

Ciliaten als Leitformen der Wasserqualität - aktuelle Probleme aus taxonomischer Sicht

(Wilhelm Foissner*)

Kurzfassung

Es werden einige wichtige aktuelle Problemkreise bei der Taxonomie der Ciliaten aufgezeigt, mit denen der Ökologe konfrontiert ist, wenn er Ciliaten determinieren will. Wesentliches Problem ist die überalterte Bestimmungsliteratur. Die letzte zusammenfassende Darstellung der freilebenden Ciliaten wurde 1935 abgeschlossen. Da derzeit wenig Aussicht besteht, ein dem aktuellen Wissensstand entsprechendes Resümee zu schaffen, wird die Publikation von Biotopmonographien angeregt, die besondere Rücksicht auf die Bedürfnisse der Ökologen nehmen sollten. Da es erfahrungsgemäß sehr schwierig ist, umfangreichere taxonomische Arbeiten in den normalen Fachzeitschriften zu publizieren, wird die Gründung einer eigenen Publikationsreihe vorgeschlagen, in der nur monographische Bearbeitungen von Protozoengruppen aufgenommen werden sollten. Die taxonomische und methodische Schulung der Ökologen ist meist ungenügend. Die heute für eine sichere Determination von Ciliaten meist notwendigen Silberimprägnationsverfahren beherrscht fast nur der Spezialist. Es sollten daher auf den zoologischen und ökologischen Lehrstühlen entsprechende, von Spezialisten betreute Kurse angeboten werden. Die Entfremdung zwischen Taxonomen und Praktikern wird gegenwärtig besonders dadurch gefördert, daß viele Neubeschreibungen nur mehr nach Silberpräparaten erfolgen. Der für die praktische Determinationsarbeit der Ökologen wichtige in vivo-Aspekt wird immer mehr vernachlässigt. In der angeregten Publikationsreihe sollte für die Autoren daher die Auflage gelten, den in vivo-Aspekt sorgfältig darzustellen und danach entsprechende Kriterien zur Abgrenzung von den nächst verwandten Arten anzugeben. Diese Probleme hemmen die ökologische Feldarbeit in zunehmendem Ausmaß. Die Taxonomie muß daher allgemein und speziell bei den Protozoen durch gezielte Förderungsmaßnahmen viel stärker unterstützt werden als bisher.

Abstract

An ecologist not trained to determine ciliates is confronted with some serious taxonomical problems that are shown and discussed in this article. The most essential problem is the superannuated determination literature. The last comprehensive treatment of the free-living ciliates was finished in 1935. At present there is little chance for doing and publishing an appropriate resümee adequate to the actual level of knowledge. Accordingly, publication of biotope monographs is suggested, which take into consideration the special requirements of the ecologists. Empirically, it is very difficult to publish voluminous taxonomical manuscripts in ordinary journals. Thus, a special periodical should be started focusing on monographic treatments of various groups of Protozoa. The taxonomical and methodical training of many ecologists is not sufficient. Unfortunately, nearly only the specialists can handle the silver impregnation methods which are indispensable for accurate determination of ciliated protozoa. Thus, methodical courses held by specialists should be offered to zoologists, ecologists, and students. The new trend to describe new species only by means of silver impregnated material accelerates the estrangement between taxonomists and practitioners. The in vivo aspect, so necessary for correct determinations during field investigations is more and more neglected. In the suggested periodical the authors should be obliged to show the in vivo aspect of new species very carefully and accordingly to indicate criteria for the separation to the next neighbouring species. Ecological field studies are increasingly hindered by these problems. Therefore, taxonomy must be much more supported by special programs generally and particularly in the case of the still very ill known protozoa.

1. Einleitung

In einem Orientierungsgespräch „Über die Situation der Zoologie“, das 1974 in Bad Wildbad stattfand, wurde festgestellt, daß der Arbeitsbereich Zoologische Systematik/Zootaxonomie in den letzten Jahrzehnten derart vernachlässigt worden ist, daß er von ganz wenigen „Kristallisationskeimen“ neu aufgebaut werden müsse (KRAUS 1976). Der Mangel an Zootaxonomien erweist sich insbesondere bei ökologischen Arbeiten immer mehr als gravierendes Hemmnis.

