

## SEDIMENTUNTERSUCHUNGEN IM SÜDWESTLICHSTEN TEILE DES BALATON, IN DER BUCHT VON KESZTHELY IN 1962

BÉLA ENTZ, JENŐ E. PONYI und GIZELLA TAMÁS

Eingegangen: 15. März 1963

In seichten stehenden Gewässern kommt dem Sediment von physikalischen, chemischen und biologischen Gesichtspunkten aus in gleicher Weise eine hervorragend wichtige Rolle zu. Über die Sedimentschichten des Balaton, deren Korngrösse und chemischen Zusammensetzung sowie über die Lebewelt des Sedimentes wissen wir verhältnismässig wenig. Erst seit neuester Zeit wurde die Aufmerksamkeit immer mehr auf das Sediment des Balatonsees hingelenkt, seitdem die Daten bezüglich der Verlandung des Sees und insbesondere der stets zunehmenden Verlandung der Bucht von Keszthely bekannt wurden (ENTZ 1959, SZESZTAY 1961). Da die infolge der Verlandung der Bucht von Keszthely eintretenden Veränderungen bereits in unseren Tagen sowohl aus Verkehrsrücksichten, als auch vom Standpunkte der Erholung ein ernstliches Problem bilden, wurden zum Erfassen dieser Vorgänge und der Aufung ihrer Ursachen, sowie zum Studium der zu einer Hontanhaltung dieses Vorganges bestehenden Möglichkeiten weitverzweigte Forschungsarbeiten eingeleitet. Unter Leitung des VITUKI (Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft) wurde zur Koordinierung dieser Arbeiten ein besonderer Koordinierungs-Ausschuss gebildet. Zur Verrichtung der vorzunehmenden Arbeiten wurde innerhalb des Biologischen Forschungsinstitutes der Ungarischen Akademie der Wissenschaften zu Tihany eine besondere Arbeitsgemeinschaft zusammengestellt, deren Zielsetzung es war, die Grössenverhältnisse der Sedimentkörner im Querschnitte der Bucht von Keszthely zu untersuchen, Angaben über deren Radioaktivität zu sammeln und die Verbreitung einzelner bodenbewohnender Organismen zu studieren.

Über Vorschlag des Koordinierenden Ausschusses wurden die physikalischen und chemischen Forschungsarbeiten seitens der Hydrologischen Landesdirektion im Wege über „VITUKI“ auch materiell subventioniert und unterstützt. Die erwähnten Arbeiten wurden durch Dr. BÉLA ENTZ sowie unter seiner Leitung und Anweisung durch die Assistentinnen Frau M. ENTZ und Fr. É. GOMBOS durchgeführt.\*

\* Wir wollen an dieser Stelle der Assistentin Frau Dr. M. ENTZ sowie der wissenschaftlichen Hilfskraft Fr. É. GOMBOS unseren besten Dank für ihre gewissenhafte und gründliche Arbeit aussprechen. Desgleichen danken wir auch bestens dem Personal des wissenschaftlichen Forschungsschiffes „Balaton“ und dem Laboranten G. DOBOS für ihre bzw. seine eifrige und erfolgreiche Mitwirkung an den Sammlerarbeiten.



Die Aufarbeitung der epipelischen Kieselalgen geschah durch Dr. GIZELLA TAMÁS, und Dr. JENŐ E. PONYI bearbeitete die Microcrustaceen der benthischen Meiofauna.

### Einsammlung des Materials

Für die Zwecke der Untersuchungen wurde das Material bei zwei Gelegenheiten eingesammelt; die erste Sammlungsserie wurde in der Zeit vom 9.—11. Mai bei ruhigem Wetter vorgenommen, die zweite Serie wurde bei wellenbewegtem Wasser zwischen dem 19.—21. Juli eingesammelt. Die einzelnen Sammelstellen sind in der Abb. 1. skizzenweise dargestellt.

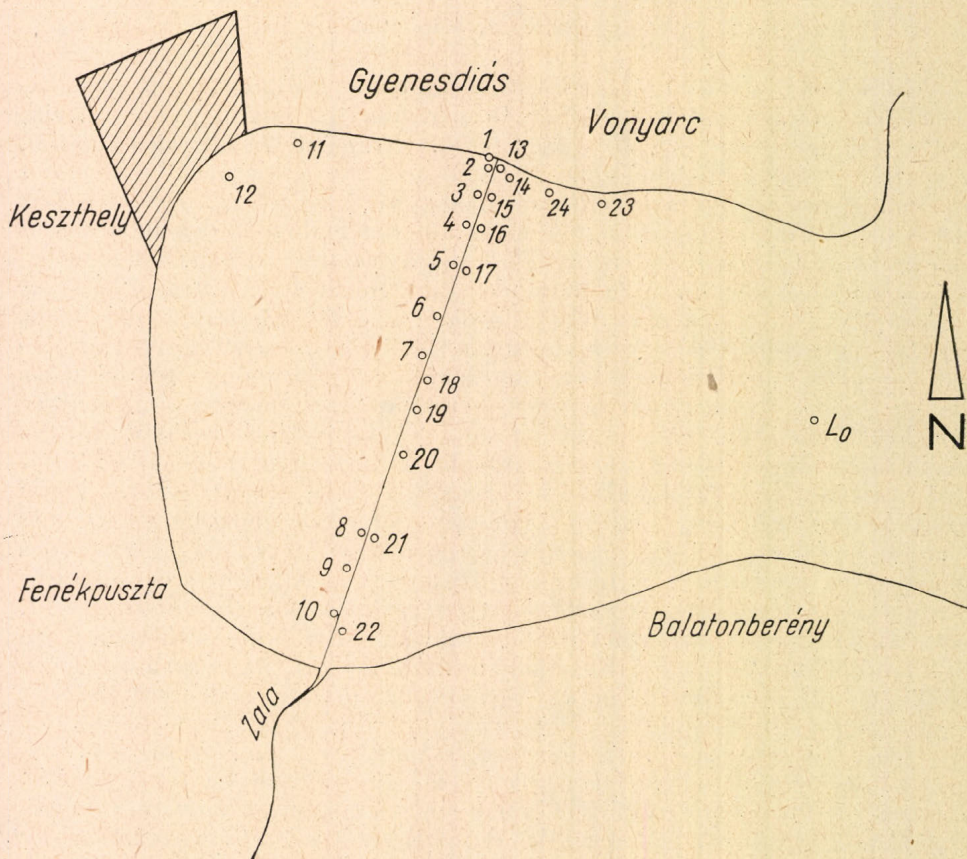


Abb. 1. Skizze der Probeentnahmestellen 1—24 in der Bucht von Keszthely (Balaton-See) Massstab 1: 86000. 1, 2, 11—14, 23 und 24 Sammelstellen in der Nähe des Nordufers; 10 und 25 Sammelstellen in der Nähe des Südufers; 3—9, 15—21 und  $L_0$  Probeentnahmestellen im offenen Wasser. Siehe noch Tab. 2 und 3.

1. ábra. Gyűjtőhelyek vázlata (1—24) a Keszthelyi-öbölben a Balatonon. Mérték 1: 86000. 1, 2, 11—14, 23 és 24 északparti mintavételi helyek; 10 és 25 mintavételi helyek a déli part közelében; 3—9, 15—21 és  $L_0$  mintavételi helyek a nyíltvízben. Lásd még 2. és 3. táblázat.



Die Sammlungen wurden an Bord des Forschungsschiffes der VITUKI, „Balaton“ von der Grenze der am Nordufer gelegenen Ortschaften Gyenesdiás und Vonyarc bis zur südwestlichen See-Ecke, der Einmündung des Zala-Flusses durchgeführt. (Abb. 1.) Die Proben wurden durch einen, seitens des wissenschaftlichen Mitarbeiter ERNŐ SZABÓ gefertigten Schlammstecher, sowie mittels des Schlammgreifers System EKMAN-BIRGE entnommen. Der Schlammstecher von SZABÓ ist eine Adaption des Schlammstechers von LIVINGSTONE sowie des von ROWLEY und DAHL und ist den Sedimentsverhältnissen des Balaton angepasst. (LIVINGSTONE 1955, ROWLEY and DAHL 1956.)

An dieser Stelle wollen wir dem wissenschaftlichen Mitarbeiter ERNŐ SZABÓ für seine, gelegentlich unserer Sammelarbeit bei der Anwendung des Apparates geleisteten Mithilfe unseren verbindlichsten Dank aussprechen.

Der Schlammstecher ermöglicht die Einsammlung von 40 cm langen Schlammkernen mit einem Durchmesser von 5 cm bis zu einer Wassertiefe von etwa 3,5 Metern. Der in einem Stück verbleibende, ziemlich bildsame Schlammkern wurde an Bord des Forschungsschiffes „Balaton“ auf eine PVC-Platte gebracht, wo wir ihn von der ursprünglichen Schlammoberfläche nach abwärts in 5 cm grosse Stücke zerlegten. Pro Sammelstelle wurden mindestens 5 solcher „Kerne“ ausgehoben und die Untersuchungen an, derselben Schichte entnommenen Durchschnittsproben durchgeführt. Die beiden obersten Schichten, welche wir in 0,0–2,5 und 2,5–5,0 cm beziehungsweise in 5,0–7,5 und 7,5–10,0 cm lange Stücke zerlegten, wurden gesondert untersucht.

Ein Teil des gesammelten Materials wurde für physikalische und chemische Untersuchungen beiseite gelegt. Der Rest wurde an Ort und Stelle durchgesiebt. Dies nahmen wir erst mittels eines Metallsiebes von 0,5 mm Maschenweite zum Erkennen des Vorkommens von Muschel- und Schneckenschalen vor. Einen weiteren Teil liessen wir durch ein Bronzesieb mit 0,2 bzw. 0,1 mm Maschenweite durchsieben, um daraus das Mikrocrustaceen-Material (Crustacea, Entomostraca) zu gewinnen.

Die epipelischen Kieselalgen (ROUND 1953, 1957, 1960 und 1961; WLADJIMIROVA 1960, 1961 und SCHUSE 1959) gewannen wir aus den mittels eines Bodengreifers, System EKMAN-BIRGE gesammelten Proben, von welchen wir nach Dekantierung des Wassers die oberste 0,5–1 cm Schichte, der sauerstoffreichen und auch der Farbe nach abweichenden „Mikrozone“ (MORTIMER 1942) mittels eines kleinen Metall-löffelchens abgehoben hatten. Diese Schichte wurde ebenfalls gesondert untersucht und studiert. Sie enthielt den sich am Seegrund bildenden und in ruhigen Zeiten, insbesondere unter der Eisdecke äusserst charakteristischen „Kieselalgenrasen“ (ENTZ 1954).

## Ergebnisse der Untersuchungen

### A. Physikalische und chemische Untersuchungen

1. *Grössenanalysen der Schlammpartikeln.* Mit den Vorgängen bei der Sedimentierung und der Grössengestaltung der Schlammpartikeln in seichten Gewässern haben sich viele Forscher beschäftigt (z. B. POSTMA 1957, RICHARDSON 1943, ROSSOLIMO 1950 u. a. m.). POSTMA stellt fest, dass der Durchschnitt der Korngrösse zugleich mit dem Anwachsen der Stärke der Wellentätigkeit bzw. der Strömung ebenfalls ansteigt. Diese seine Feststellung gilt im vollsten



Maasse auch für die Sedimente des Balaton, da bekannterweise das feinste (schlammige) Sediment für das Nordufer, das gröbere (sandige) dagegen für das Südufer kennzeichnend ist; dieser Umstand lässt sich aus den charakteristischen Windverhältnissen des Sees erklären.

Wir haben unsere Untersuchungen durch Siebe sowie mit Hilfe des Sedimentierungs-Apparates System KÖHN vorgenommen. Durch Siebe wurden die über 1 mm gröberen, beziehungsweise die Fraktionen von 0,5–1 mm und 0,1–0,5 mm ausgesondert (Vgl. ROSSOLIMO 1950). Die Ergebnisse sind in der *Tabelle 1.* zusammengefasst ersichtlich.

