

Dr. Josef Deufel und Heinz Quoß  
 Institut für Seenforschung und Fischereiwesen, Langenargen

## Weitere Untersuchungen über Turbellarien im Bodensee-Obersee\*

### Einleitung

Über das Vorkommen von Turbellarien (Strudelwürmer) im Bodensee berichtete bereits vor hundert Jahren Hofer (1896; zit. nach Rixen 1968). Es folgten einige weitere Untersuchungen während der folgenden Jahrzehnte, wobei vor allem die monographische Bearbeitung dieser Tiergruppe durch Rixen (1968) hervorgehoben sei. Er beschreibt insgesamt 25 Turbellarienarten aus dem Bodensee-Obersee und macht Angaben über Fundbiotope, Fundzeiten und versucht eine ökologische Gruppierung. Daß Turbellarien aber auch als Feinde von Fischlaich anzusehen sind, war bis zu den Untersuchungen von Nümann und Quoß (1972) unbekannt. Sie berichteten, daß vorwiegend *Dendrocoelum lacteum* aber auch *Polycelis tenuis* im Profundal vorkommen und Blaufelcheneier durch Aussaugen vernichten. Sie fanden diese beiden Arten ca. 4 km von Langenargen in 160 m Tiefe. Nach Rixen wurden sie zuvor nur bis zu 130 m bzw. 145 m Tiefe festgestellt.

In vorliegender Arbeit sollte geklärt werden, wie weit Turbellarien heute im Profundal des Bodensee-Obersees verbreitet sind. Weiterhin wurden Untersuchungen durchgeführt, um das plötzliche, zum Teil starke Vorkommen von Turbellarien in diesem Lebensraum besser deuten zu können. Schließlich werden noch einige Ausführungen über den Indikatorwert von im Profundal vorkommenden Turbellarien – meist der  $\beta$ -mesosaprobe Zone zugeordnet – gemacht.

In vorliegender Arbeit sollte geklärt werden, wie weit Turbellarien heute im Profundal des Bodensee-Obersees verbreitet sind. Weiterhin wurden Untersuchungen durchgeführt, um das plötzliche, zum Teil starke Vorkommen von Turbellarien in diesem Lebensraum besser deuten zu können. Schließlich werden noch einige Ausführungen über den Indikatorwert von im Profundal vorkommenden Turbellarien – meist der  $\beta$ -mesosaprobe Zone zugeordnet – gemacht.

### Methode

Die Versuche im See erfolgten, wie schon von Nümann und Quoß (1972) beschrieben, mit Gazekäfigen, die im See versenkt, verankert und zum bessern Wiederfinden mit

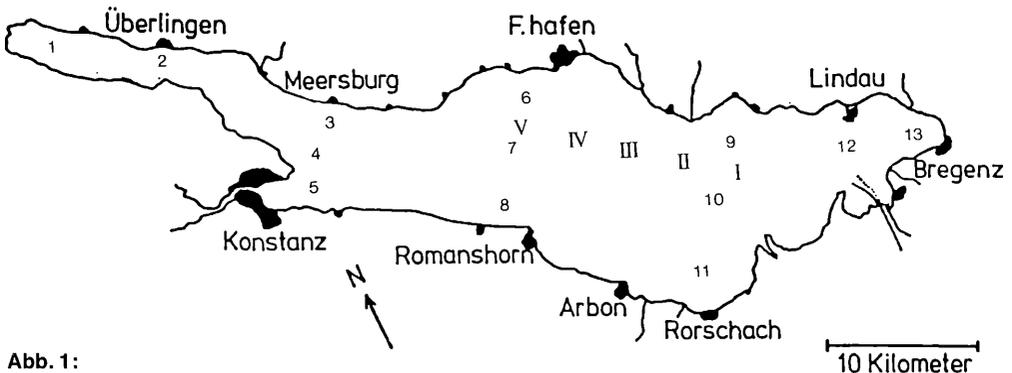


Abb. 1:

Untersuchungsstellen im Bodensee-Obersee  
 1 bis 13: Gazekäfige  
 I bis V: Regelmäßige Dredgezüge

\* Direktor Dr. Nümann zum 80. Geburtstag gewidmet

einer Boje gekennzeichnet wurden. Der Fang von Eiern erfolgte mit der Schlittendredge, die eine Öffnungsbreite von 0,5 m hat, jährlich an den gleichen 5 Stellen. Dabei wurden jeweils 200 m »abgefischt«, gleich 100 m<sup>2</sup> (s. Abb. 1). Es handelte sich übrigens um die gleiche Dredge, die schon Elster sowie Nümann und Quoß gebrauchten.

