

# Die Bedeutung von *Glomeris hexasticha* (Diplopoda) beim Abbau von Detritus-Driften am Ufer des Balaton-Sees

Von

M. POBOZSNY\*

**Abstract.** Author carried out feeding ecological experiments in laboratory in order to establish the role of the species *Glomeris hexasticha* — from both qualitative and quantitative points of view — in the decomposition of the plant detritus (hair-weed and reed) accumulating on the shore of lake Balaton. In the population of the species living in the shore areas of Balaton a peculiar to and from periodical migration could be observed between the detritus accumulations on the shore and the nearby forests and grassy vegetation stands.

Die mit den Lebensverhältnissen im Balaton sich befassenden Fachleute (ENTZ et la. 1942; ENTZ & SEBESTYÉN, 1944, 1946; GELLÉRT & TAMÁS, 1959 a, 1959 b, 1960; IHAROS, 1959; SEBESTYÉN, 1942, 1943, 1949, 1949–50, 1957, 1962) haben schon seinerzeit darauf hingewiesen, dass die in der Uferzone sich bildenden Detritus-Drifte sehr interessante, in der Gestaltung der Lebensverhältnisse des Sees eine bedeutende Rolle spielende Biotope sind. In diesen Driften verändern sich — durch ständiges Wechseln der Feuchtigkeitsverhältnisse — die Lebensbedingungen fortlaufend, es bildet sich gleicherweise eine mannigfaltige Wasser- bzw. Bodenlebewelt aus. Die Drifte stellen eigentlich in dieser Beziehung eine Verbindung zwischen der Lebensstätte im Wasser und der des Festlandes dar, da sie einerseits die organischen Substanzen des Festlandes den im Wasser lebenden Organismen zugänglich machen, andererseits die im Wasser erzeugten organischen Materialien der am Ufer bzw. am Festland lebenden Tierwelt als Nahrung zur Verfügung stellen.

Seit 1982 werden im südlichen Ufergebiet des Balaton-Sees, an einer bestimmten Uferstrecke, eingehende faunistische und zoocönologische Untersuchungen in den sich dort gebildeten Detritus-Driften durchgeführt. Anhand unserer mehrjährigen Beobachtungen konnte festgestellt werden, dass *G. hexasticha* zeitweisig in grossen Mengen in den Driften erscheint. Es ist bekannt,

\* Dr. Mária Pobožsny, MTA Talajzoológiai Kutatócsoport, ELTE Állattrendszertani és Ökológiai Tanszék (Bodenzoologische Forschungsgruppe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, am Lehrstuhl für Tiersystematik und Ökologie der Eötvös-Loránd-Universität), 1088 Budapest, Puskin u. 3.

dass diese Art an der Zersetzung der Laubstreu in verschiedenen Laubwäldern intensiv teilnimmt, sodass mit Recht angenommen werden kann, dass sie an den Degradationsprozessen der Detritus-Drifte sich ebenfalls beteiligt. Da diesbezüglich Angaben in der Literatur nicht vorliegen, wurde zum Ziel gesetzt, die Zersetzungstätigkeit von *G. hexasticha* an den Detritus-Driften am Ufer des Balaton-Sees zu verfolgen.

### Material und Methode

Da andauernde Detritus-Driftbildungen nur an natürlichen Uferabschnitten, wo keine Steindämme die Uferregion schützen, sich ausbilden, musste ein solcher flacher Abschnitt gewählt werden, wo es seit Jahren zu solchen Bildungen gekommen ist. Einen der wenigen solcher Uferabschnitte fanden wir zwischen Balatonmária und Balatonberény, wo auf einer ungefähr mehr als 500 m langen Strecke sich am Ufer Schilf, schlammiger Sand und eine Steinbank ausgebildet hatte (Abb. 1). Diesem Uferabschnitt schloss sich in Richtung Festland zuerst ein Rasen, dann ein gepflanzter Waldbestand an (Eiche, Pappel, Kiefer).