*Tabelle 1 — 1. táblázat*

Perzentuelle Verteilung der Korngrösse in der obersten, 20 cm dicken Sedimentsschichte der Bucht von Keszthely in der Zeit vom 19.—20. Juli 1962  
A szemcsenagyság %-os megoszlása a felső 20 cm üledékrétegen a Keszthelyi-öbölben 1962. VII. 19–20-án

| Nummer<br>der Sammelstellen<br>A gyűjtőhelyek száma | 13    | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| >1 mm   | 2,25  | 27,8 | 0,5  | 0,0  | 0,9  | 1,8  | 0,0  | 0,0  | 1,7  | 0,0  |
| 0,5–1 mm  | 1,55  | 8,9  | 0,8  | 0,1  | 0,09 | 0,4  | 0,0  | 0,3  | 0,2  | 0,1  |
| 0,1–0,5 mm  | 9,40  | 21,2 | 9,1  | 5,2  | 1,3  | 4,9  | 2,8  | 2,3  | 17,1 | 90,4 |
| 0,05–0,1 mm   | 20,44 | 3,7  | 34,6 | 17,9 | 31,2 | 2,3  | 11,2 | 19,2 | 46,5 | 6,1  |
| 0,02–0,05 mm  | 59,04 | 24,6 | 6,8  | 2,2  | 2,9  | 6,8  | 9,1  | 11,2 | 32,2 | 2,4  |
| 0,01–0,02 mm  | 2,91  | 4,8  | 46,3 | 71,8 | 11,9 | 81,0 | 74,2 | 63,8 | 0,8  | 0,2  |
| 0,005–0,01 mm                                       | 2,24  | 3,1  | 0,5  | 1,2  | 50,9 | 1,4  | 0,9  | 1,1  | 0,3  | 0,04 |
| <0,005 mm   | 2,22  | 4,1  | 1,1  | 1,3  | 0,6  | 2,0  | 1,4  | 1,7  | 1,1  | 0,36 |

Erklärung zu den Sammelstellen siehe Tab. 2 und 3 Vergleiche noch Abb. 1.

A gyűjtőhelyek magyarázatát l. 2. és 3. táblázat V. ö. 1. ábrán.

In Übereinstimmung mit den Feststellungen von LÓCZY (1916) wurde festgestellt, dass sich grober Staub längs des nördlichen, windgeschützten Ufersaumes im Röhrichtsgürtel und unmittelbar vor demselben in grossen Mengen absetzt. Diese Teilchen gelangen hauptsächlich infolge des Windschutzes und der filtrierenden Wirkung des Röhrichtes ins Wasser. Für diesen Abschnitt ist auch eine bedeutende Menge von groben organischen Stoffen (Schilf, Laichkraut, u. s. w.) charakteristisch. Vom Ufer gegen die Seemitte zu fortschreitend verringert sich die Menge der groben Partikelchen und in einer Entfernung von etwa 500–800 m vom Ufer findet sich an Stelle des bis dahin eher dunklen oder lichtgrauen ein ganz hellgrauer, fast weisslicher Schlamm von äusserst feiner Korngrösse. Diese feinkörnige Zone findet sich Längs des nördlichen Ufersaumes in annähernd gleicher Entfernung davon fast überall und kann man sie, vermutlich durch die Assimilationstätigkeit des Pflanzenwuchses ausgelöstem und angehäuften biogenem Kalk, als ein sehr feinkörniges Sediment bezeichnen. In dieser Zone ist das Wasser infolge der Wirkung des Südwindes am stärksten getrübt und das hier von den im Innern des Wassers schwebenden Partikeln zurückreflektierte Licht, das sogenannte „Unterlicht“ ist so stark, dass es über 25% des einfallenden Lichtes erreichen kann. An diesen Stellen erscheint das Wasser des Sees bei starkem Sonnenlicht geradezu leuchtend (ENTZ, 1959).



Eine, zwar sehr dünne Sedimentsschichte ähnlichen Ursprunges kann auch an den Ufersteinen beobachtet werden, wie darauf bereits ROLL in anderen Süßwässern verwiesen hat. (ROLL, 1939.)

Jenseits des weisslichen Streifens wird die Farbe des Sediments gelblich und die Partikelzusammensetzung gestaltet sich gegen das Südufer zu vorerst in allmählicher Steigerung, sodann plötzlich gröber. Hier erreicht der Anteil der über 0,1 mm oder noch gröberen Sandkörnchen selbst 90% oder auch noch mehr, sodass hier das Sediment bereits fast reiner Sand ist.

2. *Chemische Analysen.* Unsere chemischen Analysen bezogen sich in der Hauptsache auf den Gehalt an Ca, Mg, Na, K, Karbonat sowie auf den Gehalt des Schlammes an organischen Stoffen. Der Ca und Mg Gehalt wurde komplexometrisch bestimmt. Gleichzeitig stellten wir auch mittels des PASSON-Apparates den Karbonatgehalt des Schlammes fest; der K und Na Gehalt wurde mittels Flammenphotometers ermittelt. Die organischen Stoffe wurden in der Weise bestimmt, dass wir die getrockneten und abgewogenen Proben zuerst mit einer Lösung von 10% Salzsäure behandelten. Nach einer Durchwaschung in destilliertem Wasser und neuerlichen Trocknen wurden die Proben bei 650° C geglüht, sodann wieder abgewogen; der durch die Erhitzung entstandene Gewichtsunterschied ergab den Gehalt an organischen Stoffen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 2 und 3 zusammengefasst.

Aus diesen erhellt, dass der Ca-Gehalt des Schlammes auf dem schlammigen Gebiet nahe an 25% beträgt und diesen sogar oft überschreitet, was bei  $\text{CaCO}_3$  nahezu 2/3 des Gesamtgewichtes ausmacht. Da der grösste Teil der Bucht, — wie es auch beim grössten Teile des Sees der Fall ist, — dieses Kennzeichen trägt, können wir die Bucht und den See Balaton selbst, nach der Klassifizierung von KONSCHIN (1937) und STANGENBERG (1938) als einen, an  $\text{CaCO}_3$ -Sedimenten reichen See bezeichnen. In der Nähe des Somogyer-Ufers ist der  $\text{CaCO}_3$  Gehalt des Sedimentes wesentlich geringer. Interessant jedoch und von biologischem Gesichtspunkte aus wesentlich ist es, dass die oberste, sauerstoffreiche Mikrozone auch im sandigen Ufersediment aus einer etwa 1 cm dicken kalkreichen Sedimentschichte besteht, deren Ca und  $\text{CO}_3$ -Gehalt fast das Dreifache der darunter befindlichen, sandigen Sedimentschichte ausmacht und ungefähr der Zusammensetzung der an der Oberfläche des im übrigen Teile des Sees befindlichen Sedimentschichte gleichkommt. Die in der Zusammensetzung des Sedimentes charakteristischen Züge hängen mit dessen Bildung sowie der Wasserbewegung zusammen. Daraus erklärt es sich, dass die in der obersten, etwa 1 cm dicken Sedimentsschichte lebende Microcrustaceen-Fauna in der Nähe des nördlichen und des südlichen Ufers beinahe dieselbe ist. Dagegen konnten wir auf Grund unserer in den tieferen Sedimentschichten vorgenommenen orientierenden Untersuchungen eine gänzlich abweichende Tierwelt nachweisen, welcher Umstand mit der Verschiedenen Korngrösse, dem Grade der Sauerstoffsättigung und dem Nährgehalt etc. der Sedimentschichten in Zusammenhang gebracht werden kann (vgl. CZECHUGA 1960. JÄRNEFELT 1954, KLEEREKOPER 1958).

Der Mg-Gehalt bleibt stets wesentlich hinter dem Kalciumgehalt des Sediments zurück und erreicht kaum 20—30% desselben. Der K und Na-Gehalt des Schlammes ist im allgemeinen niedrig und beträgt 0,1—0,3%. Eine bestimmt ausgesprochene Regelmässigkeit konnte längs dieses Profils zwischen den einzelnen Sammelstellen nicht festgestellt werden. Doch ist es interessant, dass der K-Gehalt bis zur „Schwelle“ vom Somogyer-Ufer, das



heisst dem Ort der stärksten Strömung sowohl von Norden, als auch ebenso von Süden her anstieg und an dieser Stelle maximal war. Die ermittelten Werte stimmen mit denen der früheren Wasser-Analysen überein, wonach der K-Gehalt im sogenannten Brunnen von Tihany am höchsten ist (ENTZ, 1953).

Vom biologischen Standpunkt aus ist die Verteilung des Gehaltes an organischen Stoffen bemerkenswert. Der organische Stoffgehalt des Sedimentes ist im allgemeinen niedrig zu nennen. Höhere Werte erreichten wir bloss in der

Tabellé 2 — 2. táblázat

Erste Sammelserie in der Bucht von Keszthely 9–10. Mai 1962  
Első gyűjtési sorozat a Keszthelyi-öbölben 1962. május 9–10-én

| Nummer der<br>Sammel-<br>stelle<br>Gyűjtőhely<br>száma | Entfernung<br>vom Ufer<br>Távolság<br>a parttól<br>m | Wassertiefe<br>Vízmélység<br>cm | Ca % | Mg % | Asche (Silicat)<br>Hamu (szilikát)<br>% | Dreissena-<br>schale<br>pro 100 cm <sup>2</sup><br>Dreissenahéj<br>100 cm <sup>2</sup> -ként |
|--|--|---------------------------------|------|------|---|--|
| 1.   | 50   | 120                             | 21,6 | 2,4  |   |  |
| 2.   | 150  | 160                             | 13,7 | 2,6  |   |  |
| 3.   | 400  | 200                             | 24,5 | 4,8  | 8,6                                     | 34   |
| 4.   | 800  | 240                             | 21,3 | 3,2  | 8,5                                     | 42   |
| 5.   | 1500   | 260                             |      |      |   | 34   |
| 6.   | 2000   | 290                             | 15,1 | 3,6  | 21,6                                    | 27   |
| 7.   | 2500   | 310                             |      |      |   | 24   |
| 8.   | 1500   | 290                             | 11,7 | 4,4  | 35,4                                    | 6  |
| 9.   | 1000   | 280                             | 7,7  | 3,8  | 52,0                                    | 3  |
| 10.  | 500  | 100                             | 9,3  | 2,8  | 62,0                                    | 0  |
| 11.  |  | 160                             |      |      |   | 105  |
| 12.  |  |                                 |      |      |   | 33   |

1. Sammelstelle unmittelbar von dem 50 m breiten Ufer- Röhrichsfeld. — Gyűjtőhely közvetlenül a parti 50 m széles nádas előtt. 2–7. Sammelstellen in der Linie Kirche von Diás—Zalamündung, in der bezeichneten Entfernung vom Nordufer. — Gyűjtőhelyek a diási templom—Zalatorok vonalban az északi parttól a feltüntetett távolságban. 8–10 Sammelstellen in der vorhergenannten Linie von der Zalamündung an gerechnet. — Gyűjtőhelyek az előbbi vonalban a Zalatoroktól számítva. 11. Vor Keszthely, 200 m vom Ufer entfernt. — Keszthely előtt, a parttól 200 m-re. 12. Sammelstelle vor dem keszthelyer Molo, etwa 100 m davon entfernt. — Gyűjtőhely a keszthelyi móló előtt, at-ltó kb. 100 m-re. Siehe noch Abb. 1. Lásd még 1. ábra.

Nähe des Nordufers, im Innern von Röhrichsbeständen oder unmittelbar vor den Röhrichten (18 und sogar 42% !), während sich diese Werte im Sediment des offenen Wassers niemals über 7% erhoben. Im Durchschnitt ergaben sich in den nördlichen und mittleren Teilen des Sees Werte von 3–7%, in der Nähe des südlichen, sandigen Ufers solche von 1–2%.

Aus diesen Angaben ergibt sich von selbst, dass der Schlamm im Balaton — und demgemäss auch in der Bucht von Keszthely — wegen seines allzuge-ringen Gehaltes an organischen Stoffen zu „Düngungszwecken“ nicht verwen-det werden kann. Dagegen könnte dieser wegen seines hohen Kalkgehaltes zur Aufbesserung von kalkarmen Böden in Betracht gezogen werden.

Die Aschen-Menge steigt von 15–20% des Nordufers bis auf 60–80% gegen das Südufer hin an und erhebt sich sogar noch darüber hinaus (Tabellen 2 und 3).