Zusätzliche Laborversuche erfolgten in Glasaquarien mit 4 l Bodenseewasser bei einer Anfangstemperatur von 5°C, die bis Versuchsende langsam auf 10°C anstieg.

## Ergebnisse

### Verbreitung von Turbellarien im Bodensee-Obersee

An den in Abb. 1 gezeigten Stellen 1-13 wurden Mitte Dezember 1972 Gazekäfige in den See gebracht. Nach 42 Tagen, Ende Januar 1973, wurden sie wieder eingeholt, Eier und Strudelwürmer gezählt. In Tab. 1 sind die Ergebnisse zusammengefaßt dargestellt. Die meisten Turbellarien, nämlich über 200, waren vor Meersburg in 150 m Tiefe bzw. Rorschach in 100 m Tiefe. Hier stellten wir in den Käfigen auch sehr viele leere, ausgesaugte Eischalen sowie Turbellarienkokons fest. Lebende Eier wurden in allen Käfigen nach der 42tägigen Inkubationszeit nicht mehr viele aufgefunden. Dies hängt vermutlich mit dem behinderten Wasseraustausch zusammen. Hiefür spricht auch die erhöhte Zahl schwarzer Eier in den Gazekäfigen.

In einem anschließenden Wiederholungsversuch von Februar bis März 1973 war das Ergebnis in etwa gleich. In diesem Versuch waren aber die Käfige nicht nur mit lebenden Eiern beködert, sondern auch mit toten, weißen Eiern und kleinen Fischstückchen. Gesicherte Unterschiede im Auftreten und Zahl von Turbellarien waren nicht festzustellen.

Bemerkenswert bei diesen Versuchen war, daß sowohl an den Verankerungssteinen, den Leinen zur Boje und auch den Käfigen viele Strudelwürmer waren, die sich selbst beim Hochziehen nicht entfernten.

**Tabelle 1: Fang von Turbellarien im Profundal mit Gazekäfigen**  
(\* = leere Eierschalen nicht mitgezählt)

Käfig	Tiefe in m	Entfernung vom Ufer in km	Eizahlen im Käfig bei Ver- suchsbeginn nach 42 Tagen				Turbellarien	Turbellarien- kokons	schwarze Eier	leere Eierschalen
			lebend	tot	lebend	tot*				
1	90	1,5	310	160	11	297	40	+	0	+
2	146	1,2	310	160	0	317	36	+	+	+
3	150	1,5	310	160	0	112	248	++	+	++
4	100	3,5	164	94	1	313	108	+	+	+
5	50	1,2	310	160	8	161	53	+	0	+
6	50	1,0	310	160	22	256	19	+	+	+
7	252	5,2	310	160	2	467	1	+	++	0
8	100	2,0	310	160	0	303	40	0	0	+
9	50	1,2	310	160	4	215	1	+	0	+
10	150	6,8	310	160	5	281	64	+	0	+
11	100	1,5	212	109	0	206	223	++	++	++
12	67	2,8	310	160	0	322	5	+	++	+
13	60	1,6	310	160	0	249	71	++	++	++

**Untersuchung mit der Schlittendredge**

Es wurde, wenn möglich, jährlich wenigstens 2mal, teilweise auch 3mal an 5 Stellen (s. Abb. 1) gedredgt. Bei Wellengang kam die Dredge ab und zu ganz oder nahezu leer hoch, d. h. Turbellarien wurden beim Hochziehen »ausgewaschen«. Im östlichen Seeteil kam weiter hinzu, daß die Dredge oft vollgefüllt war. Dies war speziell dort häufiger der Fall, wo das Sediment schwarze Färbung aufwies. Das kann bedeuten, daß unter Umständen nicht die gesamte Strecke von 200 m gedredgt wurde. Die gefundenen Zahlen waren also nicht unbedingt miteinander zu vergleichen; deshalb faßten wir die Turbellarienfunde aller 5 Strecken zusammen (Tab. 2). Seit 1973 werden nun jährlich Turbellarien beim Dredgen gefangen. Dies geschieht aber nicht nur an den genannten 5 Stellen, sondern auch an anderen von der Bregenzer bis in die Konstanzer Bucht. Verschiedentlich wurden dabei weit über 100 Tiere in einem Zug von 200 m gezählt. Auch Turbellarienkokons werden seit Jahren regelmäßig gedredgt. Während der letzten 3 Jahre schien ihre Anzahl sogar zuzunehmen. Auffallend viele waren im Frühjahr 1986 vorhanden.

