

**WIRKUNG DES VOM  
WÄRMEKRAFTWERK VON SZÁZHALOMBATTA  
ABGELASSENEN ERWÄRMTE KÜHLWASSERS AUF  
DIE EINZELLIGE FAUNA SOWIE AUFNAHME  
DES GRUNDZUSTANDES IM RAUM VON PAKS**

(DANUBIALIA HUNGARICA CI)

Von

M. Cs. BEREZKY

Ungarische Donauforschungsstation, Göd

Eingegangen: 10. März 1980

### Einleitung

Die Wassertemperatur der Donau hängt von den Änderungen der vier Jahreszeiten ab. Die Temperaturverhältnisse ihrer einzelnen Regionen können sich abweichend gestalten, jedoch finden wir bei Überschwemmungen jährlich im Durchschnitt zweimal eine Homiothermie vor. Die einzelnen Flußstrecken können durch die dort lebenden Organismen gut charakterisiert werden, sie haben sich mit ihrem Lebensrhythmus den jahreszeitlichen Temperaturverhältnissen ihres Biotops angepaßt, dessen Änderung zur Umgestaltung des *Lebensrhythmus* führt und gerade darin liegt die Gefahr.

In Kenntnis dieser bezweckte unsere Untersuchungsserie von einjährigem Verlauf eine Antwort auf die Frage zu erhalten: wie das vom Wärmekraftwerk von Százhalombatta abgelassene erwärmte Kühlwasser auf die in der Donau lebenden Einzeller auswirkt und aufgrund dieser versuchen wir die Folgen der im Raum des Atomkraftwerkes von Paks zustande kommende Wärmewirkung vorausszusagen.

### Methode

Vom 8. Juni 1977 bis den 12. April 1978 haben wir an den folgenden Probenentnahmestellen insgesamt 12mal Untersuchungsmaterial eingeholt.

Bei Százhalombatta:

1. bei der Schiffstation (Stromkm 1623)
2. nach den Kondensatoren des Wärmekraftwerkes
3. am Ende des Warmwasserkanals des Wärmekraftwerkes, vor dem Rekuperationskraftwerk
4. bei der Mündung des Benta-Baches
5. bei Stromkm 1618,5

Bei Paks:

1. Bei der Zuführung des Kaltwasserkanals des Atomkraftwerkes von Paks in die Donau
2. bei Stromkm 1523
3. bei Stromkm 1512
4. bei Stromkm 1504
5. bei Stromkm 1498, oberhalb der Mündung des Siókanals um 1 Stromkm.

Außerhalb der obigen Einsammlungen haben wir einmal bei Paks, an einer Stelle 10 Proben in gleicher Menge entnommen, um die Streuung der Werte feststellen zu können.

Gleichfalls holten wir auch ein einziges Mal im inneren Gebiet des Wärmekraftwerkes lebendes und fixiertes Material ein; aus dem einen in Betrieb stehenden Kondensator entnahmen wir eine Schlammprobe, aus dem austretenden Geschieberückhaltungsschacht eine filtrierte Probe, von dem einen der Überfallwehre Überzug und filtrierte Probe und viermal wurde auch das gemischte Wasser des Kaltwasserkanals untersucht.

Unsere Untersuchungsproben aus der Donau haben wir ein jedesmal vom rechten Ufer entnommen.

Zur Untersuchung der Planktonorganismen des offenen Wassers filtrierten wir 50 l Wasser durch ein Planktonnetz № 25, das wir an Ort und Stelle fixierten, um die während des Transportes und der Bearbeitung eintretenden Änderungen zu vermeiden.

Die eingesammelten Proben wurden dem Zwecke entsprechend den folgenden Gesichtspunkten nach bearbeitet:

1. Zahl und qualitative Zusammensetzung der Arten
2. Individuenzahl/m<sup>3</sup>, nach Arten
3. Biomasse in mg/m<sup>3</sup>, nach Arten
4. Saprobiologischer Zustand aufgrund der einzelligen Indikatororganismen.

Die Zählung der Einzeller haben wir in einer 1 ml-Kammer auf einem Utermöhl-Mikroskop mit direkter Methode durchgeführt.

Zur saprobiologischen Analyse benutzten wir das Verzeichnis von Sládeček (1973), das wir mit einigen eigenen Ergebnissen erweiterten.

Die Biomassenwerte der Arten wurden aus der Tabelle von Czorik (1968) entnommen bzw. die dort fehlenden mit der sich auf das Volumen beziehenden Formel von Simpson berechnet.

Die Zahl der mit dem Thema im Zusammenhang durchgeführten biologischen Analysen beträgt 552. Die zahlenmäßigen Werte der Ergebnisse haben wir in Tabelle IV summiert.