Tabelle 3 — 3. táblázat

Zweite Sammlungsserie in der Bucht von Keszthely, 18–20. Juli 1962  
 Második gyűjtési sorozat a Keszthelyi-öbölben 1962. július 18–20-án

| Nummer der<br>Sammelstelle<br>Gyűjtőhely<br>száma | Entfernung<br>vom Ufer<br>Távolság<br>a parttól | CO <sub>2</sub> % | Wassertiefe<br>Vízmélység<br>cm | Ca % | Mg % | Na % | K %  | Organisches<br>Material<br>Szerves anyag<br>% | Asche (Silikate)<br>Hamu (szilikát)<br>% | Zusammen<br>Összesen<br>% |
|---|---|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|---|--|---------------------------|
| 23.   | 50  | 39,8              | 140                             | 23,6 | 2,5  | 0,14 | 0,30 |   |  |                           |
| 24.   | 60  | 14,2              | 160                             | 11,7 | 4,5  | 0,13 | 0,12 | 42,0  | 21,5                                     | 94,1                      |
| 13.   | 100   | 43,7              | 120                             | 22,1 | 4,2  | 0,11 | 0,25 | 5,7   | 18,5                                     | 94,6                      |
| 14.   | 150   | 37,9              | 130                             | 23,6 | 2,4  | 0,14 | 0,33 | 18,6  | 16,9                                     | 98,8                      |
| 15.   | 400   | 41,3              | 190                             | 26,9 | 2,7  | 0,14 | 0,33 | 5,1   | 20,1                                     | 96,5                      |
| 16.   | 800   | 46,4              | 260                             | 26,4 | 2,5  | 0,18 | 0,30 | 6,7   | 20,5                                     | 103,1                     |
| 17.   | 1300  | 34,3              | 270                             | 15,0 | 3,4  | 0,25 | 0,20 | 4,4   | 37,9                                     | 95,5                      |
| 18.   | 2800  | 31,8              | 320                             | 23,7 | 2,9  | 0,26 | 0,28 | 3,3   | 38,4                                     | 100,7                     |
| 19.   | 3000  | 32,2              | 300                             | 22,5 | 3,3  | 0,25 | 0,23 | 3,1   | 36,7                                     | 98,3                      |
| 20.   | 2500  | 28,5              | 280                             | 20,2 | 3,0  | 0,27 | 0,21 | 3,2   | 39,8                                     | 95,2                      |
| 21.   | 1500  | 16,7              | 260                             | 12,3 | 4,2  | 0,15 | 0,12 | 1,5   | 60,0                                     | 95,0                      |
| 22.   | 700   | 10,6              | 110                             | 7,4  | 2,5  | 0,10 | 0,09 | 1,2   | 76,5                                     | 98,4                      |
| L <sub>0</sub>                                    | 2500  | 28,4              | 310                             | 18,7 |      |      |      |   |  |                           |
| K <sub>0</sub>                                    |   | 33,8              | 420                             | 22,9 |      |      |      |   |  |                           |
| A <sub>1</sub>                                    | 300   | 31,5              |                                 | 19,7 |      |      |      |   |  |                           |
| 22*   | 700   | 28,9              |                                 | 21,0 |      |      |      |   |  |                           |
| L <sub>0</sub> *                                  | 2500  | 33,9              |                                 | 23,3 |      |      |      |   |  |                           |

L<sub>0</sub> = Seemitte im Eingang der Keszthelyer-Bucht. — Tóközép a Keszthelyi-öböl bejáratában.

K<sub>0</sub> = Offenes Wasser zwischen Szigliget und Balatonfenyves. — Nyíltvíz Szigliget és Balatonfenyves között.

A<sub>1</sub> = Offenes Wasser bei Tihany etwa 500 m vor dem Biologischen Forschungsinstitut. — Tihany, nyíltvíz a Biológiai Kutatóintézet előtt 500 m-re.

\* = Angaben aus dem obersten Sedimentschicht. — Adatok a legfelső üledék-rétegből.

### 3. Radioaktivitäts-Untersuchungen.

Solche nahmen wir nach der Methode ENTZ-NÉMETH vor (ENTZ-NÉMETH 1962) und bestimmten bloss die  $\beta$ -Aktivität; im Gegensatz zu den  $\gamma$ -Aktivitäts-Messungen von Rákóczi (1962) konnten wir in der Verteilung derselben keine regionalen Abweichungen oder ein entschiedenes Ansteigen der Werte gegen die Mündung des Zala-Flusses zu nachweisen. — Dagegen wiesen mehrere hundert Radioaktivitäts-Messungen darauf hin, dass die Radioaktivität der obersten, ca 0,5 cm dicken Schlammsschichte ziemlich bedeutend ist und jene der darunter liegenden Schichten mehrfach zu übersteigen vermag. Dies steht sicherlich mit dem massenhaften Vorkommen der epipelischen Algen in unmittelbarem Zusammenhang (Tabelle 4). Abgesehen von dieser obersten Schicht konnten wir sonst überall nur bedeutend niedrigere Werte messen. Aus den von verschiedenen Tiefen des Sedimentes entnommenen Proben konnten wir auf die Verteilung der Aktivität der Tiefe nach innerhalb der oberen, 40 cm dicken Sedimentsschichte keine bestimmten Folgerungen ableiten.



Tabelle 4 — 4 táblázat

Radioaktivitätsmessungen. Die Proben beziehen sich auf die am 9–10. Mai erhaltenen Serien  
Radioaktivitási mérések. A gyűjtések a május 9–10-én kapott sorozatra vonatkoznak

| Tiefe<br>Mélység<br>cm | Nummer der Probeentnahmestellen — Gyűjtőhelyek száma |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
|                        | 1.   | 2.   | 3.   | 4.   | 6.   | 8.   | 9.   | 10.  |
| 0— 0,5                 |  |      |      | 95,1 |      | 62,8 |      |      |
| 0— 5                   | 55,7   | 45,3 |      | 25,7 |      | 20,8 |      | 31,8 |
| 5—10                   | 45,4   |      |      | 15,7 |      | 18,6 |      | 29,3 |
| 10—15                  | 45,4   | 49,8 | 27,8 | 16,2 | 40,1 | 17,7 | 31,0 |      |
| 15—20                  |  |      |      |      | 39,8 | 20,7 |      | 31,0 |
| 20—25                  | 25,8   | 34,6 |      | 19,0 | 39,7 | 21,2 |      |      |
| 25—30                  |  |      | 22,8 | 19,4 | 39,7 | 21,0 |      | 27,0 |
| 30—35                  | 16,2   | 24,9 |      | 19,0 | 37,2 | 19,5 |      |      |
| 35—40                  |  |      |      |      |      | 18,4 | 33,2 |      |

Die Werte ergeben die Anzahl der von uns beobachteten Impulse pro Minute im Durchschnitt vieler Messungen. Aus der Impulsenzahl ist der aktuelle Hintergrund subtrahiert. Das Trockengewicht der eingemessenen Sedimentsmenge betrug 17 g, welche wir vor der Messung auf 35 cm<sup>3</sup> verdichtet hatten. — Az értékek az általunk észlelt impulzusszámot adják meg percenként sok mérés átlagában. Az impulzusszámból az aktuális háttér le van vonva. A bémért üledékmennyiség szárazsúlya 17 g volt, mely anyagot a mérés előtt 35 cm<sup>3</sup>-re tömörítettük.

#### 4. Untersuchungen von Muschelresten.

Nach Ansicht des Herrn ISTVÁN TÖLG (TÖLG, 1962) könnten die in verschiedenen Schichten des Sedimentes vorfindbaren Wandermuschelschalen bezüglich des Anwachsens der Sedimentsdicke gewisse Anhaltspunkte liefern. Es ist bekannt, dass die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha* PALL.) vor etwa 30 Jahren im Balaton eingebürgert wurde und dass sie um dieselbe Zeit auch in die Bucht von Keszthely gelangte. Im Laufe unserer Forschungsarbeiten haben wir gelegentlich unserer Sammlungen im Mai an sämtlichen Sammelstellen je 5 cm Schichten von der Oberfläche bis zu einer Tiefe von 40 cm mehrere Proben durchgesehen. Aus den Schichten zwischen 0–10 cm kamen zahlreiche Wandermuschelschalen hervor, besonders aus den Tiefen von 5–7,5 cm. Dagegen fanden sich aus Tiefen über 12,5 cm in keiner einzigen Probe mehr solche Muschelschalen vor. Wenn auch dieses Ergebnis der Untersuchungen nicht als Beweis dafür angenommen werden kann, dass sich in der Bucht von Keszthely in den letzten 30 Jahren höchstens eine Sedimentsschicht von 125 mm gebildet hätte, erscheint es doch als wahrscheinlich, dass eine wesentlich dickere Sedimentschicht, — wenigstens in den schlammigen Teilen der Bucht, — nicht entstanden ist. Die Tabelle 2 gibt Aufschluss über das Vorkommen und die Anzahl der *Dreissena*-Muschelschalen in den einzelnen Sammelstellen. Aus derselben Tabelle erhellt auch, dass die Muschelschalen im Sediment zunächst des Somogyer-Ufers sich kaum angesammelt hatten, während die Anzahl der im Sediment vorfindbaren Muschelschalen in der Nähe des ruhigeren Nordufers ziemlich bedeutend ist. Zu bemerken wäre, dass wir im durchgesehenen Sediment natürlich niemals lebende Wandermuscheln fanden, obgleich solche in, aus anderen Orten entnommenen Proben öfters vorkamen.



## B. Algologische Untersuchungen

Die algologischen Untersuchungen haben wir an den Sedimentsproben teilweise auch nach Mazerierung derselben vorgenommen; die Mazerierung haben wir mittels der sogenannten Kalt-Mazerierungs Methode VAN DER WERFF (1955, 276.277), welche sich bei der Bestimmung von Detritus- und Kieselalgenproben der Uferzone (durchgeführt von GELLÉRT-TAMÁS 1958, TAMÁS-GELLÉRT 1958) wohl bewährt hatte. Die Schlammproben wurden im südwestlichen Teile des Sees in der Bucht von Keszthely an 7 Stellen (6, 8, 4, 18, 19, 20 und 21) gesammelt; zu Vergleichszwecken haben wir auch noch an 3 anderen Punkten ( $L_0$ ,  $K_0$ ,  $A_1$ ) Proben entnommen.\* Die Proben Nro 4, 6 und 8 stammen aus der Mai-Sammlung, die weiteren aus der Sammlung vom Juli.

In den aus den 0–10 mm tiefen Schichten entnommenen Proben haben wir Algen in bedeutenden Mengen aufgezeichnet, und zwar: *Cyanophyta*: *Microcystis flos-aquae* (WITTR. (KIRCHN. 18(k), *Coelosphaerium Kützingianum* NAEG. 6 (e), *Gomphosphaeria lacustris* CHOD. 4 (e), *Pseudanabaena catenata* LAUT. 6 (e), *Oscillatoria amphibia* AG. 6 (e), *Lyngbya circumcreta* G. S. WEST 4, 6, 18, 20  $L_0$ ,  $A_1$  (e), *Anabaena constricta* (SZAFER) GEITLER 18, 19, 21 (e), *Euglenophyta*: *Euglena* sp. 18, 20 (e), *Phacus acuminatus* STOKES 8 (e), *Phacus* sp. 18 (e), *Trachelomonas volvocina* EHR. 18 (s),  $K_0$  (k). *Chrysophyta*: *Planktonema Lauterborni* SCHMILDE 4, 6, 8 (e) (Die Kieselalgen siehe in den folgenden Aufzählungen!). — *Pyrrophyta*: *Ceratium hirundinella* (MÜLL.) BERGH. 20 (e). *Chlorophyta*: *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* NAEG. 6, 8 (e), *D. pulchellum* WOOD. 4, 6, 8 (e), 19 (k). 4, 6, 8 (e), 19 (k). *Pediastrum Boryanum* (TURP.) MENEGH. 6, 8, 19, 20, 21 (e), *P. clathratum* (SCHROET.) LEMM. 6, 19,  $A_1$  (e), *Oocystis submarina* LAGERH. (6) (e), *Ankistrodesmus falcatus* var. *mirabile* W. and G. WEST 6 (e), *Scenedesmus armatus* CHOD. 6, 8 (e), *S. eornis* (RALFS) CHOD. 6, 8 (e), *S. intermedius* var. *balatonicus* HORTOB. 6 (e), *S. quadricauda* (TURP.) BRÉB. 6, 18, 20 (e), *S. spinosus* CHOD. 6 (e), *S. tenuispina* CHOD. 6 (e), *Staurostrum gracile* RALFS 8 (e).