**Tabelle 2: Turbellarienfang mit der Schlittendredge von 1973 bis 1986**  
( - = nicht gedredgt)

Jahr	Anzahl Turbellarien			Turbellarien- kokons
	1. Fang Anfang Januar	2. Fang Ende Januar	3. Fang Mitte Februar	
1973	31	-		0
1974	0	0	-	+
1975	13	-	-	+
1976	19	-	-	+
1977	10	6	12	++
1978	5	0	-	++
1979	56	50	-	+
1980	96	50	-	+
1981	79	4	-	+
1982	10	25	6	+
1983	76	-	-	+
1984	25	6	6	++
1985	0	26	23	++
1986	38	1	1	+++

**Untersuchungen mit *Dendrocoelum lacteum***

Sowohl in den Gazekäfigen als auch beim jährlichen Dredgen während der letzten Jahre traten stets nur *Dendrocoelum lacteum* und *Polycelis tenuis* auf. Die erstgenannte Art war immer häufiger vertreten. Das Verhältnis der beiden zueinander war etwa 10-20 : 1. Wegen der größeren Abundanz wählten wir für die experimentellen Arbeiten *Dendrocoelum lacteum*.

In Glasaquarien mit Felcheneiern schlüpften aus den zugesetzten 20 Turbellarieneiern die Tiere nach 14 Tagen, gediehen normal und saugten die Eier aus. In den Aquarien ohne Felcheneier hingegen schlüpften während der mehrwöchigen Beobachtungszeit nur 3 Turbellarien, die rasch starben.

Tabelle 3: Zur Nahrung von *D. lacteum*

	Nahrung	Verhalten von <i>D. lacteum</i>
1	Bodenseeplankton	Turbellarien verhungern
2	Tubifex	werden gefressen
3	Felcheneier, lebend	werden ausgesaugt
4	Felcheneier, unbefruchtet	werden ausgesaugt
5	Felcheneier, tot, weiß	werden teilweise ausgesaugt
6	Felcheneier, tot, schwarz	werden nicht ausgesaugt

Bei Untersuchungen zur Nahrung von *Dendrocoelum lacteum* (s. Tab. 3) verhungerten die Tiere, wenn ihnen ausschließlich Plankton geboten wurde. Erhielten sie aber Tubifex als Nahrung, gediehen sie sehr gut und bildeten auch Kokons. Lebende Felcheneier wurden ausgesaugt und auch unbefruchtete, noch nicht weiß gewordene. Tote und weiß gefärbte Eier dienten ebenfalls als Nahrung; aber nicht aus dem See gedredgte, schwarze Felcheneier. Mit letzteren verhungerten die Turbellarien.

In einem weiteren Versuch mit Brunnenwasser und niedrigem Sauerstoffgehalt überlebten Turbellarien bei einer Wassertemperatur von ca. 11°C bei 1 mg O<sub>2</sub>/l über 14 Tage ohne erkennbaren Schaden. Bei 0,5 mg O<sub>2</sub>/l hingegen gingen alle innerhalb weniger Tage ein. In diesem Aquarium bewegten sich die Turbellarien fast ausschließlich an der Grenze Wasser/Luft, wo vermutlich die Sauerstoffkonzentration etwas höher war.

### Diskussion

Um die Entwicklung der Felcheneier auf dem Seegrund zu verfolgen, führte Elster schon 1933 Fänge mit der Schlittendredge durch. Diese Arbeiten wurden in den folgenden Jahrzehnten fast jährlich weitergeführt. Nie wurden aber Strudelwürmer gefangen. Elster berichtete zwar, daß einige gedredgte Felcheneier in der Hülle ein kleines, kreisrundes Loch aufwiesen und leer waren. Er nahm deswegen an, daß außer einigen Fischarten noch andere Feinde der Felcheneier im See sein müßten.

Nümann und Quoß (1972) fanden ebenfalls keine Turbellarien beim Dredgen, sondern nur mit der oben beschriebenen »Ködermethode« in Gazekäfigen. Sie berichteten allerdings, daß während der letzten drei Jahre zahlreiche leere Eihüllen in der Dredge waren. Für das Vorhandensein von Turbellarien in früheren Jahrzehnten in größeren Tiefen sprechen auch eindeutig die Nahrungsuntersuchungen bei im Profundal gefangenen Fischen. So fanden Elster (1933) und Nümann (1939) sowohl in Kilchen als auch Seesaiblingen, letzterer zusätzlich noch in Trüschchen in den Randzonen des Blaufelchenlaichgebietes, Turbellarienkokons.