## Vorführung der Ergebnisse

## Zahl und qualitative Zusammensetzung der Arten

Während unserer Untersuchungsperiode haben wir im Raum von Százhalombatta und Paks das Vorkommen von 99 Ziliaten festgestellt. Gleichzeitig und an einer einzigen Stelle sind natürlich so viele noch nie vorgekommen. Die größte Artenzahl war 25 (Benta-Mündung, 2. XI. 1977), die kleinste betrug 4 (vor dem Rekuperationskraftwerk, 31. VIII. 1977). An den meisten Stellen und in größerer Individuenzahl haben wir folgende Arten vorgefunden: (Tabelle I).

Tabelle I

Mit größter Häufigkeit und in größerer Individuenzahl vorgefundenen Arten

Arten	Saprobitätswert	Zeitpunkt
1. <i>Chilodonella uncinata</i> Ehr. ....	a	Herbst, Winter
2. <i>Epistylis plicatilis</i> Ehr. ....	a	Sommer
3. <i>Glaucoma scintillans</i> Ehr. ....	p	Winter
4. <i>Phascolodon vorticella</i> Stein .....	b	VI – IX. Monate
5. <i>Stentor polymorphus</i> O. F. M. ....	b	ganzes Jahr
6. <i>Stokesia vernalis</i> Wang .....	b	hauptsächlich im Herbst (bei Paks mehr)
7. <i>Strombidium viride</i> Stein .....	–	im Winter nicht vorhanden
8. <i>Tintinnidium fluviatile</i> Stein .....	o – b	nur im Sommer, hauptsächlich bei Százhalombatta
9. <i>Vorticella campanula</i> Ehr. ....	b	ganzes Jahr, überall
10. <i>Vorticella convallaria</i> L. ....	a	ganzes Jahr, mit wechseln der Individuenzahl
11. <i>Vorticella microstoma</i> Ehr. ....	p	hauptsächlich im Herbst und im Winter
12. <i>Zoothamnium varians</i> Stiller .....	b – a	Herbst – Winter

Im Erscheinen der übrigen 87 Arten zeigen sich sowohl bezüglich der Zeit als auch der Stelle große Abweichungen. Als Beispiel sollen *Frontonia atra* Ehr. als betamesosaprobe Art und *F. depressa* Stokes erwähnt werden, die in bedeutender Menge nur in Sommer vorgekommen sind und eine echte „Wasserblüte“ hervorgerufen haben. *Frontonia atra* hat bei Paks am 8. Juni 1977 mit 102 000 Ind/m<sup>3</sup> ein Fünftel des Ciliata-Bestandes gebildet.

Bei den im inneren Gebiet des Wärmekraftwerkes durchgeführten Einsammlungen wurden im Schlamm des Kondensators Bakterien, aas- und detritusfressende Organismen gefunden.

Mit größter Individuenzahl sind die polysaprobe Art *Glaucoma scintillans* Ehr., die alphamesosaprobe Arten *Cyclidium citrullus* Cohn und *Litonotus fasciola* Ehr. Wrzsn. zum Vorschein gekommen.

Im Algenüberzug des Überfallwehrs konnte eine in der Donau seltene Art *Stentor roeseli* Ehr. beobachtet werden, die laut Kahl im reinen Wasser lebt und sich ausschließlich mit micro — Algen und Flagellaten ernährt.

### *Gestaltung der Individuenzahl*

Maximalwerte der Arten- und der Individuenzahl wurden zweimal angetroffen, am 8. VI. und am 2. XI. Die Gestaltung der Maximalwerte von zwei Perioden ist bei den Flüssen der gemäßigten Zone allgemein. Auch Minimalwerte wurden zweimal gefunden, usw. bei Zuständen nach Überschwemmungen.

Im Bereich von Paks war der Bestand bezüglich der Individuenzahl meistens reicher, was gleichfalls eine natürliche Erscheinung ist, da von dem Quellengebiet der Donau bis zu ihrer Mündung die Arten- und Individuenzahlen eines jeden Organismus anwächst. Die Erscheinung jedoch, daß es keine Kontinuität gibt, läßt sich vor allem mit anthropogener Einwirkung, d.h. mit der Verunreinigung des Wassers von verschiedener Größe und Qualität erklären.

### *Biomasse mg/m<sup>3</sup>*

Ihre Entstehung hängt vor allem von den bestandbildenden Arten ab, da die Körpergröße der Einzeller ein charakteristisches systematisches Merkmal ist und von 20–25  $\mu$  bis 2–3 mm variieren kann. *Chilodonella uncinata* beträgt z. B.  $\sim 50 \mu$ , ihre Biomasse  $0,00002 \mu^3$ , *Stentor coeruleus* hingegen 2–3 mm und  $0,09 \mu^3$ . Es ist daher verständlich, weshalb der Wert der Biomasse fast bei gleichen Individuenzahlen variiert. So war dies z. B. bei Paks, am 8. Juni 1977 gehörte beim Stromkm 1512 zur Individuenzahl 532 000 Ind/m<sup>3</sup> eine Biomasse von 1,6693 mg/m<sup>3</sup>, während am 2. November 1977 bei 520 000 Ind/m<sup>3</sup> die Biomasse 6,9498 betrug!

