

WILHELM FOISSNER

Zoologisches Institut der Universität Salzburg

# Ökologische und systematische Studien über das Neuston alpiner Kleingewässer, mit besonderer Berücksichtigung der Ciliaten

Ecological and Systematic Studies on the Neuston of Alpine Pools, with Special Regard to Ciliated Protozoa

## Abstract

The qualitative and quantitative composition of the neuston of 31 alpine pools with different degrees of organic pollution was investigated. Phytoflagellata and Ciliophora dominated in highly eutrophic pools, Phycomyces in less eutrophic ones. The light-dependent migration of the photoautotrophic heloneuston from the plankton to the surface film caused a strong depression of the neustonic Phycomyces. Ciliates specially adapted to a neustonic mode of life were not found. The morphology, infraciliature, silverline system and ecology of nine species occurring more frequently in the hyponeuston were studied. A new species (*Kreyella minuta*), a new genus (*Pseudochilodonopsis*) and a new family (Kreyellidae) are described. Some problems dealing with the ecology of ciliates in the surface films of natural pools and of enrichment cultures are discussed.

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Einleitung . . . . .                                                            | 99  |
| 2. Untersuchungsgebiet . . . . .                                                   | 100 |
| 3. Methoden . . . . .                                                              | 100 |
| 3.1. Entnahme des Neustons . . . . .                                               | 100 |
| 3.2. Quantitative Auswertung und Darstellung der Ergebnisse . . . . .              | 101 |
| 3.3. Bestimmung der abiotischen Faktoren . . . . .                                 | 101 |
| 3.4. Präparationsmethoden . . . . .                                                | 101 |
| 4. Verteilung, prozentuale Häufigkeit, Summe und Biomasse der Neustonten . . . . . | 101 |
| 5. Verteilung und Abundanz der Ciliaten . . . . .                                  | 103 |
| 6. Diurnale Sukzessionen . . . . .                                                 | 103 |
| 7. Längerfristige Sukzessionen . . . . .                                           | 105 |
| 8. Neuston und Gewässertyp . . . . .                                               | 116 |
| 9. Das Neuston als Lebensraum für Ciliaten . . . . .                               | 117 |
| 10. Systematischer Teil . . . . .                                                  | 119 |
| 11. Zusammenfassung, Summary . . . . .                                             | 132 |
| 12. Danksagung . . . . .                                                           | 137 |
| 13. Literatur . . . . .                                                            | 137 |

## 1. Einleitung

Das Neuston des Süßwassers, nach NAUMANN (1917, 1924b) die Organismenformation des Oberflächenhäutchens, war bereits Gegenstand zahlreicher, vor allem botanischer Studien, die zur Entdeckung speziell angepaßter Algen und Pilze geführt haben (z. B. GEITLER 1942, PASCHER 1942, VALKANOV 1963a, b). Jedoch blieben viele systematische Gruppen ungenügend bearbeitet, z. B. Bakterien und Pilze. Es fehlen auch Arbeiten über Systematik und Autökologie der Protozoen, obwohl man in vielen Arbeiten (s. Tab. 6) Hinweise findet, daß Ciliaten zu den regelmäßigen Bewohnern dieses Biotops gehören.

NAUMANN war noch der Meinung, daß das Oberflächenhäutchen seinen Bewohnern einen Feindschutz biete, ein Irrtum, der erst von GEITLER (1942) und VALKANOV (1963a, b) berichtet worden ist, die speziell angepaßte Feinde der Neustonten entdeckten. Auch wurden bisher fast ausnahmslos solche Fälle untersucht, bei denen bereits makroskopisch das Neuston in Form einer Wasserblüte oder Kahmhaut hervortrat. Die normalen und sicher weitaus häufigeren Fälle, wo die Wasseroberfläche „rein“ erscheint, sind bisher vernachlässigt worden, was leicht zu einer Fehleinschätzung der qualitativen und quantitativen Verhältnisse führt. Auch hinsichtlich der Biotope waren die bisherigen Untersuchungen etwas einseitig auf kleinere und größere Teiche ausgerichtet. Zur telmatischen Neuston-Fazies liegen nur wenige Beiträge vor (WOLF 1908, MOLISCH 1901, NAUMANN 1924a). Über das Neuston alpiner Gewässer sind bisher keine Untersuchungen durchgeführt worden.

