

Kennzeichnung der saprobiologischen Verhältnisse des oberen ungarischen Donauabschnittes mit Hilfe von Protozoen als Indikatoren (*Danubialia Hungarica*, XLIV)

Von

M. CS. BEREZKY*

Die rasch anwachsende Industrialisierung in Ungarn führt zu einer sich stets vergrößernden Verseuchung der Oberflächengewässer. Dieses Problem kennzeichnet nicht nur die einheimischen Verhältnisse, sondern ist – wie bekannt – eine Welterscheinung. Um den Verseuchungen der Gewässer vorzubeugen, das Maß der Verseuchung festzustellen, die Auswirkungen zu vermindern, sind von den Fachleuten verschiedene Projekte entworfen worden. Es wurden Standarde mit der Zielsetzung, eine weitere Verschlechterung der Wasserqualität zu verhindern, ausgearbeitet. Unter diesen kommen gleicherweise Arbeiten von biologischem wie chemischem Charakter vor.

Als grundlegende chemische Qualifizierung kann z. B. die Einleitung nach dem Sauerstoffgehalt betrachtet werden, bei deren Ausarbeitung sich LIEBMANN (1960, 1966) unvergängliche Verdienste erworben hat. Auf den Sauerstoffbedarf, auf die Sauerstoffverhältnisse beruhen zahlreiche Arbeiten von KNÖPP (1959, 1961, 1964), welche jedoch auch andere biologische Zustandsverhältnisse widerspiegelnde Untersuchungsmethoden enthalten.

Vom Anfang des Jahrhunderts stammt das heute bereits als klassisch angesehene saprobiologische System von KOLKWITZ–MARSSON (1908, 1909), welches rein auf Erfahrung beruhend die Liste der Indikatorenarten (Pflanzen und Tiere) aufstellt. Obwohl sich dieses System dem ursprünglichen gegenüber stark verändert hat, ist es im Grunde genommen auch heute noch stichhaltig.

Besonders viele Umänderungen wurden von LIEBMANN (1962), ŠLADECEK (1961), PANTLE & BUCK (1955) usw. vollzogen. Bezüglich der Ciliaten wurden unsere Kenntnisse durch die ökologischen Arbeiten von BICK (1957, 1960, 1966, 1967, 1968, 1971) vervollständigt. Im neubearbeiteten System von KOLKWITZ (1950) beträgt die Zahl der Bioindikatoren 525, davon sind 238 Protozoen. Auch aus diesen Angaben geht hervor, daß den Protozoen eine bedeutende Rolle im Leben der Süßgewässer, besonders im Abbau des organischen Materials zugemessen werden muß. TÜMPLING (1967) weist darauf hin, daß die

* Frau *Csutor, Dr. Magdolna Bereczky*, Magyar Dunakutató Állomás (Ungarische Donauforschungsstation) 66d, Jávorka Sándor-u. 14.

hervorgehobenen Indikatorenorganismen und die Biozönosen nicht den augenblicklichen Zustand der Wasserqualität, sondern den durchschnittlichen Komplexzustand des Wassers widerspiegeln, im Gegensatz der chemischen Analysen geben sie nicht die einzelnen Komponenten an, sondern werten deren Komplexe Auswirkung.

Aufgrund dieser wurde versucht auf dem oberen ungarischen Donaubeschnitt orientierende saprobiologische Angaben zu gewinnen. Wie bekannt, befinden sich der Donau entlang zahlreiche in Entwicklung stehende Industrieanlagen. So daß mit den Abwässern dieser in der Zukunft gerechnet werden muß. Das Forschungs-Institut für Wasserwirtschaft und die VITUKI-Wassergüteaufsicht führt regelmäßig Verseuchungskontrollen durch. Andere, dazu befugte Behörden, führen die hygienischen Untersuchungen durch. Das Untersuchungsziel meiner Arbeit war, ohne eine vollkommene Qualifizierung des Wassers erstreben zu wollen, bloß die neueren Ergebnisse der Ökologie in die Praxis umzusetzen. Das rechtzeitige Erkennen der in der Zönose auftretenden Veränderungen könnte dem Wasserschutz in der präventiven Arbeit bei den Verseuchungen zugute kommen.

