

ÖKOLOGISCHE GRUNDLAGENFORSCHUNG

Wimpertiere als Bioindikatoren*)

Das Wort „Bioindikator“ ist in neuerer Zeit anrühlich geworden, da es häufig in Verbindung mit anthropogen geschädigten Biotopen und Biozönosen Verwendung findet. Tatsächlich bedeutet es aber nur, daß Lebewesen, Tiere und Pflanzen bestimmte Umweltbedingungen anzeigen. Man unterscheidet euryöke und stenöke Bioindikatoren. Erstere können in einem weiten Bereich physikalisch-chemischer Parameter leben und sind daher als Indikatororganismen weniger geeignet. Die stenöken Lebewesen können dagegen nur unter ganz bestimmten, vergleichsweise eng begrenzten Umweltbedingungen existieren. Wird das biotische und/oder abiotische Faktorengefüge ihres Lebensraumes geringfügig verändert, so sterben sie aus oder wandern ab.

In allen systematischen Großgruppen der Tiere und Pflanzen gibt es stenöke und euryöke Arten. Die Wimpertiere oder Ciliophora sind ein Stamm der Einzeller oder Protozoa. Sie sind kosmopolitisch verbreitet und treten überall dort auf, wo Wasser vorhanden ist. Diesen zwei Faktoren ist es zuzuschreiben, daß sie in der Praxis der Abwasserbiologie, insbesondere bei der Beurteilung des Verunreinigungsgrades von Fließgewässern, große Bedeutung erlangt haben. Die meisten der rund 7000 bis heute bekannten Arten sind vermutlich euryök. Es ist daher in vielen Fällen nicht möglich, aus ihrem **vereinzelt Vorkommen** Rückschlüsse auf die biotischen und abiotischen Verhältnisse eines Lebensraumes zu ziehen. Das gilt aber auch für viele stenöke Arten aus anderen Tier- und Pflanzengruppen, da ihr vereinzelt Vorkommen zufällig sein kann. Man denke z. B. an Windverfrachtungen bei Insekten. Daher werden Biotope und Biozönosen nicht durch einzelne, sondern durch

mehrere Leitformen charakterisiert, von denen zumindest eine mit hoher Abundanz auftreten sollte. Die Leitformen und Charakterarten bilden eine typische Assoziation. Assoziationen können für große und kleine Lebensräume aufgestellt werden. Bei den Ciliaten, deren Ökologie und geographische Verbreitung noch sehr ungenügend bekannt sind, kann derzeit in vielen Fällen nur eine eng begrenzte, regionale Gliederung versucht werden. Die folgende Zusammenstellung, die sich auf eigene Erfahrungen und Literaturangaben stützt, erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie soll nur die Möglichkeit aufzeigen, bestimmte Biotope durch ihre Ciliatenzönose zu charakterisieren.

Die meisten der im folgenden erwähnten Gattungen und Arten sind in dem guten, billigen Büchlein von MATTHES und WENZEL (1966) beschrieben und abgebildet. Einige Species sind hier (Abb. 1–14) und bei FOISSNER (1974) durch Mikrophotographien dokumentiert. In einem anderen Artikel soll in Kürze außerdem auf die Morphologie dieser interessanten Einzeller näher eingegangen werden.

1. Verunreinigte Fließgewässer

Abwässer werden meist zunächst in Fließgewässer eingeleitet, da das Selbstreinigungspotential solcher Vorfluter wegen der günstigeren Sauerstoffbilanz größer als das der Seen ist. Je nach der Menge des eingebrachten Abwassers kommt es zu einer teilweisen oder gänzlichen Vernichtung der ursprünglichen Biozönose. Entsprechend dem Ausmaß der Verschmutzung mit organischen, abbaubaren Stoffen unterscheidet man vier Verunreinigungsstufen, die durch eine charakteristische Ciliatenzönose gekennzeichnet sind.

a) Die polysaprobe Zone (stärkste Verunreinigung) ist chemisch definiert durch das vorwiegende Auftreten von Fäulnisvorgängen,

