinsamer Arten schon problematisch. Die gemeinsamen Arten, wie *Hydrobia syrmica* und *Pyrgula incisa* haben eine grosse vertikale Verbreitung und können daher die genauere Parallelisation nicht begünstigen. Diese Arten weisen darauf hin, dass unsere südlichen Gebiete über die pannonische Entwicklung von Radmanest mit dem rumänischen Pannon periodisch in Verbindung gestanden sind. Bezüglich der Dauer dieser Verbindung stehen uns nähere Angaben nicht zur Verfügung. Nach der Feststellung von WENZ (70) können im unteren Teile des rumänischen Pannons die Spuren einer Verbindung mit dem südrussischen Pliozän, in seinem oberen Teile aber die Spuren einer Verbindung mit dem pannonischen Becken von Ungarn nachgewiesen werden. Mit Rücksicht auf die geringe Anzahl von Angaben haben wir in der zusammenfassenden Tabelle die Gegenüberstellung mit dem rumänischen Pannon nicht angeführt. Ein Versuch dafür wird in der Arbeit von STEVANOVIC angeführt (47).

Aus dem Vergleich des ungarischen Oberpannons mit dem Oberpannon der Nachbarländer ist es offensichtlich, dass die in der *Congeria ungula caprae*-Phase nachgewiesene Absinkung in einem grossen Gebiete, also auch in den Nachbarländern stattfand (s. Fig. 15 im ungarischen

Text). Dagegen fanden im *Congeria balatonica*-Horizonte schon Bewegungen verschiedenen Charakters statt. Diese geben nicht nur in der Entwicklung des europäischen Pannons, sondern auch innerhalb Ungarns eine Erklärung für die fazialen Abweichungen (s. Fig. 16 u. 17 im ungarischen Text).

Wenn wir zur Festsetzung der genauen und endgültigen Grenzen der *Congeria ungula caprae*-Transgression, sowie der *C. balatonica*-Regression und Transgression in erster Linie ihre horizontale Verbreitung in Betracht ziehen, verfügen wir heute noch über eine zu geringe Anzahl von Angaben. Auch die Verlässlichkeit dieser Angaben ist verschieden, die beigelegten Kartenskizzen sind aber doch nötig, da die Fazieskurven im Profil nur die Stellen der Veränderungen bezeichnen, über ihre Bedeutung und Verbreitung aber keine Auskunft erteilen. Die Bedeutung der *Congeria balatonica*-Regression tritt in der bezeichnendsten Weise in der Kartenskizze zum Ausdruck (Fig. 16), denn obzwar uns ihre genaue Grenzen nicht bekannt sind, ist es doch gewiss, dass sie sich nahezu auf ganz Transdanubien erstreckte. Ein genauerer Vergleich kann durch Klärung der vertikalen und horizontalen Änderungen der Fauna und der Sedimente durchgeführt werden.

Wir sind noch weit davon entfernt, die monographische Bearbeitung der im Pannon gelebten Gattungen unternehmen zu können, deren Grundlage bildet aber ebenfalls die Absonderung der geographischen Rassen und der in der Zeit stattgefundenen evolutiven Änderungen.

In dieser Bearbeitung konnten wir auch uns nicht des Ziel setzen, über die pannonischen Molluskenarten der Balatongegend ein vollständiges Bild zu geben, da dies noch nicht als unsere wichtigste Aufgabe gilt.

Wir haben jedenfalls die charakteristischen Arten mit einer bedeutend reicheren Auswahl von Lichtbildern veranschaulicht, als dies in den sich mit der pannonischen Periode Ungarns befassenden Aufsätzen bis jetzt geschah, wobei wir ihre genaue stratigraphische Lage anführen.

Die Tafeln sind nach ökologischen Gruppen angeordnet. Die Tafeln I—XII veranschaulichen die oligohalinen und brackischen Arten, während Taf. XIII und XIV die Süßwasserarten und Taf. XV—XVII die terrestrischen Arten enthalten. Innerhalb der ökologischen Gruppen folgten wir in grossen Zügen der Reihenfolge der Systematik.

## DIE UNTERSUCHUNG DER SEDIMENTE

Die Untersuchung der pannonischen Sedimente des Profils von Tihany—Fehérsart wurde nach denselben Grundsätzen durchgeführt, wie die Untersuchung der Faunen. Im Vordergrund stand auch hier die Beobachtung der zeitlichen Änderungen. Die makroskopische Absonderung der einzelnen Sedimentenarten hielten wir nur bei der Konstruktion der Sedimentenkurven für zureichend, da hier unser Zweck gerade in der Betonung der wichtigeren Änderungen bestand.

Zur Durchführung der Detailanalyse der Sedimentationswechsel haben wir profilmässig die granulometrische Zusammensetzung der einzelnen Schichten und die Schwankungen des Sortierungsgrades untersucht. Bei tonigeren Ablagerungen wurde der Gehalt an Tonmineralen durch DTA-Untersuchungen geprüft. Bei der Untersuchung von Sanden trachteten wir aus der Abwetzung der Körnchen und dem Gehalt an Schwermineralen über den Charakter, die Entfernung und den Aufbau des Abtragungsgebietes ein Bild zu schaffen. Die Auswertung wurde mit statistischen Methoden durchgeführt.

In der Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Sedimente sind wir noch nicht zur Detailanalyse der ganzen Schichtenreihe gelangt, da diese eine zu grosse Anzahl von Analysen benötigt hätte. Im allgemeinen begnügten wir uns mit der Untersuchung der wichtigsten Sedimententypen und benützten fortlaufende, schichtenweise Analysen nur in der Periode der Faziesänderungen. Der Zweck der chemischen Analysen bestand nämlich darin, zwischen dem Salzgehalt, sowie dem gut gelüfteten oder stagnierenden Charakter der Wässer der einstigen Umwelt und der chemischen Zusammensetzung der sich bildenden Sedimente Zusammenhänge festzustellen.

Im granulometrisch eingehend untersuchten Profil des Fehérpart ist zweifellos der Sand das vorherrschende Sediment. Von den 46 Schichten bestehen 35 Schichten aus Sandarten verschiedener Korngrössen. Unter den Sanden ist der sehr feine Sand der häufigste, nach ihm folgt der feine Sand und schliesslich der kleinkörnige Sand.

Zur Charakterisierung der im Profil häufigsten Sedimentenfazies, des sehr feinen Sandes werden vier Kumulationskurven angeführt (aus den Schichten No. 3, 20, 25 und 38). Aus der Schicht No. 38 wurde auch die Verteilungskurve zusammengestellt. Die Abweichungen der Kurven der Schichten No. 20 und 25 werden durch das prozentuelle Verhältnis des sehr feinen Sandes und des feinen Sandes ausgedrückt. Bei der Schicht No. 20 ist dieses Verhältnis 19,5 : 17,5, bei der Schicht No. 25 31 : 26, bei der Schicht No. 38 35 : 30, während in der Schicht No. 3 die Feinsandfraktion ihren niedrigsten Wert erreicht, hier ist das Verhältnis 35 : 12.

Von den Feinsanden führen wir die Kumulationskurve der Schicht No. 30 und die Kumulations- und Verteilungskurven der Schicht No. 22 an. Die Verteilungskurve weist auch hier gut darauf hin, dass es sich um die Ablagerung von Materialien zweierlei Ursprungs handeln mag. Dies wird auch durch die ufernahe Bildung des Sedimentes unterstützt. Von den zwei Spitzen befindet sich die eine in der Schlammfraktion, die andere in der mittelfeinen Sandfraktion. (Die Kurve weist ganz entschieden zwei Spitzen auf.) Zur Charakterisierung der kleinkörnigen Sande haben wir die Verteilungs- und Kumulationskurven der Schicht No. 12 konstruiert. Der steile Abschnitt der Kurve liegt hier zwischen den Werten 0,1 und 0,2. (In der Fig. 18 sind die Kurven der Schichten

No. 12, 20, 25, in der Fig. 19 jene der Schichten No. 3, 22, 30, 38 dargestellt; s. im ungarischen Text.)

Zur Feststellung des Ursprungs der Sande hat K. VARRÓK Schwermineraluntersuchungen durchgeführt, u. zw. aus den Schichten No. 6 und 12 Feinanalysen, aus den Schichten 2 und 29 aber Analysen annähernder Genauigkeit. Die Analysen wurden auf Grund der Fraktion 0,1 mm der Sandproben durchgeführt. Zur Orientierung führen wir auch die Ergebnisse der Untersuchung zweier Sandschichten aus Tab an (M. HERMANN).