Material und Methode

Die stets aus der Strömungslinie entnommenen Proben stammen aus dem Bereich von 11 Ortschaften entlang der Donau (Dunaremete, Stromkm 1825, Ásványráró, Stromkm 1820, Medve, Stromkm 1805, Gönyű, Stromkm 1790, Komárom, Stromkm 1770, Szöny, Stromkm 1765, Alnásfüzitő, Stromkm 1757, Süttő, Stromkm 1745, Nyergesújfalú, Stromkm 1735, Esztergom, Stromkm 1715, Szob, Stromkm 1705).

Zusammen mit den biologischen Proben, wobei 100 l-Wasser durch ein Planktonnetz Nr. 25 gesiebt wurde, erfolgte auch die Entnahme von chemischen Proben, die nach folgenden Komponenten analysiert wurden: Sauerstoffverbrauch, gelöster O_2 , gelöster CO_2 , und pH-Wert. Zahlreiche Analysen erfolgten auch bezüglich des Nitrit-, Nitrat-, und Ammonia-Wertes.

Die quantitativen Verhältnisse der Protozoen wurden mit direktem Anzählen bestimmt, angegeben wurde die Individuenzahl pro/m^3 . Bei den qualitativen Untersuchungen wurden Sublimat-Alkohol, oder die Fixierung nach CHAMPY, ferner die Carmin-Kernfärbung nach RAWITZ, die Kernreaktion nach FEULGEN und das Versilberungsverfahren nach CHATTON-LWOFF abwechselnd neben Untersuchungen an lebendes Material angewendet.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung (1971) wurde je ein Monat im Frühjahr (Mai), im Sommer (Juli) und im Herbst (Oktober) gewählt. Die Zahl der zur Untersuchung gelangenden chemischen und biologischen Proben betrug 66. Zur saprobiologischen Qualifizierung wurden die Auswertung von LIEBMANN (1962), BICK (1968) und CZORIK (1968) zugrunde genommen. Die erhaltenen Ergebnisse wurden aufgrund der Individuenzahl/ m^3 , entsprechend den acht saprobiologischen Stufen, auf achteiligen Sterndiagrammen veranschaulicht.

Die Illustration enthält auch den Wert der Artenzahl, gesondert wird die Menge derjenigen Arten angeführt, deren saprobiologische Verhältnisse noch nicht bekannt sind.

Untersuchungsergebnisse

Vor 15 Jahren wurde dieser Donauabschnitt von MUHITS (1957) ebenfalls untersucht, wobei folgendes festgestellt werden konnte: „die Selbstreinigung der Verseuchung von Wien und Preßburg erfolgt nach 20 km“, eine stärkere Verseuchung ließ sich beim Stromkm 1790,9 nachweisen, was dem ungereinigten Abwasser der Stadt Győr und den Verseuchungen der Raab und der Kleinen-Donau zuzuschreiben ist. Eine weitere, stärkere Verseuchung konnte noch bei Komárom, Stromkm 1775 beobachtet werden. Als Schlußfolgerung wurde von MUHITS folgendes erwähnt: „Der obere Donauabschnitt enthält mehrere Reinwasserorganismen als der Abschnitt unterhalb Budapest.“

Die vorliegenden Untersuchungen brachten bedeutend schlechtere Ergebnisse. Wie es festgestellt werden konnte, erfolgt die Selbstreinigung des städtischen und industriellen Abwassers von Wien und Preßburg im Mai bei Dunaremete (Stromkm 1825) noch nicht. Es kommen zwar beta-mezosaprobe Organismen vor, doch dominieren in Bezug der Individuenzahl die alfa-mezo- und polisaprobe Organismen. Im Sommer fällt zwar die Individuenzahl, aber die Menge der alfa-mezosaprobe Organismen ist immer noch hoch, im Herbst hingegen, wo die Individuenzahl wieder ansteigt, ist die Menge der beta- und beta-alfamezosaprobe Indikatoren gegenüber den verseuchteren Verhältnisse anzeigenden Organismen, ausgeglichener.