Dieser Unterschied kann sich auch im Falle der mittelmäßigen Individuenzahlen auf die gleiche Weise gestalten. Vor dem Rekuperationswerk des Wärmekraftwerkes von Százhalombatta wurde am 23. XI. 1977 zum Wert 110 000 Ind/m<sup>3</sup> eine Biomasse von 0,5122 mg/m<sup>3</sup> gemessen, ebendort am 14. XII. 1977 gehörte zu 112 000 Ind/m<sup>3</sup> eine Biomasse von 2,2990 mg/m<sup>3</sup>, also ein fast vierfacher Wert.

Auch das kann als charakteristisch bezeichnet werden, daß die Bestände von geringerer Körpergröße eine schlechtere biologische Wasser-güte zeigen.

*Saprobiologische Zustand – Indikatororganismen*

Die Anwendung der Einzeller als verunreinigungsanzeigender Indikator verbreitet sich immer mehr. Dies ist in erster Linie damit zu erklären, daß wir den sog. chemischen Hintergrund – das Milieuspektrum – bei vielen bereits zahlenmäßig kennen, da sie – im Gegensatz zu anderen Organismen – aufgrund verhältnismäßig einfacherer Laboruntersuchungen leicht festgestellt werden können.

Aus den 99 eingeholten Arten sind uns die Saprobstufen von 64 bekannt, ihre zahlenmäßige Verteilung ist wie folgt:

Saprobstufen	Artenzahl
oligo-betamesosaprob	4
betamesosaprob	22
beta-alphamesosaprob	9
alphamesosaprob	17
alpha-polysaprob	2
polysaprob	10

Also 26 Arten sind Indikatoren von reinem, etwas verunreinigtem Oberflächenwasser, 38 Arten von verunreinigten oder stark verunreinigten, jedoch nicht toxischen Gewässern.

Der saprobiologische Zustand ruht jedoch nicht nur an qualitativen, sondern auch an quantitativen Verhältnissen.

**Auswertung der Ergebnisse**

Ein jeder Organismus hat seine optimale Temperatur, die zur Entwicklung und Fortpflanzung benötigt wird. Meist sind uns jene Minimal-Maximaltemperaturen bekannt, bei welchen sie noch lebensfähig sind. Das Problem stellt sich jedoch darin, daß wir diese beiden Daten nicht als konstante Werte angeben können, da sie mit sonstigen Parametern völlig zusammenhängen (Sauerstoffverhältnisse, Toxizität usw.)

Die lebenden Organismen können die Wärme als Energiequelle unmittelbar nicht verwerten. Im allgemeinen wird die Richtung eines jeden Prozesses durch das Anwachsen der Temperatur in endothermer Richtung modifiziert, die Abnahme der Temperatur begünstigt hingegen die exothermen Prozesse. So kommt es bei den Lebewesen zu endothermen Prozessen infolge ihrer Proteinstruktur und durch die enzymatische Biokatalyse der Stoffwechselprozesse häufiger, an höherer Temperatur denaturieren sich die Proteine irreversibel und inaktivieren sich – nur – in exothermer Richtung.

Verändern sich auf einem Flußabschnitt in anhaltender Weise die Thermalverhältnisse, so tritt eine *Heterotrophisierung* auf. Dies bedeutet soviel, daß ein jeder Organismus mehr Sauerstoff beansprucht, unbeachtet

dessen, ob es sich über einen tierischen oder pflanzlichen Organismus handelt (bei 10 °C Temperaturänderung verdoppelt sich die Intensität der Stoffwechselprozesse). Das Anwachsen der Intensität des Stoffwechsels können die sauerstoffproduzierenden Organismen nicht in genügender Weise kompensieren und dadurch verändert sich die Struktur der Biozönose, sie wird ungeordnet.

Durch die „Heterotrophisierung“ wächst in den Flüssen der BSB an, der Sauerstoffgehalt nimmt ab, jedoch wird die organische Belastung schneller abgebaut, d.h. der beschleunigte Selbstreinigungsprozeß vergrößert noch mehr den Sauerstoffmangel.

Unter den in der Donau lebenden Einzellern gibt es viele eurythermen Arten, was eine Folge des geographischen Faktors ist. Die Mehrheit der eurythermen Arten ist auch euryök, da sie auch anderen ökologischen Faktoren gegenüber eine sehr weite ökologische Valenz haben. Den allmählichen Änderungen der Temperatur können sie sich gut anpassen. Diese Anpassung hängt jedoch davon ab, bei welchem Grad das betreffende Individuum sich fortgepflanzt hat.

