

KURZFRISTIGE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE AUSWIRKUNG DES ABNEHMENDEN DONAUWASSERSTANDES AUF DIE PLANKTISCHE CILIATENPOPULATION UND DIE GESTALTUNG IHRER SAPROBIOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE

(DANUBIALIA HUNGARICA LXXXII)

von

M. CS. BERECKZY

Ungarische Donauforschungsstation, Göd

Eingegangen: 30. Mai 1976

Einleitung

In unseren geographischen Breiten geht die jahreszeitliche Änderung auch mit einer dynamischen Gestaltung der Lebewelt der Gewässer einher. Die typischen Zönosen der vier Jahreszeiten können sowohl hinsichtlich der Individuenzahl, als auch der dominanten Arten voneinander abweichen.

In diese dynamische Gestaltung kann — außer der Verunreinigung — auch die Schwankung des Wasserstandes in bedeutender Weise eingreifen. Der Ablauf der Flutwellen verändert in großem Maße das Bild der für die Jahreszeit charakteristisch ausgestalteten planktischen Ziliatenpopulationen. Es erscheinen fremde Elemente, deren Mehrheit Sedimentbewohner oder Mitglieder von Gemeinschaften der Anlandgewässer sind.

Im Zuge meiner im Jahre 1970 durchgeführten Arbeit habe ich die Frühjahrsflutwelle vom ersten Anstieg bis zur einsetzenden Abnahme aufgrund täglich entnommener Proben untersucht. Die Analysen haben erwiesen, daß es sowohl der Artenzahl als auch der Individuenzahl nach am dritten Tage zu einer beträchtlichen Zunahme gekommen ist (Bereckzy 1975).

Im Herbst 1971 untersuchte ich bei abnehmendem Wasserstand — und demnach auch bei geringerer Strömungsgeschwindigkeit — wie sich die qualitative und quantitative Zusammensetzung der planktischen Ziliatenpopulationen gestaltete und ob sich dadurch die von den Ziliaten indizierte Saprobität verändert.

Methode

Die Entnahme der Proben begann am 4. Oktober 1971 an drei Punkten des Donauquerprofils bei Göd (Stromkm.: 1669) und wurde am 12. Oktober abgeschlossen.

Vom 4. bis zum 10. Oktober wurden die chemischen und biologischen Proben um 8 Uhr und um 20 Uhr entnommen, am 11. und am 12. hingegen 24 Stunden lang je alle 4 Stunden.

Die chemischen Analysen haben sich auf die folgenden Komponenten erstreckt: pH; gelöstes O_2 mg/l; O_2 -Verbrauch mg/l; gelöstes CO_2 mg/l; NH_4^+ mg/l; Wasser $^{\circ}C$. (Ung. Norm. 448 – 55) Beim Einsammeln der biologischen Proben wurden jeweils 100 l – Wasser durch ein Planktonnetz N $^{\circ}$ 25 gefiltert.

Außer der Untersuchung der lebenden Tiere wurden auch Präparate angefertigt (Fixierung nach Schaudinn, Kernfärbung nach Feulgen, Chatton-Lwoffsche Versilberung usw.). Die Zählung der fixierten Einzeller wurde mit Hilfe einer Kolkwitz-Kammer von 0,5 ml-Fassungsvermögen durchgeführt. Der Wasserstand am Pegel Budapest betrug bei Beginn der Arbeit 210 cm, bei ihrer Beendigung 128 cm. Die Zahl der bearbeiteten biologischen Proben betrug 63.