Dr. W. FOISSNER, Salzburg

durch Reduktion und Spaltprozesse. Sauerstoff ist nur in Spuren vorhanden oder fehlt. Biologisch läßt sie sich durch *Colpidium colpoda* kennzeichnen, von dem die wichtigsten Arten angeführt seien: *Colpidium colpoda* (Abb. 1), *Colpidium campylum*, *Glaucoma scintillans*, *Paramecium trichium*, *Acineria incurvata*, *Vorticella microstoma*.

b) Die α -mesosaprobe Zone (starke Verunreinigung) ist chemisch definiert durch die stürmisch einsetzenden Oxydationsprozesse. Sauerstoff ist in geringer bis hoher Konzentration vorhanden. Biologisch läßt sie sich durch das *Chilodonelletum cucullulae* charakterisieren, von dem die wichtigsten Arten die folgenden sind: *Trithigmostoma* (*Chilodonella*) *cucullulus* (Abb. 2), *Chilodonella uncinata*, *Stentor roeseli* (Abb. 14), *Carchesium polypinum*, *Paramecium caudatum*, *Stylonychia mytilus*.

c) Die β -mesosaprobe Zone (mäßige Verunreinigung) ist chemisch definiert durch die fortschreitende Oxydation. Sauerstoff ist ausreichend vorhanden, häufig Übersättigung durch reichliche Algenentwicklung. Für die Ciliatenzönose sind unter anderen folgende Arten kennzeichnend: *Coleps hirtus*, *Hemiophrys procerca*, *Litonotus cygnus*, *Trochilia minuta*, *Lacrymaria olor*, *Pleuronema coronatum*, *Frontonia leucas*, *Tachysoma pellionella*, *Euplotes patella* (Abb. 3), *Lembadion lucens*.

d) In der oligosaprogen Zone (geringe Verunreinigung) ist die Oxydation der organischen Stoffe abgeschlossen. Das Wasser ist wieder klar und die Sauerstoffbilanz ausgeglichen. Die Ciliatenzönose dieser Stufe ist noch nicht klar abgegrenzt. Als oligosaprobe Leitformen werden unter anderen eingestuft: *Dileptus anser*, *Drepanomonas dentata*, *Halteria chlorelligera*, *Kerona polymorphum*, *Keronopsis rubra*, *Ophrydium versatile*, *Pseudoprorodon niveus*, *Strobilidium gyrans*.

*) Mit dankenswerter finanzieller Unterstützung des MaB-6-Projektes der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

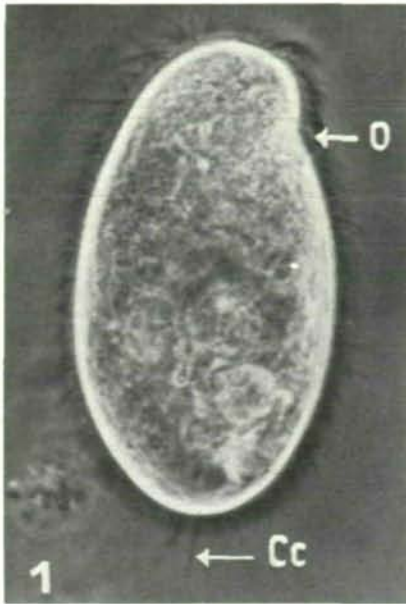


Abb. 1. *Colpidium colpoda* (EHRENBERG). Rechts laterale Ansicht. Größe ca. 120 μm . Cc — Caudalcilien, O — Eingang zum Oralapparat.

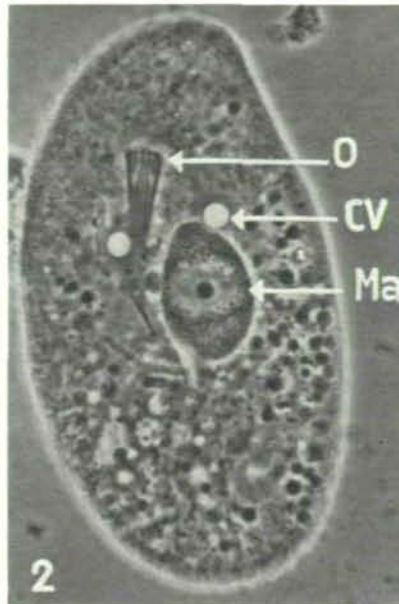


Abb. 2. *Trithigmostoma cucullulus* (O. F. MÜLLER). Ventralansicht. Größe ca. 150 μm . CV — kontraktile Vakuole, Ma — Makronucleus, O — Oralapparat.