Tabelle 1. Gestaltung der Arten und Individuenzahl in den einzelnen Monaten

Monate	Dunaremete			Ásványráró			Medve		
	V.	VII.	X.	V.	VII.	X.	V.	VII.	X.
Artenzahl	28	23	25	24	6	28	29	21	25
Ind./m ³ /1000	108	38	101	143	36	80	93	44	68

Dieselbe Verhältnisse konnten in der Umgebung von Ásványráró und Medve festgestellt werden, größere Abweichungen ließen sich nicht nachweisen.

Bei Gönyű dominieren im Frühjahr die alfamezosaprobe Rhizopoden und Ciliatenarten. Dies deutet darauf hin, daß der Gehalt des organischen Stoffes im Wasser sehr hoch ist und, daß die Intensität der Sauerstoffverbrauchprozesse die der sauerstoff erzeugenden Prozesse überfügelt. Im Sommer fällt wieder, wie bei den vorangehenden Fundorten, die Arten- und Individuenzahl, der saprobe Charakter hingegen bleibt unverändert.

Im Herbst dagegen verliert das Wasser seine „Individualität“, es wird Charakterlos. Beinahe in gleicher Menge – jedoch in äußerst geringer Zahl können beta-mezosaprobe bis polisaprobe Organismen angetroffen werden. Diese Protozoen „Gemeinschaft“ kann als charakteristischer Rest einer alten Protozoenzönose betrachtet werden, oder ist eine, nach einer schweren Katastrophe sich bildende in ihren Charakteristika noch nicht abgeklärte Teilzönose. Daß nicht nur Abwasserorganismen allein vorkommen – ein Umstand, der in der ersten Phase der Regeneration gesetzmässig wäre – könnte mit der Strömung des Wassers erklärt werden.