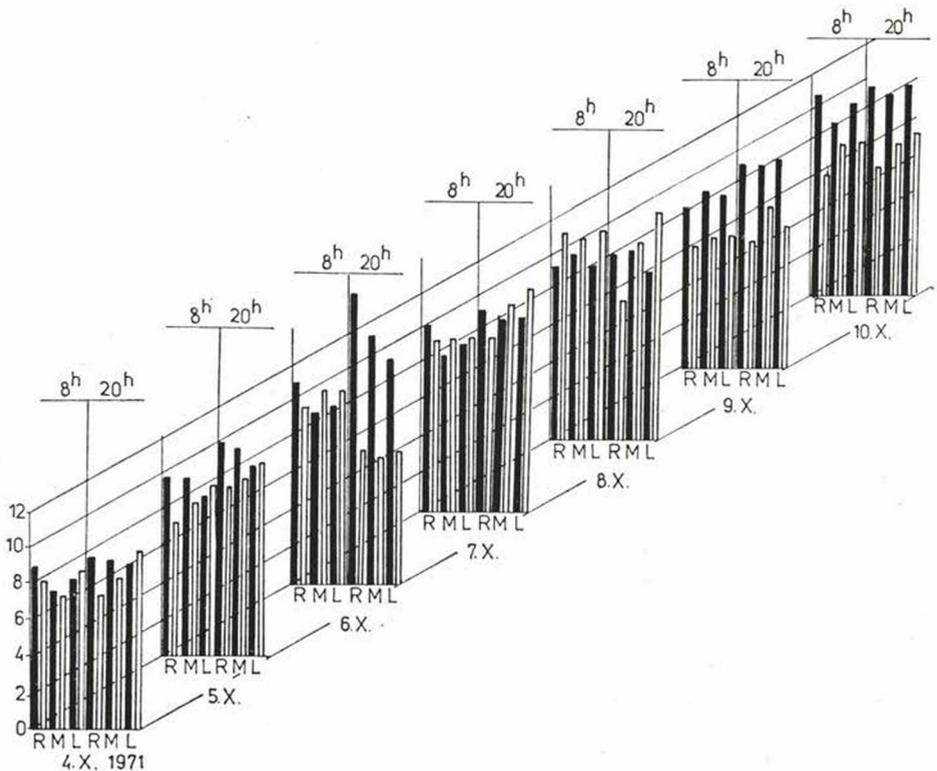


Abb. 1. Die Gestaltung des gelösten Sauerstoffes (O_2 mg/l schwarz) und $KMnO_4 - O_2$ – Verbrauches (mg/l, weiß) um 8 und 20 Uhr

Kurze Charakterisierung der Ergebnisse der chemischen Analysen

pH: Sein Wert sank nie unter 7 und stieg nie über 8. Innerhalb dieser Werte konnte weder in der Zeit, noch im Raum eine bedeutende Abweichung wahrgenommen werden.

Gelöstes O₂ mg/l: Der niedrigste Wert von 7,48 mg/l wurde am 4. X. morgens um 8 Uhr in der von der Strommitte entnommenen Probe gemessen, der höchste Wert von 14,32 mg/l war am 6. X. abends um 20 Uhr im Wasser am rechten Ufer zu verzeichnen. Abends lagen die Werte stets höher als morgens.

Im Zuge der 24stündigen Analyse stieg der O₂-Gehalt bis 16 Uhr und war auch um 20 Uhr unverändert hoch. Bis zum nächsten Morgen sank er allmählich wieder ab. Ein signifikanter Unterschied ergab sich unter den drei aus dem Querprofil gleichzeitig entnommenen Proben bloß am 6. X. abends, als am rechten Ufer 14,32 mg/l, in der Mitte 11,56 mg/l, am linken Ufer hingegen 9,64 mg/l gelöstes O₂ nachzuweisen war (Abb. 1, 2).