Drei Kieselalgenarten kamen in sämtlichen Proben vor: *Nitzschia sigmoidea*, *Cymatopleura elliptica*, *Surirella robusta* var. *splendida*. Die meisten sonstigen Arten fanden sich in je einer Probe. Letztere wurden eben ihres seltenen Vorkommens halber in der Tabelle 5 nicht aufgenommen, doch wollen wir im Folgenden ihre Daten anführen; (Zeichenerklärung siehe bei der Tabelle!): *Melosira italica* (EHR.) KÜTZ. 6, V. 9 (e), *Cyclotella striata* (KÜTZ.) GRUN. 21 VII. 19. (k), *Stephanodiscus astraes* (EHR.) GRUN 20 VII. 19. (e), *Fragilaria brevistriata* var. *trigibba* (PANT.) HUST. 21 VII. 19. und  $K_0$  VII. 20 (e), *F. intermedia* GRUN. 20. VII. 19 (l), *F. pinnata* EHR. 21 VII. 19. (k), *F. pinnata* var. *lancettula* (SCHUM.) HUST.  $K_0$  VII. 21 (k), *Asterionella formosa* HASSAL 6 V. 9. (e), *Synedra acus* KÜTZ. 6 V. 9 (e), *Cocconeis placentula* EHR. 21 und 18 VII. 19. (k), *C. placentula* var. *euglypta* (EHR.) CLEVE 18 VII. 19 (e), *C. placentula* var. *klinoraphis* GEITLER 21 VII. 19 (e), *Gyrosigma attenuatum* (KÜTZ.) RABH.  $A_1$ , VII. 20. (e), *Neidium dubium* (EHR.) CLEVE 19 VII. 19 (k), *Anomoeoneis*

\* Die mit Buchstaben bezeichneten Sammelstellen sind erstmalig auf jener Karte aufgezeichnet, auf welcher OLGA SEBESTYÉN jene als Sammelstellen in Betracht kommenden Punkte bezeichnet hatte, welche zwecks Bestimmung der horizontalen Verbreitung nötig erschienen (vgl. SEBESTYÉN O. 1960).



## Bacillariophyta

|   | 6     | 8      | 4     | 21       | 20       | 19       | M <sub>0</sub> | L <sub>0</sub> | K <sub>0</sub> | A <sub>1</sub> |
|---|-------|--------|-------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   | V. 9. | V. 10. | V. 9. | VII. 19. | VII. 19. | VII. 19. | VII. 19.       | VII. 20.       | VII. 20.       | VII. 20.       |
| Centrales                                   |       |        |       |          |          |          |                |                |                |                |
| Melosira granulata (Ehr.) Ralfs .....       |       | k      | k     | k        | k        | k        | k              | k              |                | k              |
| Melosira granulata var. angustissima Müll.  | e     | e      |       |          |          |          | e              |                |                |                |
| Cyclotella bodanica Eulens. ....            | e     | e      | e     | e        | e        |          | k              | k              |                | k              |
| Cyclotella Meneghiniana Kütz. ....          |       | k      |       | k        | k        |          | k              |                |                | k              |
| Cyclotella ocellata Pant. ....              |       | e      |       |          | k        | k        | k              | k              |                | k              |
| Cyclotella stelligera Cleve & Grun. ....    | s     | s      | s     |          |          |          |                |                |                |                |
| Pennales                                    |       |        |       |          |          |          |                |                |                |                |
| Opephora Martyi Hérib. ....                 | k     |        | k     | k        |          | k        |                | k              | k              | k              |
| Fragilaria construens (Ehr.) Grun. ....     | s     | s      |       | s        | s        | s        | s              | s              | s              | s              |
| Fragilaria Pantocsekii var. typica A. Cleve |       |        |       | s        | s        | s        | s              | s              | s              |                |
| Synedra ulna var. biceps (Kütz.) V. Schönf. |       |        |       | k        |          |          | k              | k              |                |                |
| Gyrosigma distortum var. Parkeri Harris. .  | s     | s      | s     | s        |          | s        | s              |                |                |                |
| Gyrosigma Kützingii (Grun.) Cleve. ....     |       |        |       | k        | k        | k        | k              | k              | k              | k              |
| Gyrosigma prolongatum (W. Smith) Cleve      | k     | k      | k     | k        |          |          | k              |                |                |                |
| Caloneis Schumanniana var. biconstricta     |       |        |       |          |          |          |                |                |                |                |
| Grun. ....                                  |       | k      |       |          | k        | k        | k              | k              | k              | k              |
| Neidium dubium f. constricta Hust. ....     |       |        |       |          |          |          | k              | k              | k              | k              |
| Diploneis domblittensis (Grun.) Cleve. . .  |       |        |       | k        | k        |          | k              | k              | k              | k              |
| Diploneis elliptica (Kütz.) V. Cleve. ....  | k     | k      | k     | k        | k        | k        | k              | k              |                |                |
| Diploneis puella (Schum.) Cleve. ....       |       |        |       | k        |          | k        |                |                | k              | k              |
| Stauroneis Smithii var. incisa Pant. ....   |       |        |       | k        | k        |          | k              |                | k              |                |
| Navicula costulata Grun. ....               |       |        |       | k        | k        | k        | k              | k              | k              | k              |
| Navicula cryptocephala Kütz. ....           | k     |        |       | k        | k        | k        | k              | k              | k              |                |
| Navicula hungarica var. capitata (Ehr.)     |       |        |       |          |          |          |                |                |                |                |
| V. Cleve .....                              | k     | k      |       | k        | k        | k        | k              |                | k              |                |
| Navicula placentula (Ehr.) Grun. ....       | k     | k      |       | k        | k        | k        |                | k              |                | k              |
| Amphora ovalis Kütz. ....                   | k     | k      |       | k        | k        | k        | k              | k              | k              | k              |
| Cymbella Ehrenbergii Kütz. ....             |       |        |       | k        | k        | k        | k              | k              |                | k              |
| Cymbella prostata (Berk.) Cleve .....       |       |        |       | k        | k        | k        |                |                |                |                |
| Epithemia Hyndmani W. Smith .....           |       | k      | k     | k        | k        | k        | k              | k              |                | k              |
| Nitzschia acuta Hantzsch .....              | k     | k      |       |          |          |          | k              | k              | k              |                |
| Nitzschia sigmoidea (Ehr.) W. Smith ....    | k     | k      | k     | k        | k        | k        | k              | k              | k              | k              |
| Nitzschia tryblionella var. debilis         |       |        |       |          |          |          |                |                |                |                |
| (Arnott) A. Mayer .....                     | k     | k      |       |          | k        | k        | k              |                | k              | k              |
| Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Smith     | k     | k      | k     | k        | k        | k        | k              | k              | k              | k              |
| Cymatopleura solea (Bréb.) W. Smith ..      |       |        |       | k        |          | k        | k              |                |                | k              |
| Stenopterobia pelagica Hust. ....           |       | k      |       |          |          | k        | k              |                | k              | k              |
| Surirella linearis var. helvetica (Brun.)   |       |        |       |          |          |          |                |                |                |                |
| Meister .....                               |       |        |       | k        |          |          |                |                | k              | k              |
| Surirella robusta var. splendida Van        |       |        |       |          |          |          |                |                |                |                |
| Heurck .....                                | s     | s      | s     | s        | s        | s        | s              | s              | s              | s              |
| Surirella tenera var. nervosa A. Schmidt    |       |        |       |          | k        | k        | k              | k              |                | k              |
| Surirella turgida W. Smith .....            | k     |        |       | k        | k        | k        | k              |                | k              | k              |

Zeichenerklärung: 6 = Bucht von Keszthely, 2000 m vom Nordufer; 8 = 1500 m vor der Zalamündung; 4 = Keszthelyer Bucht 800 m vom Nordufer; 21 = 1500 m vor der Zalamündung; 20 = 2500 m vor der Zalamündung; 19 = 3000 m vor der Zalamündung; M<sub>0</sub> = 4000 m vor der Zalamündung; L<sub>0</sub> = Tiefenachse des Balaton zwischen



*sphaerophora* (KÜTZ.) PFITZER 8 V. 9. (e), *Navicula dicephala* (EHR.) W. SMITH 21 VII. 19. und L<sub>0</sub> VII. 20. (e), *N. gracilis* EHR. 19 VII. 19 (e), *N. placentula* f. *rostrata* A. MAYER 20 und 21 VII. 19 (k), *N. pupula* KÜTZ. 18 und 19 VII. 19 (e), *N. radiosa* KÜTZ. 19 und 21 VII. 19 (k), *N. Reinhardtii* GRUN. 6 V.:. und 21 VII. 19 (e), *N. scutelloides* W. SMITH A<sub>1</sub> VII. 20. (k), *N. tuscula* (EHR.) GRUN 21 VII. 19. und L<sub>0</sub> VII. 20 (e), *Pinnularia subsolaris* (GRUN) CLEVE 6 V. 9. (e), *Pinnularia* sp. 19 VII. 19 (e), *Amphora ovalis* var. *pediculus* KÜTZ. 21 VII. 19 (e), *A. veneta* (KÜTZ.) 20 VII. 19 (e), *Cymbella cuspidata* KÜTZ. 19 VII. 19 (e), *Cymbella lanceolata* (EHR.) VAN HEURCK A<sub>1</sub> VII. 20 (k), *Gomphonema olivaceum* (LYNGB.) KÜTZ. 21 VII. 19 (k), *Epithemia intermedia* FRICKE 21 VII. 19. (e), *E. zebra* var. *porcellus* (KÜTZ) GRUN. L<sub>0</sub> VII. 20 (e), *Nitzschia angustata* (W. SMITH) GRUN. L<sub>0</sub> und A<sub>1</sub> VII. 20. (e), *N. frustulum* (KÜTZ.) GRUN. 21 VII. 19. (e), *N. Heufleriana* GRUN. 18 VII. 19. (e), *N. hungarica* GRUN. L<sub>0</sub> VII. 20 (e), *N. Lorenziana* var. *subtilis* GRUN. 18 VII. 19. (e), *N. tryblionella* var. *victoriae* GRUN. 8 V. 9. (e), *Cymatopleura solea* var. *regula* (EHR.) GRUN 21 VII. 19. und L<sub>0</sub> VII. 20. (e), *Surirella biseriata* BRÉB. 18 VII. 19 und A<sub>1</sub> VII. 20 (e), *S. linearis* W. SMITH 18 VII. 19 (e), *S. robusta* EHR. 6 V. 9. (s) und 21 VII. 19. (k), *S. tenera* GREG. 21 VII. 19. (k), *Campylodiscus noricus* var. *hibernica* (EHR.) GRUN. 20. VII. 19 (e).

In den Schlammproben kamen 83 Kieselalgen und 26 sonstige Algen vor. Der grössere Teil der Gemeinschaft bestand aus benthischen Kieselalgen und nur selten kamen pelagische Algenarten vor (*Microcystis*, *Coelosphaerium*, *Lyngbya*, *Planktonema*, *Melosira*, *Cyclotella*, *Attheya*, *Stenopterobia*, usw.).

Unter den ufernahen Algen fanden sich *Cocconeis*, *Gyrosigma prolongatum*, *Amphora*, *Cymbella* und *Gomphonema*-Arten in je einer Probe in grösserer Individuenzahl vor (Siehe Tabelle 5).

Unter den verschiedenen Biotopen kommt der Fähigkeit der Algen, ihren Standpunkt aktiv verändern zu können, vielleicht die grösste Bedeutung dem Bodenschlamm zu (vgl. TAMÁS-GELLÉRT 1960, 67). Unter den hier lebenden Kieselalgenarten sind 60 aktiv bewegungsfähig; unter den Gattungen waren mit höchster Artenzahl die leicht bewegliche *Navicula* (12) und *Nitzschia* (10) vertreten, welche aktiv bewegungsfähige Formen der Pennales-Gruppe darstellen.

Hinsichtlich ihrer Verbreitung finden wir, dass ungefähr die Hälfte der Arten kosmopolit ist. 30 Arten sind alkalophil, 9 alkalobiont und 6 indifferent.

Die Studien über die Kieselalgen des Balaton (PANTOCSEK 1900, SEBES-TYÉN 1947, SZEMES 1957, TAMÁS 1963) enthalten keine Angaben über die Arten von *Cyclotella stelligera* und *Nitzschia Lorenziana* var. *subtilis*.

B.-györök und B.-berény; K<sub>0</sub> = Tiefenachse des Balaton zwischen Szigliget und B.-fenyves; A<sub>1</sub> = Tihany, cca 500 m vor dem Biologischen Forschungsinstitut; e = kommt vor; k = in wenigen Exemplaren; s = häufig.

Jelmagyarázat: 6 = Keszthelyi-öböl, északi parttól 2000 m; 8 = Zala folyó torkolatától 1500 m; 4 = Keszthelyi-öböl, északi parttól 800 m; 21 = Zala folyó torkolatától 1500 m; 20 = Zala folyó torkolatától 2500 m; 19 = Zala folyó torkolatától 3000 m; M<sub>0</sub> = Zala folyó torkolatától 4000 m; L<sub>0</sub> = Balaton mélységi hossz tengelye mentén, B.-györök—B.-berény között; K<sub>0</sub> = Balaton mélységi hossz tengelye mentén, Szigliget—B.-fenyves közt; A<sub>1</sub> = Tihany, Biológiai Kutatóintézet előtt kb. 500 m; e = előfordul; k = kevés számban található; s = sok.