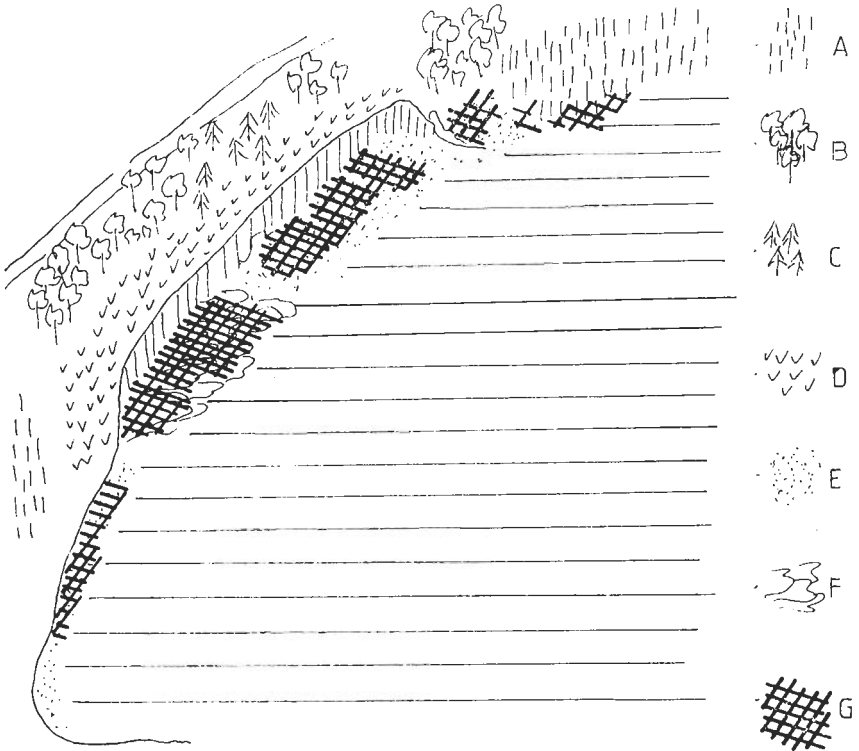


Abb. 1. Skizze des Untersuchungsgebietes am Ufer des Balaton-Sees zwischen Balatonmária und Balatonberény. A = Schilf, B = Eiche-Pappel, C = Fichte, D = Rasen, E = schlammige Uferregion, F = steinige Uferregion, G = Detritus-Drifte

Auf der Steinbank sowie auf dem schlammigen Sandabschnitt häuften sich grosse Mengen von abgestorbenen Wasserpflanzen an (Schilf, Laichkraut). Aus diesen Driftanhäufungen wurde Material zu unseren ernährungsökologischen Untersuchungen gesammelt. Das Laichkraut wurde von den älteren und frischen Schilfteilen separiert aufbewahrt.

Die Versuchstiere wurden ebenfalls von dieser Stelle eingesammelt.

Die Fütterungsversuche wurden in ausgebrannten Tongefässen (GERE, 1958) durchgeführt, wobei von den drei Versuchssubstraten – Laichkraut, alte und frische Schilfteile – je 4–5 g (abs. Trockensubstanz) in den Tongefässen untergebracht wurde. Je 15 Tiere wurden in die Gefässe ebenfalls eingesetzt, das Gewicht dieser wurde vorausgehend bestimmt. Die Versuche wurden in je 5 Wiederholungen durchgeführt. Ebenfalls in 5 Wiederholungen wurden Kontrollversuche eingestellt, um allein die mikrobielle Zersetzung verfolgen zu können.

Die in verschiedener Umgebung, in 3 Versuchsserien durchgeführten Versuche dauerten 2 Monate. Von Mitte April bis Mitte Juni 1984 wurde eine Serie der Versuche im Höhlenbiologischen Laboratorium bei Aggtelek durchgeführt. Hier waren so die Temperaturverhältnisse (10°C) wie die Feuchtigkeitsverhältnisse (relative Luftfeuchtigkeit 100%) für die Nahrungsaufnahme der Tiere besonders günstig. Ebenfalls in dieser Periode wurde eine Serie der Versuche im Kühlschrank (Temperaturen zwischen 6–10 °C) durchgeführt. Hier mussten die Versuche ab und zu mit Wasser besprüht werden, um eine Austrocknung zu vermeiden. Die dritte Serie der Versuche wurde im November-Dezember des Jahres 1985 im Kellerlaboratorium des Institutes durchgeführt. Da hier nicht geheizt wurde, waren die Temperaturen im Keller von den Aussentemperaturen bedingt. Die Versuche wurden hier in feuchten Sand gestellt, um eine ständige Feuchtigkeit sicher stellen zu können.

Nach der zweimonatigen Versuchsperiode wurden die Tiere wieder gewogen, die Reste der angebotenen Nahrung sorgfältig von den Losungen getrennt. Beide Substrate wurden ausgetrocknet und gewogen.

Der Konsum wurde, wie in vorausgehenden Versuchen bereits bekanntgegeben, mit Hilfe der von REIMAN errechneten Formel (ZICSI & POBOZSNY, 1977) bestimmt. Der Konsum und die Kotproduktion wurde auf 1 g Lebendgewicht pro Tag berechnet.

Für chemische Analysen wurden Proben am Anfang aus dem Ausgangsmaterial (Laichkraut, altes und frisches Schilf) am Ende von den Kotballen die von den Tieren aus den einzelnen Substraten erzeugt wurden, genommen. Aus den Kontrollversuchen wurden ebenfalls am Ende aus den verschiedenen Substraten zur Bestimmung der chemischen Parameter, Proben genommen. Es wurden folgende chemische Analysen durchgeführt: Bestimmung der gesamtorganischen Substanz (Glühverlust), des Gesamtstickstoffes, Ammonia-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff, Rohprotein, Humusgehalt (Tyurin-Methode). Fette und Gerbstoffe, Zucker und Stärke, Hemizellulose und Pektin sowie Zellulose. Die Bestimmungen erfolgten mit den in der bodenkundlichen Praxis üblichen Methoden (BALLENEGGER & DI GLÉRIA, 1962; SCHLICHTING & BLUME, 1966).