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

Wie ernst die Lage bereits ist, unterstreicht folgender, aus RIEDL (1975) zitierter Satz: „Ich hoffe, daß die causa der Gestalt der Erforschung der Gestalt nützen möge, daß die Jungen von heute jene Lehrer (Morphologen, Taxonomen, Anatomen) aus den Abstellräumen und die Bände (systematische, taxonomische und anatomische Werke) aus den Depots holen mögen, und daß die von morgen sie vor dem Verbrennen schützen werden; einem Vorgang, der bei solcherlei Ordnungsmachen der Menschen – wie überliefert – üblicherweise die letzte der Konsequenzen gewesen ist“.

Den Organisatoren dieses Symposiums ist daher zu danken, daß sie diese Problematik aufgegriffen haben.

Es ist unnötig, die allgemeine Krise, in der sich die Zootaxonomie befindet, genauer zu besprechen, da hierüber vor kurzem KRAUS (1976) und MALICKY (1980) ausführlich berichtet haben. Manche Wiederholungen werden nicht zu umgehen sein, da es die allgemeinen Probleme sind, welche die wesentlichen aktuellen Probleme bei der Taxonomie der Ciliaten verursachen. Ich möchte aber nicht versäumen, darauf hinzuweisen, daß zu dem oft beklagten Mangel von ausreichenden erkenntnistheoretischen Grundlagen für die Morphologie und Taxonomie neue, vielversprechende Hypothesen diskutiert werden (LORENZ 1973, RIEDL 1975). RIEDL (1975) legte überzeugend dar, daß die Morphologie und Taxonomie keine toten, blind endigenden Zweige der zoologischen Forschung sind, sondern aus ihnen grundlegende allgemeine Erkenntnisse über die „Ordnung des Lebendigen“ gewonnen werden können.

Ebenfalls gleich einleitend muß der von Nicht-Taxonomen häufig versteckt oder offen geäußerte Vorwurf „der Name hat schon wieder gewechselt“ zurückgewiesen werden. Er trifft auf jede nicht stagnierende Wissenschaft zu. Man denke an die Änderungen in der zeitlichen Einordnung geschichtlicher Gegenstände und Ereignisse mit fortschreitender Verfeinerung der Untersuchungsmethoden. Und das ist im Prinzip nichts anderes, als wenn *Chilodonella cucullus* auf Grund neuer taxonomischer Erkenntnisse heute *Trithigmostoma cucullus* heißt.

2. Aktuelle Probleme und Vorschläge zu ihrer Lösung

Im folgenden will ich versuchen, vor allem jene Probleme aufzuzeigen, mit denen der nicht auf Ciliaten spezialisierte Ökologe konfrontiert wird, wenn er Ciliaten determinieren will.

2.1. Das Determinationsproblem

Erstes und vielleicht wichtigstes Problem ist die überalterte Bestimmungsliteratur. Im letzten zusammenfassenden Werk, das 1935 von KAHL (KAHL 1930—35) abgeschlossen wurde, sind rund 2000 Arten angeführt. Derzeit sind bereits etwa 7000 Species bekannt (CORLISS 1979) und ständig werden neue Arten beschrieben. Tatsächlich ist es nach meinen Erfahrungen so, daß die Ciliaten unserer Gewässer noch derart wenig erforscht sind, daß fast jede Probe, die man sorgfältig untersucht, neue Arten enthält. Bei meinen Studien über die Ciliatenfauna der Kleingewässer und der Böden des Großglocknergebietes erwiesen sich rund 100 der 300 festgestellten Arten als neu (FOISSNER 1980, 1981).

Da es dem Nicht-Spezialisten kaum möglich ist, die oft schwer zugängliche Literatur zu überblicken, ist der in den vergangenen 45 Jahren angehäufte taxonomische Wissensschatz, der auch viele wertvolle ökologische Hinweise enthält, praktisch ungenützt. Dies ist um so bedauerlicher, weil gerade die Ciliaten sehr wichtige und genaue Bioindikatoren sind; treten sie doch auch dort noch mit reicher Abundanz und Artenvielfalt auf, wo die meisten anderen Konsumenten und Produzenten wegen der für sie bereits im Pessimum liegenden abiotischen Faktoren schon ausgefallen sind, nämlich im polysaprobien und alpha-mesosaprobien Milieu.