In Laborverhältnissen wurde nämlich festgestellt, daß z. B. *Paramecium caudatum* E h r. das bei 28–29 °C gezüchtet wurde, bei –3, –5 °C innerhalb von 4–5 Minuten zugrunde geht, während Exemplare, die bei 4–5 °C gezüchtet wurden, der obigen Kälte mehr als 7 Stunden lang getrotzt haben (P o l j a n s k i 1963). Diese Versuche sind von Gesichtspunkt unserer Oberflächengewässer – im gegebenen Fall der Donau – deshalb von Belang, da sie unsere Aufmerksamkeit darauf lenken, daß es für die Lebewelt der Donau die jedesmalige aktuelle Temperatur, die wir mit Wärme belasten, überhaupt nicht indifferent ist.

In anderen Versuchen wurde beobachtet, daß z. B. die Fortpflanzung von *Tetrahymena pyriformis* bei 26 °C am schnellsten vor sich geht. Die Generationszeit beträgt 160 Minuten (N é m e t h 1977). Gleichzeitig teilt sich *Paramecium* an 0 °C gehalten nur je 13 Tage. Es wurde auch die Menge jener Energie berechnet, die einen Überschuß der Generationszeit von 60 Minuten zustande bringt, sie beträgt 946 217 J. Bei einem Energieüberschuß von nur 25 121 J also bei 971 338 J zeigt sich schon ein Überschuß der Generationszeit von 180 Minuten und da geht die Zelle infolge der irreversiblen Umwandlung der strukturellen Faktoren zugrunde. Ferner wurde auch festgestellt, daß selbst der Temperaturanstieg um einen Grad die Zeit zwischen zwei Zellteilungen verlängern kann (N é m e t h 1977). Diese Ergebnisse wurden durch mehrere hundert Versuche erhalten, lassen sich auch mathematisch, thermodynamisch abfassen, jedoch ist dies leider nur für wenige in der Donau vorkommende Arten gültig.

Früher (1971) habe ich bezüglich des Ciliata-Bestandes der Donau Beobachtungen auf dem freien Gelände durchgeführt, wobei 10 euryöke Arten ausgewählt wurden. Im Laufe der Untersuchung konnte festgestellt werden, daß die Einzeller zwar extreme Fälle in ihrer Temperaturtoleranz aufweisen, jedoch selbst die Arten von weiter ökologischer Valenz ein solches Temperaturoptimum haben, das zu ihrer Fortpflanzung benötigt wird. In welcher Menge und Zeitfolge innerhalb der Zönose sie jedoch

auftreten, ob ihr Vorkommen dominant bzw. sporadisch ist, folgt aus sonstigen ökologischen oder saprobiologischen Gründen.

Bei Százhalombatta können eindeutig drei Sammelpunkte miteinander verglichen werden, diese sind:

- die bei der Schiffstation entnommenen Proben, die zur Aufnahme des der Jahreszeit entsprechenden und die Verunreinigung zeigenden Bestandes einen Ausgangspunkt bilden,
- das aus dem Kondensator stammende Wasser, das in seinen Temperaturverhältnissen vom Ausgangspunkt abweicht und schließlich,
- die bei Stromkm 1618,5 entnommenen Proben, die schon von der Zeit und dem zurückgelegten Weg abhängig vom Gesichtspunkt der Temperatur der aktuellen Wassertemperatur der Donau nahestehen.

Unsere Ergebnisse zeigen, daß es in qualitativer Relation zu keiner Änderung gekommen ist – es erscheinen also keine neuen Arten –, da sowohl nach dem Kondensator, als auch beim Stromkm 1618,5 die Arten der Fauna des eintretenden Wassers anzutreffen sind. Die Populationsdynamik weist aber darauf hin, daß einzelne Arten auf die Wirkung der Wärme verschwinden – sich encystieren –, oder es nimmt ihre Individuenzahl ab, andere vermehren sich hingegen im Vergleich zum Ausgangspunkt in beträchtlichem Maße.

Der Vergleich der Individuenzahlen nach der Schiffstation und dem Kondensator gestaltete sich folgenderweise: die nahm achtmal ab, dreimal waren sie beinahe dieselben und einmal stiegen sie an. Von den 12 Untersuchungen haben wir bei Stromkm 1618,5 im Vergleich zur Schiffstation siebenmal höhere Individuenzahlen, dreimal praktisch dieselben, zweimal niedrigere gemessen (Tab. IV).

Besonders prägnant war die Verminderung der Individuenzahl in den Monaten Dezember, Januar und Februar. Dies führen wir tabellenmäßig zusammenfassend in folgenden vor:

Tabelle II

Ind/m<sup>3</sup> Verhältnisse im Winter

Datum	Schiffstation	Nach dem Kondensator	Temperaturunterschied
14. XII. 1977 .....	148 000 Ind/m <sup>3</sup>	66 000 Ind/m <sup>3</sup>	16 °C (!)
18. I. 1978 .....	140 000 Ind/m <sup>3</sup>	44 000 Ind/m <sup>3</sup>	15 °C (!)
15. II. 1978 .....	112 000 Ind/m <sup>3</sup>	42 000 Ind/m <sup>3</sup>	15,2 °C (!)