## Ergebnisse

Die zoocönologischen Untersuchungen von LOKSA (mündl. Mitteilung) sowie eigene Beobachtungen erbrachten nicht nur den Nachweis eines Massenvorkommens dieser Art an dieser Stelle, sondern wiesen auch auf Besonderheiten der Lebensweise hin. Im Herbst, Ende Oktober und November waren die Tiere massenhaft im Detritus-Drift der Uferzone anzutreffen. Mit Eintreten der Kälte (Temperaturen um 0 °C und unter 0 °C) konnte ein Abwandern in den Rasen, bzw. in den Waldstreifen beobachtet werden (Abb. 1). Hier waren sie unabhängig von den jeweiligen Witterungsverhältnissen bis zum nächsten Herbst in verschiedenen Bodentiefen anzutreffen. Im Herbst konnte dann wieder ein Einwandern in die Uferzone, in den Detritus-Drift verfolgt werden.

Obwohl Detritus-Drifte – mit Ausnahme des Einfrierens des Sees – das ganze Jahr hindurch gebildet werden, ist doch der Herbst die Periode wo die Makrovegetation des Sees in grösster Menge abstirbt und in der Uferzone abgelegt wird (ENTZ et al, 1942). Das Wandern von *G. hexasticha* kann eventuell mit dieser Erscheinung in Zusammenhang gebracht werden.

Unsere ernährungsökologischen Untersuchungen brachten folgende Ergebnisse (Tabelle 1).

*Tabelle 1. Konsum und Kotproduktion von Glomeris hexasticha aus verschiedenen Detritus-Drift-Substanzen*

Untersuchungsort	Zeitpunkt der Unter- suchung	Laichkraut-Detritus		alter Schilf-Detritus		frischer Schilf-Detritus	
		Konsum	Kotprod.	Konsum	Kotprod.	Konsum	Kotprod.
		mg/g/Tag					
Kellerlabor ...	Nov.-Dez.	42,7 ± 8,0	33,0 ± 8,3	8,6 ± 1,6	6,7 ± 1,7	2,9 ± 1,6	2,8 ± 2,6
Höhlenlabor ..	Apr.-Juni.	23,4 ± 3,3	19,4 ± 2,5	14,3 ± 6,0	13,3 ± 5,2	9,3 ± 3,2	7,9 ± 2,4
Kühlschrank .	Apr.-Juni.	55,2	47,5	—	—	5,1	4,6

*G. hexasticha* frass in grösster Menge vom Laichkraut (23–55 mg/g/Tag). Am wenigsten konsumierten die Tiere vom frischen Schilf (2,9–9,3 mg/g/Tag). Die Werte vom alten Schilf lagen etwas höher (8,6–14,3 mg/g/Tag). Ohne nähere Erklärung geben zu können, sei bloss festgestellt, dass zur gleichen Periode (April–Juni) die im Kühlschrank gefütterten Tiere 2,3mal mehr Laichkraut konsumierten als die, die im Höhlenbiologischen Laboratorium gehalten wurden. Vom frischen Schilf hingegen konsumierten die in der Höhle gefütterten Tiere mehr (1,8mal mehr).

Chemische Analysen wurden nur von dem preferierten Laichkraut und von dem kaum konsumierten frischen Schilf durchgeführt. Die Ergebnisse der Analysen bezüglich der organischen Komponente werden in Tab. 2, die der verschiedenen Stickstoff-Formen in Tab. 3. zusammengefasst.

Der Glühverlust (gesamte organische Substanz) ist gegenüber dem Ausgangsmaterial (Laichkraut und frisches Schilf) in den Losungen und in den Kontrollversuchen gesunken (Tab. 2). Interessant gestaltete sich die Menge des Humus in den Losungen; die mit der Tyurin-Methode bestimmten Werte sind beim Konsum von Laichkraut bedeutend gestiegen, beim Konsum von Schilf hingegen gesunken. Eine ebenfalls entgegengesetzte Tendenz konnte bei

den verschiedenen Gruppen der organischen Substanzen (Fette und Gerbstoffe, Zucker und Stärke, Hemizellulose und Pektin, Zellulose und Rohprotein) bei Fütterung von Laichkraut bzw. beim frischen Schilf in den Losungen verfolgt werden.

Tabelle 2. Gestaltung der chemischen Komponenten nach dem Konsum von Laichkraut und Schilf durch *Glomeris hexasticha*

	Gesamt org. Substanz (Glühver- lust)	Humus (Tyurin) %	Fette u. Gerbstoffe %	Zucker u. Stärke %	Hemizel- lulose u. Pektin %	Zellulose %	Roh- protein %
<i>Laichkraut</i>							
Ausgangsmat.	60,48	32,21	1,23	0,94	8,79	1,75	10,50
Losung .....	52,92	40,43	1,72	0,56	3,76	3,55	15,50
Kontroll .....	53,04	43,52	1,39	1,47	2,86	1,77	13,50
<i>Schilf</i>							
Ausgangsmat. .	91,28	68,95	2,75	1,30	13,32	17,02	2,00
Losung .....	69,00	58,85	2,05	2,94	5,72	13,87	9,30
Kontroll .....	89,36	65,01	1,73	1,65	18,58	12,18	7,60