Es erscheint mir daher vordringlich, eine dem aktuellen Wissensstand entsprechende Zusammenfassung der taxonomischen Literatur zu schaffen. Dieser Forderung stellen sich aber mehrere so ernste Hindernisse entgegen, daß ihre Realisierung in naher Zukunft wenig wahrscheinlich ist. Zuerst müßten mehrere Taxonomen gefunden werden, die gewillt sind, eine solch gigantische Aufgabe auf sich zu nehmen. Für einen allein wird sie schon zu groß sein. Da dieses Werk nur dann sinnvoll wäre, wenn Illustrationen und Beschreibungen ausführlich gehalten werden dürfen, wären die Druckkosten enorm hoch. Dafür einen Verleger zu finden, dürfte bei der derzeitigen Situation der Zootaxonomie nicht leicht sein. Ein erster Schritt, der vielleicht auch jetzt zu verwirklichen ist, wären Biotopmonographien. Wenn sie sorgfältig ausgeführt sind und ungekürzt publiziert werden können, wären sie den Ökologen von großem Nutzen, da viele Biotope charakteristische Ciliatenzönosen aufweisen (WENZEL 1953, DING-

Untersuchte Parameter	<i>Colpidium campylum</i>	<i>Colpidium truncatum</i>	<i>Colpidium kleini</i>	<i>Colpidium colpoda</i>
Körperform mäßig ernährter Individuen; Verhältnis von Länge : Breite (*)	schlank, lang-oval, distal meist etwas zugespitzt; etwa 3:1	breit bis schlank oval, distal meist leicht zugespitzt, proximal allseitig schräg abgestutzt; etwa 1,5—2,5:1	mäßig schlank, distal breit gerundet; etwa 2—3:1	breit oval, distal sehr breit gerundet; etwa 2:1
Länge in μm	60—93 (70,3)	54—95 (71,5)	90—120 (107,0)	110—135 (123,1)
Caudalcilien (*)	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Abstand Apex bis Exkretionsporus/ Exkretionsporus bis zum distalen Pol in μm	45—67/10—16 (57,1/12,2)	35—80/14—32 (49,4/20,4)	50—65/38—55 (59,5/47,5)	55—85/40—65 (67,3/55,8)
Ökologie (*)	vorwiegend polysaprob	vorwiegend alphamesosaprob	vorwiegend alphamesosaprob	vorwiegend polysaprob
Anzahl der Soma-kineten incl. der postoralen Kineten	19—27 (22,8)	31—50 (38,4)	35—41 (37,8)	50—62 (58,6)
Anzahl der postoralen Kineten	2	3	2	2
Lage des Exkretionsporus am n-Meridian 1. Ordnung	5—7 (5,5)	10—13 (11,1)	8—12 (10,2)	13—17 (15,6)
Praeorale Torsion	Polnaht gerade, leicht nach links verschoben	schwach ausgeprägt, Polnaht deutlich nach links verschoben	mäßig stark, Polnaht stark nach links verschoben	sehr stark, Polnaht sehr stark nach links verschoben
Imprägnierbarkeit der Meridiane 2. Ordnung	sehr gut	sehr schlecht	sehr gut	sehr gut
Aufteilungspotenz der Meridiane 2. Ordnung; Anastomosensbildung	1—2; sehr wenige	Silberliniensystem tetrahymenid!	2—3; wenige	4—5; sehr viele

Tabelle 1. Morphologische, ökologische und biometrische Daten zur Differentialdiagnose von *Colpidium campylum*, *C. truncatum*, *C. kleini* und *C. colpoda*. Alle Messungen wurden an trocken versilberten Individuen durchgeführt. Die in Klammer gesetzten Werte sind die Mittel aus jeweils 10 Messungen. Die mit einem Sternchen (*) bezeichneten Parameter wurden in vivo festgestellt. Leicht verändert nach FOISSNER & SCHIFFMANN (1978).
distal = hinten, proximal = vorne.

FELDER 1962, SLÁDEČEK 1973, FOISSNER 1979). Es muß aufmerksam gemacht werden, daß noch immer keine monographischen Bearbeitungen der Ciliaten der Fließgewässer und Seen existieren. Letztere sind in dieser Hinsicht eine „tabula rasa“. Gerade in den eutrophen Seen erreichen die Ciliaten aber nach meinen Kenntnissen oft hohe Individuendichten, weshalb ihre genauere Bearbeitung auch für die Limnologen von Interesse wäre, zumal man vermuten kann, daß sie so wie in den Fließgewässern wichtige Hinweise auf die trophische und saprobielle Situation eines Sees geben können. Bei den Fließgewässern ist die Situation etwas besser, da es einige neuere Zusammenstellungen der häufigsten Indikatorarten gibt (SLÁDEČEK

1963, BICK 1972). Diese Monographien enthalten keine Differentialdiagnosen, wodurch insbesondere für Nicht-Spezialisten die Gefahr von Fehlbestimmungen erhöht wird.