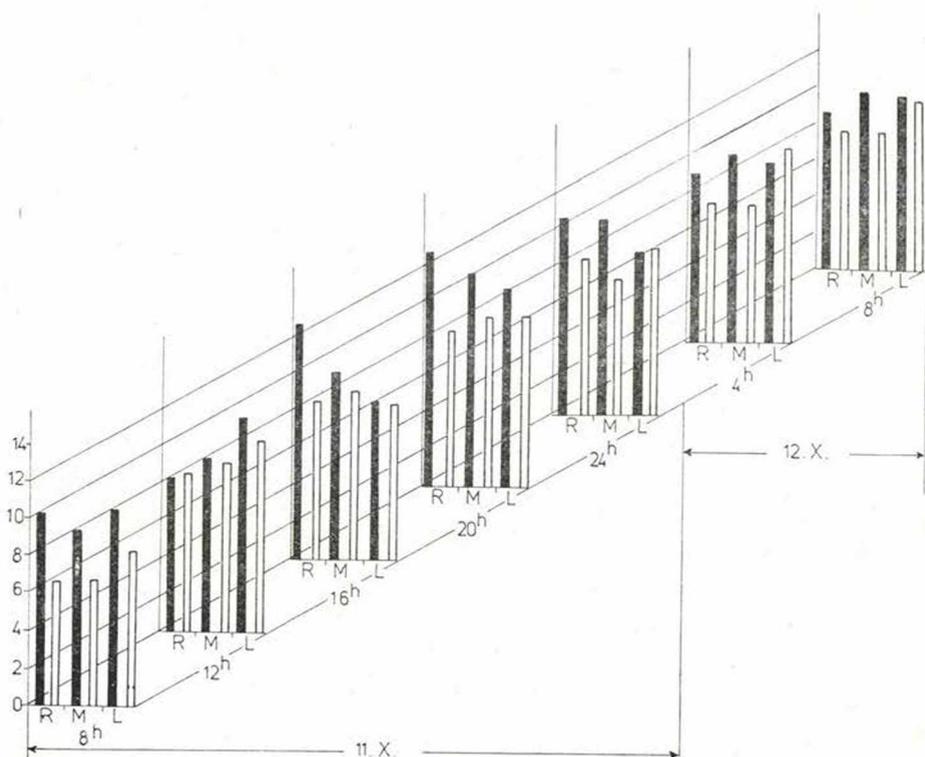


Abb. 2. Die Gestaltung des gelösten Sauerstoffes (O₂ mg/l schwarz) und KMnO₄ - O₂ - Verbrauches (mg/l weiß, vierstündig)

Interessanterweise spiegelte gleichzeitig auch die Ziliatenpopulation diese Abweichung vor allem in quantitativer Hinsicht wider (am rechten Ufer: 118 Ind/l aus 30 Arten, in der Mitte: 78 Ind/l von 29 Arten, am linken Ufer: 23 Arten mit insgesamt 83 Ind/l).

Der prozentuale O_2 -Sättigungsgrad war abends stets höher als in den Morgenstunden.