Eine bedeutende Anreicherung liess sich so in den Losungen wie in den Kontroll-Versuchen in der Gesamtmenge des Stickstoffes (Tabelle 3) und aus dieser kalkulierter Rohproteine verfolgen, woraus auf die Vermehrung der Mikroben während der Zersetzungsprozesse gefolgert werden kann. Die Nitratstickstoff-Werte sind äusserst niedrig, von den Ammoniasstickstoff-Werten fanden wir nur die höher, die in den aus Schilf gebildeten Losungen gemessen wurden.

Tabelle 3. Gestaltung der verschiedenen Stickstoff-Formen nach der Darm-passage von Laichkraut und Schilf bei *Glomeris hexasticha*

	Gesamt- Stickstoff mg/100 g	NH <sub>3</sub> - N mg/100 g	NO <sub>3</sub> - N mg/100 g
<i>Laichkraut</i>			
Ausgangsmaterial .....	1688	50	7
Losung .....	2484	45	31
Kontroll .....	2155	59	14
<i>Schilf</i>			
Ausgangsmaterial .....	318	61	0
Losung .....	1486	367	0
Kontroll .....	1224	49	4

### Wertung der Ergebnisse

*Glomeris hexasticha* ist in Ungarn eine der häufigsten *Glomeris*-Arten. Sie lebt vorwiegend in der Laubstreu von Wäldern, eventuell im morschen Holz und ernährt sich auch von diesen Substraten. Die besondere Lebensweise der von uns jetzt untersuchten Tiere liess darauf schliessen, dass wir es mit einer

ganz besonderen, an die Lebens- und Ernährungsweise der Uferzone angepassten Population zu tun haben. Um unsere Annahme zu unterstützen, versuchten wir solchen *G. hexasticha*-Exemplaren, die im Vértes-Gebirge, in einem Hainbuchen-Eichenwald gesammelt wurden, Laichkraut und Schilf als Futter anzubieten. Trotz mehrmaliger Versuche rührten diese Tiere das für sie gänzlich fremde Futter überhaupt nicht an.

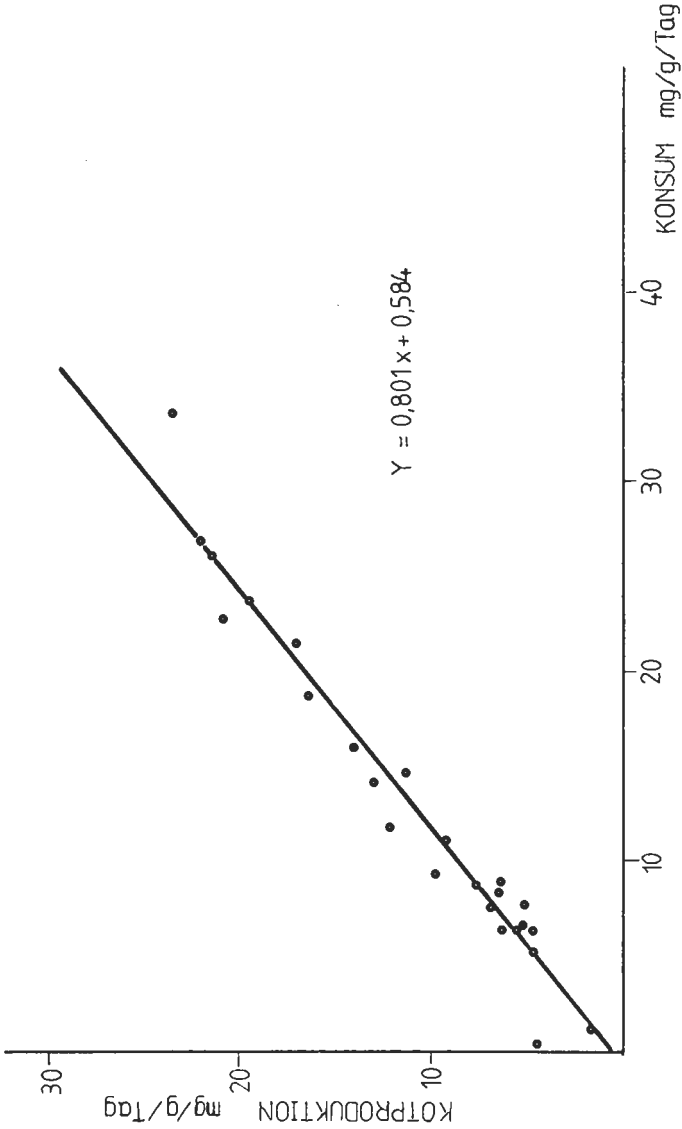


Abb. 2. Zusammenhang zwischen Nahrungsverbrauch und Kotproduktion bei *G. hexasticha*