Die vorliegende Arbeit bringt Beiträge zu den oben angeschnittenen Themen, wobei vor allem die neustischen Ciliaten und die quantitativen Verhältnisse verschiedener anderer systematischer Großgruppen berücksichtigt worden sind, um eine synökologische Betrachtungsweise zu ermöglichen.

## 2. Untersuchungsgebiet

Untersucht wurden 33 alpine Kleingewässer entlang der Großglockner-Hochalpenstraße in einer Meereshöhe von 1800–2500 m. Die Tümpel sind – mit Ausnahme einiger weniger – astatisch, durchschnittlich 1–5 m<sup>2</sup> groß und 5–30 cm tief. Infolge der teils intensiven Almwirtschaft sind sie oft eutroph und saprobisiert. Eine genauere Beschreibung der Tümpel wird demnächst erfolgen, so daß hier nur zwei, in denen genauere Untersuchungen über die kurz- und langfristigen Neustonsukzession durchgeführt wurden, eingehender besprochen werden sollen.

Tümpel I liegt östlich des Wallack-Hauses, etwa 200 m links der Liftstation (Meereshöhe etwa 2200 m). Er ist astatisch und besitzt zur Zeit maximaler Wasserfüllung (Regenwasser) einen Durchmesser von rund 2 Meter und eine Tiefe von 30 cm. Sein Grund ist mäßig verschlammte, die Ufer sind mit Gras bewachsen. Er ist stark eutrophiert und durch eine permanente Wasserblüte von *Chlamydomonas ehrenbergi*, *Crateria* sp. und *Pandorina morum* gekennzeichnet. Im Plankton und Benthos finden sich reichlich verschiedene Ciliaten.

Tümpel II stellt im Untersuchungsgebiet eine Ausnahme dar. Er ist nämlich perennierend, etwa 2500 m<sup>2</sup> groß, aber mit einer Wassertiefe von maximal nur 30 cm extrem seicht. Er liegt im Tal der Hexenküche, rechts der Straße (Meereshöhe etwa 2100 m). Das ihn umgebende Weidegebiet ist seit Jahren extensiviert, jedoch weist der Tümpel noch einen deutlich eutrophen Charakter auf, da sein Grund mit einer dicken Algen-schicht bedeckt ist, unter der sich eine mächtige Faulschlammzone befindet. Das Plankton war stets arm.

## 3. Methoden

### 3.1. Entnahme des Neustons

Die Entnahme der Proben erfolgte mit einem 10 cm<sup>2</sup> großen, fettfreien (!) Deckglas, das einfach auf die Wasseroberfläche aufgelegt und dann mit einer Deckglaspinzette wieder abgehoben wurde. Die von RYLOV (1929) und anderen empfohlene Fixierung mit Osmiumsäuredämpfen u. ä. hat sich, insbesondere für die Protozoen, nicht bewährt. Nach verschiedenen Vorversuchen erwies es sich schließlich als das beste, die Proben lebend zu transportieren und sofort zu untersuchen. Dazu



wurde das Deckglas mit dem Wasserfilm auf einen fettfreien Objektträger gegeben und in einer feuchten Kammer (Petrischale, deren Durchmesser der Objektträgerlänge entspricht, um ein Verutschen während des Transportes zu vermeiden) transportiert. Der Wasserfilm zwischen Deckglas und Objektträger reicht aus, daß das Untersuchungsmaterial nicht zerquetscht wird und das Deckglas nicht abschwimmt (wenn nötig Zugabe von einem Tropfen filtrierten Standortwassers oder vorsichtiges Absaugen des überschüssigen Wassers mit Filterpapier).

Entnommen wurden stets zwei Proben innerhalb eines Quadratmeters. Die Werte wurden gemittelt.