Die nach dem Kondensator gemessenen Individuenzahlen waren – wie ich bereits vorangehend erwähnt habe – im Vergleich zum Ausgangspunkt achtmal niedriger, jedoch in den Wintermonaten am ausgeprägtesten.

Für die Monate November, Dezember, Januar war auch charakteristisch, daß bei Stromkm 1618,5 die Individuenzahl noch immer niedrigere

Werte gezeigt hat, als bei der Schiffstation. Der Regenerationsvorgang hat sich also verlangsamt.

Die bei der Einführung des Kaltwasserkanals, bei dem Rekuperationskraftwerk und bei der Benta gemessenen Ergebnisse können — vom Gesichtspunkt der Wärmewirkung — leider nicht eindeutig sein, da auf die vom biologischen Gesichtspunkt unternommenen Untersuchungen die „Vorwärmung in Herbst und Winter“ des Kaltwasserkanals störend ausgewirkt hat.

Auf dem Innengelände des Wärmekraftwerkes von Százhalombatta haben wir ein einzigesmal Proben entnommen. So lassen sich aus diesen keine weitgehenden Schlüsse ziehen. Trotzdem gibt es einige Erscheinungen, die erwähnt werden sollen. Im Schlamm des einen in Betrieb stehenden Kondensators fanden wir einen Bestand von reicher Individuenzahl und geringer Artenzahl vor. Die Arten sind in ihrer Mehrheit bakterienfressende Organismen, jedoch waren ein-zwei Arten räuberische Lebensart führende bzw. aassfressende Einzeller.

Die Art *Stentor polymorphus* kam nur mit einigen Exemplaren von hier zum Vorschein, ihr natürlicher Lebensraum kann nämlich nicht dieser Schlamm sein. Sie lebt in der Donau stets mit der Grünalge in Symbiose. Hier fehlten aus ihrem Plasma die Algen. Diese dürften solche Exemplare gewesen sein, die schon eine längere Zeit im Kondensator verbracht haben und inzwischen sind in ihrem Organismus die Algen bereits zugrunde gegangen.

Es wirkte überraschend, daß die einzelligen Organismen in ihren Maßen wesentlich kleiner waren, als die in der Donau lebenden und dies widerspricht der allgemeinen bekannten, die Körpergröße steigernden Wärmewirkung (z. B. ist *Chilodonella uncinata* in der Donau etwa 50  $\mu$  groß, hier an der erwähnten Stelle haben wir nur 35–40  $\mu$  große Exemplare gefunden). Dies scheint ausgesprochen die Folge einer Wärmewirkung zu sein.

Unsere andere Sammelstelle war das Wasser des einen Überfallswehrs und sein Überzug, in dessen reichen Algenrasen im März solche Arten vorhanden waren, die draußen in der Donau erst Ende April-Anfang Mai zu erscheinen pflegen. Wir haben z. B. den planktonischen (!) Einzeller *Phascolodon vorticella* in der Donau im Winter nicht einmal im Wärmewirbel vorgefunden. Gleichfalls von hier ist die Art *Stentor roeseli* hervorgekommen, die in der Donau sehr selten und meist im Sommer anzutreffen ist. Der Überzug enthielt sehr viele, in Entwicklung befindliche Rotatorien. In der Donau kommen diese massenhaft im Sommer vor.

Diesem Überzug kann im Nachschub der im Kondensator zugrunde gegangenen Organismen eine bedeutende Rolle zufallen.

Um die Gestaltung der *Wassergüte* und den Selbstreinigungsprozeß verfolgen zu können, haben wir saprobiologische Analysen durchgeführt.

Die Einzeller sind trotz ihrer weiten ökologischen Valenz gute Indikatororganismen.

Bei unserer Auswertung haben wir die vom oligosaproben bis zum polysaproben Charakter reichende Skala benutzt. Die interessanteren



Ergebnisse führt ein Sternendiagramm vor. Aus diesem ist ersichtlich, daß sich in Bereich von Százhalombatta im Sommer eine betamesosaprobe Dominanz zeigt, im Herbst und in Winter nimmt der alphamesosaprobe Charakter zu und es kommen auch in sehr großer Zahl polysaprobe Organismen vor.

Die Ergebnisse der im Sternendiagramm dargestellten Analysen (Abb. 1) veranschaulichen, daß sich im Vergleich zu Stromkm 1623 bei Stromkm 1618,5 die Wassergüte verbessert hat. Besonders kommt dies in unseren am 8. Juni entnommenen Proben zum Ausdruck (Sternendiagramm 1, erste Reihe).