In einer anderen Versuchsserie wurde bei den von verschiedenen Fundorten stammenden (Uferzone des Balatons und Vértes-Gebirge) *G. hexasticha*-Exemplaren der Laubkonsum verschiedener Laubstreuarten die im April eingesammelt wurden (*Carpinus betulus*, *Quercus petraea* und *Fagus sylvatica*) verglichen. (Tabelle 4). Die vom Balaton stammenden Tiere frassen von allen drei Streuarten bedeutend mehr als die Tiere, die aus dem Vértes-Gebirge stammten. (Von der Hainbuche und Steineiche 1,6–1,7mal von der Buche 2,5mal mehr.) Die Unterschiede im Konsum hängen offensichtlich auch mit dem Grössenunterschied der Tiere zusammen (VAN DER DRIFT, 1951; BALOGH, 1953). Das Durchschnittsgewicht der vom Balaton stammenden Tiere betrug 79 mg, derjenigen, die aus dem Vértes-Gebirge stammenden, hingegen 172 mg. Allenfalls kann aus den Ergebnissen unserer Versuche festgestellt werden, dass die vom Balaton stammende Population ein weiteres Ernährungsspektrum besitzt als die aus dem Hainbuchen-Eichenwald stammende Population.

Tabelle 4. Vergleich des Laubkonsums aus dem Vértes-Gebirge bzw. aus der Uferzone des Balatons stammender *Glomeris hexasticha*-Exemplare

Fundorte der Tiere	Laubkonsum mg/g/Tag				Kotproduktion mg/g/Tag
	Hainbuche	Steineiche	Buche	Zusammen	
	Streu				
Balaton .....	3,3	0,3	0,3	3,9	2,9
Vértes .....	2,0	0,2	0,1	2,3	1,8

Der lineare Zusammenhang zwischen Konsum und Kotproduktion, der wie auch DUNGER (1958 a) darauf hingewiesen hat, geht auch aus diesen mit Laichkraut und Schilf gefütterten Versuchen von *G. hexasticha* hervor (Abb. 2).

Bevor noch die chemischen Ergebnisse gewertet werden sollten, sei vorangehend bemerkt, dass – da die Losungen eventuell kürzer oder länger verstärkter mikrobieller Tätigkeit ausgesetzt waren – die chemischen bzw. biochemischen Veränderungen nicht allein den Tieren zuzuschreiben sind, vielmehr handelt es sich um komplexe Transformationsprozesse. Es sind dies Prozesse, die sich nicht trennen lassen, doch dürfen sie auch nicht getrennt werden, da sie auch in der Natur eng miteinander verbunden sind, parallel oder aufeinanderfolgend verlaufen.

Die organischen und anorganischen Komponente der im Balaton lebenden Vegetation wurden chemisch bereits eingehend untersucht (TÓTH & SZABÓ, 1958; KÁRPÁTI & BEDÓ, 1970). Meinerseits wurden bei der Analysierung der Drifte nur die Komponente berücksichtigt, bei denen aus den Veränderungen eindeutig auf die Zersetzungs- und Abbauprozesse gefolgert werden konnte, und dies waren in erster Linie die organischen Komponente.

Abbildung 3 veranschaulicht die Verteilung dieser organischen Komponente (Fette und Gerbstoffe, Zucker und Stärke, Hemizellulose und Pektin, Zellulose, Rohprotein) in den Proben, u.z.w. die Menge der Komponente im Verhältnis zur Menge der gesamtorganischen Substanz. Beim Abbau des Laichkrautes konnten in den Losungen und in den Kontrollversuchen unseren diesbezüglichen Kenntnissen gegenüber entgegengesetzte Ergebnisse erlangt werden, deren Erklärung nur weitere eingehende Untersuchungen liefern könnten. So z. B.

waren folgende Ergebnisse unerwartet: das Ansteigen der Fette und Gerbstoffmengen in den Lösungen und Kontroll-Versuchen, oder die Verdopplung der Zellulosemengen in den Lösungen. Beim Schilf hingegen fanden wir geringen Zelluloseabbau in den Lösungen (im Verhältnis zur Menge der gesamtorganischen Substanz sind die Werte zwar etwas gestiegen), eine bedeutendere Zersetzung der Zellulose erfolgte in den Kontrollversuchen. Im Schilfdetritus des Balaton-Sees haben bereits FELFÖLDY und KALKÓ (1958) eine intensive Zersetzung der Zellulose nachweisen können. Die Ergebnisse scheinen darauf hinzuweisen, dass die Zersetzung der Zellulose nicht auf die Tätigkeit der Bodentiere zurückzuführen ist, sondern in erster Linie auf mikrobiellen Prozessen beruhen.