### 3.2. Quantitative Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Für die Bestimmung der Abundanz wurden je nach der Häufigkeit und Größe der Organismen verschiedenen große Felder ausgezählt. Bei allen selten auftretenden Organismen (meist Ciliaten, Zooflagellaten etc.) wurden 10 cm<sup>2</sup> bei 100-facher Vergrößerung ausgewertet. Bei allen zahlreich auftretenden Formen (meist Schizomycetes, Phycomycetes, Phytoflagellata) wurden nur 1 cm<sup>2</sup> bis 0.001 mm<sup>2</sup> ausgezählt und die Werte dann auf 10 cm<sup>2</sup> umgerechnet. Die Keimzahlbestimmung erfolgte im Phasenkontrastmikroskop, im Plankton unter Verwendung einer Zählkammer.

Hinsichtlich der Darstellung der Ergebnisse erschienen uns die bisherigen Methoden (s. zusammenfassende Darstellung bei RYLOV 1929) wenig geeignet, da sie die Übersichtlichkeit erschweren und nicht immer vergleichbar sind; insbesondere die Angabe pro mm<sup>2</sup> ist für seltenere Neustonten ungeeignet. Wir wählten daher bei den Sukzessions-Untersuchungen die Darstellung in Form von logarithmischen Kurven und als Einheit 10 cm<sup>2</sup>. Dieser Methode haftet natürlich der Mangel an, daß dadurch eine Kontinuität vorgetäuscht wird, die im Neuston über längere Zeit vermutlich nur selten existiert. Die Kurvenform bietet aber den Vorteil der besseren Übersichtlichkeit.

### 3.3. Bestimmung der abiotischen Faktoren

Gleichzeitig mit der Entnahme der Neustonproben wurden auch Wasserproben aus den obersten 3 cm für die Bestimmung einiger wichtiger abiotischer Faktoren entnommen. Die Wassertemperatur wurde mit einem Quecksilberthermometer, O<sub>2</sub> nach WINKLER und das freie CO<sub>2</sub> titrimetrisch mit 0.01 n Natronlauge und alkoholischer Phenolphthalein-Lösung als Indikator bestimmt. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> und KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch wurden kolorimetrisch bzw. titrimetrisch nach den Vorschriften von Merck (1972) analysiert. Von den Phosphaten konnte leider nur das gelöste Orthophosphat mit der groben Nachweismethode von SPLITTERBERGER (Vorschrift s. Merck 1972) bestimmt werden.

Die Einstufung des Saprobie- und Trophiegrades erfolgte nach der Organismenbesiedlung, den chemischen Parametern und dem Ortsbefund. Oligotrophe Tümpel gibt es in dem intensiv bewirtschafteten Gebiet praktisch nicht; auch in den Schmelzwassertümpeln finden sich häufig einige Kuhfladen. Da viele Tümpel in kleinen anmoorigen Senken liegen, ist der Kaliumpermanganatverbrauch auch in kaum verschmutzten Tümpeln oft ziemlich hoch (s. Tab. 3).

### 3.4. Präparationsmethoden

Da von mir die Ciliatenfauna der Tümpel bereits vor der Aufnahme der Neuston-Untersuchungen studiert worden war, bereitete die Bestimmung keine Schwierigkeiten. Die genaue taxonomische Bearbeitung erfolgte aus angereicherten Kulturen unter Verwendung verschiedener Silberimprägnationsverfahren (CORLISS 1953, WILBERT 1975, FOISSNER 1976).

## 4. Verteilung, prozentuale Häufigkeit, Summe und Biomasse der Neustonten

Die Auswertung von 72 Neustonproben (Tab. 1) ergab, daß die Schizomycetes sowohl hinsichtlich der prozentuellen Nachweishäufigkeit (100%) als auch der Summe der Individuen die stärkste Gruppe im Neuston darstellen, was den Angaben anderer Autoren entspricht (RYLOV 1925, GEITLER 1942, AMIES 1956, BABENZIAN 1966, VAL-