Von den vielen Beispielen, die dazu angeführt werden könnten, möchte ich die Gattung *Colpidium* STEIN 1860 herausgreifen. Neben den zwei allgemein bekannten, weil sehr häufigen Arten dieses Genus, *Colpidium colpoda* (EHRENBERG 1832) und *Colpidium campylum* (STOKES 1886), existieren mindestens zwei weitere, seltenere Arten, *Colpidium truncatum* STOKES 1885 und *Colpidium kleini* FOISSNER 1969, die in der ökologischen und faunistischen Literatur praktisch nie angeführt sind, obwohl sie nach meinen Erfahrungen nicht gerade selten und wichtige Bioindikatoren sind (FOISSNER & SCHIFFMANN 1978). Diese vier Arten sind in vivo ziemlich schwierig, nach Silberimprägation aber stets eindeutig zu trennen (Tab. 1).

2.2. Probleme bei der Ausbildung

Das leitet über zum zweiten Problem. Erfahrungsgemäß bereitet die Determination von Protozoen dem Anfänger verhältnismäßig große Schwierigkeiten. Das hat zwei Ursachen: Erstens gibt es kaum Universitätslehrer, die die Studenten in diese schwierige Materie einarbeiten könnten, weshalb bei den Bestimmungspraktika die Protozoen meist übergangen oder doch sehr nebenbei abgehandelt werden. Zweitens sind die dafür notwendigen Methoden, besonders die Silberimprägnationsverfahren (TUFFRAU 1964, FOISSNER 1976, FERNANDEZ-GALIANO 1976), durch die das oft sehr komplizierte Cilienmuster, die Infraciliatur, dargestellt werden kann, zu wenig bekannt. Während es heute keinem Histologen in den Sinn käme, den Aufbau von Organen und Geweben ohne entsprechende Färbungen zu studieren, scheint bei vielen Zoologen und Ökologen noch immer die Meinung zu herrschen, für die Determination von Protozoen genüge die in vivo-Beobachtung. Das ist nicht der Fall, wenn auch der Erfahrene viele Arten in vivo sicher zu bestimmen vermag. Gerade dem Anfänger sollte die Organisation der Ciliaten mit Silberpräparaten nahe gebracht werden, da er auf diese Weise rasch einen Überblick gewinnen kann. Es sollten daher auf den zoologischen und ökologischen Lehrstühlen entsprechende, von Spezialisten betreute Kurse angeboten werden.

Auch das soll an Hand eines Beispiels demonstriert werden. Gewisse *Trithigmostoma*-Arten, z. B. *T. cucullus*, und *Chlamydonella polonica* sind wegen ihrer ähnlichen Größe und Körperform bei oberflächlicher Betrachtung in vivo schwer zu unterscheiden. Sie kommen auch in den gleichen Biotopen vor und sind vorwiegend Diatomeenfresser. *Trithigmostoma cucullus* wurde von O. F. MÜLLER 1786 beschrieben und wird in Faunenlisten und ökologischen Arbeiten immer wieder angeführt. *Chlamydonella polonica* wurde dagegen erst vor kurzem von zwei weit entfernten Fundorten beschrieben (FOISSNER, CZAPIK & WIACKOWSKI 1981). Obwohl sie sicher viel seltener als *T. cucullus* ist, sind daraus keine anderen Schlußfolgerungen zu ziehen, als daß sie bisher mit *T. cucullus* verwechselt oder als unbestimmbar „übersehen“ worden ist. Nach diesem und dem oben angeführten *Colpidium*-Beispiel ist die Vermutung nicht ungerechtfertigt, daß die oft konstatierte große ökologische Valenz der Ciliaten zum Teil auf Fehlbestimmungen zurückgeht. Das wird auch durch folgenden Sachverhalt unterstrichen: Bei allen näher untersuchten Ciliaten ergab sich, daß die von den Systematikern beschriebenen „Arten“ keine Fortpflanzungsgemeinschaft im Sinne des herkömmlichen Artbegriffs bilden, sondern aus einer mehr oder weniger großen Anzahl von „Varietäten“ bestehen, die nicht miteinander kreuzbar und zum Teil auch mit komplizierten biometrischen Methoden nicht trennbar sind (GRELL 1968, SONNEBORN 1975, GATES & BERGER 1976, NANNEY & MCCOY 1976). Diese „Varietäten“, die bei manchen Arten bereits mit binärer Nomenklatur versehen sind, unterscheiden sich ökologisch zum Teil beträchtlich (Übersicht bei KOMALA & PRZYBOŚ 1980). Da es dem praktisch arbeitenden Ökologen wohl kaum möglich sein wird, die derzeit für die Determination notwendigen genetischen und biochemischen Tests durchzuführen, werden die Feinsystematiker Methoden und Kriterien ausarbeiten müssen, die auch im Routinebetrieb ausreichende Sicherheit bei der Bestimmung bieten.