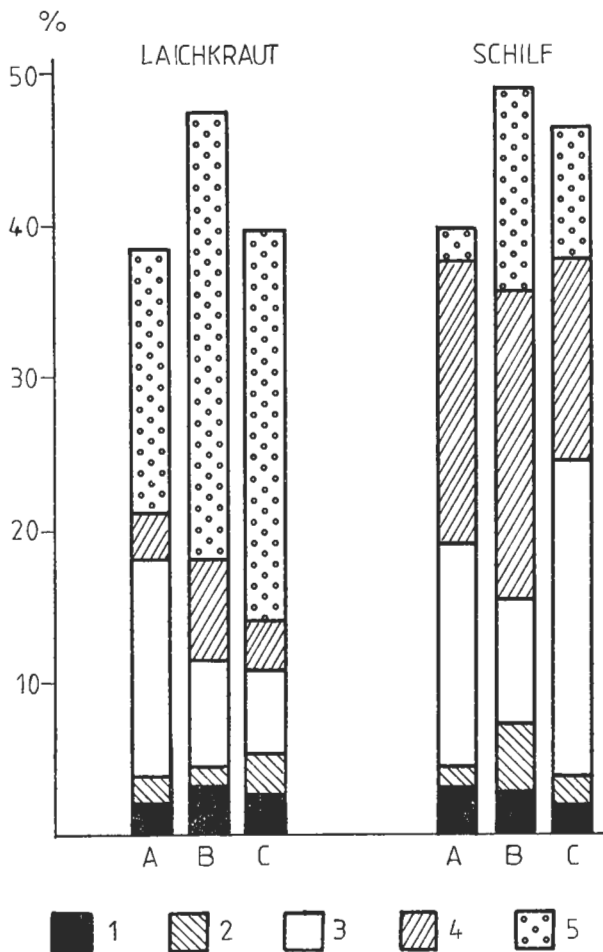


Abb. 3. Veränderungen der Verteilungsverhältnisse der einzelnen organischen Komponente (in % der gesamtorganischen Substanz) im Laichkraut und Schilf nach der Abbautätigkeit von *G. hexasticha*. A = Ausgangssubstanz, B = Exkremente, C = Kontroll; 1 = Fette und Gerbstoffe, 2 = Zucker und Stärke, 3 = Hemizellulose und Pektin, 4 = Zellulose, 5 = Rohprotein



Bei der Verfütterung von Laichkraut liess sich so in den Losungen wie in den Kontrollversuchen ein Ansteigen des Humusgehaltes nachweisen, während beim Konsum von Schilf sich diese Werte verringerten. Diese Beobachtungen stimmen mit den Ergebnissen von DUNGER (1958 b) gut überein, da auch er in denjenigen Losungen verschiedener Diplopoden-Arten eine gewisse Humifikation nachweisen konnte, die sich mit solcher Streu ernährten, die einen höheren Stickstoffgehalt besaßen, während beim Verfüttern von niederen stickstoffhaltigen Blättern die Menge der Huminsäure in den Losungen geringer wurde (vergl. Tabelle 2 und 3). Im Vergleich der gesamtorganischen Substanz sind die Humuswerte in den Losungen der mit Laichkraut und Schilf gefütterten Tiere gleicherweise gestiegen (Abb. 4). beim ersteren um 1,4-fache, beim letzteren um 1,1-fache.

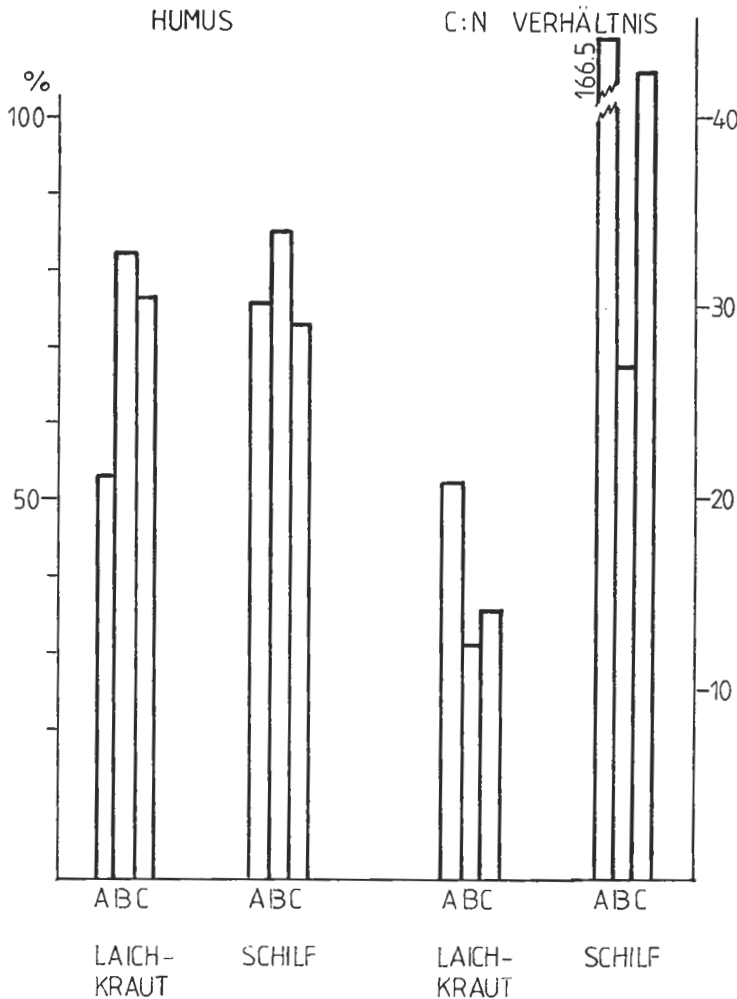


Abb. 4. Die Veränderungen des Humusgehaltes (ausgedrückt in % der gesamtorganischen Substanz) und die Veränderung des C/N-Verhältnisses in Laichkraut und Schilf nach der Abbautätigkeit von *G. hexasticha*. A = Ausgangssubstanz, B = Exkremente, C = Kontroll