KANOV 1968 u. a.), die ein häufiges Auftreten von Bakterien im Neuston erwähnten. Sehr bemerkenswert sind die Phycomycetes, die mit 87.5% Nachweishäufigkeit die zweitstärkste Gruppe im Neuston darstellen und hinsichtlich der Individuenzahl immerhin die drittstärkste: Pilze im Neuston sind bisher nämlich nur von wenigen Autoren (GEITLER 1942, RAPOPORT & SAUCHER 1963, VALKANOV 1963a, b) erwähnt worden, Angaben über die quantitativen Verhältnisse (s. auch Tab. 3–5) fehlten ganz. Möglicherweise sind sie für das telmatische Neuston charakteristisch, da die meisten der festgestellten Gattungen typisch für die Pilzflora zerfallender pflanzlicher Substrate sind (Taf. II, 11, 12), die natürlich in den von Gras umgebenen Tümpeln ziem-

Tabelle 1. Verteilung und Gesamtabundanz der in den 72 Neustonproben nachgewiesenen Organismen, geordnet nach Großgruppen und deren prozentueller Nachweishäufigkeit

| Großgruppe                | In 72<br>Neuston-<br>proben <i>n</i><br>mal nach-<br>gewiesen | %<br>Nach-<br>weis-<br>häufigkeit | Summe der in<br>den 72 Proben<br>nachgewiese-<br>nen Indivi-<br>duen pro<br>10 cm <sup>2</sup> | Bemerkungen                                                                                                                                      |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Schizomycetes             | 72                                                            | 100                               | 76837513                                                                                       | bilden manchmal ein zusammenhängendes Häutchen und sind zahlreich in kleinen Detritusflocken.                                                    |
| Phycomycetes              | 63                                                            | 87.5                              | 279652                                                                                         | viele Arten, gezählt wurden auch Sporen und Konidien                                                                                             |
| Phytoflagellata           | 49                                                            | 68.1                              | 10934682                                                                                       | dominant waren <i>Clamydomonas ehrenbergi</i> , <i>Crateria</i> sp. und <i>Pandorina morum</i> . In einigen Tümpeln auch <i>Chlorogonium</i> sp. |
| Cyanophyceae              | 30                                                            | 41.7                              | 10783                                                                                          | fast ausschließlich versch. fädige Benthosformen, wie <i>Oscillatoria chlorina</i> , <i>O. redekei</i> , <i>Phormidium</i> sp.                   |
| Ciliophora                | 30                                                            | 41.7                              | 693                                                                                            | s. Tabelle 2                                                                                                                                     |
| Zooflagellata             | 22                                                            | 30.5                              | 45680                                                                                          | viele Arten der Gattung <i>Bodo</i> , in einigen Tümpeln sehr zahlreich.                                                                         |
| Unbelebte<br>Bestandteile | 22                                                            | 30.5                              | 2651                                                                                           | meist Pollenkörner und kleine Pflanzenreste, Schmetterlingschuppen, in Tümpel II auch leere Cladocerenschalen.                                   |
| Conjugales                | 21                                                            | 29.2                              | 591                                                                                            | nur eine Species, <i>Cylindrocystis brebissioni</i> wurde häufiger (in 10 Proben) gefunden.                                                      |
| Diatomales                | 15                                                            | 20.8                              | 926                                                                                            | dominant waren versch. Arten der Gattungen <i>Nitzschia</i> , <i>Navicula</i> und <i>Cymbella</i> .                                              |
| andere<br>Chlorophyceae   | 10                                                            | 13.9                              | 292                                                                                            | meist coccale Formen, einige Funde von <i>Characiopsis</i> sp. und <i>Scenedesmus tetras</i>                                                     |
| Rhizopoda                 | 9                                                             | 12.5                              | 45                                                                                             | ausschließlich Formen ohne Gehäuse.                                                                                                              |

lich häufig im Neuston auftreten. Die Phytoflagellata stellen mit 68.1% erst die drittstärkste Gruppe dar. Nach den bisherigen Untersuchungen hätte man erwarten können, daß sie häufiger auftreten, was aber damit zusammenhängt, daß meist nur auffällige Neustonentwicklungen eutropher Gewässer untersucht worden sind. Hinsichtlich der Biomasse (grobe Schätzungen!) stellen die Phytoflagellata aber eindeutig die stärkste Gruppe dar, gefolgt von den Phycomycetes, Cyanophyceae, Schizomycetes, Ciliophora und Zooflagellata. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß typische Neustonalgen (s. WORONIN 1880, GEITLER 1942, PASCHER 1942) nie bemerkt worden sind: Vielleicht wurden vereinzelte Vorkommen übersehen; sie wären dann in die Rubrik „andere Chlorophyceae“ eingegangen.