Nach den vorliegenden Untersuchungen ist nun eindeutig erwiesen, daß Turbellarien heute im gesamten Bodensee-Obersee leben. Die Tatsache, daß seit Jahren beim Dredgen welche gefangen werden, spricht sogar dafür, daß ihre Anzahl heute größer ist als in früheren Jahren. Die stärkere Zunahme und Ausbreitung der Turbellarien im See hängt, wie schon Nümann und Quoß (1972) vermuten, mit dem verbesserten Nahrungsangebot zusammen. Mit fortschreitender Eutrophierung kam es auf dem Seegrund zu

vermehrter Ablagerung von organischen Stoffen, die die Nahrung für Tubificiden bilden. Deren Populationsdichte wurde größer (IGKB 1981) und somit konnten sich auch die Turbellarien weiter Richtung Tiefe ausbreiten.

Felcheneier sind sicher nicht die Ursache hierfür, denn diese stehen nur rund 3 Monate als Nahrung zur Verfügung, Tubificiden hingegen das ganze Jahr. Außerdem sind heute auch nicht mehr Felcheneier im langjährigen Mittel vorhanden, die eine Zunahme der Turbellarien veranlassen könnten. Felcheneier regen sicherlich, wie aus unseren Untersuchungen abzuleiten ist, die Turbellarienentwicklung in den Eiern an. Hiefür spricht auch, daß dort, wo viele Eier gedredgt werden, meist mehr Turbellarien im Fang waren.

Rixen (1968) beschreibt vom Bodensee-Obersee insgesamt 25 verschiedene Turbellarienarten, von denen 7 bis ins Profundal vorkamen. Nümann und Quoß (1972) fanden nur *D. lacteum* und *P. tenuis* bei ihren Untersuchungen mit Gazekäfigen. Auch wir entdeckten nur diese beiden Arten, sowohl in Gazekäfigen als auch beim jährlichen Dredgen.

Rixen (1968) fand *D. lacteum* an 20 bis 30% der untersuchten Stellen sehr zahlreich, *P. tenuis* sogar an 40 bis 50%, aber in geringeren Anzahlen. In unseren Untersuchungen traten beide Arten an allen geprüften Orten im Profundal auf, *D. lacteum* allerdings 10- bis 20mal häufiger. Das bedeutet, daß die Eutrophierung mit all ihren Folgen bis heute *D. lacteum* stärker förderte als *P. tenuis* und anscheinend die früher noch vorhandenen Arten »vertrieb«.

#### *Bemerkungen zur Indikatorfunktion von Dendrocoelum lacteum*

Nach Liebmann (1962) lebt *D. lacteum* in reinem oder mäßig verschmutztem Wasser, meidet Stellen mit niedrigem Sauerstoffgehalt sowie organische Verunreinigung. Diese Version ist fast in der gesamten Fachliteratur wiedergegeben.

Rixen (1968) fand im mesotrophen Bodensee-Obersee *D. lacteum* vom tiefen Litoral bis ins Profundal, sowohl auf sandig-kiesigen als auch schlammigen Sedimenten, die reich an Detritus, also fäulnisfähiger Substanz waren und somit in erhöhtem Maße Sauerstoff zehren. Das bedeutet, daß diese Art relativ unempfindlich gegen höhere organische Belastung und geringere Sauerstoffkonzentrationen sein muß. Das bestätigen auch seine Funde im stark eutrophen Mindelsee. Die Ergebnisse von Nümann und Quoß (1972) sowie die vorliegenden bekräftigen ebenfalls die Annahme geringerer Unempfindlichkeit gegen organische Belastung und niedrigen Sauerstoffgehalt.

Hier erheben sich nun die Fragen, ob *D. lacteum*, das in nahezu allen Schriften über Bioindikatoren zu den  $\beta$ -mesosaprobien Leitorganismen gestellt wird, auch wirklich in diese Güteklasse gehört, und ob dieser Art überhaupt Indikatorfunktion zugebilligt werden kann. Betrachtet man das Vorkommen von *D. lacteum* in Fließgewässern genauer, so zeigt sich, daß diese Art hauptsächlich unter Steinen, abgefallenen Blättern usw. lebt, d. h. dort wo geringe Strömung herrscht und vor allem, wo organisches, sauerstoffzehrendes Material vorhanden ist. Solch belastete Stellen findet man auch in Gewässern, die der Güteklasse 2 zuzuordnen sind.