Die Veränderungen der Stickstoffverhältnisse werden auf Abb. 5 veranschaulicht. Der einzige hervorstechende Wert ist der hohe Ammonium-Stickstoffgehalt der aus Schilf erzeugten Lösungen, der in absoluten Werten das 6-fache des Ausgangsmaterials an Ammonium-Stickstoff beträgt, in Prozent des Gesamtstickstoffgehaltes ausgedrückt jedoch nur eine Erhöhung von 5,6% bedeutet. Es ist anzunehmen, dass es sich um eine eben abgelegte Lösung gehandelt hat.

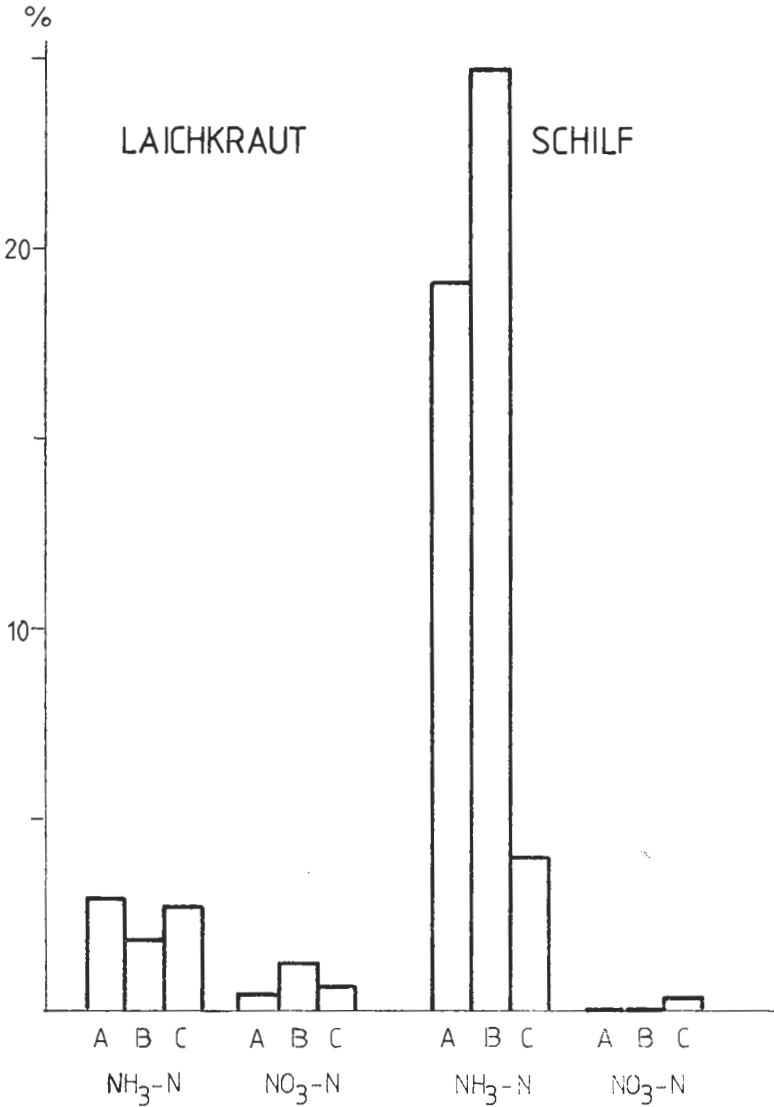


Abb. 5. Gestaltung der  $\text{NH}_3\text{ N-}$  und  $\text{NO}_3\text{ N-}$  Werte (ausgedrückt in % des Gesamtstickstoffes) im Laichkraut und Schilf nach der Abbautätigkeit von *G. hexasticha*. A = Ausgangssubstanz, B = Exkrement, C = Kontroll