Schwerminerale	Magnetit	Limonit	Granat	Disthen	Staurolit	Turmalin	Epidot	Amphibol	Chlorit	Zirkon	Apatit	Vulkanisches Glas	Ilmenit	Zoisit
Tihany 6	1	11	21	—	—	4	9	—	2,5	11	8	1	2,5	3
Tihany 12	18	4	3	2	—	—	1	0,5	50	1	0,5	—	—	2
Tab 30b	7,5	26,5	5,0	5,5	2	1,5	1	4,0	40,0	3,0	2,0	0,5	0,5	1
Tab 35b	8,0	60,0	2,5	3,5	—	0,5	1	3,5	12,5	6,0	1,0	1,5	—	—

Ausser den in der Tabelle angeführten Schwermineralen kamen in der Schicht Tihany No. 6 18% Quarz, 14% Gesteinstrümmer, 1% Dolomit und 1% Titanit vor. In der Schicht Tihany No. 12 konnte ausser den in der Tabelle angeführten Mineralen 4% Enstatit, 2% Hämatit, 1% Hypersten, 1% Biotit und 1% Phosphorit nachgewiesen werden.

In der nur mit annähernder Genauigkeit untersuchten Schicht No. 2 belief sich von den Schwermineralen die Menge des Limonits und Chlorits auf etwa 60%. Ausserdem konnte das Vorhandensein von Epidot, Granat, Zoisit, Disthen, Apatit, Kalzit und Turmalin nachgewiesen werden.

In der Schicht No. 29 vertraten Epidot und Zoisit die Hauptmasse der Minerale (etwa 50%), in ihrer Begleitung wurden Magnetit, Limonit, Chlorit, Zirkon, Disthen, Biotit, Titanit und Kalzit vorgefunden.

Der Gehalt an Schwermineralen entstand durch Abtragung in einem fernliegenden, älteren, kristallinen Schiefergebiet, es ist aber auch möglich, dass er als Ergebnis einer erneuten Aufarbeitung in die untersuchten Schichten gelang. Nur die in der Schicht No. 12 vorgefundenen Enstatit und Hypersten mögen eventuell auf jüngere vulkanische Formationen hinweisen.

Aus der Untersuchung der Abwetzung der Körnchen erhellte es, dass nur in den Schichten No. 14 und 29 ein geringer Prozentsatz abgerundeter Körnchen vorgefunden wurde, während die grosse Masse aus eckigen Körnchen bestand. Die prozentuelle Menge der abgerundeten Körnchen belief sich in der Schicht No. 29 auf etwa 5 bis 10%.

Die geringe Abwetzung entspricht der Beförderung durch Wasser. In der Schicht No. 29 mag das Vorkommen einer geringen Menge von abgerundeten Körnchen durch die Ufernähe hervorgerufen worden sein.

Eine interessante Erscheinung war in der Schicht No. 7 eine kolloidale Pyritkugel als Bindemittel.

Zur Charakterisierung der tonigen Schlammschicht wurden die Kumulations- und Verteilungskurven der Schicht No. 27 angewendet (Fig. 18, Kurven 3 und 4). Besonders die Verteilungskurve zeigt den geringen Grad der Sortierung klar. Eine ausgesprochene Spitze kann an der Kurve kaum wahrgenommen werden. Die Kurve fällt eher allmählich von den feineren Korngrößen gegen die gröberen ab.

Zur Charakterisierung der Schlammteile wurden die Kumulationskurven der Schichten No. 35 (Fig. 18, Kurve 5) und 46, sowie die Verteilungskurve der Schicht No. 46 (Fig. 19, Kurven 4 und 5) angewendet. Die gute Sortierung der Schlammschicht No. 46 zeigt auch die Verteilungskurve klar.

Die im ganzen Profil auftretenden Veränderungen der Korngrößenverteilung wurden in erster Linie auf Grund der aus den Kumulationskurven berechneten Mittelwerte, Mediana (Md) und häufigsten Werte, Modi (Mo), sowie auf Grund der Sortierungskoeffizienten untersucht (s. Fig. 20 im ungarischen Text). Die Sortierungskoeffizienten wurden auf Grund der Trask'schen Formel ermittelt:  $DQ_g = \sqrt{Q_3/Q_1}$ . Bei gut sortierten klastischen Sedimenten ist der Sortierungskoeffizient weniger als 2,5, bei normal sortierten Sedimenten liegt er um 3,0, während er bei schlecht sortierten Sedimenten 4,5 übertrifft.

Die derart erhaltenen Kurven weisen darauf hin, dass im unteren Teile des Profils, in den Schichten No. 1 bis 19 der mittlere und häufigste Wert der Korngröße zwischen den sehr feinen und den mittelkörnigen Sanden variierte, während der Sortierungsgrad in allen Fällen als gut oder sehr gut angesprochen werden konnte. Dadurch wird es bewiesen, dass in der Arbeitsfähigkeit des Wassers Abweichungen zu verzeichnen waren, aber mit Rücksicht auf den hohen Sortierungsgrad die Einfuhr grobkörnigerer Sedimente vom Ufer oder aus der Ufernähe nicht angenommen werden dürfe. Dies wird auch dadurch unterstützt, dass in diesem Abschnitte des Profils die Mittelwerte und die häufigsten Werte nahe zueinander liegen.

Im oberen Teile des Profils, d. h. im auf Grund der Faziesänderungen als Oszillationsphase betrachteten Abschnitte, variierte der Mittelwert der Sedimente zwischen Schlamm und feinkörnigem Sand, während der häufigste Wert zwischen Ton und feinkörnigem Sand variierte. Gleichzeitig konnten starke Schwankungen der Sortierungskurve beobachtet werden. Eine geringe Sortierung konnte bei den Schichten No. 23, 27 und 36 wahrgenommen werden. Von diesen Schichten entstanden die Schichten No. 23 und 36 in einer terrestrischen Phase, während die Schicht No. 27 eine transgressive Ablagerung darstellt. In beiden Fällen ist die geringfügige Sortierung verständlich. Aus den Veränderungen des Sortierungskoeffizienten kann sogar ein geringfügiges Ausmass der Transgression abgelesen werden. Bei der Schicht No. 10 kann auf Grund der Fazieskurve eine kleine Absinkung nachgewiesen werden, in der Fauna treten

Fundstelle		T i h a n y												
		No. der Schicht	3	7	15	22	23	27	33	34	35	36	37	43
	SiO <sub>2</sub>	44,94	57,18	47,83	34,68	59,17	57,60	48,45	45,25	31,51	53,32	42,96	48,64	33,51
	TiO <sub>2</sub>	0,66	0,50	0,58	0,50	0,68	0,71	0,50	0,44	0,42	0,59	0,61	0,68	0,44
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,47	11,45	16,72	12,93	18,41	19,27	13,36	12,53	11,01	15,13	15,78	18,28	12,31
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,63	2,87	4,85	4,41	4,83	4,60	4,51	3,70	4,55	4,59	4,50	6,13	4,49
	CaO	8,04	9,62	7,82	18,85	0,85	1,07	11,13	13,96	23,17	8,02	12,19	5,55	15,85
	MgO	4,72	3,39	3,94	3,68	2,42	2,61	3,71	3,61	2,90	2,25	3,90	3,88	6,52
	Na <sub>2</sub> O	0,80	1,46	0,66	0,28	0,51	0,65	0,97	0,91	0,48	0,56	0,66	0,43	0,62
	K <sub>2</sub> O	3,18	1,78	2,80	1,84	3,21	3,17	2,29	2,06	1,73	2,51	2,80	3,47	2,14
	CO <sub>2</sub>	7,29	7,57	6,71	15,91	—	nyom	6,82	11,25	18,25	5,26	9,93	3,80	12,89
	Glühverlust	14,49	11,87	15,0	23,07	10,16	10,89	15,30	17,04	24,72	13,37	16,97	13,38	24,62
	Säurelöslich	63,32	71,15	65,61	47,41	79,81	76,77	63,21	57,89	42,43	68,15	59,64	64,65	45,93
	Säureunlöslich	3,31	1,69	2,67	2,64	2,54	2,67	2,77	2,31	2,95	2,86	2,69	3,90	2,87

anstatt oligohaliner Arten in grösserer Anzahl brackische Formen auf, gleichzeitig wurde das Sediment gröber und weniger sortiert und die mittleren und häufigsten Werte entfernen sich voneinander (Fig. 20).