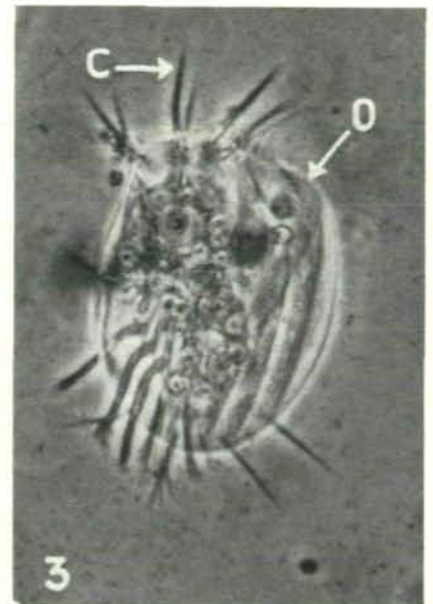


Abb. 3. *Euplotes patella* EHRENBERG. Ventralansicht. Größe ca. 100 μm . C — Cirren, O — Oralapparat.

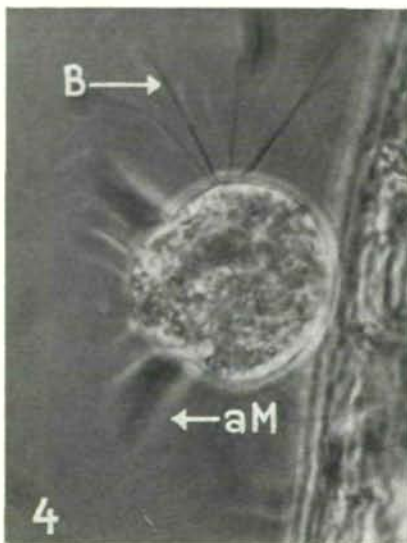
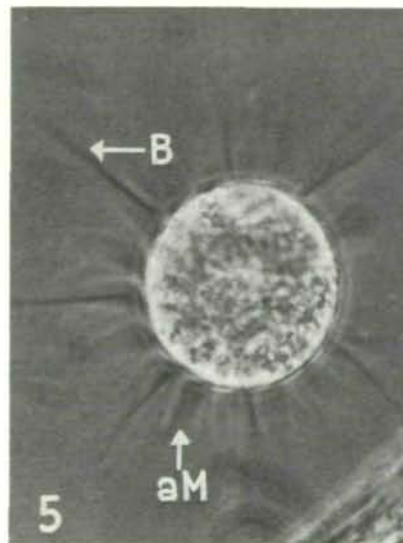


Abb. 4, 5. *Halteria grandinella* (O. F. MÜLLER). Ventral- und Frontalansicht. Größe ca. 35 μm aM —



adorale Membranellen, B — mediane Springborsten.



Abb. 6. *Codonella cratera* (LEIDY). Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des hauptsächlich aus winzigen Mineralteilchen aufgebauten Gehäuses. Größe ca. 50 μm .

2. Sapropel

Der Sapropel oder Faulschlamm ist der schwarze bis braune, in der Regel flockige Bodenbelag der süßen Gewässer, in welchem hochmolekulare Stoffe meist pflanzlicher Herkunft unter Abwesenheit von Sauerstoff so zersetzt werden, daß freier Schwefelwasser-

stoff (H_2S) entsteht, der sich in den untersten O_2 -freien Wasserschichten löst. Das entscheidende Kriterium ist das Auftreten von H_2S . Typischer Faulschlamm entsteht häufig in von Bäumen und Sträuchern umgebenen Kleingewässern (Fallaubtümpel). Die Dekompostierung des Fallaubes verbraucht bald den ganzen Sauer-