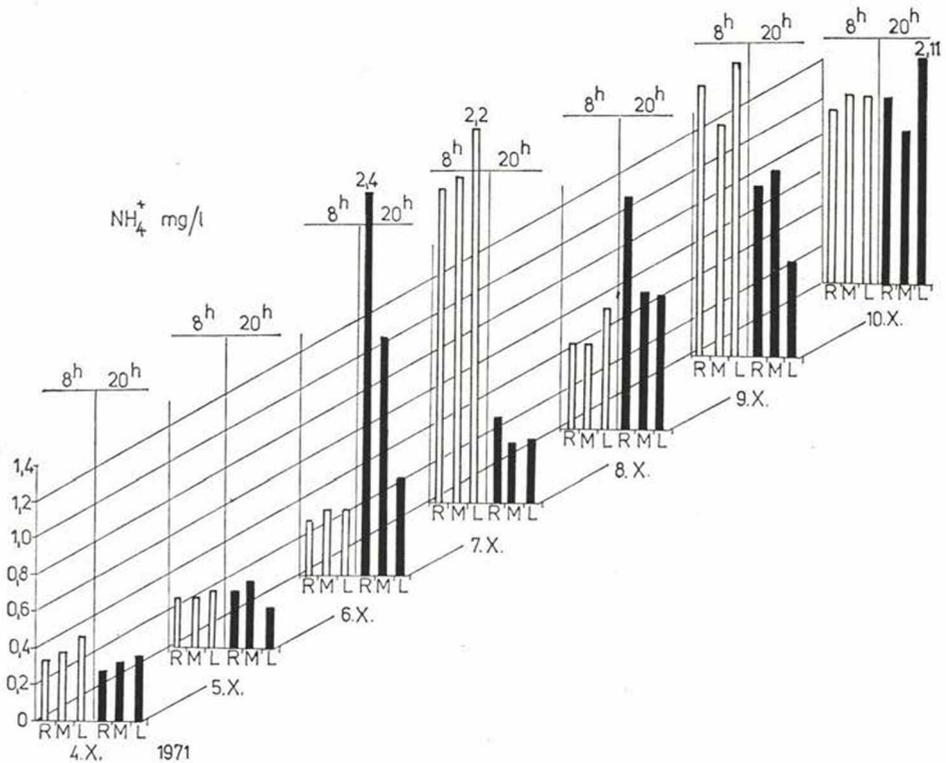


Abb. 3. Die Gestaltung des NH_4^+ Ionengehaltes (mg/l) um 8 und 20 Uhr

O_2 -Verbrauch mg/l: In dieser Hinsicht ist ebenfalls der Unterschied zwischen Zeit und Raum nicht ausgeprägt. Es ist auch während der Untersuchungszeit vorgekommen, daß an allen drei Probenentnahmestellen gleiche Werte registriert wurden (7. X. morgens 8 Uhr 9,0 mg/l O_2 -Verbrauch).

NH_4^+ mg/l: Bei der Auswertung der Ammoniumdaten fallen schon gewisse Unterschiede auf. Während zu Beginn der Untersuchungen die Menge des NH_4^+ mg/l unter 0,5 mg/l blieb, stieg am 6. X. um 20 Uhr

dieser Wert am linken Ufer auf über 2 mg/l an. Dieser verhältnismäßig hohe Wert war noch am anderen Tag morgens zu messen, fiel jedoch bis zum Abend auf die ursprüngliche Ausgangsmenge zurück. An den weiteren Untersuchungstagen hingegen, insbesondere am 9. und 10. X. war der Ammoniumgehalt wiederum höher.

Während der 24stündigen Beobachtung lag das Maximum bei der vom rechten Ufer entnommenen Probe abends um 20 Uhr bei 1,51 mg/l (Abb. 3–4).

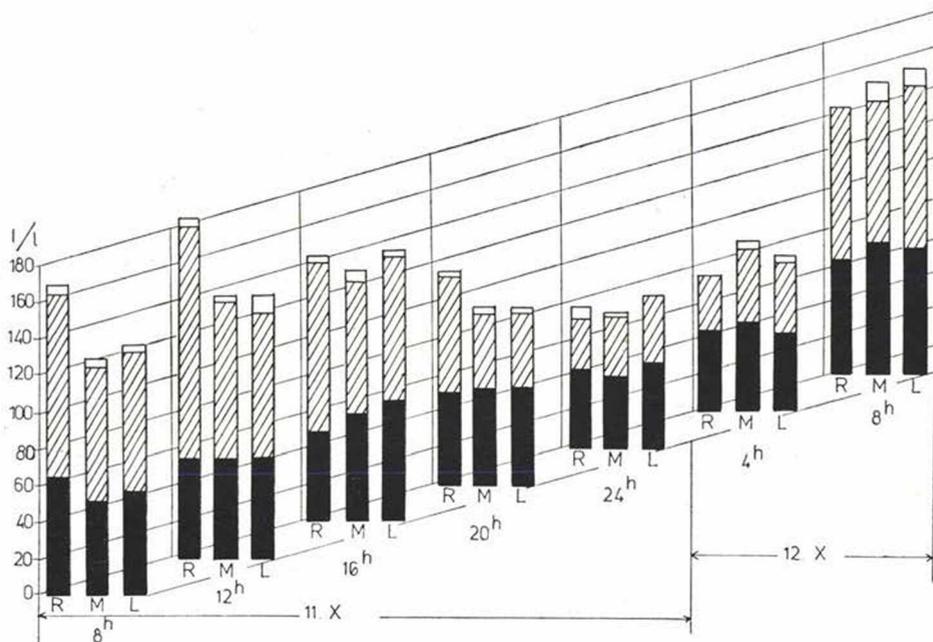


Abb. 4. Die Gestaltung des NH_4^+ ionengehaltes (mg/l), vierstündig

Es ist auffallend, daß mit steigendem NH_4^+ -Gehalt gleichzeitig die Anzahl von *Cinetochilum margaritaceum* (Erb.) Perty — ein alpha-polysaprophyter Indikator — wächst, ohne daß jedoch ein eindeutiger Zusammenhang zwischen beiden Phänomenen nachgewiesen werden konnte.