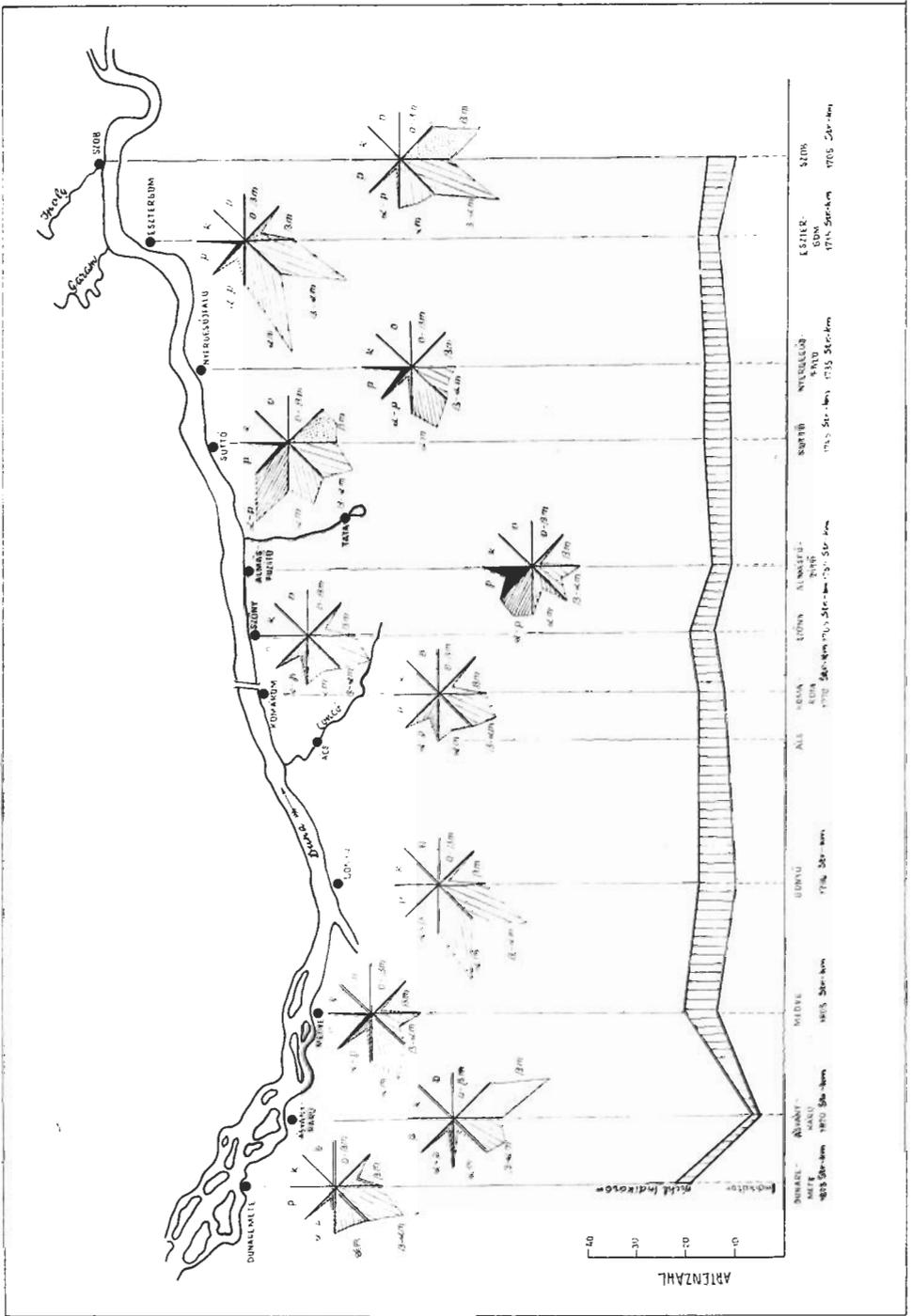


Abb. 3. Die saprobiologischen Verhältnisse des oberen ungarischen Donauabschnittes im Oktober 1971

Bei Komárom dominierte im Frühjahr die Zahl der alfa-polisaproben Organismen, sie erreichte 26000/m³. Hier fehlten aus der Zönose die äußerst starke Verseuchungen anzeigenden Organismen, so auch diejenigen, die für reine Gewässer kennzeichnend sind. Im Juli fällt beinahe schon gesetzmäßig die Individuenzahl und es zeigt sich eine gewisse Tendenz der Qualitätsveränderung des Wassers in positiver Richtung. Im Herbst steigt die Zahl der beta-alfamezosproben Organismen weiter an, aber bedeutend ist auch der Anteil der polisaproben in der Zusammensetzung der Zönose. Da sich dies Ende Oktober vollzieht, kann die Verseuchung vielleicht durch den Probenbetrieb der Zuckerfabrik von Ács herbeigeführt worden sein, deren Abwässer vom Conco-Bach in der Donau geführt werden und da bloß 5 Stromkm dazwischen liegen, läßt sich diese Einwirkung, wenn auch etwas abgeschwächt, nachweisen.

Tabelle 2. Gestaltung der Arten- und Individuenzahl in den einzelnen Monaten

	Gönyű			Komárom			Szöny		
Monate	V.	VII.	X.	V.	VII.	X.	V.	VII.	X.
Artenzahl	24	18	17	18	18	31	25	20	27
Ind. /m ³ /1000.	116	61	18	73	47	89	70	43	84

Im Bereich von Szöny, Almásfüzitő und Süttő ist die Verseuchung der Donau ziemlich gleichmäßig. Da die Industrieanlagen ziemlich nahe aneinander liegen, ist der Strom nicht imstande durch Selbstreinigung eine bedeutendere Modifikation der Wasserqualität auf diesem kurzen Abschnitt hervorzurufen. Am verseuchtesten erscheint Almásfüzitő, da in allen drei untersuchten Jahreszeiten die Zahl der polisaproben Arten hier, gegenüber den anderen beiden Sammelstellen, am höchsten war.

Die Sammelstelle von Nyergesújfalu muß besonders hervorgehoben werden, da sich hier dieselbe Erscheinung abgespielt hat, wie im früher erwähnten Bereich von Gönyű. Biologisch konnte die Wasserqualität beim Stromkm 1735 im Frühjahr beinahe nicht gewertet werden. Aus der Biozönose fehlten nicht nur die Protozoen, sondern auch andere Wasserorganismen. Chemisch betrachtet konnte — bezüglich der Komponente die Bick (1971) für die Kennzeichnung allgemeiner ökologischer Prozesse verwendet — keine besondere Veränderung nachgewiesen werden. (Wassertemperatur: 12°C, pH: 7,96, NH₄: 1,2 mg/l Sauerstoffverbrauch mit der Kaliumbikromatmethode 5,1 mg/l, gelöster Sauerstoff 14,4 mg/l, CO₂ fehlt.) Aufgrund des Sauerstoffverbrauchswertes stehen wir einem mäßig verseuchten Wasser gegenüber, die niedere Arten- und Individuenzahl ist also dadurch nicht begründet. Diese Verhältnisse können nicht nur durch das Wasser von Nyergesújfalu hervorgerufen worden sein, sondern von der einige Stromkm entfernter liegenden Ortschaft Lábatlan, wo das Abwasser der Papierfabrik giftige Stoffe enthält.