Im November, Dezember und Februar tritt keine Verbesserung ein, ja die Wassergüte von Februar (Sterndg. 1. zweite Reihe) zeigt sogar ein alphamesosaprobess Stadium – eine Verschlechterung – an. Dies kann auch mit der Tatsache im Zusammenhang stehen, was wir im Verhältnis der Individuenzahlen bzw. der Regeneration weiter oben festgestellt haben.

Das alphamesosaprobe Stadium ist jedoch keine örtliche Erscheinung, kann langsam für die ganze Donau – insbesondere im Winter – für gültig angesehen werden.

Bei Paks erzielten unsere Untersuchungen die Aufnahme des Grundzustandes. Ihre Bedeutung besteht darin, daß wir die nach der Inbetriebsetzung des Atomkraftwerkes von Paks eintretenden Änderungen im Besitze unserer Angaben bereits im Anfangsstadium melden können und so besteht noch die Möglichkeit durch entsprechende Maßnahmen die weitere Verschlechterung zu verhindern.

Bei Paks entspricht die Ciliata Fauna sowohl betreffs der Art, als auch der Individuenzahl dem Charakter des Flußabschnittes, was sich vor allem in den Massenverhältnissen manifestiert. Dies ist das Ergebnis der in diesem Flußabschnitt herrschenden hydrodynamischen und Flußbetteigenarten.

Die saprobiologische Aufnahme zeigte ein interessantes Bild. In jährlicher Beziehung ist auch hier die betamesosaprobe Dominanz charakteristisch, jedoch die Verschlechterung der Wassergüte im Herbst und im Winter zeigt sich ausgeprägter als bei Százhalombatta. Besonders eklatant ist dies zu Beginn des Monats November als der Wasserstand sehr niedrig war. Obwohl im Bestand betamesosaprobe Organismen in sehr großer Zahl teilnehmen, werden sie durch die alpha-, alphapoly-, polysaprobe in ihrer Gesamtheit bei Stromkm 1498 schon übertroffen, wie dies unsere folgende III Tabelle zeigt:

Tabelle III

Saprobität und Individuenzahl/m<sup>3</sup> der Probeentnahmestellen

Saprobität	Kaltwasserkanal des Atomw. von Paks	Stromkm 1523	Stromkm 1512	Stromkm 1504	Stromkm 1498
ob + b + ba	188 000	150 000	284 000	220 000	158 000
a + ap + p	150 000	70 000	206 000	206 000	186 000

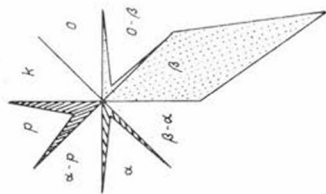
1623 Stromkm. Százhalombatta Wärmekraftwerk Benta - Bach 1616,5 Stromkm.

8. JUN. 1977.

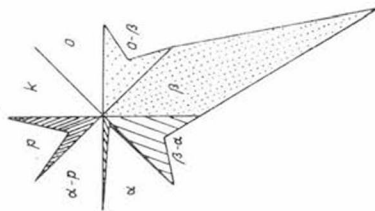
Wassertemperatur  
16,9 C°

I.

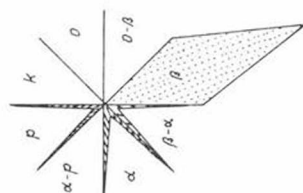
24,2 C°



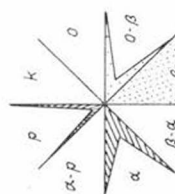
23,8 C°



23,8 C°



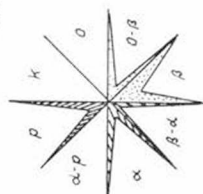
16,2 C°



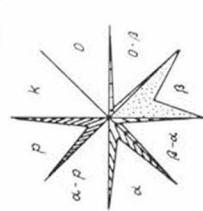
15. FEBR. 1978.

Wassertemperatur  
20,9 C°

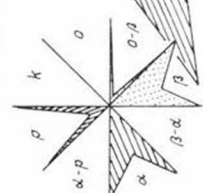
17,2 C°



16,1 C°



14,0 C°



5,7 C°

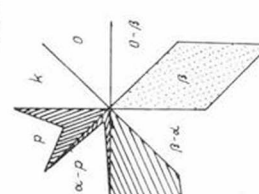


Abb. 1. Der sprobiologische Zustand am 8. Juni 1977 und 15. Februar 1978 bei Százhalombatta

Tabelle IV

Gestaltung der Arten — Individuenzahl und Biomasse mg/m<sup>3</sup> bei Százhalombatta—Paks