Die Untersuchungen zeigen klar, daß das Neuston nicht, wie GEITLER (1942) meinte, eine vorübergehende Formation ist, sondern daß einige Gruppen, die Schizomycetes und Phycomycetes sowie in eutrophen Gewässern auch die Phytoflagellata, praktisch ständig (Starkregen etc. ausgenommen) im Wasserhäutchen anzutreffen sind. — Alle anderen Gruppen waren nicht einmal in der Hälfte der Proben nachzuweisen. Sie sind daher im Sinne von NAUMANN (1924b) ein typisches Aironeuston.

## 5. Verteilung und Abundanz der Ciliaten

In den 72 Neustonproben wurden insgesamt 22 Ciliaten-Arten nachgewiesen (Tab. 2), jeweils aber nur 7 in mehr als zwei Proben. Dies weist darauf hin, daß es sich bei den meisten anderen um Zufallsfunde handelt. Klar dominant waren die vier Arten *Urotricha ovata*, *Chilodonella uncinata*, *Pseudochilodonopsis algivora* und *Oxytricha fallax*, sowohl hinsichtlich der Nachweishäufigkeit als auch der Anzahl der nachgewiesenen Individuen. Aber auch diese Arten können nicht als Euneuster (NAUMANN 1924) bezeichnet werden, da sie auch als typische Bewohner des Planktons, Periphytons und Benthos angetroffen wurden. Diese neustrophilen Ciliaten, zu denen auch noch zwei andere Arten, *Colpoda steini* und *Cyrtolophosis mucicola* gehören, sind daher Airo-neuster.

Bezüglich weiterer ökologischer Daten s. Tab. 2 sowie den systematischen Teil.

## 6. Diurnale Sukzessionen

Durch diese Untersuchungen sollte die Abhängigkeit der Neustonentwicklung von verschiedenen klimatischen Faktoren näher analysiert werden. Aus diesen „Kurzserien“ lassen sich auch einige synökologische Schlüsse ziehen, die freilich noch nicht als gesichert gelten können, da wegen der sehr unbeständigen Witterung nur wenige Untersuchungen durchgeführt werden konnten.

a. Stärkere Regenschauer führten zu einem signifikanten Absinken der Abundanz aller Neustonten (Abb. 1, 16<sup>00</sup>, 22<sup>00</sup>, Abb. 3, 4, 13<sup>00</sup>–19<sup>00</sup>) (vgl. WORONIN 1880, NAUMANN 1917, RYLOV 1929, VALKANOV 1968). Die Schizomycetes, Phycomycetes und Phytoflagellata sind jedoch bereits etwa 60 Minuten nach Ende des Regens wieder deutlich im Neuston angereichert. Dieser Befund zeigt, daß diese Organismengruppen tatsächlich im Neuston angereichert sind, die Werte also nicht etwa aus einem Massenvorkommen in den oberflächlichen Wasserschichten resultieren (s. auch die stark herabgesetzte Abundanz der Phycomycetes um 17<sup>00</sup> in Abb. 6). Schizomycetes und Phycomycetes sind im telmatischen Neuston daher die Primärbesiedler des Wasserhäutchens, was hinsichtlich der Bakterien schon von VALKANOV (1968) festgestellt worden ist.