Die in der Sortierung der Körnchen eingetretenen Änderungen lassen darauf schliessen, dass im unteren Teile des Profils die Auffüllung, und in seinem oberen Teile die Oszillationen eine bedeutendere Rolle gespielt haben mögen.

Zur DTA-Untersuchung wurden die aus den Schichten No. 3, 17, 26, 27 und 40 genommenen Proben übergeben. In den ersten drei Proben galt nur die Kalzitspitze als bezeichnend, während sich die Spitzen der Tonminerale zur Auswertung als nicht genügend überzeugend erwiesen haben. In der Schicht No. 27 trat Illit klar auf, daneben konnte man auf eine geringe Menge Montmorillonit denken. Mit Rücksicht auf die störende starke Kalzitspitze wurden einige Proben auch mit HCl behandelt. Nach der Säurebehandlung konnte man auch in den Schichten No. 3 und 26 auf das Vorhandensein von Illit und einer geringen Menge Montmorillonit schliessen. Aus den diesbezüglichen Untersuchungen von Frau M. FÖLDVÁRI-VOGL ist es uns bekannt, dass bei normaler Bodenbildung Tonminerale des Montmorillonit-Typus entstehen, während die unter einem trockenen Klima oder mit langen Frostperioden sich



abspielende langsame Verwitterung meistens die Bildung illitartiger Tonmineralvarietäten begünstigt (14). Auf Grund der Feststellungen von Frau FÖLDVÁRI-VOGL mag bei der Bildung der Schicht No. 27 ein trockenes Klima geherrscht haben. Da hier sowohl die Fauna, wie das Sediment gleichermassen auf eine Vertiefung des Sees hinweisen, ist dies bei einem trockenen Klima nur im Falle einer Krustenabsinkung möglich.

Aus den Ergebnissen der chemischen Analyse der einzelnen Schichten erhellt es, das  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CO}_2$  bzw.  $\text{CaO}$  und  $\text{SiO}_2$  die bezeichnendsten Komponenten sind. (S 136)

Hohe Prozentsätze von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$  kommen in denselben Schichten vor (27), hier ist dagegen der  $\text{CO}_2$ -Gehalt sehr gering. Wo aber der  $\text{CO}_2$ -Gehalt hoch ist, ist der Gehalt an  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$  verhältnismässig gering (Schicht No. 35). Die an  $\text{CaO}$  reichste Schicht des Profils von Tihany (Schicht No. 35) erreicht sogar die an  $\text{CaO}$  ärmsten Schichten der Profile von Öcs und Várpalota nicht. Auch dies lässt es begreiflich erscheinen, dass in Tihany kein Süsswasserkalk entstand.

Die Minimal- und Maximalwerte des  $\text{CaO}$ -Gehaltes sind an den drei Fundorten wie folgt:

	$\text{CaO}_{\text{minimum}}$	$\text{CaO}_{\text{maximum}}$
Tihany .....	0,85% (Schicht No. 23)	23,17% (Schicht No. 35)
Öcs .....	24,46%	52,56%
Várpalota .....	50,52%	54,52%

Aus den prozentuellen Änderungen der chemischen Charakteristiken der einzelnen Schichten können die geringen Schwankungen des Salzgehaltes nicht abgelesen werden. Auf Grund der Fauna kann zwischen der chemischen Zusammensetzung der entschieden limnischen und entschieden brackischen Sedimente keine sichere Gesetzmässigkeit festgestellt werden.

Aus der chemischen Zusammensetzung konnte auch der paludische (stagnierende) Charakter und der schlecht gelüftete Zustand des Wassers nicht in allen Fällen festgestellt werden. In paludischen Schichten ist im allgemeinen der C- und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt höher (in der Schicht No. 43.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 6,13\%$ , in der Schicht No. 23.  $4,83\%$ ), während in der Schicht No. 3. nicht paludischen Charakters der  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt überraschend hoch ( $5,63\%$ ) ist.

#### PALÄONTOLOGISCHER TEIL

Die Möglichkeiten einer paläontologischen Materialbearbeitung sind sowohl bei der Untersuchung von Faunen, wie von einzelnen Arten wesentlich mehr beschränkt, als bei der Untersuchung eines rezenten Materials. Aus verschiedenen Pflanzen- und Tierstämmen, die in einer einzigen Umwelt gelebt haben, können ganze Stämme ausblei-

ben, weil sie zur Fossilisation nicht geeignet sind oder die lokalen Verhältnisse dazu nicht günstig waren. Von einem zur Fossilisation geeigneten Fossil ist es ja im allgemeinen nur das vom Gesichtspunkte des ganzen Lebewesens aus bloss eine sekundäre Wichtigkeit besitzende Skelett oder Gehäuse, das erhalten bleibt und untersucht werden kann. Die geographische Verbreitung der Arten kann in vollem Masse nicht reproduziert werden, auch die Kettenglieder der Artenentwicklung sind mangelhaft. Doch können gegenüber diesen Negativen heute bereits viel mehr Positive angeführt werden, da sowohl die allgemeinen Gesetzmässigkeiten, wie die individuellen Abweichungen der Biologie für die Skeletteile ebenso gelten, wie für die Entwicklung irgendeines anderen Organs. Schwierigkeiten werden nur durch jenen Umstand verursacht, dass bei der Ausarbeitung der Systematik der rezenten Arten die Merkmale der Skeletteile nur als sekundäre Merkmale berücksichtigt wurden. Auch bei den rezenten Mollusken bilden ja in erster Linie die Entwicklung des Geschlechtsapparates und der Radula und nur nachher die morphologischen Merkmale der Schale die Grundlagen der Systematisierung. Zwischen der Entwicklung der einzelnen Organe und dem morphologischen Bilde der Schale besteht aber eine so hochgradige Korrelation, dass die systematische Vereinigung des paläontologischen und rezenten Materials gar nicht als eine hoffnungslose Aufgabe betrachtet werden müsse.

Diese Arbeit wird besonders durch jenen Umstand erleichtert, dass die zeitgemässen Variabilitätsuntersuchungen, sowie die Untersuchung der durch die geographische Verbreitung bedingten Veränderungen auch bei den rezenten Molluskenarten in erster Linie an den morphologischen Merkmalen der Schale durchgeführt wurden.

In den in der Balatongegend liegenden Fundstellen wurden schöne Beispiele der geographischen Veränderlichkeit zwischen den Vorkommen in Várpalota und Tab der Art *Theodoxus crenulatus* beobachtet (5, p. 497—501). Die ursprünglich zusammenhängende Verbreitung der Art spaltete sich in kleinere Abschnitte, wodurch die Möglichkeit der Vermischung der Merkmale aufhörte und später an den einzelnen Fundstellen voneinander in morphologischer Hinsicht ziemlich abweichende dominierende Formenkreise zustande kamen. Die extremen Formtypen der Entwicklung können aber zueinander sehr nahe stehen und auf die spezifische Zusammengehörigkeit klar hinweisen. Ähnliche Zusammenhänge wurden zwischen den geographischen Varianten des *Th. vetranici* in der Tihanyer Bearbeitung und zwischen den geographischen Rassen der *Prososthenia radmanesti* in der Bearbeitung der Taber Fauna nachgewiesen (5, p. 508—510).

Anstatt einer Biozönose kann selbstverständlich nur eine Thanatotzönose untersucht werden. Hier müssen Schlüsse mit grosser Vorsicht gezogen werden, denn nicht nur günstige Verhältnisse, sondern auch rasches Aussterben kann in den Schichten eine vorübergehende Erhöhung der Individuenzahl hervorrufen. Doch können die Dominanz-

Änderungen der einzelnen Arten auch in der Thanatozönose pragmatisch untersucht werden und anstatt Leitfossilien können die einzelnen Perioden durch die Veränderungen des Faunenbildes charakterisiert werden.