### C. Microcrustaceen der Bucht von Keszthely

Über die im Bodenschlamm des Balaton (Profundalregion) lebenden Microcrustaceen stehen uns wenig Daten zur Verfügung. Die bisherigen Untersuchungen behandelten vornehmlich die im litoralen Schlamm des Sees lebenden Entomostraceen oder eine Gruppe der selben (Cladoceren) (DADAY 1897, HANKÓ 1926, SEBESTYÉN 1947, 1948). Wenn auch unsere eigenen diesbezüglichen Untersuchungen noch nicht beendet werden konnten, — da unsere Daten noch mit den Ergebnissen der Herbst- und Frühjahrs-Untersuchungen zu ergänzen wären, — erachten wir es doch aus zwei Gründen für wichtig, die bereits vorhandenen Angaben anzuführen,

a) bezüglich des Balatons fehlt uns nämlich bislang die Untersuchung der Microcrustaceen des Bodenschlammes im offenen Wasser des Sees und

b) wir finden in der heimischen Literatur über die Entomostraceen des Schlammes kaum derartig eingehende Werke, wie z. B. die Studie von BERINKEY-FARKAS aus dem Jahre 1956 (»Untersuchungen der Fischnahrung im Donauarme von Soroksár«).

Wir haben die Einsammlung der Proben in zweifacher Weise vorgenommen (siehe Methodik!). Das gesammelte Material wurde entweder an Ort und Stelle unter einem binokularen Mikroskop lebend ausgewählt, fixiert und untersucht, oder später im Laboratorium aufgearbeitet.

Bereits bei den Untersuchungen an Ort und Stelle konnten wir feststellen, dass die Entomostraceen-Krebse in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von, in ausländischen Seen vorgenommenen Untersuchungen grösstenteils in der 1 cm dicken oberen Sedimentschichte anzutreffen sind. Daher haben wir bei Entnahme der Proben mit dem Bodengreifer aus der obersten, 1 cm dicken Schichte stets ungefähr dieselbe Menge ausgehoben, um die Menge der aus verschiedenen Stellen stammenden Tierchen mit einander vergleichen zu können. Die Untersuchung dieses Materials geschah nach Durchsieben teilweise an Ort und Stelle, teils später im Laboratorium.

Die Selektion und Abzählung des Materials erfolgte mittels der Zählchale, System ENTZ-KOTTÁSZ-SEBESTYÉN (1937, p. 7) unter Binokularmikroskop bei 18—35 facher Vergrösserung.

#### Kurze Übersicht über die vorgefundenen Arten.

##### I. Cladocera.

1. *Iliocryptus sordidus* LIEVIN. Aus dem Balaton beschrieb es HANKÓ (1926) als neue Art (*I. balatonicus*). Findet sich auf schlammiger Unterlage, jedoch auch im Bewuchs von Wasserpflanzen. In unseren Proben fanden wir bloss ein Weibchen mit Eiern. HANKÓ gibt als Verbreitungsgebiet im Balaton den  $\frac{1}{2}$ —2 m tiefen Abschnitt zwischen dem seichten und tieferen Wasser an. Diese Angabe wird durch den Umstand etwas modifiziert, dass wir das Tierchen in einer Tiefe von 2,60 m angetroffen haben und die durch BÉLA ENTZ am 23. III 1960 gesammelte, aus der Sammelstelle A<sub>1</sub> aus einer Tiefe von 3 m stammende Probe mehrere Weibchen enthielt.

2. *Macrothrix laticornis* JUR. Bodenbewohner kleiner und grosser Gewässer. (WAGLER 1937, SEBESTYÉN 1947.) Kommt auch im interstitialen Wasser des Balatonufers vor (PONYI 1960). In den Proben genug häufig vorkommend. Ist eine schlammliebende Art.



3. *Alona rectangula* G. O. SARS. Kommt im Balaton in den Laichkrautbeständen der Uferzone, vornehmlich im *Myriophyllum*-Bestande vereinzelt vor (PONYI 1956), findet sich jedoch auch in gut ausgebildeten Röhrichten, auch im Innern von Scirpeto-Phragmitetum phragmitetosum (PONYI 1962). Im gesammelten Material waren nur Weibchen enthalten.

4. *Alona quadrangularis* O. F. MÜLLER, Kommt, wenn auch vereinzelt im Schlamm des litoralen Gürtels das ganze Jahr über vor (SEBESTYÉN 1947). Ist auch häufig ein Glied der Tiergemeinschaft von *Ceratophyllum* und *Myriophyllum* (PONYI 1956). Fand sich in einer der Sommerproben in grossen Mengen; hievon abgesehen trafen wir es nur vereinzelt an.

5. *Alona affinis* LEYDIG. An der Oberfläche des ufernahen Schlammes (SEBESTYÉN 1947, 1948), am Bewuchs des Laichkrautes (ENTZ 1947, PONYI 1956), sowie im äussersten Röhrichtsgürtel (PONYI 1962) in gleicher Weise gewöhnlich vorkommend. In unseren Proben fand sich bloss ein einziges Exemplar (Weibchen).

6. *Leydigia leydigii* FISCHER. Ein charakteristischer Schlammbewohner (LILLJEBORG 1901). In grösseren Mengen bloss in einer der Sommerproben vorgefunden.

7. *Leydigia acanthocercoides* FISCHER. Typisch schlammbewohnende Form (SEBESTYÉN 1947, 1948). Vereinzelt im Bewuchs des *Myriophyllum*-Bestandes anzutreffen (PONYI 1956). Wir sammelten sie an denselben Stellen und in derselben Anzahl, wie die vorhergenannte Art.

8. *Pleuroxus balatonicus* DADAY. Kommt im Schlamm des sumpfigen Uferlandes, im Detritus häufig vor (SEBESTYÉN 1947, 1948). Bei unseren Untersuchungen fanden wir nur wenige, im Ganzen bloss 3 (weibliche) Exemplare.

9. *Monospilus dispar* G. O. SARS. Charakteristischer Vertreter schlammbewohnender Cladoceren, doch vereinzelt auch in den Laichkrautbeständen von *Myriophyllum spicatum* des Balaton anzutreffen (PONYI 1956).

## II. Ostracoda.

10. *Candona balatonica* DADAY. In der Literatur beschrieben als Bewohner periodischer stehender Gewässer, sowie der ans Trockene gelangten Ufer- teile von Seen (KLIE 1938, FARKAS 1958). Wir fanden in beiden Profilen nur ein einziges weibliches Exemplar. Zu bemerken wäre, dass wir in jeder der Proben Tausende von Muschelresten dieser Art fanden, darunter auch einen grossen Prozentsatz von kurz vorher zugrundegegangener Exemplare (Massenvernichtung?).

11. *Candona* sp. JUR. Fand sich in verhältnismässig grosser Individuenzahl. Es gelang zwar nicht ihre genaue artliche Zugehörigkeit zu bestimmen, doch konnte nachgewiesen werden, dass es nicht *C. balatonicus* waren.

12. *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR). Bewohner von kleinen ständigen stehen den Gewässern mit Ton- oder Schlamm Boden (KLIE 1938). DADAY (1897) fand sie ziemlich häufig an den sandigen Ufern des Balaton und in schlammigen Boden des Sees. Kam in den Sommerproben nur vereinzelt vor.

13. *Darwinula stevensoni* (BRADY and ROBERTSON). Die Individuen dieser Art können nicht schwimmen. Im Bodensediment und besonders in der obersten Schichte desselben lebende, genügend verbreitete Art (KLIE 1938). In Ungarn im Schlamm des Donauarmes von Soroksár nicht selten. (BERINKEY and FARKAS 1956.) DADAY (1897) fand sie wiederholt im Schlamm des Balaton



und hält sie für ziemlich häufig. In unseren Sammlungen kamen sie in grösster Individuenzahl sogleich nach *Paracyclops fimbriatus* vor.

### III. Copepoda.

14. *Paracyclops fimbriatus* (FISCHER). Findet sich in den verschiedensten Gewässern. Nach den bisherigen Untersuchungen kommt die Art in den Laichkrautbeständen und Röhrlichten des Balaton nicht häufig vor (DADAY 1897, PONYI 1956, 1962). In unseren Schlammproben war es jedoch unter allen Microcrustaceen die in grösster Individuenzahl angetroffene Art.

15. *Paracyclops affinis* (G. O. SARS). Obgleich z. B. RYLOW (1948) sie für einen typischen schlammbewohnenden Organismus anspricht, haben wir im Laufe unserer Untersuchungen bloss ein einziges, weibliches Exemplar gefunden. Die Art war bisher aus den Röhrlichten des Balaton u. z. in erster Linie aus dem Bewuchs von *Scirpeto-Phragmitetum phragmitetosum* bekannt.

16. *Ectinosoma abrau* (KRITSCHAGIN). Lebt an der Oberfläche des Schlammes, als auch im Bewuchs der Laichkräuter (*Myriophyllum*, *Potamogeton*) und Randhalme der Röhrlichtbestände in geringer Anzahl (PONYI 1956, 1962). Im Winter ist die Art eine der gewöhnlichsten Bewohner des Bodensedimentes im Balaton (SEBESTYÉN 1947, ENTZ 1954). Fand sich in den Proben beider untersuchten Querprofile, jedoch in verhältnismässig geringer Anzahl.

### IV. Vertikale und horizontale Verbreitung.

Bezüglich der vertikalen Verbreitung ist das Ergebnis der Proben ziemlich eindeutig: Microcrustaceen leben in Massen in der obersten, 1 cm dicken, dünnwässrigen Schlammschichte. Junge Exemplare von *Darwinula* können sich auch in tiefere Lagen — etwa 2,5 cm tief — verziehen. Tiefer, als 2,5 cm fehlen Microcrustaceen vollständig in den Schlammschichten.

Im Laufe der Untersuchungen wählten wir aus den Schlammproben nahe an 800 Stück Entomostraceen aus, ungeachtet der zu einer Planktongemeinschaft gehörigen [*Mesocyclops* (str.) *leuckarti* (CLAUS), *Cyclops vicinus* ULJ.] Auf Grund der Proben in beiden Abschnitten konnten wir feststellen, dass die Individuenzahl der Crustaceen im mittleren (tiefsten) Abschnitt wesentlich geringer ist, als in den in Ufernähe entnommenen Proben.

Tabelle 6—6. táblázat

Verbreitung der gesamten Individuenzahl der Microcrustaceen  
in beiden Profilen

| Zalamündung ← | Individuenzahl |    |    |    | → Vonyarc |
|---------------|----------------|----|----|----|-----------|
| 9—10 Mai      | 44             | —  | 21 | 29 | 60        |
| 19—20 Juli    | 218            | 51 | 16 | —  | 83        |

Anmerkung: in dieser Tabelle wurden die Entfernungen zwischen den Sammelstellen nicht berücksichtigt, sondern bloss die Aufeinanderfolge der Proben von der Zalamündung bis Vonyarc.

Bei der Juli-Untersuchung des Abschnittes Zalamündung-Vonyarc hatten wir Gelegenheit an einigen Punkten der Längstiefenachse des Balaton ( $L_0$ ,  $K_0$ ,  $A_1$ ) Vergleichsproben zu sammeln. Wir fanden, dass die gefundenen



Gesamt-Individuenzahlen der Entomostraceen der Grössenordnung nach eine grosse Übereinstimmung aufwiesen (Mai:  $M_0 = 21$ ; Juli:  $M_0 = 16$ ,  $L_0 = 15$ ,  $K_0 = 24$ ,  $A_1 = 16$ ).

Diese relativen Zahlenwerte mit den Daten der *Tabelle 6* zusammengefasst ist es wahrscheinlich, dass die Mengenverhältnisse der schlammbewohnenden Crustaceen längs der Tiefenachse des Balatons (— vielleicht mit Ausnahme des sog. »Brunnen von Tihany« —) ziemlich gleichmässig sind.

In der horizontalen Verteilung der dominierenden Arten (*Paracyclops fimbriatus*, *Darwinula stevensoni*) der Mai- und Juli-Abschnitte zeigen sich gewisse Ähnlichkeiten (*Abb. 2* und *3*). An der tiefsten Stelle des Abschnittes erhöht sich, gegen die Ufer fortschreitend, die Anzahl der *Paracyclops* 2-, 3- bzw. 4-mal (z. B. 11 Stück → 24 St → 49 St). Im Juli-Abschnitt ändert sich dies nur insoferne, als man dieses stufenweise Ansteigen gegen die Ufer zu nicht wahrnehmen kann, sondern dass ihre Zahl gegen die Ufer zu sprunghaft anwächst (auf ein 13, sogar ein 15-Faches!).