stoff. Auch viele unserer eutrophen Seen weisen am Grund mächtige Faulschlammablagerungen auf, die durch den unvollständigen Abbau des abgestorbenen Planktons entstehen. Für die Sapropelciliaten ist Sauerstoff Gift. Sie weisen eine auffallende Neigung zur Ausbildung bizarrer Körperformen auf. Die Ursache da-

für ist nicht bekannt. Typische Genera: *Metopus*, *Caenomorpha*, *Epalxella*, *Saprodinium*, *Bothrostoma*, *Brachonella*, *Dexiotricha*, *Loxocephalus*, *Lagynus*, *Plagiopyla*.

3. Pelagial

Die charakteristische Lebensgemeinschaft des Pelagials, der Freiwasserzone von Teichen, Weihern und Seen, ist das Plankton. Das Schweben im Wasser wird bei den Ciliaten durch ähnliche Einrichtungen ermöglicht wie bei anderen Phyto- und Zooplanktern: rasche Bewegung durch mächtig ausgebildete Wimperkränze oder adonale Membranellen, blattförmige Abflachung des Körpers, große Oberflächenentwicklung durch spezielle Körperforsätze zur Erhöhung des Formwiderstandes, Einschluß von Öltropfen, schaumiges Cytoplasma. Die geringe Nahrungsdichte und die rasche Bewegung führen häufig zu einer besonders starken Ausbildung der adoralen Membranellen, die zum Einstrudeln der Nahrung dienen, des Mundes und des Bewegungsapparates. Typische Genera: *Dinophrya*, *Askenasia*, *Holophrya*, *Cyclotrichium*, *Strobilidium*, *Strombidinopsis*, *Strombidium*, *Halteria* (Abb. 4, 5), *Tintinnidium*, *Tintinnopsis*, *Codonella* (Abb. 6), planktische *Vorticellidae*.

Bei fast allen Planktern sind aber nicht primär spezielle morphologische Adaptationen für das Schweben verantwortlich. Der wesentlichere Faktor ist die Turbulenz des Wassers, die „ungeordneten“ Austauschströme, welche das Oberflächenwasser in dauernder, durchmischender Bewegung halten.

4. Ephemere, eutrophe Kleingewässer im Flachland

Kennzeichnende ökologische Faktoren dieser Extrembiotope (Wegpfützen, Weidetümpel etc.) sind die Kurzfristigkeit der Wasserführung, die Instabilität der meisten physikalischen und chemi-

schen Umweltfaktoren, die starke Erwärmung bei Insolation (bis 44 °C) und der Sauerstoffreichtum durch die starke Algenentwicklung. Die biotoptypischen Arten zeichnen sich durch Unempfindlichkeit gegen Schwankungen des abiotischen Faktorengefüges und die Fähigkeit aus, rasch Dauercysten zu bilden. Viele Arten leben außerdem in Tektinröhren, die vermutlich eine entgiftende Wirkung besitzen (Abbildung 11). Diese Einrichtung erscheint sinnvoll, da sich mit fortschreitender Eintrocknung des Biotops die Konzentration der Wasserinhaltsstoffe stark erhöht. Wegen der diffusen Verteilung der Nahrungsorganismen dominieren die Plankter. Wichtige Leitformen: *Maryna*-Arten (Abbildung 11), *Disematostoma*-Arten, *Opisthonecta*-Arten (Abb. 7), *Astylozoon*-Arten, *Hastatella radians* (Abb. 8), *Spirofilopsis tubicola*, *Spiretta planticola*, *Hypotrichidium conicum*, *Phascolodon vorticella*, *Nassula plantiformis*, *Tillina magna*, *Blepharisma steini*, *Paruroleptus*-Arten, *Tachysoma furcata*, *Condyllostoma vorticella*.