Bei Nyergesújfalu zeigt die Qualität des Wassers im Sommer eine Verbesserung, im Herbst hat sich die Fauna regeneriert, besondere Unterschiede konnten den anderen Untersuchungsstellen gegenüber nicht mehr nachgewiesen werden.

Tabelle 3. Gestaltung der Arten- und Individuenzahl in den einzelnen Monaten

Monate	Almásfüzitő			Süttő			Nyergesújfalu		
	V.	VII.	X.	V.	VII.	X.	V.	VII.	X.
Artenzahl	27	16	26	27	18	22	5	17	26
Ind./m ³ /1000	92	40	111	68	62	74	16	34	156

Die bei Esztergom und Szob gesammelten Wasserproben zeigten nahezu gleiche Qualität. In der Bildung der Zönose nehmen mit großer Arten- und Individuenzahl die beta-mesosaprobe, d. h. die der etwas verseuchten Kategorie angehörenden Organismen auch teil. Das Gesamtbild wird jedoch durch die oberhalb Esztergom einmündenden Unyi- und Kenyérmező-Bäche und deren Abwässer stark verschlechtert sowie durch die Industrieabwässer, die durch den Garam- und Ipoly-Fluß in der Donau geraten. Durch diese steigt die Zahl der alfa-mesosaprobe Organismen. Während der Probeentnahme im Oktober schwammen zwischen Nyergesújfalu und Szob große Mengen von *Lemna* auf der Wasseroberfläche, der Ursprung dieser Erscheinung ist uns leider unbekannt.

Tabelle 4. Gestaltung der Arten- und Individuenzahl in den einzelnen Monaten

Monate	Esztergom			Szob		
	V.	VII.	X.	V.	VII.	X.
Artenzahl	26	19	19	26	17	18
Ind./m ³ /1000	55	68	120	65	70	119

Zusammenfassung

1. In dem von uns untersuchten Donauabschnitt kommen die Auswirkungen der Abwässer der Industrieanlagen stark zur Geltung. Reine Gewässer kennzeichnende Indikatorenarten ließen sich nur in geringer Individuenzahl nachweisen. Es dominieren die beta-alfa, manchmal auch die alfa-polisaprobe Protozoen, so wohl der Arten- wie auch der Individuenzahl gemäß.

2. Einem Maximum der Individuenzahl im Frühjahr folgt ein Minimum im Sommer, im Herbst steigt die Art- und Individuenzahl wieder an, insbesondere an reinen Abschnitten der Donau, wie bei Göd. Die äusseren Einwirkungen verhinderten diese Tendenz bei Nyergesújfalu im Frühjahr, bei Gönyű im Herbst.

3. Im Donauarm bei Szentendre und Vác bin ich während meiner Untersuchungen, die mit derselben Methode durchgeführt wurde, zu der Folgerung gelangt, daß in diesem Abschnitt das beta-mesosaprobe, etwas verseuchte