Illies und Schmitz (1980) stufen *D. lacteum* erstmals wegen seiner Toleranz gegenüber organischer Verschmutzung und niederem Sauerstoffgehalt bis 2 mg/l anders ein und geben einen Saprobienindex von 2,3 bis 2,7 an. Wegl (1985) stellt diese Art sogar zu den  $\alpha$ -mesosaprobien Leitorganismen. Auch nach unseren Untersuchungen und Beobachtungen dürfte *D. lacteum* in die  $\alpha$ -mesosaprobe Zone eingestuft werden.

#### **Zusammenfassung**

Die Turbellarien *Dendrocoelum lacteum* und *Polycelis tenuis* sind heute über das gesamte Profundal des Bodensee-Obersees verbreitet. Ihre Anzahl ist mit dem Nahrungsangebot als Folge der Eutrophierung gestiegen. Beide Arten sind sehr tolerant gegenüber organischer Belastung und geringem Sauerstoffgehalt. Fünf weitere Turbella-

rienarten scheinen nicht mehr im Profundal vorzukommen. *D. lacteum* ist nicht zu den  $\beta$ -, sondern  $\alpha$ -mesosaprobien Leitorganismen zu rechnen.

## Summary

### *Investigations on turbellarian flatworms in Lake Constance.*

In recent years *Dendrocoelum lacteum* and *Polycelis tenuis* are widely distributed in the profundal zone of Lake Constance (Obersee). Due to the improved food resources caused by eutrophication an increase in population density of both species was found. Both species show high resistance to organic loading and low oxygen content. The occurrence of *D. lacteum* indicates  $\alpha$ -mesosaprobic instead of  $\beta$ -mesosaprobic conditions. Five formerly existing species actually are not found in the profundal zone.

## LITERATUR:

- Elster, H.-J., 1933: Beiträge zur Biologie des Blaufelchens (*Coregonus wartmanni* Bloch). Int. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. Bd. 30, 181-224
- IGKB, 1981: Zum biologischen Zustand des Seebodens in den Jahren 1972-1978. - Bericht Nr. 25.
- Illies, J. und W. Schmitz, 1980: Studien zum Gewässerschutz 5, LfU, Karlsruhe.
- Liebmann, H., 1962: Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. Bd. 1, Oldenburg-München.
- Nümann, W., 1939: Untersuchungen über die Biologie einiger Bodenseefische in der Uferregion und den Randgebieten des freien Sees. Z. Fischerei, 37, 637-688.
- Nümann, W. und H. Quoß, 1972: Strudelwürmer dezimieren den Felchenlaich - Ursachen für die unterschiedlichen Fangerträge in der Blaufelchenfischerei des Bodensees - Fischwirt, Jg. 22, 25-27
- Rixen, J. U., 1968: Beitrag zur Kenntnis der Turbellarienfauna des Bodenseegebietes. Arch. Hydrobiol. 64, 335-365
- Wegl, R., 1985: Das Leben im Abwasser. Hirthammer-Verlag, München.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Josef Deufel und Heinz Quoß

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung und Fischereiwesen  
Untere Seestraße 81, D-7994 Langenargen.

K. Nüßlein und A. Mohr

(Bayr. Landesanstalt für Wasserforschung, Versuchsanlage Wielenbach;  
D-8121 Wielenbach)

## **Hinweise zur enzymatischen Bestimmung des Gesamt-Kohlendioxides in Fischblut und Wasser**

### **Einleitung**

Gelöstes Kohlendioxid gehört zu jenen Parametern, deren Quantifizierung oft problematisch ist und das speziell bei Untersuchungen im Blut einen besonderen apparativen Aufwand erfordert. Während bei Wasseruntersuchungen im allgemeinen genügend Probenmaterial zur Verfügung steht, sind die Möglichkeiten der Analysenverfahren für Fischblut oft durch die zur Verfügung stehenden Probenvolumina begrenzt. Bei der Kohlendioxidanalyse im Wasser können verschiedene Puffersubstanzen außerhalb des CO<sub>2</sub>-Systems (z. B. Huminsäuren) die Anwendbarkeit der gebräuchlichen titrimetrischen Analyse (DEV) verhindern, da diese Methode keine Spezifität für das Kohlendioxid aufweist. Hier müssen dann die aufwendigeren konduktometrischen und gravimetrischen Verfahren zum Einsatz gelangen. Die Methoden der enzymatischen Analyse weisen zwei wichtige Eigenschaften auf: sie besitzen eine hohe Spezifität und der Bedarf

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Quoß Heinz, Deufel Josef

Artikel/Article: [Weitere Untersuchungen über Turbellarien im Bodensee-Obersee 76-81](#)