Perzentuell zeigt ihr Vorkommen im Verhältnis zu dem der übrigen Arten wesentlich ein gleiches Querschnittsbild. Eine Ausnahme finden wir nur bei einer ufernahen Sammelstelle des Juli-Abschnittes, wo das perzentuelle Vorkommen von *Paracyclops* wegen eines massenhaften Auftretens von *Alona quadrangularis* etwas in den Hintergrund gedrängt wird. Wir müssen jedoch bemerken, dass *Alona quadrangularis*, — von diesem Fall abgesehen, — sonst nirgends als dominierend auftritt.

Interessant ist auch eine Betrachtung des Verhältnisses der Geschlechter bei *Paracyclops fimbriatus* bzw. dessen Wechsel in den zwei Untersuchungsperioden.

*Tabelle 7—7. táblázat*

Verhältnis der Geschlechter von *Paracyclops fimbriatus*  
in beiden Untersuchungsperioden

| Zalamündung ← | Männchen: Weibchen |       |         | → Vonyarc |
|---------------|--------------------|-------|---------|-----------|
| 9—10 Mai      | 1 : 2,3            | 1 : 1 | 1 : 2   |           |
| 18—19 Juli    | 1 : 1,6            | 1 : 3 | 1 : 1,6 |           |

Anmerkung : wie bei *Tabelle 6*

Wie aus dieser *Tabelle 7* ersichtlich, kamen Männchen und Weibchen in diesem Abschnitt und zwar im mittleren, tiefsten Punkt im Mai in demselben Verhältnis vor, doch ändert sich dieses Verhältnis gegen das Ufer hin fortschreitend. Hier ist die Zahl der Weibchen doppelt soviel, als die der Männchen; im Juli wieder ist das Verhältnis gerade umgekehrt. Diese Daten genügen natürlich nicht, um tiefergehende Folgerungen ableiten zu dürfen, doch weisen sie immerhin auf jene Wirkungsfaktoren hin, welche sich in den tieferen und seichteren, ufernahen Abschnitten des Balaton geltendmachen und hier eine Veränderung im Zahlenverhältnis zwischen den Geschlechtern von *Paracyclops* bewirken.

Das Bild des perzentuellen Zahlenverhältnisses von *Darwinula stevensoni* zu den sonstigen Krebsen stimmte bei beiden Untersuchungen des Abschnittes fast vollständig überein. Das perzentuelle Vorkommen ist am grössten im



Schlamme um die Tiefenachse und verringert sich stufenweise gegen das Ufer hin. Bei den Mai-Untersuchungen stimmt auch die Artenzahl (auf Grund der abgezählten Exemplare) überein, dagegen steigt diese im Juli, gegen das Ufer hin an (hier ist nämlich die Individuenzahl grösser, als im Frühjahr).

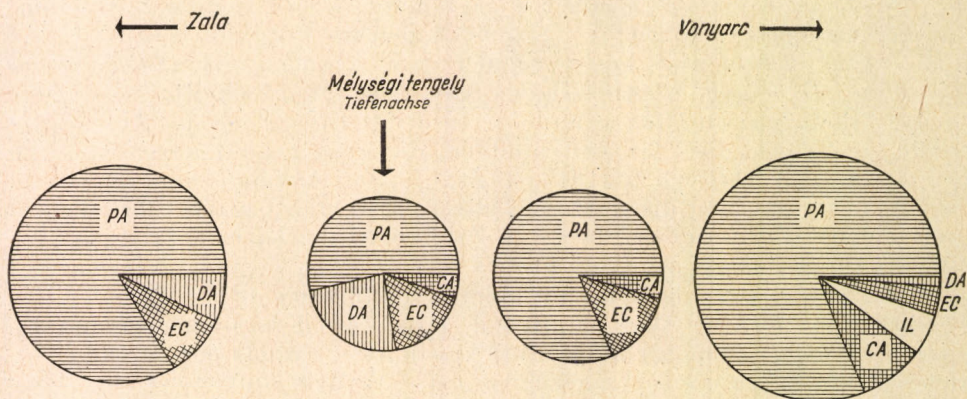


Abb. 2—2 abra. Perzentuelle Verteilung der Crustaceen im Mai-Querschnitt. — Május keresztmetszvény Crustaceáinak  $\%$ -os megoszlása. PA = *Paracyclops fimbriatus*, DA = *Darwinula stevensoni*, EC = *Ectinosoma abrau*, CA = *Candona* sp., IL = *Iliocypris gibba*.

*Ectinosoma abrau* fand sich in der Untersuchungsperiode in den Proben niemals dominierend; hinsichtlich des Vorkommens rangiert es hinter *Paracyclops* und *Darwinula* und findet sich auch in geringerer Individuenzahl in jeder Probe. Sein perzentuelles Vorkommen stimmt in beiden Untersuchungs-

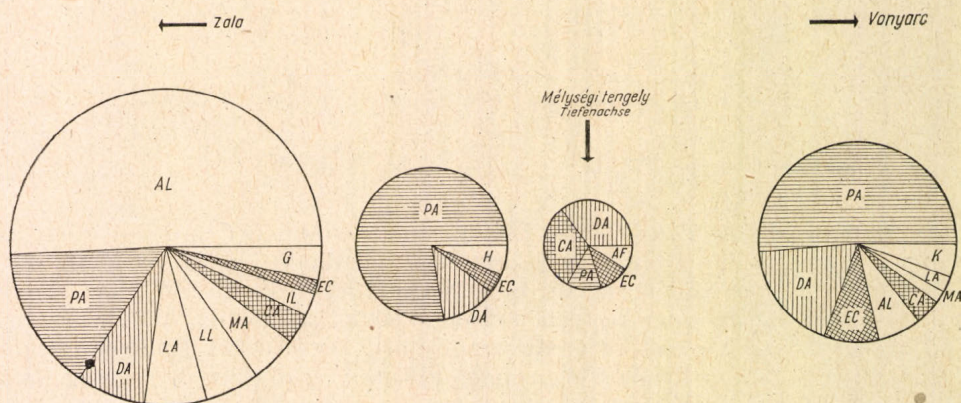


Abb. 3—3. abra. Perzentuelle Verteilung der Crustaceen im Juli-Querschnitt. — Crustaceák  $\%$ -os megoszlása a júliusi keresztmetszvény mentén — AL = *Alona quadrangularis*, PA = *Paracyclops fimbriatus*, DA = *Darwinula stevensoni*, LA = *Leydigia acanthocercoides*, LL = *Leydigia leydigii*, MA = *Macrothrix*, sp., CA = *Candona* sp., IL = *Iliocypris gibba*, EC = *Ectinosoma abrau*, G = *Monospilus dispar*, *Pleuroxus balatonicus*, *Iliocypris gibba*, AF = *Alona affinis*, K = *Leydigia gibba*, *Pleuroxus balatonicus*, *Iliocypris gibba*, *Monospilus dispar*.



perioden mit den von *Darwinula* überein. Nach den vorgefundenen Exemplaren zu urteilen findet es sich, wenn auch in geringerer Individuenzahl, im Mai genügend gleichmässig, im Juli dagegen steigt ihre Anzahl gegen das Ufer hin stufenweise an.

Der Unterschied zwischen den Mai- und Juli-Abschnitten (Abb. 2 und 3) ist im Wesentlichen aus dem Ansteigen der Artenzahlen ersichtlich. Während alle untersuchten Punkte des Maisektors durch Gemeinschaften von *Para-*

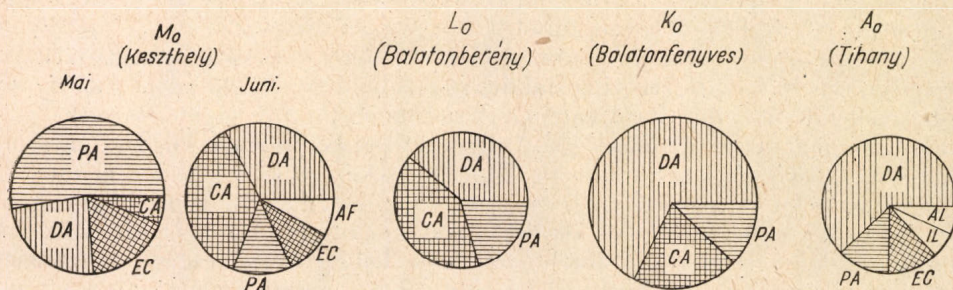


Abb. 4=4. ábra. Perzentuelle Verteilung der Crustaceen in der Tiefenachse. Mélységi hossztengegy Crustaceáinak %-os megoszlása. DA = *Paracyclops fimbriatus*, DA = *Darrinula stевensoni*, EC = *Ectinosoma abrau*, CA = *Candona* sp., AF = *Alona affinis*, IL = *Ilyocypris gibba*, AL = *Alona quadrangularis*.

*cyclops fimbriatus*, *Ectinosoma abrau*, *Darwinula stевensoni* und *Candona* sp. gekennzeichnet sind, (abgesehen von einem ufernahen Punkt, wo einige *Ilyocypris gibba* auch angetroffen wurden), erscheinen an den dem Ufer nächsten Sammelstellen im Julisektor ausser den eben genannten 4 Arten und *Alona* — welche an allen untersuchten Punkten des Julisektors vorkommt — auch *Leydigia acanthocercoides*, *L. leydigi*, *Macrothrix laticornis*, *Monospilus dispar*, *Ilyocypris gibba* und *Pleuroxus balatonicus* im allgemeinen in geringer Individuenzahl.

Einige Sommerproben der Tiefenachse (Abb. 4) weisen, — nebst der niedrigen Anzahl der gesamten Crustaceen — auf eine artenarme, jedoch charakteristische Microcrustaceen Fauna hin (*Darwinula stевensoni*, *Paracyclops fimbriatus*, *Ectinosoma abrau*, *Candona* sp. JUR.). In einigen Fällen ist auch *Alona quadrangularis* und *Ilyocypris* anzutreffen (vgl. SEBESTYÉN 1947, 15.).

Zu diesen Ergebnissen der Untersuchungen bezüglich der Crustaceen wünschen wir Folgendes hinzuzufügen: die vertikale Verteilung der in der Bucht von Keszthely lebenden Microcrustaceen ist unzweifelhaft stark durch die Sauerstoffverhältnisse beeinflusst. Laut den Angaben von ENTZ (1961) kann im offenen Wasser des Balaton selbst bei einem starken Sturm höchstens die oberste, 1 cm dicke dünnwässrige Sedimentsschicht aufgewirbelt werden, welche auch mit dem Aufenthaltsort der Entomostraca zusammenfällt (Wasseraustausch, Sauerstoffwechsel usw.; vgl. ZÓLYOMI 1952, 54). Unseres Wissens wurden im Schlamm bisher keine Sauerstoffgehaltsmessungen vorgenommen, doch ist die oberste Schlammschicht jedenfalls genügend mit Sauerstoff versehen, da unmittelbar über dem Seegrund im Wasser eine 100%-ige Sauerstoffsättigung gemessen wurde. Bei der Untersuchung des interstizialen Wassers des Balatonufers (in 30–40 cm tiefen Vertiefungen, Gruben angesammelten Wassers) schwankten die Sauerstoffwerte zwischen, 1,35–0,42 mg pro Liter



(PONYI 1960). Unter solchen Verhältnissen konnten *Paracyclops fimbriatus*, *Ectinosoma abrau* und andere schlammbewohnende Arten wohl ihre Lebensbedingungen finden und sich vermehren. In Tiefenlagen über 1 cm muss man mit einer bedeutenden Abnahme des Sauerstoffgehaltes rechnen, welche ein sozusagen unmittelbares und gänzlich Verschwinden der Microcrustaceen-Fauna zur Folge hat (nur einige Exemplare von *Darwinula* bilden hievon eine Ausnahme). In Tiefen über 2,5 cm fanden sich bloss mit Blutkiemen ausgestattete Organismen, so war z. B. *Chironomus plumosus* selbst aus 5 cm und sogar 8 cm Tiefen herauszuholen.

Die Ergebnisse der horizontalen Untersuchung der Bucht von Keszthely beweisen unzweifelhaft, dass im Mai die Individuen von *Paracyclops fimbriatus* vorherrschend sind; ihre Zahl verringert sich auch im Juli nicht. Dasselbe gilt auch bezüglich des zahlenmässigen Auftretens für *Ectinosoma*. Die Individuenzahl von *Darwinula* wächst bis zum Juli zum Doppelten der Maiziffer an.