Tabella 5. Die Verbreitung der Ciliaten-Arten in der Donau

Arten	Fundorte*											
	S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Ord. Holotricha												
<i>Holophrya atra</i> SVEC	—									+		+
<i>H. simplex</i> SCHEW.	—	+	+									+
<i>H. alveolata</i> KAH	—				+	+						
<i>H. nigricans</i> LAUTERB.	—	+	+									
<i>Pseudoprorodon sulcatus</i> KAHL	—		+	+	+	+	+	+				
<i>Ps. armatus</i> KAHL	—	+	+									
<i>Ps. niveus</i> (EHRB.) KAHL	o		+		+			+				
<i>Prorodon teres</i> EHRB.	a-b	+				+	+	+				
<i>Pr. ovum</i> (EHRB.) KAHL	a-b								+			
<i>Enchelys simplex</i> KAHL	—										+	
<i>E. vermicularis</i> SMITH	p			+	+	+						
<i>Trachelophyllum signoides</i> KAHL	—							+	+			
<i>Didinium nasutum</i> O. F. M.	a				+							
<i>Coleps hirtus</i> NITZSCH	a-b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Amphileptus claparedi</i> STEIN	a					+				+		
<i>A. tracheloides</i> (ZACH.) MASKEL	o	+										
<i>Litonotus fasciola</i> (EHRB.) WRZSEN.	a-b			+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>L. lamella</i> (EHRB.) SCHEW.	a	+	+	+			+				+	+
<i>L. melcagris</i> EHRB.	—											+
<i>L. pleurosigma</i> STOKES	—	+	+	+	+							+
<i>Trachelius ovum</i> EHRB.	b	+	+	+		+						
<i>Nassula ornata</i> EHRB.	b		+									
<i>Chilodontopsis depressa</i> PERTY	—						+	+	+	+		
<i>Phuscolodon vorticella</i> STEIN	b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chilodonella cucullulus</i> O. F. M.	a-b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ch. uncinata</i> EHRB.	a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ch. capucina</i> PEN.	—			+		+						
<i>Plagiopyla nasuta</i> STEIN	p			+			+	+	+	+		
<i>Colpoda cucullulus</i> O. F. M.	a-p		+				+	+	+	+	+	+
<i>C. steini</i> MAUPAS	p							+	+	+	+	+
<i>Paramecium caudatum</i> EHRB.	a-p	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. bursaria</i> (EHRB.) FOCKE	b-a										+	
<i>P. trichium</i> (STOKES)	a	+	+	+				+	+			
<i>Stokesia vernalis</i> (WANG)	b											+
<i>Frontonia acuminata</i> EHRB.	b	+			+						+	
<i>Fr. atra</i> EHRB.	—			+	+			+	+	+		
<i>Fr. depressa</i> (STOKES)	—	+	+	+	+							
<i>Frontonia</i> sp.	—			+								
<i>Glaucoma scintillans</i> EHRB.	a-p	+	+	+			+	+	+		+	
<i>Tetrahymena pyriformis</i> (EHRB.) SCHEW.	a-p	+	+			+		+	+		+	+
<i>Colpidium colpodu</i> (EHRB.) STEIN	a-p									+	+	
<i>C. campylum</i> (STOKES) BRESSLAU	p	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cinetochilum margaritaceum</i> (EHRB.) PERTY	a-p	+					+	+	+	+	+	+
<i>Uronema marinum</i> DUJ.	b	+										
<i>Lembus pusillus</i> QUENNERSTEDT	a				+							
<i>Ophryoglena atra</i> LIEBK.	o-b						+				+	
<i>Cyclidium citrullus</i> COHN	a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. glaucoma</i> O. F. M.	a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pleuronema crassum</i> (O. F. M.) DUJ.	b				+			+				
<i>Pl. coronatum</i> KENT	—											+

* Fundorte: 1. Dunaremete, 2. Ásványráró, 3. Medve, 4. Gönyű, 5. Komárom, 6. Szöny, 7. Almásfüzitő, 8. Süttő, 9. Nyergesújfalu, 10. Esztergom, 11. Szob.