CO_2 mg/l (gelöst): Freies Kohlendioxyd war in keiner der Proben nachzuweisen.

Die Temperatur des Wassers: Die Wassertemperatur entsprach den langjährigen Herbstwerten dieses Donauabschnitts. Der Unterschied zwischen den Morgen- und Abendwerten, sowie zwischen den Proben der einzelnen Querprofilstellen, war öfters nur in Zehntelgraden meßbar (Wasser °C: max. 14,7, min. 12,6).

Ergebnisse der biologischen Analysen

Während der achttägigen Untersuchungsperiode wurden 57 Ziliatenspezies gefunden. Nach Ordnungen verteilen sich diese wie folgt:

Holotricha	32 Arten
Spirotricha	15 Arten
Peritricha	10 Arten

Außer den Organismen der oben erwähnten Ordnungen habe ich anlässlich meiner Untersuchungen auch eine *Suctorio*-Art, nämlich den Einzeller *Staurophrya elegans* Z a c h. aufmerksam beobachtet, da diese Art seit Untersuchungsbeginn mit auffallend großer Individuenzahl zum Vorschein gekommen ist.

Unter den Holotrichen herrschte die Art *Phascalodon vorticella* S t e i n vor. In jeder Probe des Querprofils war sie vorhanden. Für mehrere verwandte Arten war ihr zeitliches Auftreten charakteristisch, denn sie wechselten bei der Ausgestaltung der Ziliatenpopulation einander ab.

Während in den ersten sieben Tagen der Untersuchungsserie z. B. *Frontonia depressa* (S t o k e s) in größter Zahl zugegen war, dominierte am 11. X. *Frontonia atra* E h r b. Ihre weitere Entwicklung konnte wegen Abschluß der Untersuchungsserie leider nicht verfolgt werden, doch spielte sich fast ähnliches auch im Falle der Arten *Paramecium aurelia* E h r b. und *P. caudatum* E h r b. ab. *Litonotus fasciola* (E h r b.) W r z e s n. und *Litonotus lamella* (E h r b.) S c h e w. wechselten sich ebenfalls in der Population ab. Während bei Beginn der Untersuchungen *L. fasciola* die größte Individuendichte erreichte, stieg ab 8. X. die Individuenzahl von *L. lamella* an und übertraf am 11. X. sowie am 12. X. um 24 Uhr die Individuenzahl der vorigen Art um ein Vielfaches.

Von den Holotrichen sind *Lacrimaria olor* O. F. M., *Bizonula parva* (L e p s i) C o r l i s s, *Amphileptus claparedei* S t e i n nur sporadisch vorgekommen. Dies trifft auch, mit Ausnahme eines einzigen Falles (am 8. X. 20 Uhr), für *Glaucoma scintillans* E h r b. zu. *Prorodon teres* E h r b. konnte vom Beginn der Untersuchung bis zum 6.—7. X. in steigender Anzahl nachgewiesen werden, verschwand aber nach dem 10. X. völlig aus dem Plankton.

Von den Spirotrichen erwies sich *Stentor polymorphus* O. F. M. als dominant. Daneben war auch *Halteria grandinella* O. F. M. in relativ gleichmäßiger Verteilung ein Mitglied der Gemeinschaft. *Spirostomum teres* C l a p. & L a c h m. und *Spirostomum ambiguum* (O. F. M.) E h r b. verschwanden nach den ersten sechs Tagen aus den Proben. Obwohl weder *Stylonychia mytilus* E h r b., noch *Euplotes patella* (O. F. M.) E h r b. zu den Planktonbewohnern gehören, können sie dort dennoch oft vorgefunden werden, so wie dies auch aus der Tabelle I. hervorgeht. Darüber hinaus zeigte *Euplotes patella* parallel zum abnehmenden Wasserstand eine gleichmäßige Zunahme der Individuenzahlen. Die in der Faunenliste aufgeführten Peritricha-Arten, vor allem die