2.3. Verbesserung der Publikationsmöglichkeiten

Das dritte wesentliche Problem besteht in der Schwierigkeit, Herausgeber für umfangreiche taxonomische Arbeiten zu finden. Wenn man nicht über einen sehr „heißen Draht“ verfügt, ist es nach meinen und den Erfahrungen einiger Kollegen nicht möglich, Arbeiten mit mehr als 50

Druckseiten zu veröffentlichen. Das ist etwa ein Viertel bis ein Fünftel jener Länge, die zum Beispiel die Bearbeitung der Ciliatenfauna eines Sees oder eines kleinen Flusses ergeben würde. Umfangreiche Studien müssen daher in kleine Arbeiten zerteilt werden, die dem Ökologen schwer zugänglich sind oder wenig interessieren. Auch werden dadurch die Taxonomen verunsichert und nicht genügend für umfangreiche, zeitraubende Studien motiviert. Ich möchte daher die Gründung einer speziellen Publikationsreihe für Protozoen anregen, in der nur monographische Bearbeitungen publiziert werden sollten, und zwar solche, die speziell Rücksicht auf die Bedürfnisse der Ökologen nehmen.

2.4. Bessere Beschreibung neuer Arten

Das leitet über zum vierten Problem. In letzter Zeit neigen viele Ciliaten-Taxonomen dazu, nur mehr die Infraciliatur zu beschreiben, auch von neuen Arten. Der in vivo-Aspekt wird immer mehr vernachlässigt. Diese Arten sind daher nur nach Silberimprägung zu determinieren, was besonders bei ökologischen Feldarbeiten ein großes Hindernis sein kann und die Entfremdung zwischen Taxonomen und Praktikern weiter fördert. In der oben angeregten Publikationsreihe sollte für die Autoren die Auflage gelten, den in vivo-Aspekt sorgfältig darzustellen. Nur so wird auf lange Sicht eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen Taxonomen und Ökologen möglich sein.

3. Abschließende Forderung

Die Protozoen gehören nach KRAUS (1976) zu den Gruppen mit höchster taxonomischer Priorität. Will man ihre taxonomische Erforschung über die derzeit üblichen Lippenbekenntnisse hinaus fördern, so sollten von den Universitäten, Ministerien und Herausgebern zoologischer Zeitschriften und Faunen schnellstens Schritte unternommen werden, die Bearbeitung der hier aufgezeigten Probleme durch gezielte Förderungsmaßnahmen zu unterstützen. Meine Vorschläge dazu könnten eine erste Diskussionsgrundlage sein.