Arten	Fundorte											
	S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2. Ord. Spirotricha												
<i>Spirostomum minus</i> ROUX	—										+	+
<i>S. ambiguum</i> (O. F. M.) EHRB.	a	+	+	+		+					+	+
<i>Blepharisma lateritium</i> EHRB.	b											+
<i>Stentor coeruleus</i> EHRB.	b-a			+	+						+	+
<i>St. polymorphus</i> O. F. M.	b-a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>St. roeseli</i> EHRB.	a										+	
<i>St. mülleri</i> EHRB.	—	+										
<i>Bursaria truncatella</i> O. F. M.	b-a	+			+						+	+
<i>Strombidium viride</i> STEIN	—	+	+	+	+	+	+	+			+	+
<i>Halteria grandinella</i> O. F. M.	b-a	+	+	+	+	+					+	+
<i>Tintinnidium fluriale</i> STEIN	b	+									+	
<i>Codonella cratera</i> (LEIDY)	—					+					+	+
<i>Uroleptus piscis</i> O. F. M.	b	+	+	+	+						+	+
<i>Urostyla grandis</i> EHRB.	—										+	
<i>Oxytricha fallax</i> STEIN	a								+		+	
<i>O. saprobia</i> KAHL	—				+	+		+		+		
<i>O. setigera</i> STOKES	—	+										
<i>O. pellionella</i> (O. F. M.)	a	+			+			+	+	+		
<i>Stylonychia mytilus</i> EHRB.	a			+				+			+	+
<i>Euplotes affinis</i> DUJ.	b	+										
<i>E. patella</i> (O. F. M.) EHRB.	b-a			+		+	+	+	+			+
<i>E. carinatus</i> STOKES	—							+				
<i>Aspidisca lynceus</i> EHRB.	b	+	+					+				
<i>A. costata</i> DUJ.	b-a	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Ord. Peritricha												
<i>Epistylis plicatilis</i> EHRB.	a-b	+		+						+		
<i>E. zschokkei</i> KEISER	—		+	+	+						+	+
<i>E. invaginata</i> CLAP. et LACHM.	—				+							
<i>Opercularia nutans</i> FAURE.-FR.	b-a		+							+	+	
<i>Forticella campanula</i> EHRB.	b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. nebulifera</i> var. <i>similis</i> (O. F. M.) STOKES	—		+									
<i>V. convallaria</i> L.	a-b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. microstoma</i> EHRB.	p	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. microstoma</i> f. <i>monilata</i> (TATEM)	a						+	+	+	+		
<i>V. striata</i> var. <i>octava</i> (DUJ.) STOKES	b-a	+										
<i>Carchaesium polypinum</i> L.	a									+		
<i>Zoothamnium elegans</i> D'UDEKEM	—					+	+	+	+			

Oberflächenwasser dominiert, aber viele Faktoren weisen darauf hin, daß mit der Vermehrung der alfa-mesosaprobien Organismen dieser Zustand sich verändern kann. In dem oberen ungarischen Donauabschnitt ist diese Verschlechterung der biologischen Wasserqualität in Hinsicht der untersuchten Monate bereits eingetreten.

SUMMARY

Saprobiological Characterization of the Upper Reach of the Hungarian Danube Section by Means of Unicellular Indicators

In the reach examined by the author the effect of industrial sewages is felt very much. Indicator ciliates denoting pure water were found only in quite small quantity. Dominating are the beta-alphameso- and at times, the alpha-polysaprobic organisms both as to the number of species and of individuals.

The spring maximum in the number of individuals is followed by a summer minimum; however, again a higher number of species and individuals is found in autumn, especially in the purer reaches of the Danube, e. g. at Göd (1669 r. km.). Still, this tendency may change upon external effects, as experienced by the author at Nyergesújfalu in spring and at Gönyű in autumn.

In the course of the earlier examinations of the Szentendre and Vác branches of the Danube – conducted with the same method – the author found that there still the beta-mesosaprobic character was predominant, yet numerous factors point to the possibility that with an increase in number of the alpha-mesosaprobic organisms this condition may change. In the Hungarian upper Danube reach this change in the condition of the biological water quality has already ensued in the months the author conducted her examinations.