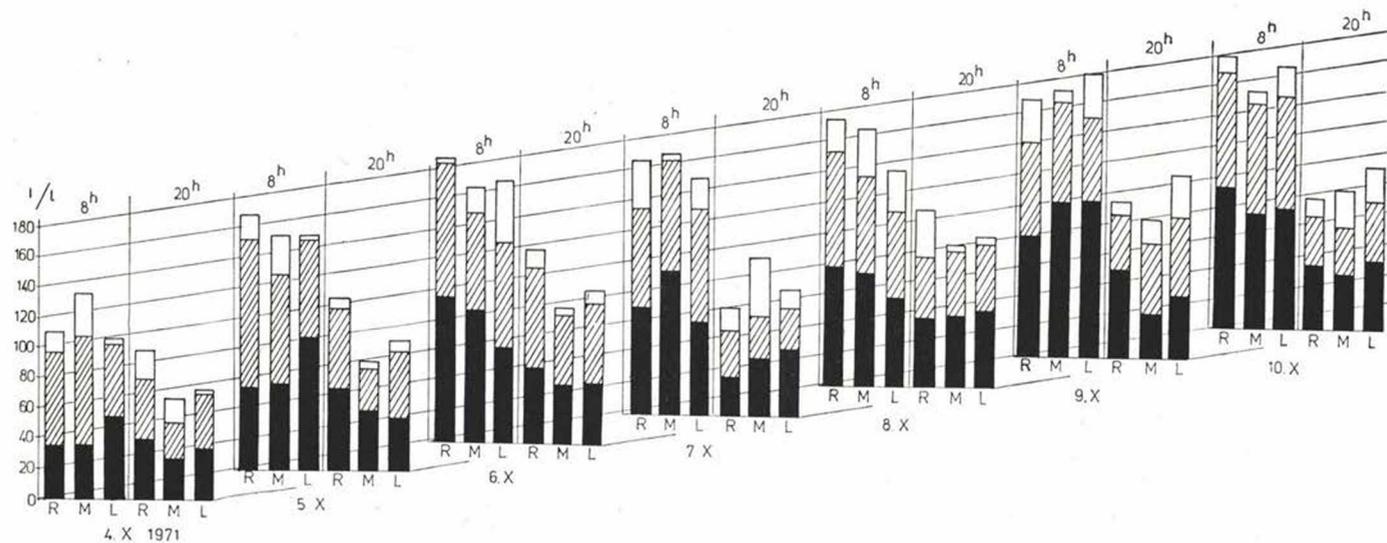


Abb. 5. Die Gestaltung des saprobiologischen Charakters im Querprofil um 8 und 20 Uhr. $\Sigma(o + \beta)$ schraffiert, $\Sigma(\alpha + p)$ schwarz, nicht Indikatoren weiß

Vorticellae, können in jeder Probe und in sehr großer Individuenzahl, obwohl sie sessile Protozoa sind, angetroffen werden.

Wie ich schon einleitend erwähnt habe, konnten im Plankton insgesamt 57 Ziliatenarten registriert werden. Sie ließen sich aber nie gleichzeitig in einer Probe nachweisen. Die höchste Artenzahl, die je in einer Probe vorhanden war, lag am 4. X. um 8 Uhr bei 41, die niedrigste betrug am 11. X. um 24 Uhr 22 Arten. Betrachtet man die räumliche Verteilung der Arten und Individuenzahlen so kann festgestellt werden, daß ein allzugroßer Unterschied zwischen den drei Probenentnahmepunkten nicht besteht, obwohl am rechten Ufer, im Vergleich zu den anderen beiden Sammelstellen, eine etwas reichere Fauna zu verzeichnen war. Dies kann damit erklärt werden, daß beim Stromkilometer 1669 eine Steinbühne die Strömung in Richtung auf das linke Ufer ablenkt, so daß dort die höchste Fließgeschwindigkeit herrscht. Aus der Tabelle und Abb. 5 und 6 geht hervor, daß hinsichtlich der zeitlichen Verteilung der Arten und Individuen, diese abends stets, mehr oder weniger schwankend, in geringerer Anzahl vorhanden waren als morgens.

Insbesondere trifft dies für die Zeit der 24stündigen Untersuchung zu, als von 8 bis 12 Uhr die Individuenzahl zunahm. Auch um 16 Uhr wurden noch höhere Werte als um 14 und 4 Uhr festgestellt.