Abbildung 4 veranschaulicht auch die Veränderungen des C/N-Verhältnisses. Diese Werte zeigen insbesondere bei der Verfütterung von Schilf eine bedeutende Verengung, aber dies ist auch verständlich, wenn berücksichtigt wird, dass die Menge der organischen Substanz sich stark verringert, der Stickstoffgehalt so in den Losungen wie in den Kontroll-Versuchen ansteigt (Tabelle 2 und 3).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass *G. hexasticha* als akzessorisches Element des Detritus-Driftes am Ufer des Balaton-Sees (ENTZ et al., 1942) sich an der Zersetzung dieser organischen Substanzen intensiv beteiligt und dadurch an der Zufuhr der biogenen Elemente im See teilnimmt. Seine Lebensweise ist ein ausdrucksvolles Beispiel der engen Verbindung der in beiden Biotopen lebenden Organismenwelt. Leider kommen diese saprophagen Tiere immer seltener dazu, ihre nützliche Tätigkeit auszuüben, da der Mensch durch Errichtung der Steindämme das Anhäufen dieser Detritus-Drifte verhindert. Andererseits, wo es noch ganz selten zur Anhäufung solcher organischen Substanzen kommen könnte, werden diese aus ästhetischen Gründen sorgfältig entfernt. Dadurch wird diese biologisch so wichtige natürliche Verbindung zwischen Ufer und See ständig unterbrochen bzw. gänzlich ausgeschlossen.

#### SCHRIFTTUM

1. BALLENEGGER, R. & DI GLÉRIA, J. (1962): Talaj- és trágyavizsgálati módszerek. — Budapest.
2. BALOGH, J. (1953): A zoocönológia alapjai. — Budapest, pp. 248.
3. DRIFT, J. VAN DER, (1951): Analysis of the animal community in a beachforest floor. — Tijdschr. Entomol., 94: 1–168.
4. DUNGER, W. (1958a): Über die Zersetzung der Laubstreu durch die Boden-Makrofauna im Auenwald. — Zool. Jb. (Syst.), 86: 139–180.
5. DUNGER, W. (1958b): Über die Veränderung des Fallaubes im Darm von Bodentieren. — Zschrft. Pflanzenern. Düng. Bodenk., 82/127/: 174–193.
6. ENTZ, G., SEBESTYÉN, O. & SZABÓ, M. (1942): Studien über die Driften des Balatonsees. — Ann. Inst. Biol., 14: 10–82.
7. ENTZ, G. & SEBESTYÉN, O. (1944): Die biologische Bedeutung der Driften des Balatonsees. — Arch. Hydrobiol., 40: 753–755.
8. ENTZ, G. & SEBESTYÉN, O. (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — Ann. Inst. Biol., 14: 179–411.
9. FELFÖLDY, L. & F. KALKÓ, Zs. (1958): Cellulóz-bontás mértéke a Balaton különböző biotópjaiban és annak mérése antron reagenssel. — Annal. Biol. Tihany, 25: 209–216.
10. GELLÉRT, J. & TAMÁS, G. (1959a): Ecological studies on the diatoms and ciliate infusorians in the detritus drifts along the shores of the Tihany-peninsula. — Acta Biol. Hung., 10: 117–125.
11. GELLÉRT, J. & TAMÁS, G. (1959b): Detritusz-turzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Tihanyi-félsziget déli partján. — Ann. Biol. Tihany, 26: 223–235.
12. GELLÉRT, J. & TAMÁS, G. (1960): Detritusz-turzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Balaton déli partján. — Annal. Biol. Tihany, 27: 55–64.
13. GERE, G. (1958): Methode zur Lebendhaltung und Zucht von Arthropoden der Waldböden. — Acta Zool. Hung., 3: 225–231.
14. IHAROS, Gy. (1959): A Balaton vízterületének és parti övének Tardigradáiról. — Annal. Biol. Tihany, 26: 247–264.
15. KÁRPÁTI, V. & BEDŐ, I. (1970): Data to the knowledge of composition of the most frequently occurring reed-grass species in lake Balaton. — Annal. Biol. Tihany, 37: 183–197.
16. SCHLICHTING, E. & BLUME, H. P. (1966): Bodenkundliches Praktikum. — Hamburg—Berlin, pp. 209.
17. SEBESTYÉN, O. (1942): A turzások jelentősége a Balaton életének megismerésében. — Állatt. Közlem., 39: 204–208.
18. SEBESTYÉN, O. (1943): A parti öv jelentősége a tó életében. — Magy. Biol. Kut. Int. Munkái, 15: 301–308.

19. SEBESTYÉN, O. (1949): Studies of detritus drifts in Lake Balaton. — Verh. I. V. L., 10: 414–419.
20. SEBESTYÉN, O. (1949–50): Studies on detritus drifts in Lake Balaton. — Arch. Biol. Hung., 19: 49–64.
21. SEBESTYÉN, O. (1957): Parti tanulmány. — Annal. Biol. Tihany, 24: 165–182.
22. SEBESTYÉN, O. (1962): Az utóbbi tizenöt év Balaton kutatásának eredményei, 1946–1960. — Annal. Biol. Tihany, 29: 165–216.
23. TÓTH, L. & SZABÓ, E. (1958): Über die chemische Zusammensetzung verschiedener Schilfproben vom Balaton-See. — Annal. Biol. Tihany, 25: 363–374.
24. ZICSI, A. & POBOZSNY, M. (1977): Einfluss des Zersetzungsverlaufes der Laubstreu auf die Konsumintensität einiger Lumbriciden-Arten. — Soil Organisms and Components of Ecosystems. Ecol. Bull. (Stockholm), 25: 229–239.