5. Ephemere, eutrophe Almtümpel im Hochgebirge

Die sehr seltene Austrocknung infolge der häufigen Regenfälle und der niedrigen Durchschnittstemperatur sowie die Maximalerwärmung bis auf nur ca. 25 °C und das reichliche Nahrungsangebot durch die starke Verunreinigung mit Exkrementen der Weidetiere sind wesentliche ökologische Faktoren dieser Biotope. Ihre Kombination führt dazu, daß die Ciliatenzönose der periodisch austrocknenden Almtümpel des Großglocknergebietes nur wenig Gemeinsamkeiten mit den ephemeren Kleingewässern des Flachlandes aufweist. Sie gleicht mehr jener der eutrophen, perennen Teiche und Weiher des Flachlandes, die sich ebenfalls nur sehr selten über 25 °C erwärmen. Wichtige Leitformen: *Oxytricha fallax*, *Cyrtolophosis mucicola*, *Pseudochilodonopsis algivora* (Abb. 10), *Dileptus anser*, *Urotricha agilis*,

Vorticella infusionum, *Kreyella minuta*, *Paruroleptus caudatus*.

6. Moortümpel, anmoorige Kleingewässer

Diese Biotope sind durch konstant sauren pH-Wert, hohen Gehalt an Huminstoffen, geringe Wasserhärte und niedrige Bakterienzahl charakterisiert. Die sphagnicolen Ciliaten sind durch Zoochlorellen an diesen nährstoffarmen Lebensraum angepaßt. Diese symbiontischen Grünalgen geben an die Wirte vermutlich wichtige Substanzen ab und werden bei Nahrungsmangel auch zum Teil verdaut. Wichtige Leitformen: *Cyclidium sphagnetorum*, *Leptopharynx costatus* (Abb. 12), *Bryometopus sphagni*, *Climacostomum virens*, *Vorticella muralis*.

7. Moorsrasen trockener Standorte

Die Ciliatenzönose dieser Biotope wird vom periodischen Wechsel zwischen Anfeuchtung und völliger Austrocknung, vom niedrigen pH-Wert des im Moorsrasen festgehaltenen Regenwassers, von der kapillaren Verteilung des Regenwassers und von der großen Wasseroberfläche gegen assimilierendes pflanzliches Gewebe oder die Luft geprägt. Die biotoptypischen Arten sind durch geringe Körpergröße an die kapillare Struktur ihres Lebensraumes angepaßt. Ferner zeichnen sie sich durch die Fähigkeit aus, rasch trockenresistente Dauercysten zu bilden, um den häufig langwährenden Trockenperioden zu widerstehen. Um die oft nur kurzdauernden Feuchtigkeitsperioden optimal zu nützen, können sie von der Dauerform sehr rasch in den aktiven Zustand übergehen. Wichtige Leitformen: *Leptopharynx costatus* (Abb. 12), *Saprophilus muscorum*, *Bryometopus pseudochilodon*, *Colpoda cucullus*, *Colpoda steinii*, *Cyclidium elongatum*, *Platyophrya spumacola*, *Colpoda inflata*, *Cyclidium glaucoma* (Abb. 13), *Frontonia depressa*, *Drepanomonas revoluta*; *Dileptus alpinus*, *Keronopsis muscorum*, *Spathidium amphoriforme*, *Microdiaphanosoma arcuata* (Abb. 9).

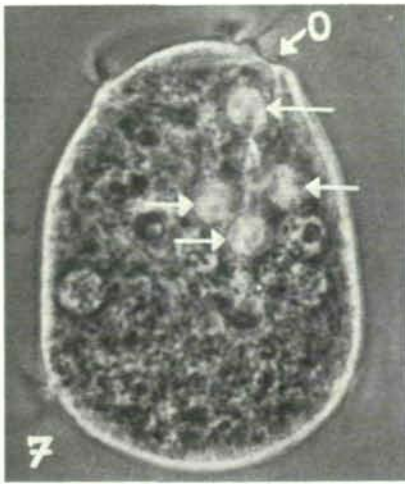
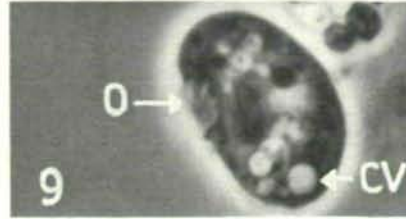
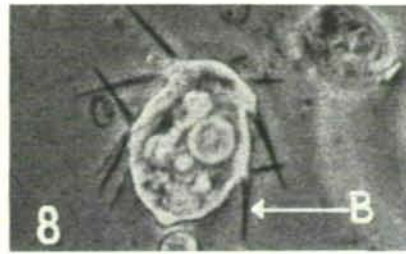