Auf die Frage nach der Entwicklung der Population bei abnehmendem Wasserstand erhält man eine interessante Antwort: die anfänglich festgestellte Individuenzahl ist bis zum Untersuchungsende fast unverändert geblieben. Betrachtet man jedoch die Artenzahl aus den Proben der Strommitte, so hat sie sich von 41 mit 138 Ind/l am 4. X. morgens auf 27 Arten mit 183 Ind/l am 11. X. um 12 Uhr verringert und ist bis zum 12. X. um 8 Uhr noch weiter auf 24 Arten mit 144 Ind/l gesunken.

Während zuvor eine derart niedrige *Artenzahl* (nämlich die 24 Arten vom 12. X.) nur anlässlich der Abendproben gefunden wurde, kommt das am 8. Tag schon in den belichteten Tagesabschnitten vor. Es ist eigenartig, daß sich nur die Artenzahl verringerte, während die Individuenzahl mit all ihren Schwankungen unverändert blieb.

Czernin-Chudenitz (1966) hat anlässlich seiner Untersuchungen am österreichischen Donauabschnitt festgestellt, daß die Phytoplanktonorganismen in der Nacht mit einer geringeren Individuenzahl auftreten als tagsüber. Diese Erscheinung erklärte er mit der vom Schiffsverkehr herrührenden Aufwirbelung des Wassers. Infolge des niedrigen Wasserstandes und demnach des verminderten Schiffsverkehrs während der Untersuchungsperiode ist diese Erklärung für die oben beschriebene Erscheinung nicht überzeugend.

Im Leben der Seen ist die Entstehung eines tageszeitlichen Rhythmus, die Erscheinung der Planktonmigration, allgemein bekannt. Um jedoch darin eine analoge Erscheinung zu den Vorgängen in der Donau erblicken zu können, sind noch mehr fundierte Untersuchungen nötig, die sich auch auf andere Tiergruppen erstrecken müssen.

Saprobiologischer Charakter

oligosaprob	2 Arten
oligo-betamesosaprob	1 Arten
beta-mesosaprob	15 Arten
beta-alphamesosaprob	7 Arten
alpha-mesosaprob	16 Arten
alpha-polysaprob	1 Art
polysaprob	5 Arten
Insgesamt	46 Arten

Unter den 57 Ziliatenarten sind 46 Indikatoren und 11 Nicht-Indikatoren (+1 Suctoria-Indikator) zu finden.

Die einzelnen Arten sind saprobiologisch so zu charakterisieren: Die drei dominanten Arten *Phascolodon vorticella*, *Stentor polymorphus* und *Vorticella convallaria* sind beta-mesosaprob. Die mit größter Indivi-