Százhalombatta				Paks				
Stromkm	Artenzahl	Ind./m <sup>3</sup>	Biomasse mg/m <sup>3</sup>	Stromkm	Artenzahl	Ind./m <sup>3</sup>	Biomasse mg/m <sup>3</sup>	
8. VI. 1977	1. 1623	13	280 000	2,46768	1. PAE	17	546 000	3,47013
	2. DHV I.	9	132 000	0,44334	2. 1523	17	494 000	2,90498
	3. DHV II.	14	208 000	0,85660	3. 1512	21	532 000	1,66930
	4. Benta	13	122 000	0,65249	4. 1504	20	564 000	2,32529
	5. 1618,5	15	304 000	2,46315	5. 1498	21	512 000	1,90064
6. VII. 1977	1. 1623	10	50 000	0,38178	1. PAE	13	72 000	0,46217
	2. DHV I.	14	92 000	0,02559	2. 1523	15	84 000	0,16760
	3. DHV II.	8	30 000	0,01000	3. 1512	16	120 000	0,05126
	4. Benta	16	72 000	0,63884	4. 1504	14	94 000	0,35649
	5. 1618,5	10	82 000	0,07946	5. 1498	14	136 000	0,77554
3. VIII. 1977	1. 1623	8	48 000	0,02917	1. PAE	22	150 000	0,71219
	2. DHV I.	8	46 000	0,02074	2. 1523	18	148 000	0,70906
	3. DHV II.	10	56 000	0,26583	3. 1512	21	196 000	0,76238
	4. Benta	10	58 000	0,65906	4. 1504	16	186 000	0,68215
	5. 1618,5	9	82 000	0,74630	5. 1498	17	242 000	0,71444
31. VIII. 1977	1. 1623	9	28 000	0,13508	1. PAE	8	76 000	0,01718
	2. DHV I.	6	16 000	0,02485	2. 1523	9	78 000	0,02344
	3. DHV II.	4	14 000	0,04268	3. 1512	10	58 000	0,01752
	4. Benta	11	48 000	0,36624	4. 1504	13	68 000	0,26233
	5. 1618,5	11	58 000	0,41100	5. 1498	18	130 000	0,65275
28. IX. 1977	1. 1623	10	76 000	0,741910	1. PAE	19	164 000	1,376922
	2. DHV I.	7	54 000	0,018100	2. 1523	12	146 000	1,294550
	3. DHV II.	10	40 000	0,017040	3. 1512	17	148 000	0,612710
	4. Benta	11	70 000	1,092350	4. 1504	16	136 000	0,331010
	5. 1618,5	11	78 000	0,025133	5. 1498	16	142 000	0,514380
2. XI. 1977	1. 1623	22	260 000	3,494740	1. PAE	20	360 000	2,482860
	2. DHV I.	16	138 000	2,315460	2. 1523	19	284 000	3,347890
	3. DHV II.	17	224 000	6,166050	3. 1512	21	520 000	6,949820
	4. Benta	25	404 000	10,832550	4. 1504	22	462 000	4,883000
	5. 1618,5	23	318 000	3,669710	5. 1498	22	362 000	3,527870

Tabelle IV

	Százhalombatta				Paks			
	Stromkm	Arten- zahl	Ind./m <sup>3</sup>	Biomasse mg/m <sup>3</sup>	Stromkm	Arten- zahl	Ind./m <sup>3</sup>	Biomasse mg/m <sup>3</sup>
23. XI. 1977	1. 1623	16	156 000	0,216578	1. PAE	18	132 000	0,619652
	2. DHV I.	15	134 000	0,880500	2. 1523	11	78 000	0,557500
	3. DHV II.	15	110 000	0,512256	3. 1512	10	118 000	0,541540
	4. Benta	15	116 600	1,101646	4. 1504	15	164 000	1,250060
	5. 1618,5	18	92 000	0,893840	5. 1498	13	104 000	0,626070
14. XII. 1977	1. 1623	16	148 000	0,152410	1. PAE	13	182 000	0,048162
	2. DHV I.	13	66 000	0,138384	2. 1523	20	126 000	0,147602
	3. DHV II.	11	112 000	2,299040	3. 1512	17	118 000	0,279720
	4. Benta	13	154 000	0,922262	4. 1504	18	191 000	0,867324
	5. 1618,5	14	134 000	0,199360	5. 1498	15	64 000	0,133486
18. I. 1978	1. 1623	12	140 000	0,383863	1. PAE	14	50 000	0,248148
	2. DHV I.	8	44 000	0,195980	2. 1523	13	66 000	0,371700
	3. DHV II.	8	86 000	0,259720	3. 1512	12	72 000	0,333382
	4. Benta	9	70 000	0,607906	4. 1504	10	74 000	0,660240
	5. 1618,5	9	86 000	0,663486	5. 1498	12	78 000	0,382786
15. II. 1978	1. 1623	19	112 000	0,152034	1. PAE	15	126 000	0,517682
	2. DHV I.	11	42 000	0,136980	2. 1523	18	106 000	0,154928
	3. DHV II.	15	46 000	0,020342	3. 1512	13	90 000	0,023242
	4. Benta	10	52 000	0,668762	4. 1504	14	130 000	0,031902
	5. 1618,5	17	198 000	0,045456	5. 1498	17	114 000	0,031650
15. III. 1978	1. 1623	7	54 000	0,248180	1. PAE	9	62 000	0,021722
	2. DHV I.	12	56 000	0,012542	2. 1523	10	40 000	0,247004
	3. DHV II.	7	42 000	0,130280	3. 1512	8	70 000	0,034440
	4. Benta	9	52 000	0,319040	4. 1504	6	26 000	0,005580
	5. 1618,5	13	80 000	0,260020	5. 1498	9	44 000	0,128540
12. IV. 1978	1. 1623	15	60 000	0,318680	1. PAE	16	128 000	0,428380
	2. DHV I.	10	44 000	0,308640	2. 1523	15	74 000	0,402012
	3. DHV II.	10	34 000	0,255542	3. 1512	13	98 000	0,320520
	4. Benta	19	102 000	1,434890	4. 1504	9	92 000	0,410440
	5. 1618,5	13	64 000	0,732980	5. 1498	13	78 000	0,275460