SCHRIFTTUM

1. BERCZKY, M. Cs. (1972): *A szentendrei és váci Duna-ág csillós egysejtűinek vizsgálata 1970-ben.* – Hidr. Közl., 4–5: 214–217.
2. BICK, H. (1957): *Beiträge zur Ökologie einiger Ciliaten des Saprobiensystem.* – Vom Wasser, 24: 224–246.
3. BICK, H. & SCHOLTYSEK, E. (1960): *Ökologische Untersuchungen an Abwasserteichen. Beiträge zur Ökologie der Planktonorganismen aus Abwasserteichen.* – Arch. Hydrobiol., 57 (1–2): 196–216.
4. BICK, H. (1966): *Ökologische Untersuchungen an Ciliaten des Saprobiensystems II.* – Verh. Int. Verein. Limnol., 16: 845–853.
5. BIEK, H. (1967): *Vergleichende Untersuchung der Ciliatensukzession beim Abbau von Zellstoff in marinem Brackwasser und atlantischen Brackwasser vom Typ der Kaliwerkabwasser.* – 29 (1–2): 185–204.
6. BICK, H. (1968): *Autökologische und saprobiologische Untersuchungen an Süßwasserciliaten.* – Hydrobiologia, 31 (1): 17–36.
7. BIEK, H. & KUNZE, S. (1971): *Eine Zusammenstellung von autökologischen und saprobiologischen Befunden an Süßwasserciliaten.* – Int. Revue ges. Hydrobiol. 56 (3): 337–384.
8. CASPERS, H. & SCHULZ, H. (1962): *Weitere Unterlagen zur Prüfung der Saprobiensysteme.* – Int. Revue Ges. Hydrobiol., 47 (1): 100–117.
9. CZÓRIK, F. P. (1968): *Swobodnoshiwuschtschie infusorii wodoemow Moldawii.* – M. S. S. R., Akad. Nauk. Kischinjaw.
10. ERTL, M., ERTL, E., LÁC, J. & VRANOVSKY, M. (1961): *Literaturübersicht der Hydrofauna des tschechoslowakischen Abschnitts der Donau während der Jahre 1918–1958.* – Biologia (Bratislava), 16: 57–73.
11. HANUSKA, L. (1958): *Einige interessante Protozoen der Donau.* – Biologia (Bratislava), 13: 53–56.
12. KNÖPP, H. (1958): *Experimentelle Untersuchungen über die Schädigung von Selbstreinigungsvorgängen durch Abwassergifte.* – Deutsche Gewässerk. Mitteil., 4: 79–83.
13. KNÖPP, H. (1959): *Über die Rolle des Phytoplanktons im Sauerstoffhaushalt von Flüssen.* – Deutsche Gewässerk. Mitteil., 6: 3.
14. KNÖPP, H. (1961): *Der A-Z-Test, ein neues Verfahren zur toxiologischen Prüfung von Abwässern.* – Deutsche Gewässerk. Mitteil. 5: 3.

15. KNÖPP, H. (1964): *Die „Zusätzliche Zehrung“ – eine neue biochemische Kennzahl zur Bewertung von Selbstreinigungskraft und Verschmutzung.* – Gas- und Wasserfach (Wasser-Abwasser), Januar.
16. KOLKWITZ, R. & MARSSON, M. (1909): *Ökologie der tierischen Saprobien.* – Int. Revue Ges. Hydrobiol., 2: 1–126.
17. KOLKWITZ, R. (1950): *Oekologie der Saprobien.* – Wasser-, Boden- u. Lufthygiene, 4: 1–64.
18. LIEBMANN, H. (1960): *Über die Darstellung der Wassergüte von Flüssen und Seen.* – Monatll. Bull. Schweiz, Ver. Gas- u. Wasserfach., 8.
19. LIEBMANN, H. (1962): *Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie.* – 2 Aufl. Oldenburg-Verl., München.
20. LIEBMANN, H. & LYNN, W. R. (1966): *The optimal allocation of dissolved oxygen.* – Water Res. Research, 2: 3.
21. MUHITS, K. (1955): *A Duna szennyzettségének kimutatása biológiai vizsgálat alapján, új grafikus ábrázolási mód segítségével.* – Hidr. Közl., 35: 335–342.
22. PANTLE, R. & BUCK, H. (1955): *Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse.* – Gas u. Wasserfach, 96: 18.
23. SLÁDECEK, V. (1961): *Zur biologischen Gliederung der höheren Saprobitätsstufen.* – Arch. f. Hydrobiol., 58: 103–121.
24. SLÁDECEK, V. (1965): *The future of the saprobity system.* – Hydrobiologia, 25: 518.
25. SLÁDECEK, V. (1966): *Water quality system.* – Verh. Int. Ver. Limnol., 16.
26. ŠRAMEK-HUSEK, R. (1956): *Zur biologischen Charakterisierung der höheren Saprobitätsstufen.* – Arch. f. Hydrobiol., 51: 376–390.
27. TÜMPLING, W. (1967): *Die Bedeutung der biologischen Gewässeranalyse für die Gewässeraufsicht.* – Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 17: 411–414.
28. ZELINKA, M. & MARVAN, P. (1961): *Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer.* – Arch. f. Hydrobiol., 57: 389–407.