*Paracyclops fimbriatus*, *Darwinula stevensoni*, *Ectinosoma abrau* und *Candona* sp. können zweifellos als zur »Fundamentalfauna« des Schlammes in der profundalen Region der Bucht von Keszthely gehörig bezeichnet werden. Hiefür spricht auch der Umstand, dass diese Arten sowohl im Mai, als auch im Juli dort in gleicher Weise anzutreffen sind. Im Juli kommt noch eine Art dazu, nämlich *Alona*, vor Allem *Alona quadrangularis*; dies kann jedoch nicht zu den fundamentalen Mitgliedern der Fauna gezählt werden. Im Juli erscheinen auch an den ufernahen Sammelstellen die litoralen, schlammbewohnenden Cladoceren (*Leydigia ancanthocercoides*, *Pleuroxus balatonicus*). Diese Cladoceren fehlten z. B. in sämtlichen Proben der Tiefen-Längsachse, welcher Umstand sicherlich für ihre Zugehörigkeit zu den ufernahen Schlammbewohnern spricht. Alle diese Tatsachen, weisen darauf hin, dass die Uferzone der Bucht von Keszthely recht breit sein müsse (1,5—3 km) und dass die eigentliche benthale Region der Bucht sich auf kaum 3—4 km beschränke, was sicherlich der Verlandung der Bucht zuzuschreiben ist.

Auf Grund der obigen Ausführungen gaben wir auch bereits unserer Ansicht Ausdruck, dass sich aus dem Vorkommen der Microcrustaceen die Grenze zwischen der Uferzone und dem eigentlichen Seegrund feststellen liesse; dazu wären jedoch noch weitere, etwa der horizontalen Planktonforschung ähnliche Untersuchungen erforderlich.

Es könnte endlich noch die Frage aufgeworfen werden, ob die in der Tiefenzone anzutreffende ärmliche Microcrustaceen Fauna in der Tat ein echtes Mitglied des in Rede stehenden Areals (Sub-Biotops) sei und ob sie dort für sich optimale Lebensbedingungen vorfinde. Auf Grund unserer bescheidenen Untersuchungen können wir jedoch bereits diese Frage verneinen; denn jedes Mitglied der grundbewohnenden Grund-Fauna ist in Ufernähe stets in grösserer Individuenzahl anzutreffen (mehr Weibchen mit Eiern!), als in tieferen Gebieten. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass die profundale Region des Balaton für Crustaceen ein weniger zusagendes Gebiet bildet.

### Bewertung der Ergebnisse und Zusammenfassung

Im Rahmen der, die Sedimentsverhältnisse der Bucht von Keszthely untersuchenden Arbeitsgemeinschaft haben wir diese längs eines, die Bucht von Nord nach Süd durchschneidenden Profils (s. Abb. 1) durchforscht. Unsere Arbeit erstreckte sich auf die Grössenverhältnisse der Sedimentspartikeln,



auf ihre chemische Zusammensetzung, auf die Verteilung der in der oberen 40 cm Schichte vorfindbaren Muschelschalen (ENTZ), ferner auf die Untersuchung der Microcrustaceen (Crustaceen, Entomostraceen) (PONYI), endlich auch auf die Untersuchungen der epipelischen Kieselalgen (TAMÁS). Wir haben auch noch Messungen vorgenommen, um die Radioaktivitäts Verhältnisse des Sedimentes kennen zu lernen.

Aus den Ergebnissen konnten wir feststellen, dass sich parallel mit der Längsachse des Balaton die Beschaffenheit des Sedimentes vom Nord- gegen das Südufer zu, und damit zugleich auch die Partikelgrösse stufenweise ändert. Dies gilt nicht bloss für die Bucht von Keszthely, sondern ist auch für die übrigen Teile des Sees charakteristisch. Am Rande des Röhrichtsfeldes am Nordufer zieht sich ein, an organischem Detritus und gröberen, aus dem Festlande stammenden Sandkörnchen bestehender Streifen hin. Auf diesen folgt ein sehr feiner, fast zur Gänze aus  $\text{CaCO}_3$  (biogenem Kalk?) bestehender, weisslicher Sedimentsstreifen, nach welchem sich das Sediment immer reicher an Sandteilchen erweist. Diese Bereicherung an Sand hält stufenweise bis zur Schwelle des Südufers an, wo mit dem plötzlichen Seichterwerden des Wassers die Menge der Sandkörnchen fast sprunghaft auf beinahe 90% ansteigt. (Tabellen 1, 2 und 3). Diese streifenweise Anordnung des Sedimentes fällt bloss unter der obersten, 1 cm dicken Sedimentsschichte in die Augen, wo das Sediment durch die Wellenbewegung nicht mehr aufgewirbelt wird. Diese oberste, etwa 1 cm dicke Sedimentsschichte kann auf dem ganzen Gebiet der Bucht, — abgesehen von der unmittelbaren Nachbarschaft des Röhrichtsfeldes am Nordufer, — als gleichförmig bezeichnet werden.

Daraus erklärt sich das Vorkommen der in der obersten Sedimentsschichte lebenden Microcrustaceen Faunula, wie auch die ziemliche Homogenität der epipelischen Kieselalgen. Längs des Querprofils lässt sich in der Meiofauna eine auffallende Ähnlichkeit zwischen den zum Nordufer und den zum Südufer nahen Gebieten nachweisen, während eine Verschiedenheit eher zwischen den Gebieten der seichteren Uferteile und denen des offenen Wasserspiegels beobachtet werden kann (Abb. 2, 3. und Tabelle 6). Dies erklärt sich einerseits dadurch, dass Microcrustaceen grösstenteils in der obersten, etwa 1 cm dicken sauerstoffreichen Microzone leben und andererseits durch den Umstand, dass die Verhältnisse der tieferen Gebiete von denen der seichteren Ufersedimente in mehreren Hinsichten (Licht, Temperatur, usw.) abweichen. Am ärmsten ist die Fauna des tiefsten Sedimentsstreifens (der Tiefen-Längsachse) (Abb. 4) wie dies auch in den übrigen Teilen des Sees der Fall ist.

Von Microcrustaceen fanden sich 16 Arten, unter denen insbesondere zwei Arten (*Paracyclops fimbriatus* und *Darwinula stevensoni*) vorherrschend waren. Ihre Anzahl war auch in den mittleren Seeteilen geringer und stieg gegen das Ufer hin im Frühjahr stufenweise auf ein 3—4 Faches, im Sommer wieder sprunghaft auf ein 13, und sogar 15-Faches an. Interessant war auch die Gestaltung des Zahlenverhältnisses zwischen den Geschlechtern bei *Paracyclops fimbriatus*, das sich im Frühjahr zu Gunsten der Weibchen in der Uferzone verschiebt, während sich diese Verschiebung im Sommer gerade gegen die Seemitte zu zeigt (Tabelle 7). Im Frühjahr ist die Anzahl der Arten kleiner, im Sommer dagegen steigt sie wieder an. Auf Grund unserer Untersuchungen scheint für die bodenbewohnenden Microcrustaceen die Uferzone ein optimales Gebiet darzustellen, während die tieferen Gebiete des offenen Wassers sich als weniger zusagend zeigen.



Algen kamen auch bloss aus der obersten, etwa 1 cm dicken Sedimentschichte hervor; ihre Zusammensetzung war offensichtlich durch die Wellenbewegung bzw. durch die Wellenruhe beeinflusst. Am meisten charakteristisch waren die in jeder der Proben vorkommenden drei Kieselalgenarten, *Nitzschia sigmoidea*, *Cymatopleura elliptica* und *Surirella robusta* var. *splendida*, welche alle gut bewegliche Raphé-enhaltende Arten sind. Die meisten Arten fanden sich nur in je einer Probe (Tabelle 3).

Ein beträchtlicher Teil der Gemeinschaft besteht aus bentischen Kieselalgen. Pelagische Arten kamen nur vereinzelt vor. Unter den aufgezeichneten 83 Kieselalgenarten sind 60 aktiv bewegliche. Ein grosser Teil der Arten ist alkalophil oder indifferent, acidophile Arten waren selbstverständlich keine vertreten.

Wir haben auch das Vorkommen von *Dreissena*-Schalen im Sediment untersucht. Die meisten fanden sich in der oberen, 10 cm dicken Schichte, aus tieferen — über 12,5 cm — Schichten konnten wir keine einzige *Dreissena*-Schale einsammeln. Dies lässt darauf schliessen, dass, — wenigstens in den Gebieten des offenen Wasserspiegels, — seit dem Massenaufreten von *Dreissena*, das ist seit den letzten 30 Jahren, sich auf dem Gebiete der Bucht keine über 12,5 cm dicke Sedimentsschichte gebildet habe.

Die Untersuchungen der Radioaktivität bewiesen, dass in dieser Beziehung kein regionaler Unterschied längs des Querprofils besteht. An einer gegebenen Sammelstelle war eine stärkste  $\beta$ -Aktivität stets in der obersten Sedimentsschichte wahrzunehmen, wo lebende Algen in grösster Zahl vorkamen.

#### LITERATUR

- BERINKEY, L.—FARKAS, H. (1956): Untersuchungen der Fischnahrung im Donauarm von Soroksár. (Haltáplálékvizsgálatok a Soroksári Dunaágban.) *Állattani Közl.* **45**, 45—58.
- CLEVE-EULER, A. (1951—1955): Die Diatomeen von Schweden und Finnland. *Stockholm.*
- CZECZUGA, B. (1960): Vertical distribution of *Tendipes* f. l. plumosus larvae in the bottom deposits of a pond. — *Bull. Acad. Pol. Ser. Biol.* **8**, 105—107.
- DADAY, J. (1897): Crustaceen . . . in: A Balaton faunája *BTTE* II. **1**, 151—178.
- ENTZ, B. (1947): Qualitative and quantitative studies in the coatings of Potamogeton perfoliatus and Myriophyllum spicatum in Lake Balaton. — *Arch. Biol. Hung.* **17**, 17—37.
- ENTZ, B. (1953): Horizontale chemische Untersuchungen im Sommer 1950 und 1952 in verschiedenen Biotopen des Balaton und an den Mündungen einiger einflussender Bäche. (Horizontális kémiai vizsgálatok 1950 és 1952 nyarán a Balaton különböző biotopjaiban és néhány beömlő patak torkolatánál.) *Annal. Biol. Tihany* **21**, 29—47.
- ENTZ, B. (1954): Produktionsbiologische Probleme des Balaton. (A Balaton termelésbiológiai problémái.) — *MTA Biol. és Orvosi Tud. Oszt. Közl.* **5**, 433—461.
- ENTZ, B. (1959): Chemische Charakterisierung der Gewässer in der Umgebung des Balatonsees (Plattensees) und chemische Verhältnisse des Balatonwassers. — *Annal. Biol. Tihany* **26**, 131—201.
- ENTZ, B.—FILLINGER, M. (1961): Angaben zur Kenntnis des Lichtklimas des Balaton. (Über die Ursachen und Auswirkungen der Trübung des Wassers.) *Adatok a Balaton fényklimájának ismeretéhez.* (A víz zavarosságának okairól és hatásairól.) *Annal. Biol. Tihany* **28**, 49—89.
- ENTZ, B.—NÉMETH, L. (1962): Methode und Messvorrichtung für die Untersuchung von schwach radioaktiven Stoffen, vornehmlich in Süßgewässern. (Módszer és mérőeszköz gyenge aktivitású radioaktív anyagok vizsgálatára, elsősorban édesvizekben.) *Annal. Biol. Tihany* **29**, 75—78.