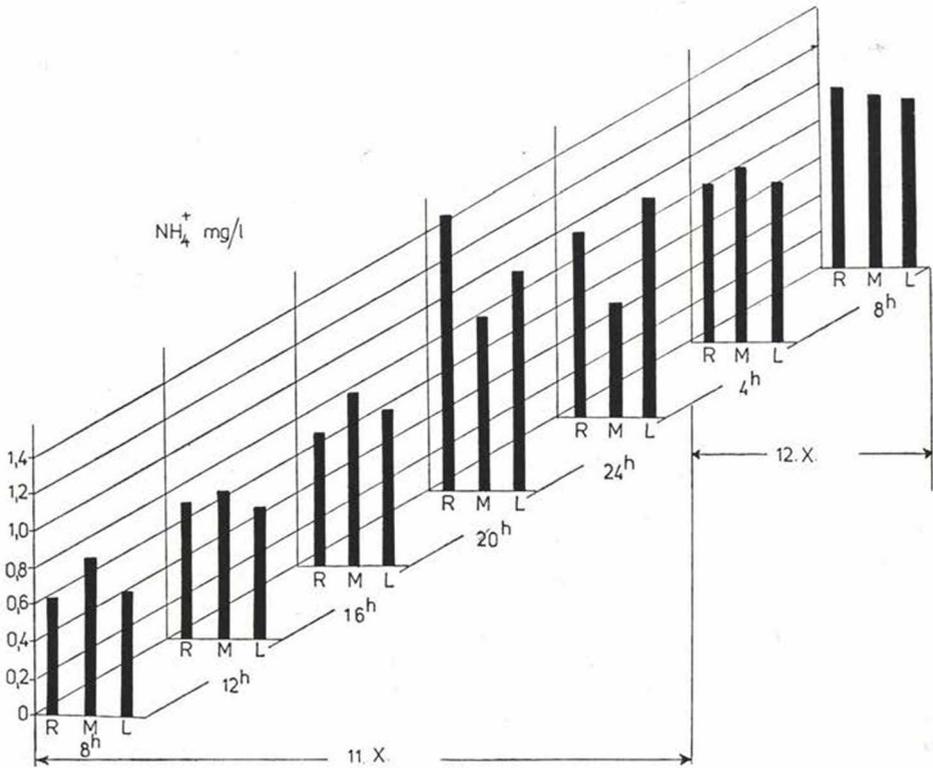


Abb. 6. Die Gestaltung des saprobiologischen Charakters im Querprofil. (Vierstündig). $\Sigma (o + \beta)$ schraffiert, $\Sigma (\alpha + p)$ schwarz, nicht Indikatoren weiß

duenzahl vorkommende *Staurophyra elegans* ist beta-alphamesosaprob und hat einen Übergangscharakter. Die starke Verunreinigung anzeigenden Arten, wie z. B. *Glaucoma scintillans* oder *Colpidium campylum* – alles polysaprobe Organismen – sind in keiner der Proben mit nennenswerten Individuenzahlen zum Vorschein gekommen.

Beachtenswert ist jedoch die Tatsache, daß von der Anzahl die Arten, die auf stärkere Verunreinigung hinweisen (beta-alphamesosaprob, alpha-mesosaprob, alpha-polysaprob, polysaprob) die der einen reineren Zustand andeutenden Arten im Verhältnis 29:18 weit übertreffen.

In der Relation der Individuenzahl ist aber – was doch ausschlaggebender ist – die Lage nicht so schlimm. Dies zeigen die Abbildungen 5–6, und dieselben veranschaulichen auch die während der Probenentnahmen am Abend verminderte Individuenzahl.

Überraschend ist aber die Tatsache, daß trotz der verminderten Individuenzahl keine Verschiebung in der *Proportion* der das reinere bzw. mehr verunreinigte Wasser andeutenden Organismen, anlässlich der kurzfristigen Untersuchungen, wahrgenommen werden kann.

Zusammenfassung

Im Laufe unserer Untersuchungen haben wir auf die Frage die Antwort gesucht, wie sich bei sinkendem Wasserstand, bei geringerer Strömungsgeschwindigkeit die qualitative und quantitative Zusammensetzung der planktischen Ziliatenpopulation gestaltet und ob innerhalb dieser, die von den Ziliaten indizierte Saprobität eine Änderung aufweist.

Unsere Ergebnisse zeigen, daß wir eine typische Herbstpopulation vorfinden. Trotz des sinkenden Wasserstandes gibt es in der Individuenzahl keine besondere Änderung, die *Artenzahl* wurde jedoch niedriger.

Mit dem Morgenbefund verglichen, haben wir abends jedesmal geringere Individuen- und Artenzahlen vorgefunden, der saprobiologische Charakter selbst hat sich aber *nicht* verändert.

SCHRIFTTUM

- Bereczky, M. Cs. 1975. Einfluß der Stromgeschwindigkeit und der Änderungen des Wasserstandes auf die Gestaltung der planktonischen Ciliatenpopulation der Donau. – *Állattani Közlemények*, **62**, 15–21.
- Bick, H. Kunze, S., 1971. Eine Zusammenstellung von autökologischen und saprobiologischen Befunden an Süßwasserciliaten. – *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **56**, 3, 337–384.
- Czernin-Chudenitz, C. W., 1966. Das Plankton der österreichischen Donau und seine Bedeutung für die Selbstreinigung. – *Arch. Hydrobiol. (Suppl. XXX)* Donauforschung II. **2**, 194–217.