Abb. 7. *Opisthonecta patula* FOISSNER. Ventralansicht. Die Pfeile weisen auf die vier kontraktilen Vakuolen. Größe ca. 140 μm . O — Eingang zum Vestibulum.



wüchse (B) können abgespreizt werden und ermöglichen dem Tier das Schweben im Wasser. Größe ca. 40 μm .

Abb. 9. *Microdiaphanosoma arcuata* (R. & L. GRANDORI). Links laterale Ansicht. Größe ca. 15 μm . CV — kontraktile Vakuole, O — Oralapparat.

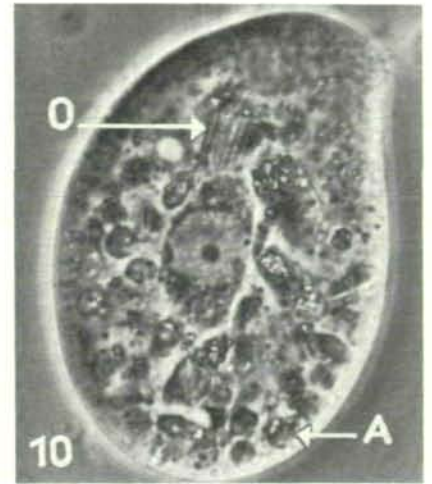


Abb. 10. *Pseudochilodonopsis algivora* (KAHL). Ventralansicht. Größe ca. 60 μm . A — gefressene Grünalgen, O — Oralapparat.

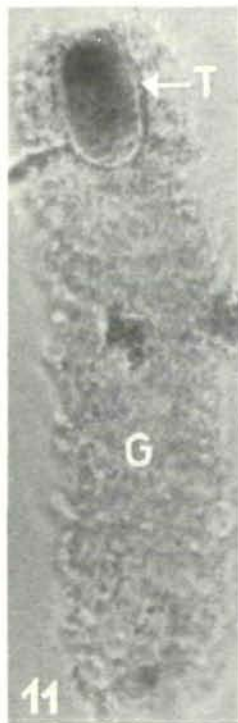


Abb. 11. *Maryna ovata* GELEI. Das Tier (T) lebt in einer langen Tektinröhre (G). Größe des Tieres ca. 70 μm .

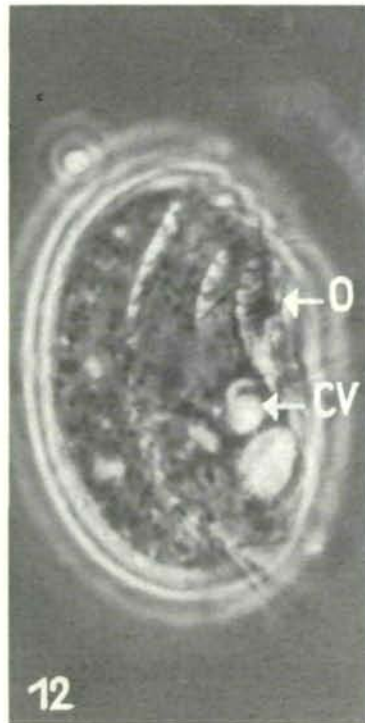


Abb. 12. *Leptopharynx costatus* MERMOD. Rechts laterale Ansicht. Größe ca. 30 μm . CV — kontraktile Vakuole, O — Oralapparat.