Die pragmatische Analyse der Veränderungen des Faunenbildes kann im Falle eines fossilen Materials nur sekundär durchgeführt werden, aber die übereinstimmenden Angaben der einzelnen Faktoren können die Voraussetzungen glaubhaft erscheinen lassen. In Várpalota wurde in der Schicht No. T. 17 eine ungeheure Menge von Schneckengehäusen vorgefunden. Bei der eingehenden Untersuchung des Materials hat es sich erwiesen, dass das Verhältnis der Kiemen- und Lungenschnecken hier 2381 : 145 ist, die Anzahl der Kiemenschnecken also jene der Pulmonaten sechzehnmal übertrifft. Diese Schicht war ziemlich humos und so sollte das massenhafte Aussterben der Kiemenschnecken (*Melanopsen*, *Valvaten*, *Theodoxen*) infolge O<sub>2</sub>-Mangels eintreten. Die Lungenschnecken (*Limnaeen*, *Planorben*) hängen vom Oxygeengehalt des Wassers nicht so unmittelbar ab. Das Faunenverhältnis der folgenden Schichten zeugt davon, dass es sich tatsächlich um das Aussterben der Kiemenschnecken handelt. In der Schicht No. T. 12 ist das Verhältnis der Kiemenschnecken und Pulmonaten schon 43 zu 44. Die Verringerung der Individuenzahl betraf also in auffallender Weise die Kiemenschnecken. Im raschen Aussterben mag neben dem O<sub>2</sub>-Mangel auch die Aussüßung eine gewisse Rolle gespielt haben.

Auf Grund der schichtenweise durchgeführten exakten Sammlung konnten die zeitlichen Veränderungen der einzelnen Arten (die Mikroevolution) am fossilen Materiale ebenfalls untersucht werden. Ein schönes Beispiel dafür stellt der Zusammenhang des Formenkreises des *Melanopsis fuchsi* mit dem Formenkreise der *Fagotia esperi* und *Fagotia acicularis* dar. Diese hat sich zwar nicht als eine positive Evolution erwiesen, da vom reichen Varietätenkreise des *Melanopsis fuchsi* die Versüßung nur die Merkmalkombinationen der *Fagotia esperi* und *F. acicularis* ertragen konnten, aber diese Merkmalkombinationen stabilisierten sich. Diese Formen sind heute gut abgrenzbare Arten, vom paläontologischen Gesichtspunkte aus stellen sie aber nur durch Selektion entstandene Varietäten dar. Den im Vorwort geschilderten Zielsetzungen entsprechend führen wir die Faunen der untersuchten sechs Fundstellen in ökologischer Gruppierung zusammen an. Aus dieser Tabelle können die geographische und die stratigraphische Lage, sowie die Dominanzverhältnisse der einzelnen Arten abgelesen und miteinander verglichen werden.

Hier befassen wir uns eingehend nur mit den Arten der Tihanyer Fauna, da die paläontologische Beschreibung der an den übrigen Fundstellen angetroffenen Arten in den Detailarbeiten aufzufinden ist.

In allen Fällen, wo es möglich war und eine entsprechende Individuenzahl zur Verfügung stand, wurden bei der Untersuchung der einzelnen Arten mit statistischer Anschauung die Grenzen der Variabilität

und das Ausmass der häufigsten Entwicklung angegeben. Eine vollständige statistische Bearbeitung hat nur dann einen Sinn, wenn die Ermittlung des Mittelwertes, der quadratischen Abweichung oder die Korrelationsrechnung die Lösung irgendeines konkreten Problems verspricht.

Das Korrelationsprinzip wurde dagegen in allen möglichen Fällen angewendet. Die einzelnen Arten wurden nämlich nicht mit den Angaben aller Merkmale der zur Verfügung stehenden Schale, sondern, nach kritischer Auswahl der Merkmale, durch deren bezeichnende Verhältniszahlen charakterisiert.

Wenn eine Art nur durch ein einziges Exemplar oder nur durch einige Exemplare vertreten war, folgten wir den Regeln der Typenfestsetzung, betrachten aber diese nur als eine provisorische Lösung, bis die in Frage stehende Art auf Grund einer bedeutenden Anzahl von Individuen mit ihrem vollständigen Formenkreis nicht charakterisiert werden kann.

Die wichtigeren Folgerungen wurden nicht auf Grund des Vorkommens einzelner Arten — und seien es auch Leitfossilien — gezogen, als entscheidender Gesichtspunkt galt die Analyse des gesamten Faunenbildes. Die auf Grund der Veränderungen des Faunenbildes gezogenen Schlüsse lassen es auch vermeiden, dass die in der Bestimmung der Arten begangenen unvermeidlichen Fehler als Grundlage irrtümlicher geologischer und stratigraphischer Folgerungen dienen.

Die Kenntnis der Tihanyer Fauna verdanken wir in grundlegender Weise der Arbeit von FUCHS, der die Beschreibung der aus Tihany stammenden Arten ohne nähere Bezeichnung der Fundstelle veröffentlichte. Einige der von FUCHS beschriebenen Arten wurden seither nicht wieder aufgefunden, wie z. B. *Melania turbinelloides*, *M. inaspecta*, *Cardium scabriusculum*. Die von BRUSINA und FUCHS aus Tihany beschriebenen Arten hat LÖRENTHEY umgewertet. BRUSINA hat aus Tihany sechs Arten ohne jede Beschreibung abgebildet, während FUCHS 43 Arten beschrieben und abgebildet hat.

Von den FUCHSschen Arten kann *Theodoxus obtusangula* mit der Art *Th. acuticarinatus ecarinatus*, *Th. radmanesti* mit der Art *Th. vetrani*, *Lymnaeus balatonicus* aber mit der Art *Radix peregra* identifiziert werden, während *Bithynia obtusaecarinata* und *B. proxima* mit der Art *Pseudamnicola margaritula* übereinstimmen. Die Art *Litorinella subula* kann aller Wahrscheinlichkeit nach in den Formenkreis der *Micromelania laevis* eingereiht werden.

Von der Art *Melanopsis aquensis* hat LÖRENTHEY festgestellt, dass sie mit der Art *Melanopsis cylindrica* STOL. übereinstimmt. Die Art *Melanopsis gradata* wurde von WENZ unter dem Namen *M. tihanyensis* beschrieben. Von den aus Tihany stammenden 17 neuen Arten von FUCHS haben schliesslich *Valvata debilis*, *V. simplex*, *V. cornuta*, *Gyraulus varians*, *G. tenuis*, *Goniochilus schwabenaui*, *Pyrgula incisa*, *Micromelania laevis* und *Dreissensiomya schröckingeri* die Zeit und die

dadurch bedingte kritische Überprüfung überstanden. HALAVÁTS hat aus zwei fossilienführenden Schichten der Fundstelle Tihany-Fehérpart insgesamt 19 Arten angeführt. Neue Arten fand er keine.

Mit den Untersuchungen von LÖRENTHEY und VITÁLIS haben sich unsere stratigraphischen und faunistischen Kenntnisse bezüglich des Pannons von Tihany rasch vermehrt. LÖRENTHEY hat vom Fehérpart drei fossilienführende Schichten beschrieben, in der untersten fand er 45 Arten, in der mittleren 68 Arten und in der oberen (*Unio*-Schicht, bei uns als No. 19 bezeichnet) 70 Arten. Die grösste Anzahl von Arten hat zweifellos LÖRENTHEY vorgefunden: insgesamt 80. In seinem Faunenverzeichnis sind auch zwei neue Arten und zwei neue Varietäten angeführt. Seine aus Tihany beschriebenen neuen Arten waren *Valvata tihanyensis* und *Planorbis parvulus* (nach seinem gegenwärtigen Namen *Gyraulus parvulus*), und seine neuen Varietäten *Pyrgula incisa* var. *pannonica* und *Valvata simplex* var. *unicincta*.

VITÁLIS hat acht fossilienführende Schichten gefunden und in diesen von unten aufwärts 49, 36, 8, 30, 14, 9, 18, 18 Arten entdeckt. Mit neuen Arten hat er die Fauna nicht bereichert.

Unsere jetzige Sammlung hat die Zahl der fossilienführenden Schichten auf 22 erhöht, wir haben aber insgesamt nur 68 Arten vorgefunden. Die in den einzelnen Schichten vorgefundenen Arten und ihre Individuenzahlen werden in der zusammenfassenden Tabelle veranschaulicht (Tabelle 2). Aus der obersten terrestrischen Phase (Schicht No. 43) habe ich unter dem Namen *Gastrocopta tihanyensis* eine neue Art beschrieben.