- ENTZ, G., KOTTÁSZ, J. és SEBESTYÉN O. (1937): Quantitativ tanulmányok a Balaton biosestonjához. Quantitative Untersuchungen am Bioseston des Balatons.—*Magy. Biol. Kut. Munk.* **9**, 1—152.
- FARKAS, H. (1958): Ostracoda. . . in: *Fauna Hungariae*. **4**, 3 1—68.
- GELLÉRT, J.—TAMÁS, G. (1958): Ökologische Untersuchungen an Diatomeen und Cilien der Detritus-Driften am Ostufer der Halbinsel von Tihany. (Detritusz-turzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Tihanyi-félsziget keleti partján.) *Annal. Biol. Tihany* **25**, 217—240.
- HANKÓ, B. (1926): *Iliocryptus balatonicus*, új ágascsapú rák a Balaton fenékiszapjából. *Iliocryptus balatonicus*, eine neue Cladocere aus der Gyttya des Balaton-Sees. — *Arch. Balatonicum* **1**, 97—115.
- HUSTEDT, F. (1930): Bacillariophyta (Diatomeae). in A. PASCHER *Süßwasserflora* **H. 10**.
- JÄRNEFELT, H. (1954): Die vertikale Verteilung der Bodenfauna im Profundal.—*Mem. Ital. Idrobiol. suppl.* **8**, 165—182.
- KLEEREKOPER, H. (1958): Une étude limnologique de la chimie des sédiments de fond des lacs de l'Ontario méridional Canada. *Den Haag Excelsior* 1—205. Cit. ap. *Arch. f. Hydrobiol.* **54**, 573—575.
- KLIE, W. (1938): Krebstiere oder Crustacea III: Ostracoda, Muschelkrebse.—*Tierwelt Deutschl.* **34**, 1—230.
- KONSCIN, W. D. (1937): Коншин, В. Д.: Опыт химическое классификации илов некоторых озер Вышневолоцкого района. — *Тр. Лимнол. Ста. Косине* **21** 105—116. — Konshin W.: Versuch einer chemischen Klassifikation der Schlamme einiger Seen des Wyschne-Wolozkij Rayons.
- LENZ, F. (1931): *Internat. Ver. Limnol.* **5**, 232—260.
- LILLJEBORG, W. (1901): Cladocera Sueciae.—*Nova Acta Reg. Soc. Sci. Uppsal.* (3) **19**, 1—701.
- LIVINGSTONE, D. A. (1955): A light weight pistonsampler for lake deposits.—*Ecol.* **36**, 137—139.
- LÓCZY, L. (1916): Die geologischen Formationen der Balatongegend und ihre regionale Tektonik. — *Res. viss. Erforsch. d. Balatonsees* **I. 1**, 1—716.
- MORTIMER, C. H. (1942): The exchange of dissolved substances between mud and water. *J. Ecol.* **30**, 147—201.
- PONYI, J. (1956): A balatoni hínárosok Crustaceáinak vizsgálata. Untersuchung an Crustaceen in Tanggebilden des Balatons. *Allatt. Közlem.* **45**, 107—121.
- PONYI, J. (1960): Über im interstitialen Wasser der Sandigen und steinigen Ufer des Balaton lebende Krebse (Crustacea). — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 85—92.
- PONYI, J. E. (1962): Zoologische Untersuchung der Röhrichte des Balaton. I. Krebse (Crustacea). *Annal. Biol. Tihany* **29**, 129—163.
- POSTMA, H. (1957): Size frequency distribution of sands in the Dutch Wadden Sea. A study in connection with ecological investigation in a tidal area.—*Arch. néerl. Zool.* **12**, 319—349.
- RÁKÓCZI, L. (1962): Mündliche Mitteilung.
- RICHARDSON, E. G. (1943): A physical analysis of certain Lake deposits.—*Proc. Univ. Durham Phil. Soc.* **10**, 222—227.
- ROLL, H. (1939): Kalkgürtel am Grossen Plöner See. *Arch. f. Hydrobiol.* **34**, 528—529.
- ROSSOLIMO, L. L. (1950): Россолимо, Л. Л.: Некоторые данные по илонакоплению в Ивановском водохранилище (Московское море) системы канала им. Москвы. — *Тр. Всесоюз. Гидр. Общества*. **2**, 30—38.
- ROUND, F. E. (1953): An investigation of two benthic algal communities in Malham Tarn, Yorkshire.—*J. Ecol.* **41**, 174—197.
- ROUND, F. E. (1957): The distribution of bacillariophyceae on some littoral sediments of the English Lake District.—*Oikos* **8**, 16—37.
- ROUND, F. E. (1960): The epipellic algal flora of some Finnish Lakes.—*Arch. f. Hydrobiol.* **57**, 161—178.
- ROUND, F. E. (1960): Studies on bottom-living algae in some lakes of the English Lake District VI. The effect of depth on epipellic algal community.—*J. Ecol.* **49**, 245—254.
- ROWLEY, J. R.—DAHL, A. O. (1956): Modifications in design and use of the Livingstone pistonsampler.—*Ecol.* **37**, 849—851.
- RYLOW, W. M. (1948): Рылов, В. М.: Cyclopoida пресных вод. Фауна СССР. Москва—Ленинград **3**, 1—318.



- SEBESTYÉN, O. (1947): Cladocera studies in Lake Balaton I. Mud-living Cladocera and muddy bottom as environment.—*Arch. Biol. Hung.* **17**, 1—16.
- SEBESTYÉN, O. (1948): Cladocera studies in Lake Balaton. II. Littoral Cladocera studies from the northeastern shores of the Tihany peninsula.—*Arch. Biol. Hung.* **18**, 101—116.
- SEBESTYÉN, O. (1960): Horizontale Planktonuntersuchungen im Balaton. Orientierende Untersuchungen über die horizontale Verbreitung der Planktonkrebse.—*Annal. Biol. Tihany* **27**, 115—130.
- SHUSE, A.P. (1959): Жузе, А. П.: Диатомовые в донных отложениях северо-западной части Тихого Океана.
- STANGENBERG, M. (1938): Die chemische Zusammensetzung der Tiefensedimente in den Seen des Suwalki-Gebietes.—*Geol. Meer und Binnengewässer* **2**, 391—418. Cit. ap. *Ber. wiss. Biol.* **50**, 342.
- SZEMES, G. (1957): Die Diatomeen des Balatonsees. (A Balaton Bacillariophyceái.) *Annal. Biol. Tihany* **24**, 193—270.
- SZESZTAY, K. (1961): Verschlamung der Bucht von Keszthely. (A Keszthelyi-öböl feliszapolódása.) *Bpest VITUKI kiadvány, kézirat* 1—67.
- TAMÁS, G.—GELLÉRT, J. (1958): Über Diatomeen und Ciliaten aus dem Aufwuchs der Ufersteine am Ostufer der Halbinsel von Tihany. (Parti kövek bevonatának kovamoszatai és csillósai a tihanyi félsziget keleti részén.) *Ann. Biol. Tihany* **25**, 241—250.
- TAMÁS, G.—GELLÉRT, J. (1960): Daten zur Erkennung der Lebewelt des Hydropsammons im Balaton. (Adatok a balatoni hidropszammon élővilágának ismeretéhez.) *Annal. Biol. Tihany* **27**, 65—73.
- TAMÁS, G. (1963): Kieselalgen des Balaton-Sees 1956—1961. (A Balaton kovamoszatai 1956—1961.—*Annal. Biol. Tihany* **30**, 167—218.
- TÖLG, I. (1962): Mündliche Mitteilung. (Szóbeli közlés.)
- WAGLER, E. (1937): Crustacea, Krebstiere.—*Die Tierwelt Mitteleuropas. II.* **2**, 3—224.
- WLADIMIROWA, K. S. (1960): Владимирова, К. С.: Фитомикробентос восточного Сиваша *Праці Гідробіол. ин-т А. Н. УРСР* **35**, 31—40.
- WLADIMIROWA, K. S. (1961): Владимирова, К. С.: Фитомикробентос придунайских водоемов. А. Н. Укр. Инст. Гидробиол. **35**, 242—263.
- VAN DER WERFF, A. (1955): A new method of concentrating and cleaning diatoms and other organisms.—*Verhandl. IVL.* **12**, 276—277.

## ÜLEDÉKVIZSGÁLATOK A BALATON LEGDÉLNYUGATIBB TERÜLETÉN, A KESZTHELYI-ÖBÖLBEN 1962-BEN

Entz Béla, Ponyi Jenő és Tamás Gizella

### Összefoglalás

A Keszthelyi-öböl üledékviszonyait vizsgáló munkaközösség keretében az öblöt észak—déli irányban átszelő szelvény mentén (*I. ábra*) kutattuk. Munkánk az üledék szemcsenagysági viszonyaira, vegyi összetételére, az üledék felső 40 cm-ében levő kagylóhéjak megoszlására (ENTZ), a microcrustacea (Crustacea, Entomostraca) vizsgálatára (PONYI), továbbá az epipelikus kovamoszatok vizsgálatára (TAMÁS) terjedt ki. Méréseket végeztünk még az üledék radioaktivitási viszonyainak megismerésére is.

Az eredményekből kitűnt, hogy a Balaton hossz tengelyével párhuzamosan, az északi parttól a déli part felé az üledék minősége, és ezzel együtt a szemcsenagyság is fokozatosan változik. Ez a jelenség nem csupán a Keszthelyi-öbölre érvényes, hanem a tó többi területére is jellemző. Az északparti nádas tövében egy szerves törmelékben és szárazföldi eredetű durvább homokszemcsékben gazdagabb sávot találunk. Ezt egy igen finom, csaknem tisztán  $\text{CaCO}_3$ -ból (biogén mész?) álló fehéres színű üledéksáv követi, mely után az üledék homokszemcsékben mindig gazdagabbá válik. Ez a homokban való gazdagodás fokozatosan egészen a délpárti padkáig, ahol a víz rohamos elsekélyülésével egyidejűleg egyszerre csaknem ugrásszerűen felemelkedik csaknem 90%-ig a homokszemcsék mennyisége. (*I.*, *2.* és *3. táblázatok*.)

Az üledékben ez a határozott sávok szerkezet csak a felső 1 cm-es üledékréteg alatt szembeötlő, ahol a hullámmozgás hatására az üledék felkeveredése már nem következik



be. A legfelső kb. 1 cm-es üledékréteg az északparti nádas zóna közvetlen tőszomszédságától eltekintve, csaknem az öböl egész területén egységesnek mondható.

Az elmondottakkal magyarázható az üledék legfelső rétegében élő microcrustacea faunula, mind pedig az epipelikus kovamoszatok meglehetősen homogenitása. A meiofaunában a keresztshelvény mentén feltűnő hasonlóság mutatható ki az északi parthoz és a déli parthoz közeleső területek között, míg különbség inkább a sekélyebb parti és a mélyebb nyíltvízi területek között észlelhető. (2., 3. ábra és 6. táblázat.) Ez egyrészt azzal magyarázható, hogy a microcrustaceaak zömmel az üledék felső, kb. 1 cm vastag, oxigéndús microzónájában élnek, másrészt azzal, hogy a mélyebb területek és sekély parti üledék viszonyai egymástól több szempontból eltérőek (fény, hőmérséklet stb.). A legszegényebb a legmélyebb sáv (a mélységi hossz tengely) üledékének a faunája, mely a többi területein hasonlóképpen megmutatkozik.

A microcrustaceaak közül 16 faj került elő, melyek közül különösen két faj (*Paracyclops fimbriatus* és *Darwinula stevensoni*) dominált. Ezek száma is a középső tóterületeken kisebb volt és a part felé tavasszal fokozatosan 3—4-szeresére, nyáron pedig hirtelen 13, sőt 15-szörösére nőtt. Érdekes volt a hímek és nőstények arányának alakulása a *Paracyclops fimbriatus* esetében, mely tavasszal a partok felé tolódik el a nőstények javára, míg nyáron ugyanilyen eltolódás éppen a tóközép felé mutatkozik. (7. táblázat) Tavasszal a fajok száma kisebb, nyáron viszont nagyobb volt. A vizsgálatok alapján a fenéklakó microcrustaceaak számára a parti öv látszik optimális területnek, míg a mélyebbvízi nyíltvízi részek inkább pejus területnek mondhatók.

Algák szintén csak a legfelső kb. 1 cm vastag üledékrétegből kerültek elő. Összetételüket észrevehetően befolyásolta a víz csendessége, illetőleg hullámozása. A legjellegzetesebb, minden mintában előforduló három kovamoszatfaj, a *Nitzschia sigmaidea*, *Cymatopleura elliptica* és *Surirella robusta* var. *splendida*, melyek valamennyien jól mozgó, raphés alakok. A legtöbb faj csak egy-egy mintából került elő (3. táblázat).

A társulás jelentős része bentikus kovamoszatokból állt, pelagikus fajok csak szórványosan kerültek elő. A feljegyzett 83 kovamoszatból 60 aktív mozgású. A fajok jó része alkalofíl vagy indifferens. Acidofíl fajok jelenléte érthetően nem volt kimutatható.

Vizsgáltuk az üledékben a *Dreissena*-héjak előfordulását. A legtöbb kagylóhéj a felső 10 cm-es üledékrétegből került elő, de 12,5 cm-nél nagyobb mélységből egyetlen *Dreissena* héjat sem sikerült begyűjteni. Ebből valószínűnek látszik, hogy — legalább a nyíltvízi területeken — a *Dreissena* tömeges megjelenésétől számítva, vagyis az utóbbi közel 30 esztendő alatt 12,5 cm-nél mélyebb, illetőleg vastagabb üledékréteg nem keletkezett az öböl területén.

A radioaktivitási vizsgálatok arra mutattak, hogy regionális különbség e tekintetben a keresztshelvény mentén nincsen. Adott gyűjtőhelyen viszont a legerősebb  $\beta$ -aktivitás mindig a legfelső üledékrétegben volt észlelhető, vagyis ott, ahol élő algák tömegesen fordultak elő.