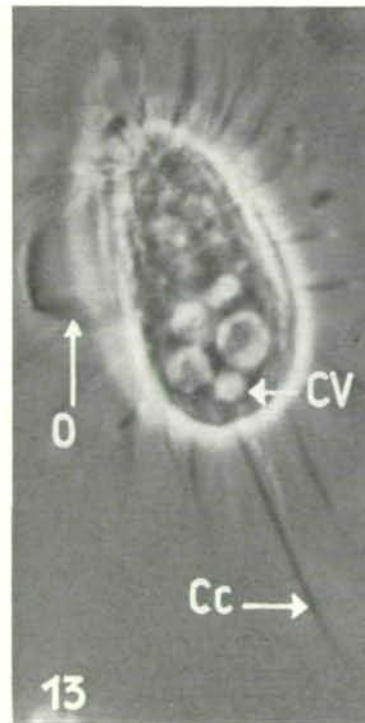


Abb. 13. *Cyclidium glaucoma* O. F. MÜLLER. Links laterale Ansicht. Größe ca. 25 μm . Cc — Caudalcilium, CV — kontraktile Vakuole, O — undulierende Membran des Oralapparates.

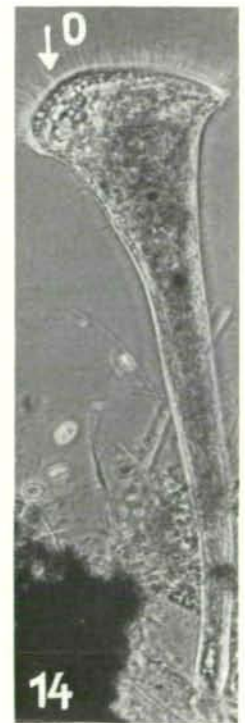


Abb. 14. *Stentor roeseli* EHRENBERG. Leicht links laterale Ansicht. Größe ca. 500 μm . O — adorale Wimperspirale.

8. Boden

Die Lebensgemeinschaft des Bodens ist das Edaphon. Für die Ciliaten sind die Feinkörnigkeit des Substrates, die kapillare Verteilung des Bodenwassers, der nur sehr dünne Wasserfilm, der die Erdpartikel umgibt, und der Bakterienreichtum des Biotops wichtige ökologische Faktoren.

Dementsprechend treten kleine und lange, dünne abgeflachte Bakterienfresser mit zugespitzten Körperenden in den Vordergrund. Viele Arten zeigen eine Reduktion der Bewimperung auf der Dorsalseite, da sie nur mit der Ventralseite, auf der der Mund liegt, die Bakterien der Bodenkrümel abweiden. Typisch ist auch die große Flexibilität des Körpers größerer Arten. Sie ermöglicht eine dichte Anschmiegung an die Erdpartikel und verhindert, daß die Tiere aus dem Wasserfilm heraustreten.

Typische Genera: *Colpoda*, *Cyrtolophosis*, *Pseudocyrtolophosis*, *Platyophrya*, *Microdiaphanosoma* (Abb. 9), *Chilodonella*, *Spathidium*, *Trachelostyla*, *Uroleptus*, *Vorticella*.

Kurzbibliographie:

- BUITKAMP, U., 1975: Ökologische und taxonomische Untersuchungen an Ciliaten ausgewählter Bodentypen. — Dissertation an der Math.-naturwiss. Fak. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 102 pp.
- DINGFELDER, J. H., 1962: Die Ciliaten vorübergehender Gewässer. — Arch. Protistenk. 105, 509—658.
- FAURÉ-FREMIET, E., 1924: Contribution à la connaissance des infusoires planktoniques. — Bull. biol. France Belg. Suppl. 6, 1—171.
- FOISSNER, W., 1974: Die Wimpertiere (Ciliata) und ihr Silberliniensystem. Das neuroformative System als Urstufe des Nervensystems in der Haut Einzelliger (Protozoa). — Ausstellungskatalog des Oberösterreichischen Landesmuseums, Nr. 89, 68 pp.
- FOISSNER, W., 1978?: Ökologie und Systematik der edaphischen Protozoen in den Hohen Tauern (Österreich). — MAB-Report-Series (in Druck).
- FOISSNER, W., 1980?: Artenbestand und Struktur der Ciliatenzönose in alpinen Kleingewässern (Hohe Tauern, Österreich). — Arch. Protistenk. (in Druck).
- GELEI, J., J. MEGYERI, M. SZABADOS und L. VARGA, 1954: Über die Lebensgemeinschaft einiger temporärer Tümpel auf einer Bergwiese im Börzsönygebirge (Oberungarn) VIII. Allgemeine

Betrachtungen. — Acta biol. Acad. Sci. hung. 5, 363—382.