Die Veränderungen des Faunenbildes der untersuchten Profile können aus der zusammenfassenden Tabelle der Sedimente und Faunen (Tabelle 2) abgelesen werden. Daraus erscheint die völlige Übereinstimmung der Wechsel der Sedimente und des Faunenbildes. In der oberen Hälfte des Profils von Tihany-Fehérpart treten die auf Verseichung hinweisenden dunkelgrauen paludischen Schichten auf, ebenda kommen auch die limnischen paludischen Arten und mit einer gegen den oberen Teil des Profils erhöhenden Individuenzahl die terrestrischen Arten vor. In den zwischen den aquatil-terrestrischen Phasen liegenden Absinkungsperioden trägt die Fauna schon in allen Fällen einen oligohalinen Charakter.

Die innerhalb der Brackwasserphase auftretenden Änderungen des Faunenbildes haben wir bei der Absonderung der oligohalinen und miohalinen Arten bereits erörtert. Das dort vorgeführte ergänzen wir hier jetzt. Im unteren Teile des Profils vom Fehérpart erinnern die Veränderungen des Faunenbildes der Schichten No. 6 und 7 an die von NEUMAYR durchgeführte Absonderung der Paludinen- und Congerien-schichten. Auch hier begann in dieser Richtung eine Veränderung. In der Schicht No. 6 wurden 324 Exemplare vorgefunden (25 Arten), davon machten die *Congerien* 35,1% und die *Viviparuse* 0,3% aus. In der Schicht No. 7 fiel die Individuenzahl der *Congerien* auf 7,8% zurück, während

sich jene der *Viviparuse* auf 35,5% erhöhte. Hier stabilisierte sich aber diese Lage nicht so, wie im Slawonischen Becken, denn die Veränderung setzte sich in Richtung der Verarmung der Fauna fort und die Schicht No. 11 war bereits faunenlos. Die raumdiagrammatische Darstellung (s. Fig. 21 im ungarischen Text) hebt die Dominanz der *Congerien* und *Limnocardium* in den beiden miohalinen Phasen klar hervor. In der oligohalinen Phase (Schichten No. 7—9) erhöhte sich dagegen das prozentuelle Verhältnis der *Viviparuse* und der *Micromelania laevis*, während sich jenes der *Congerien* und *Limnocardium* verminderte.

Bei der oberflächlichen Untersuchung des Profils von Tihany würde man die Dominanz der *Congerien* erwarten, dagegen ist die häufigste Art die wegen ihres kleinen Wuchses nicht auffallende *Micromelania laevis*. Ihre Individuenzahl erreicht im ganzen Profil 310, d. h. 20,5% der gesamten Individuenzahl. Sie tritt charakteristisch in den oligohalinen Phasen auf und erreicht ihre höchste Individuenzahl (128 Exemplare) in der Schicht No. 19. Im Profil von Tihany kann unter den zehn häufigsten Arten keine einzige limnische oder terrestrische Art vorgefunden werden. Hinsichtlich der Individuenzahl ist die reichste Schicht die mit No. 19 bezeichnete, in welcher in einer Sammeleinheit, d. h. in einem 1,5 m breiten, 50 cm tiefen und 10 cm hohen Abschnitte 486 Exemplare gefunden wurden. Dies macht 32,2% der Individuenzahl des gesamten Profils aus und verteilt sich auf 19 Arten. Bezüglich der Arten ist die Schicht No. 6 die reichste, in welcher das Vorkommen von 25 Arten festgestellt wurde.

Im Profil von Tihany ist es bemerkenswert, dass sich die Trennung der limnischen und oligohalinen Arten stufenweise stattfand und in der letzten Erhebungsphase (Schicht No. 43) sich vollendete. Diese Schicht hat auch *VITÁLIS* nicht gefunden, was als eine Erklärung dafür dient, dass bei ihm die Anzahl der terrestrischen Arten sehr gering war (2 Arten). Von den 47 Schichten des Profils von Tihany-Fehérpart waren 22 Schichten faunenleer und es gab auch fünf Schichten, in welchen die Individuenzahl 10 nicht erreichte. Das Sediment der faunenleeren Schichten war im allgemeinen sandiger Schlamm, aber auch die erste paludische Schlammschicht (No. 23) war faunenleer, was durch die langsame Expansion der limnischen und terrestrischen Arten erklärt werden kann.

### 1. Beschreibung einer neuen Gastropodenart von Tihany

#### ***Gastrocopta tihanyensis* n. sp.**

(Taf. XV, Fig. 11)

Diese Art wurde nur in einem einzigen Exemplare vorgefunden, auch dieses ist etwas beschädigt, seine Form, seine Grösse, seine Wirbel, die Anzahl der Umgänge, die Mündung und die Bezahnung sind aber gut wahrnehmbar und so wurde die Bestimmung der neuen Art durch die Beschädigung nicht beeinträchtigt.

Bezüglich ihrer Form ist die neue Art der *Gastrocopta nouletiana* ähnlich, ist aber etwas stämmiger (s. Fig. 22 im ungarischen Text); auf Grund ihrer Bezahnung kann sie von ihr mit Sicherheit abgesondert werden. Ihre Höhe beträgt 2,5 mm, ihre Breite 1,5 mm, während sich die Anzahl der Umgänge auf 5 beläuft. Der Stirnzahn ( $H_1$ ) ist gabelig, stark entwickelt. Sein unterer Zweig ist stärker und herabgebogen, der obere Zweig dünner und kleiner, er schliesst mit dem unteren Zweig einen stumpfen Winkel ein ( $H_1$ ). Es ist möglich, dass dieser Zahn durch die Verschmelzung zweier Zähne zustandekam. Der erste Schlundzahn ( $G_1$ ) stellt eine etwas hervorstehende Leiste dar, er verläuft parallel mit dem Mündungsrand und steht senkrecht zum zweiten und dritten Schlundzahn. Der dritte Schlundzahn ( $G_3$ ) ist der stärkste. Zwischen dem grossen Schlundzahn und dem Pfeilerzahn befindet sich ein kleiner, stämmiger Zahn ( $G_4$ ). An der linken Seite der Mündung ist der obere Pfeilerzahn wenig entwickelt.

## 2. Pollenuntersuchungen

Aus dem Profil von Tihany-Fehérpart wurden Proben aus elf Schichten zur Pollenanalyse übergeben. Von dem Schichten No. 3, 10, 15, 23, 26, 27, 30, 32, 37, 40 und 43 hat Frau E. NAGY bedauerlicherweise nur in den beiden untersten Schichten eine geringe Menge von Pollenkörnchen gefunden.

In der Schicht No. 3:

Flügellose <i>Coniferae</i> s. str. KLAUS .....	8 St.
<i>Pinus silvestris</i> Typus RUDOLPH .....	1 St.
<i>Pinus cembroid</i> Typus .....	3 St.
<i>Picea</i> sp. ....	1 St.
<i>Cedrus</i> sp. ....	1 St.
Unbekannt .....	4 St.

In der Schicht No. 10:

<i>Coniferae</i> .....	1 St.
<i>Pinus silvestris</i> Typus .....	3 St.
<i>Pinus cembroid</i> Typus .....	2 St.
Spore .....	1 St.
Unbekannt .....	1 St.

Aus der geringen Menge von Pollenresten kann das Vorherrschen der flügellosen Koniferen festgestellt werden. Diese stellen bezeichnende Formen des Pannons dar. Die flügellosen Koniferen weisen gleichzeitig auch darauf hin, dass das untersuchte Pollenmaterial vom Ufer entfernt fossilisiert wurde. Dies entspricht dem auf Grund der Molluskenfauna und der Sedimente entwickelten Bilde, wonach das Ufer hier

noch in einer beträchtlichen Entfernung gelegen haben muss, da die auf Ufernähe hinweisende paludische Schicht mit einer Süßwasserfauna zuerst bei der Schicht No. 23 auftritt.

Die Schichten No. 10 und 12/a von Tab waren an Pollen bedeutend reicher. In Tab herrschten ebenfalls die Koniferen vor, Pollenkörnchen von Laubbäumen kamen aber auch zum Vorschein, darauf hinweisend, dass Tab zum Ufer verhältnismässig näher gelegen haben mag. Dies gilt insbesondere für die Schicht No. 12/a, die schon ganz an der Grenze des Festlandes gelegen haben muss und in welcher auch Graspollenkörner vorkommen.