Wasserstand: 70 cm, 5%

Wassertemperatur: 11,1 – 11,9 °C

Eine besondere warnende Erscheinung ist, daß z. B. bei Stromkm 1498 der polysaprobe Bestand von 92 000 Ind/m<sup>3</sup> insgesamt nur aus 3 (!) Arten besteht.

Der chemische Hintergrund – zumindest die Sauerstoffverhältnisse – haben nicht besonderes gezeigt.

Die biologischen Indikatororganismen deuten in bestimmten Fällen eine schlechtere Wassergüte an als die chemischen, da sie nicht von der augenblicklichen Wassergüte, sondern über den durchschnittlichen Komplexcharakter des Wassers einen Aufschluß geben (T ü m p l i n g 1967). Durch die biologischen Untersuchungen werden nicht die einzelnen Komponenten, sondern ihre Gesamtauswirkungen ausgewertet.

### Zusammenfassung

1. Bei Százhalombatta entspricht der Ciliaten Bestand sowohl in qualitativer, als auch in quantitativer Hinsicht dem Abschnittscharakter des Flusses im Durchschnitt und in der Jahresrelation.

2. Die ökologische negative Auswirkung der Wärmebelastung haben wir vor allem in den Monaten Dezember, Januar und Februar für eindeutig gefunden, was sich hauptsächlich in der Gestaltung der Individuenzahl widerspiegelt hat.

3. Die Selbstreinigung des Wassers beschleunigt sich, die Regeneration des einzelligen Bestandes geht rasch vor sich. Die Wintermonate bilden auch davon eine Ausnahme.

4. Die Änderung des Wasserstandes übt auch im inneren Bereich des Kraftwerkes ihre Wirkung aus.

5. Im Kondensator haben wir einen an Individuenzahl reichen, jedoch an Arten armen Bestand vorgefunden, dessen Mitglieder in erster Linie aus bakterienfressenden Einzellern besteht.

6. In dem beim „Überfallwehr“ gesammelten Periphyton ist die Biozönose in ihrer Zusammensetzung und Entwicklung etwa um zwei Monate dem für die Jahreszeit der Donau charakteristischen Zustand vorausgegangen.

7. Die Mehrheit der im Kondensator gefundenen Individuen war in ihren Ausmaßen wesentlich geringer, als es in der Donau üblich ist.

8. Die Wärmewirkung widerspiegelt sich in erster Reihe in der Gestaltung der quantitativen Verhältnisse, die qualitative Änderung ist vielmehr eine Frage des Zeitfaktors.

## SCHRIFTTUM

- Bereczky, M. Cs. 1971. Einfluß der Wassertemperatur auf die Gestaltung der Ciliatenfauna im Donauabschnitt bei Alsógöd. — Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol. **13**: 291–294.
- Cairns, Jr. J. 1969. The Response of Fresh-Water Protozoan Communities to Heated Waste Waters — Chesapeake Science. **10**: 3–4: 177–185.
- Cairns, Jr. J. et al. 1975. The Effects of Temperature Upon the Toxicity of Chemicals to Aquatic Organisms — Hydrobiologia **47**: 1. 135–171.
- Czorik, F. P. 1968. Swobodnoshiwuschtschie infusorii wodoemow Moldawii — Kischinow: 1–251.
- Németh, G. 1977. Hőmérsékleti tényezők és a *Tetrahymena pyriformis* GL ciklusa (Temperaturfaktoren und der Zyklus von *Tetrahymena pyriformis* GL) — Diss. zur Erlangung des wiss. Grades: Kandidat der biol. Wissenschaften an der Ung. Akad. d. Wiss.
- Polianski, G. I. 1963. On the capacity of Paramecium to stand sub-zero temperature — Acta Protozoologica **1**: 165–175.
- Tümping, W. 1967. Die Bedeutung der biologischen Gewässeranalyse für die Gewässeraufsicht. — Wasserwirtschaft—Wassertechnik **17**: 411–414.