- GROLIERE, C.-A., 1978: Contribution à l'étude des ciliés des sphaignes III. Étude mathématique des résultats. — Protistologica 14, 295—311.
- JANKOWSKI, A. W., 1964: Morphology and evolution of ciliophora. III. Diagnoses and phylogenesis of 53 sapropeleobionts, mainly of the order heterotrichida. — Arch. Protistenk. 107, 185—294.
- LIEBMANN, H., 1951: Handbuch der Frisch- und Abwasserbiologie. Band 1. — Oldenbourg, München, 539 pp.
- MATTHES, D., und WENZEL, F., 1966: Die Wimpertiere (Ciliata). — Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart, 111 pp.
- RUTTNER, F., 1940: Grundriß der Limnologie. — Walter de Gruyter & Co., Berlin, 167 pp.
- SLÁDEČEK, V., 1973: System of water quality from the biological point of view. — Arch. Hydrobiol. Beih. Ergeb. Limnol. 7, 1—218.
- WENZEL, F., 1953: Die Ciliaten der Moosrasen trockener Standorte. — Arch. Protistenk. 99, 70—141.
- WETZEL, A., 1928: Der Faulschlamm und seine Ziliaten Leitformen. — Z. Morph. Ökol. Tiere 13, 179—328.
- Adresse des Autors: Dr. Wilhelm Foissner, Zoologisches Institut der Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg (Austria).

GRUNDLAGENFORSCHUNG — LIMNOLOGIE

Planktonuntersuchungen am Wolfgangsee und am Schwarzensee

OTTO ZACH, Bad Ischl

Wolfgangsee und Schwarzensee im Vergleich

Der wenig bekannte Schwarzensee ist vom Wolfgangsee nur etwa zweieinhalb Kilometer entfernt, und beide Seen sind durch einen romantischen Wanderweg miteinander verbunden. Dabei ist aber ein beträchtlicher Höhenunterschied zu überwinden. Der Wolfgangsee liegt 539 m hoch und der Schwarzensee 714 m. Wer die Wanderung scheut, kann den Schwarzensee auf einer guten Forststraße von Rußbach aus mit dem Auto erreichen. Die dunkle Waldumrahmung gab ihm den Namen Schwarzensee. Das Was-

ser ist ziemlich kalt und daher zum Baden nicht sehr einladend, außerdem ist es nicht gestattet. Der See ist Privateigentum, und der Verfasser dankt der Forstverwaltung, Herrschaft St. Wolfgang, für die Erlaubnis zur Untersuchung des Planktons.

Am Südufer des Schwarzensees befinden sich zwei Jausenstationen, die ihre Abwässer in den Schwarzenbach leiten, der sie dann gegen den Wolfgangsee führt. Doch sind die Schadstoffe bis dahin längst abgebaut. So bildet der Schwarzensee das Beispiel eines reinen, unbelasteten Alpensees.

Etwas anders ist es schon beim Wolfgangsee. Die drei Orte Sankt Wolfgang, Strobl und St. Gilgen, die vielen kleineren Siedlungen, Einfamilienhäuser, Gaststätten, Pensionen, zahlreiche Badestrände, landwirtschaftlich genutzte Uferwiesen und Motorboote, sie alle belasten den See.

So bietet sich hier die Möglichkeit, zwei nahe beieinander liegende Seen biologisch zu vergleichen. Dazu war notwendig, die Arten der Organismen des Planktons und ihre Anzahl in einer bestimmten Wassermenge festzustellen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [ÖKO.L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [1979_4](#)

Autor(en)/Author(s): Foissner Wilhelm

Artikel/Article: [Wimpertiere als Bioindikatoren 3-7](#)