### 3. Diatomeenuntersuchungen

Der überwiegende Teil der aus dem ganzen Profil abgegebenen Sedimentproben enthielt überraschenderweise keine Diatomeen. Nur in den Schichten No. 30, 31, 32, 33, 44 und 45 hat Frau M. SZ.-HAJÓS Panzerteile von Kieselalgen gefunden und diese auf Grund ihrer Lichtbrechung und Form hierher eingereiht, ihre nähere Bestimmung erwies sich aber zufolge der völligen Korrodiertheit der Gehäusefragmente als unmöglich.

### 4. Ostracodenuntersuchungen

Die bei der Untersuchung der Muschelkrebse erzielten Ergebnisse werden im Anhang von BÉLA ZALÁNYI gesondert dargelegt.

## ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGEN DES OBERPANNONS DER BALATONGEGEND

Die nach neuen Methoden durchgeführte Bearbeitung des Oberpannons der Balatongegend hat einerseits die methodische Umwertung der früheren Untersuchungen, andererseits aber die Anwendung und Bekanntmachung neuer Gesichtspunkte erfordert. Die Zielsetzung der feinstratigraphischen Bearbeitung der oberpannonischen Fundstellen der Balatongegend bestand in erster Linie in der Klärung der Reihenfolge der Sediment- und Faziesänderungen, auf dieser Grundlage in der Feststellung der Gesetzmässigkeiten der Wechselwirkung der Sedimenten- und Faunenänderungen und darüber hinaus ihrer Zusammenhänge mit den tieferliegenden biologischen und geologischen Ereignissen.

Durch die Verknüpfung der in vertikaler Richtung weitreichenden und faunenreichen Profile von Tihany, Öcs, Várpalota, Balatonfüzfő und der vom strukturellen Gesichtspunkte noch zu den nördlichen zureihenden Fundstelle von Balatonszentgyörgy hat sich das urgeschichtliche Bild des nördlichen Ufergebietes des Balatonsees und durch die Gegenüberstellung der Angaben des Taber Profils und der Tiefbohrung



von Görgeteg jenes des südlichen Balatongebietes vom *Congeria ungu lacrae*-Horizonte angefangen einschliesslich bis zum *Unio wetzleri*-Horizonte entfaltet.

Die sich auf mehrere Tausende belaufenden Angaben der Sediment- und Faunenbildänderungen wurden mit statistischen Methoden überwacht. Neben der zusammenfassenden Auswertung der einzelnen Fundstellen werden die bei der nach verschiedenen Gesichtspunkten durchgeführten sedimentpetrographischen und faunistischen Detailuntersuchung des Profils von Tihany erzielten Angaben und Ergebnisse ebenfalls angeführt.

Die wichtigeren Resultate können in folgendem zusammengefasst werden.

Das Oberpannon der Balatongegend wird durch die Wechselfolge von miohalinen, oligohalinen, limnischen und terrestrischen Faunentypen charakterisiert.

Die Wechselfolge der Faunentypen kann mit den durch die Oszillationen und die Auffüllung hervorgerufenen Faziesänderungen erklärt werden. Die Wiederkehr der Brackwasserphasen wird in allen Fällen durch Absinkung verursacht, während bei der Entwicklung der terrestrischen und limnischen Phasen in einigen Fällen die vorherrschende Rolle der Auffüllung, in anderen Fällen aber jene der Erhebung nachgewiesen werden konnte.

Die durch Oszillationen hervorgerufenen Faziesänderungen sind nicht für das ganze Oberpannon, sondern nur für die obere Hälfte des *Congeria balatonica*-Horizontes bezeichnend. Die Oszillationen stellen im allgemeinen Bewegungen mit in Richtung der jüngeren Ablagerungen zunehmenden Amplituden und sich verringernden Intervallen dar.

In der Erhebungsphase der Oszillationen konnte sowohl im am nördlichen Ufergebiet des Balatonsees liegenden Profil von Tihany, wie im am Südufer liegenden Taber Profil eine beträchtliche Denudation nachgewiesen werden.

Im nördlichen Ufergebiet des Balatons wechselten Erhebung und Absinkung fünfmal ab, während in seinem südlichen Ufergebiete nur eine einzige Erhebungsphase stattfand, deren Dauer aber jener des im Norden nachgewiesenen fünfmaligen Wechsels entsprochen haben mag.

Die in der Entwicklung des Oberpannons zwischen dem nördlichen und dem südlichen Ufergebiete des Balatons bestehende Abweichung kann mit den an beiden Seiten der entlang der Balatonlinie verlaufenden NO—SW-gerichteten tektonischen Hauptlinie stattgefundenen abweichenden Krustenbewegungen erklärt werden.

Die limnisch-terrestrischen Phasen sind im allgemeinen durch zwei paludische Schichten begrenzt. Ihren Beginn bezeichnet eine regressive paludische Schicht, die vorwiegend eine limnische-terrestrische Fauna einschliesst, während ihren Abschluss ein transgressiver paludischer Streifen bildet, der meistens eine Brackwasserfauna enthält.

In der Balatongegend wird der untere Teil des Oberpannon durch eine mit der Absinkung Schritt haltende Auffüllung, sein mittlerer Teil durch Oszillationen und sein oberer Teil durch Erhebung bezeichnet.

Die sowohl in den Sedimenten, wie im Faunenbilde bestehenden Abweichungen können letzten Endes auf die Verschiedenheit der Krustenbewegungen zurückgeführt werden, die eingehendere Gliederung des Oberpannon kann also auf ihrer Grundlage besser durchgeführt werden, als auf Grund der Leitfossilien, da diese im Oberpannon weder eine zufriedenstellende horizontale Verbreitung, noch ein gut abgrenzbares zeitliches Vorkommen haben.

Es ist nicht genügend, die Bedeutung der einzelnen Fazies mit der Anzahl der charakteristischen Arten oder den statistischen Angaben ihrer Individuenzahl anzugeben, denn die Beschaffenheit und die Mächtigkeit der Ablagerungen muss ebenfalls berücksichtigt werden.

Aus den Kurven der Faunen- und Sedimentenänderungen können zwei Gesetzmässigkeiten abgelesen werden:

a) Wenn die Faunenkurven und Sedimentenkurven parallel verlaufen, dann mag es sich um ein Becken gehandelt haben, das vom hydrographischen Netz der Gegend abgeschlossen war. In solchen Becken wird das Sediment bei der Absinkung feinkörniger.

b) Wenn die Sedimentenkurven und die Faunenkurven entgegengesetzt verlaufen, dann handelt es sich um ein Becken, das in das hydrographische Netz der Umgebung eingeschlossen war. Es ist also verständlich, dass bei der Absinkung dieses Beckens die Sedimente sich vergröbern, da sich die Arbeitsfähigkeit der einströmenden Flüsse erhöht hat.

Das auf Grund der in der Korngrösse und in der Sortierung eingetretenen Änderungen eingehend untersuchte Profil von Tihany hat darauf hingewiesen, dass der untere Teil des Tihanyer Profils durch Sedimente verschiedener Korngrössen aufgebaut wurde, die aber in allen Fällen gut sortiert waren (fluviatile Auffüllung). Dagegen besteht sein oberer Teil aus Sedimenten verschiedener Korngrösse und verschiedenen Sortierungsgrades. Schlecht sortierte Sedimente können in den terrestrischen Phasen und an den Stellen der Transgressionen vorgefunden werden. Die durch Auffüllung und durch Oszillationen verursachten Sedimentänderungen können also auf Grund der granulometrischen Untersuchung der Ablagerungen voneinander abgesondert werden.

Die neuerliche feinstratigraphische Bearbeitung des Profils von Tihany hat in den abschliessenden Schichten des Profils die völlige Trennung der brackischen Phase von der limnisch-terrestrischen Phase nachgewiesen.

Die Fauna des Tihanyer Profils ist als Ergebnis der jüngsten Sammlung in erster Linie an terrestrischen Arten angereichert und zwar von 2 auf 10 Arten. Hierher gehört auch die einzige neue Art, die unter dem Namen *Gastrocopta tihanyensis* beschrieben wurde.

Von den zur Pollenanalyse übergebenen 11 Proben konnte eine geringe Menge Pollen nur in zwei Proben, u. zw. in den Schichten No.

3 und 10 entdeckt werden. In beiden Proben kommt in erster Linie Koniferenpollen vor, was auf eine bedeutende Entfernung vom Ufer hinweist. Dies entspricht dem auf Grund der Fauna geschaffenen Bilde, da das betreffende Gebiet nur bei der Schicht No. 23 in Ufernähe gelang. Es muss wahrscheinlich dem Mangel an Einlagerung zugeschrieben werden, dass in den paludischen Schichten der terrestrischen und limnischen Ablagerungen keine Pollenkörner vorgefunden wurden.

## ТОНКОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЕРХНЕГО ПАННОНА ОКРЕСТНОСТИ ОЗЕРА БАЛАТОН

Ф е р е н ц   Б а р т а

Обработка верхне-паннонских отложений окрестности озера Балатон, проведенная новыми методами, с одной стороны требовала переоценки прежних исследований, а с другой стороны применения и описания новых взглядов. Первостепенной задачей тонкостратиграфической обработки верхне-паннонских местонахождений окрестности озера Балатон являлось выяснение исторической последовательности изменений осадков и фауны; на этом основании определяются закономерности взаимодействия изменений осадков и фауны и сверх этого — взаимные зависимости с более глубокими биологическими и геологическими событиями.

При помощи связывания имеющих значительное вертикальное распространение и богатых фауной разрезов местонахождений Тихань, Эч, Варпалота, Балатонфюзфё и находящегося со структурной точки зрения еще в северном положении Балатонсентдёрдь разворачивается палеоисторическая картина северного побережья озера Балатон, а путем согласования данных Табского разреза и глубокого бурения с. Гёргетаг — картина его южного побережья от горизонта *Congeria ungula caprae* до горизонта *Unio wetzleri* включительно.

Многочисленные данные об изменениях осадков и фаунистической картины были сделаны обозримыми применением статистических методов. Наряду с суммарной оценкой местонахождений приводятся данные детального седиментологического и фаунистического изучения разреза с. Тихань и полученные при этом результаты.

Самыми значительными результатами являются следующие:

Верхний паннон окрестности озера Балатон характеризуется чередованием миогалинных, олигогалинных, пресноводных и террестрических фаун.

Чередование фаунистических типов объясняется фаціальными изменениями, вызванными колебаниями и наполнением. Причиной повторения смешанноводных фаз во всех случаях являлось погружение, в то время как в связи с развитием террестрических и пресноводных фаз в отдельных случаях можно доказать господствующую роль наполнения, а в других случаях — поднимания.

Фациальные изменения, вызванные колебаниями, не характеризуют весь верхний паннон, а лишь верхнюю половину горизонта *Congeria balatonica*. Колебания в общем и целом являлись движениями, амплитуда которых в направлении более молодых осадков возрастала, а их интервалы уменьшились.

В поднимающейся фазе колебаний была выявлена денудация значительных размеров как в разрезе с. Тихань, расположенном на северном побережье озера Балатон, как и в Табском разрезе, находящемся на его южном побережье.

На северном побережье озера Балатон поднимания и погружения чередовались пять раз, в то время как на его южном побережье имела место только одна фаза поднимания, но она по своей длительности могла соответствовать длительности пятикратного чередования, выявленного на севере.

Различия, наблюдаемые в отношении развития верхнего паннона между северным и южным побережьями озера Балатон, можно объяснить различными движениями земной коры, имевшими место на обеих сторонах главной тектонической линии СВ—ЮЗ-ного направления, тянущейся по линии озера Балатон.

Пресноводные-террестрические фазы вообще ограничиваются двумя болотными слоями. Начало указанных фаз отмечается регрессионной болотной полосой, содержащей главным образом пресноводную-террестрическую фауну, и заканчиваются трансгрессивной болотной полосой, включающей преимущественно смешанноводную фауну.

Нижняя часть верхнего паннона в окрестности озера Балатон характеризуется наполнением, происшедшим параллельно с опусканием, его средняя часть — колебаниями, а его верхняя часть — подниманием.

Изменения осадков и фаунистической картины в конечном итоге основываются на различиях движений земной коры и поэтому подробное расчленение верхнего паннона на их основании можно произвести легче, чем на основании руководящих окаменелостей, которые в верхнем панноне не обладают ни удовлетворительным горизонтальным распространением, ни хорошо ограниченным во времени существованием.

Указывать на значение отдельных фаций статистическими данными о количестве характерных видов или о числе особей не является достаточным, так как качество и мощность осадков также должны быть учтены.

Из кривых изменений фаун и осадков можно вычитать две закономерности:

а. Где кривые фауны и осадков проходят параллельно, там вероятно существовал бассейн, загражденный от гидрографической сети района. В таких бассейнах осадки во время погружения становились более тонкозернистыми.

б. Где кривые фауны и осадка проходят в обратном смысле, там существовал бассейн, включенный в гидрографическую сеть района. Таким образом понятно, что при погружении таких бассейнов осадки

становились более грубозернистыми, так как работоспособность притекающих вод повысилась.

Тиханьский разрез, подробно изученный на основании изменений гранулометрического состава и сортированности, указал на то, что его нижняя часть построена различно-зернистыми осадками, которые однако в каждом случае хорошо сортированы (речное наполнение), в то время как его верхняя часть слагается разнородными осадками, степень сортированности которых изменчива. Осадки с низкой степенью сортированности встречаются в терестрических фазах и на местах трансгрессий. Таким образом изменения осадков, вызванные наполнением и колебаниями, могут быть отделены одни от других на основании изучения гранулометрического состава осадков.

Тонкостратиграфическая переобработка разреза с. Тихань в заключительных слоях разреза доказала совершенное отделение смешанноводной от пресноводной-терестрической фазы.

В течение нового сбора, фауна Тиханьского разреза главным образом была обогащена терестрическими видами, количество которых выросло от 2 до 10 видов. Сюда относится также единственный новый вид, описанный под названием *Gastrocopta tihanyensis*.

Из 11 проб, переданных на спорово-пыльцевой анализ, небольшое количество пыльцы было обнаружено лишь в двух пробах, взятых из слоев №№ 3 и 10. В обеих пробах преобладают пыльцы хвойных, что указывает на значительное расстояние от берега. Это соответствует картине, полученной на основании фауны, так как данная область попадала в прибрежную зону лишь с слоя № 23. Причиной того, что в болотных слоях терестрических и пресноводных осадков пыльцы не были найдены, по всей вероятности является то, что они там совсем не были захоронены.

## IRODALOM — LITERATUR

1. ANDRUSOV, D.: Dreissensidae. — St. Petersburg, 1897.
2. BARTHA, F.: Pliocén puhatestű fauna Öcsről. — Földt. Int. Évk. XLII. 3. 1954.
3. BARTHA, F. — Soós, L.: Die pliozäne Molluskenfauna von Balatonszentgyörgy. — Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung. VI. 1955.
4. BARTHA F.: A várpalotai pliocén puhatestű fauna biosztratigráfiai vizsgálata. — Földt. Int. Évk. XLIII. 2. 1955.
5. BARTHA F.: A tabi pannóniai korú fauna. — Földt. Int. Évk. XLV. 3. 1956.
6. BÁRDOSSY Gy.: Statisztikai módszerek alkalmazása a földtanban. — Földt. Közl. 87. 3. 1957.
7. BEUDANT, F. P.: Voyage mineralogique et géologique en Hongrie pendant l'année 1818. — Földt. Közl. II. 1871.
8. BULLA B.: Általános természeti földrajz. — Budapest, 1954.
9. BÖCKH J.: A Bakony déli részének földtani viszonyai. — Földt. Int. Évk. III. 1877.
10. BRUSINA, S.: Die Fauna der Congerienschichten von Agram in Kroatien. — Zagreb, 1883.
11. BRUSINA, S.: Gragja za Neogenska Malak. Fauna. — Zagreb, 1897.
12. BRUSINA, S.: Iconographia Molluscorum fossilium in terrule Tertiaria. — Zagreb, 1902.
13. CHEN-YA-SHIH: Die Abhängigkeit der Grösse und Schalendicke mancher Mollusken von der Temperatur und den Salzgehalt des Wassers. — Sitzber. d. Ges. Naturf. Freunde. Nr. 4–7, p. 238–287. 1937.
14. FÖLDVÁRINÉ—VOGL M.: Alföldi agyag és löszminták termikus vizsgálata. — Alföldi Kongresszus előadásaiból. 1952. IX.
15. FUCHS, TH.: Die Fauna der Congerienschichten von Radmanest im Banate. — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. XX. 1870.
16. FUCHS, TH.: Die Fauna der Congerienschichten von Tihany am Plattensee und Kup bei Pápa in Ungarn. — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. XX. 1870.
17. GILLET, S. — HORRENBERGER, I.: Observations sur la fauna de Radmanest (Banat roumain). — Extrait du C. R. Sommaire des Seance de la Soc. Géol. de France. Nos 11–12 p. 242. 1955.
18. HALAVÁTS Gy.: A magyar pontusi emelet általános és őslénytani irodalma. — Földt. Int. Kiadv. 1904.
19. HALAVÁTS Gy.: A balatonmelléki pontusi korú rétegek faunája. — Bal. Tud. Tanulm. Eredm. I. l. 1913.
20. HALAVÁTS, Gy.: Die oberpontische Molluskenfauna von Baltavár. — Földt. Int. Évk. XXIV. 1925.