Literatur

- BICK, H. (1972): Ciliated protozoa. An illustrated guide to the species used as biological indicators in fresh water biology. – World Health Organization, Geneva.
- CORLISS, J. O. (1979): The ciliated protozoa. Characterization, classification and guide to the literature. 2nd ed. – Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt (Pergamon Press).
- DINGFELDER, J. H. (1962): Die Ciliaten vorübergehender Gewässer. – Arch. Protistenk. **105**, 509–658.
- EHRENBERG, C. G. (1832): Über die Entwicklung und Lebensdauer der Infusionsthiere; nebst ferneren Beiträgen zu einer Vergleichung ihrer organischen Systeme. – Abh. Akad. Wiss. Berlin, Jahr 1831, 1–154.
- FERNANDEZ-GALIANO, D. (1976): Silver impregnation of ciliated protozoa: procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. – Trans. Amer. Micros. Soc. **95**, 557–560.
- FOISSNER, W. (1969): Eine neue Art aus der Gattung *Colpidium* (STEIN, 1860): *Colpidium kleini* sp. n. (Hymenostomatida, Tetrahymenidae). – Acta Protozool. **7**, 17–23.
- (1976): Erfahrungen mit einer trockenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung argyrophiler Strukturen bei Protisten. – Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien **115**, 68–79.
- (1979): Wimpertiere als Bioindikatoren. ÖKO-L (Linz) **4**, 3–7.
- (1980): Artenbestand und Struktur der Ciliatenzönose in alpinen Kleingewässern (Hohe Tauern, Österreich). – Arch. Protistenk. **123**, 99–126.
- (1981): Die Gemeinschaftsstruktur der Ciliatenzönose in alpinen Böden (Hohe Tauern, Österreich) und Grundlagen für eine Synökologie der terricolen Ciliaten (Protozoa, Ciliophora). – Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern **4**, 7–52.
- & SCHIFFMANN, H. (1978): Taxonomie und Phylogenie der Gattung *Colpidium* (Ciliophora, Tetrahymenidae) und Neubeschreibung von *Colpidium truncatum* STOKES, 1885. – Naturkundl. Jb. Stadt Linz **24**, 21–40.
- & CZAPIK, A. & WIACKOWSKI, K. (1981): Die Infraciliatur und das Silberliniensystem von *Sagittaria hyalina* nov. spec., *Chlamydonella polonica* nov. spec. und *Spirozoona caudata* KAHL, 1926 (Protozoa, Ciliophora). – Arch. Protistenk. **124**, 361–377.
- GATES, M. A., & BERGER, J. (1976): Morphometric inseparability of *Paramecium primaurelia* and *P. pentaeurelia*. – Trans. Amer. Micros. Soc. **95**, 507–514.
- GRELL, K. G. (1968): Protozoologie. 2. Aufl. – Berlin, Heidelberg und New York (Springer-Verlag).
- KAHL, A. (1930–35): Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), in: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands. – Jena (G. Fischer).

- KOMALA, Z. & PRZYBOŚ, E. (1980): Investigations on the *Paramecium aurelia* complex in the Duszatyn lakes. – *Folia Biol. (Kraków)* **28**, 195–200.
- KRAUS, O. (Hrsg.) (1976): Zoologische Systematik in Mitteleuropa. – Sonderbd. naturwiss. Ver. Hamburg **1**, 1–260.
- LORENZ, K. (1973): Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. – München und Zürich (Piper).
- MALICKY, H. (1980): Betrachtungen über die Lage der Zootaxonomie. – *Naturwiss. Rundschau* **33**, 179–182.
- MÜLLER, O. F. (1786): *Animalcula Infusoria Fluviatilia et Marina*. – Leipzig (Havniae et Lipsiae).
- NANNEY, D. L., & MCCOY, J. W. (1976): Characterization of the species of the *Tetrahymena pyriformis* complex. – *Trans. Amer. Micros. Soc.* **95**, 664–682.
- RIEDL, R. (1975): Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution. – Hamburg und Berlin (Paul Parey).
- SLÁDEČEK, V. (1963): A guide to limnosaprobial organisms. – *Sci. Pap. Inst. Chem. Technol. Prague, Technology of Water* **7**, 543–612.
- (1973): System of water quality from the biological point of view. – *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* **7**, 1–218.
- SONNEBORN, T. M. (1975): The *Paramecium aurelia* complex of fourteen sibling species. – *Trans. Amer. Micros. Soc.* **94**, 155–178.
- STEIN, F. (1860): Über die Eintheilung der holotrichen Infusionsthiere und einige neuere Gattungen und Arten dieser Ordnung. *Sitz. Ber. böhm. Ges. Wiss.* 56–62.
- STOKES, A. C. (1885): New infusoria from American fresh waters. – *Ann. Mag. nat. Hist.* **15**, 437–449.
- (1886): Some new infusoria from American fresh waters – No. 2. – *Ann. Mag. nat. Hist.* **17**, 98–112.
- TUFFRAU, M. (1964): Quelques variantes techniques de l'imprégnation des ciliés par le protéinate d'argent. – *Arch. Zool. exp. gén.* **104**, 186–190.
- WENZEL, F. (1953): Die Ciliaten der Moorsrasen trockner Standorte. – *Arch. Protistenk.* **99**, 70–141.

Anschrift des Verfassers: Dr. Wilhelm Foissner, Zoologisches Institut der Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg (Austria).