21. HANDMANN, R.: Die fossile Molluskenfauna von Kottlingbrunn. — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. 32. 1882.
22. HANDMANN, R.: Die fossile Conchylien-Fauna von Leobersdorf im Tertiärbecken von Wien. — Münster, 1887.
23. HILTERMANN, H.: Klassifikation der natürlichen Brackwässer. — Erdöl u. Kohle. H. I. p. 4—8. 1949.
24. JEKELIUS, E.: Die Molluskenfauna der Dazischen Stufe des Beckens von Brasow. — Mem. Inst. Geol. al Rom. II. 1932.
25. JEKELIUS, E.: Die Parallelisierung der pliozänen Ablagerungen Südosteuropas. — An. Inst. Geol. Rom. XVII. 1932.
26. KORMOS T.: A meneshelyi édesvízi mészkő faunájáról. — Bal. Tud. Tanulm. Eredm. I. 1913.
27. KORIM K.: A délzalai olajmezők rétegvizeinek NaCl-tartalma. — Hidr. Közl. 35. 1, 2. 1955.
28. KRETZOI, M.: Betrachtungen über das Problem der Eiszeiten. — Ann. Mus. Nat. Hist. Nat. Hung. Pars Min. Geol. et Palaeont. XXXIV. 1941.
29. KRETZOI M.: Tengeri hal, krokodilus és óriás dinotherium a dunántúli pannóniai rétegekből. — Földt. Közl. 82. p. 279—283. 1952.
30. KRETZOI, M.: Wirbeltierfaunistische Angaben zur Quartärchronologie der Jankovich-Höhle. — Folia Archeologica IX. 1957.
31. KRIVÁČ, P.: Die Bildung der Karbonatsedimente im Zwischengebiet von Donau u. Theiss. — Acta Geol. I. 1—2. 1953.
32. ID. LÓCZY L.: A Balaton környékének képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. — Bal. Tud. Tanulm. Eredm. I. I. 1913.
33. LŐRENTHEY I.: A Szekszárd, Nagymányok és árpádi felsőpontusi lerakódások és faunájuk. — Földt. Int. Évk. X. 4. 1893.
34. LŐRENTHEY, I.: Die pannonische Fauna von Budapest. — Palaeontogr. XLVIII. 1902.
35. LŐRENTHEY I.: Adatok a Balaton melléki pannóniai korú rétegek faunájához és sztratigráfiai helyzetéhez. — Bal. Tud. Tanulm. Eredm. I. I. 1913.
36. NEUMAYR, M. — PAUL, M.: Die Congerien und Paludinenschichten Slavoniens und deren Faunen. — Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst. VIII. 3. 1875.
37. PAPP, A.: Die Molluskenfauna des Pannon im Wiener Becken. — Mitteil. d. Geol. Ges. in Wien. 44. 1951.
38. REDEKE, H. C.: Über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der Flora und Fauna des Brackwasser. — Verh. Int. Ver. Limn. VI. I. 1933.
39. REMANE, A.: Die Brackwasserfauna. — Verh. Deutsch. Zool. Ges., Zool. An. Supplein 7. 1934.
40. SANDBERGER, F.: Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. — Wiesbaden 1870—75.
41. SCHLOSSER, M.: Die Land- und Süßwassergastropoden von Eichkogel bei Mödling. — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. VII. 1907.
42. SCHMIDT, E. R.: Tektonische Studien aus dem Ungarischen Zwischengebirge, als Beispiele zur theoretischen und praktischen Anwendung der Geomechanik. — Geotektonisches Symposium zu Ehren von H. Stille.—Stuttgart, 1956.
43. SCHWÁB M. és SZ. HAJÓS M.: A balatonmáriafürdői magaspart földtani szelvénye és faunája. — Földt. Int. Évi Jel. 1954. évről. 1956.
44. SOÓS L.: Az öcsi felsőpontusi Mollusca-fauna. — Állattani Közl. XXXI. 3—4. 1934.
45. SOÓS L.: A Kárpátmedence Mollusca-faunája. — Budapest, 1943.



46. STACHE, S.: Jüngere Tertiärschichten des Bakonyer Waldes. — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. XII. 1862.
47. STEVANOVIĆ, P. M.: Pontische Stufe im engeren Sinne. Obere Congerenschichten Serbiens und der angrenzenden Gebiete. — Serbische Ak. d. Wiss. Mat. Nat. Kl. 187. 1951.
48. STRAUZ L.: A Dunántúl középső részének pannon-korú rétegei. — Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung. XXXV. P. Min. Geol. Pal. 1942.
49. STRAUZ L.: Viviparusok a Dunántúl középső részének pannóniai korú rétegeiből. — Földt. Int. Évk. 36. 1. 1942.
50. STRAUZ L.: A Melanopsisok változékonysága — Földt. Közl. 71. k. 1941.
51. STRAUZ L.: Az üledékképződés ütemessége. — Földt. Közl. 79. p. 407—412. 1949.
52. STRAUZ L.: Neogén fáciesvizsgálatok szerepe az ásványolajkutatóban. — Földt. Közl. 83. p. 287—290. 1953.
53. SÜMEGHY J.: Zalaegerszeg környékének levantei korú képződményei. — Földt. Közl. LV. 1925.
54. SÜMEGHY J.: A győri medence, a Dunántúl és az Alföld pannóniai üledékeinek összefoglaló ismertetése. — Földt. Int. Évk. 32. 1939.
55. SÜMEGHY J.: Medencéink pliocén és pleisztocén rétegtani kérdései. — Földt. Int. Évi Jel. 1951. évről. 1953.
56. SZUROVY G.: A Nagy Magyar Alföld fejlődéstörténete. — Földt. Közl. 78. p. 206—216. 1948.
57. TELEGDI ROTH, L.: Umgebung von Kismarton. — Erläuterungen zur Geol. Karte der Länder der Ungarischen Krone. Blatt C (1 : 144.000) 1884.
58. TELEGDI ROTH K.: Ósállattan. — Budapest, 1953.
59. THIENEMANN, A.: Die Binnenwässer Mitteleuropas. — Stuttgart, 1925.
60. VADÁSZ E.: Magyarország földtana. — Budapest, 1953.
61. VADÁSZ E.: Magyarország földtani nagyszerkezeti vázlata. — M. Tud. Ak. Műsz. Tud. Oszt. Közl. XIV. 1—3. 1954.
62. VADÁSZ E.: Elemző földtan. — Budapest, 1955.
63. VAJK R.: Adatok a Dunántúl tektonikájához geofizikai mérések alapján. — Föld. Közl. 73. p. 17—38. 1943.
64. VARRÓK K.: Jelentés az 1957. évben a Tihanyi-félszigeten végzett munkáról.— Kézirat.
65. VITÁLIS I.: A tihanyi Fehérpart pliocén kori rétegsora és faunája. — Földt. Közl. XXXVIII. 1908.
66. VITÁLIS I.: Adatok a Balaton vidéki pliocén és pleisztocén korú képződmények sztratigráfiájához. — Földt. Közl. XLI. 1911.
67. VITÁLIS I.: A peremartoni Somlódomb pliocén korú rétegsora és faunája. — Földt. Közl. XLII. 1912.
68. WENZ, W.: Gastropoda extramarina tertiaria. — Foss. Cat. I—XI. 1923—1930.
69. WENZ, W.: Zur Fauna der pontischen Schichten von Leobersdorf und vom Eichkogel bei Mödling. — Senckbg. Bd. 10. 1928.
70. WENZ, W.: Die Mollusken des Pliozäns der rumänischen Erdöl-Gebiete. — Senckbg. Bd. 24. 1942.
71. ZEPHAROVICH, V.: Die Halbinsel Tihany im Plattensee und nächste Umgebung von Füred. — Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Math. Nat. Classe XIX. B. 1856.