Tabelle 2. Verteilung, Abundanz und Ökologie der im Neuston gefundenen Ciliaten

| Species                                                           | In 72<br>Neuston-<br>proben <i>n</i><br>mal nach-<br>gewiesen | Summe der in<br>den 72 Proben<br>nachgewiese-<br>nen Indivi-<br>duen pro<br>10 cm <sup>2</sup> | Ökologie                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <i>Astylozoon enriquesi</i><br>FOISSNER 1977                      | 2                                                             | 24                                                                                             | nur dann im Neuston, wenn zahlreich im Plankton.                     |
| <i>Chilodonella uncinata</i><br>EHRENBERG 1838                    | 7                                                             | 70                                                                                             | s. S. 124                                                            |
| <i>Colpidium campylum</i><br>STOKES 1886                          | 1                                                             | 10                                                                                             | nur an einer durch Abwässer (Römerwirt) saprobisierten Fundstelle.   |
| <i>Colpoda cucullus</i><br>O. F. MÜLLER 1786                      | 1                                                             | 1                                                                                              |                                                                      |
| <i>Colpoda steini</i><br>MAUPAS 1883                              | 1                                                             | 100                                                                                            | nur in einem kleinen Tümpel der Hexenküche, nur im Neuston gefunden. |
| <i>Cyclidium glaucoma</i><br>O. F. MÜLLER 1786                    | 1                                                             | 1                                                                                              |                                                                      |
| <i>Cyrtolophosis mucicola</i><br>STOKES 1888                      | 5                                                             | 38                                                                                             | haftet mit dem gelatinösen Gehäuse unter der Wasseroberfläche.       |
| <i>Epistylis alpestris</i><br>FOISSNER 1977                       | 3                                                             | 7                                                                                              | haftet an unbelebten Bestandteilen des Neustons.                     |
| <i>Halteria grandinella</i><br>O. F. MÜLLER 1786                  | 1                                                             | 1                                                                                              |                                                                      |
| <i>Kreyella minuta</i> n. sp.                                     | 1                                                             | 1                                                                                              | s. S. 129                                                            |
| <i>Leptopharynx costatus</i><br>MERMOD 1914                       | 3                                                             | 4                                                                                              | s. S. 127                                                            |
| <i>Monodinium balbiani</i><br>FABRE-DOM. 1888                     | 2                                                             | 20                                                                                             | s. S. 122                                                            |
| <i>Ophryoglena</i> sp.                                            | 2                                                             | 8                                                                                              | In Tümpel II in leeren Cladoceren-schalen                            |
| <i>Oxytricha fallax</i><br>STEIN 1859                             | 7                                                             | 145                                                                                            | s. S. 131                                                            |
| <i>Plagiocampa metabolica</i><br>KAHL 1930–35                     | 1                                                             | 3                                                                                              |                                                                      |
| <i>Pseudochilodonopsis</i><br><i>algivora</i> KAHL 1930–35        | 8                                                             | 158                                                                                            | s. S. 125                                                            |
| <i>Pseudochilodonopsis</i><br><i>piscatoris</i><br>BLOCHMANN 1895 | 1                                                             | 3                                                                                              | s. S. 126                                                            |
| <i>Tachysoma pelliionella</i><br>MÜLLER-STEIN 1859                | 2                                                             | 4                                                                                              | nur in Tümpel I gefunden.                                            |
| <i>Urotricha agilis</i><br>STOKES 1886                            | 2                                                             | 15                                                                                             | s. S. 119                                                            |
| <i>Urotricha macrostoma</i><br>n. sp.                             | 1                                                             | 10                                                                                             | die Beschreibung dieser neuen Art ist in Vorbereitung.               |
| <i>Urotricha ovata</i><br>KAHL 1927                               | 11                                                            | 59                                                                                             | s. S. 120                                                            |
| <i>Vorticella infusionum</i><br>DUJARDIN 1841                     | 2                                                             | 11                                                                                             | haftet mit dem Stiel am Wasserhäutchen (hyponeustisch).              |

b. Entgegengesetzt zu den Angaben früherer Autoren (RYLOV 1925, STARMACH 1939), die feststellten, daß stärkerer Wind ebenfalls zu einer Zerstörung des Wasserhäutchens führt, konnte ich mehrmals beobachten, daß es durch den Wind nicht zerstört, sondern nur an dem der Windrichtung entgegengesetzten Ufer zusammengeschoben wird, ein Phänomenon, das bereits von GOLDACRE (1949, 1958) in anderem Zusammenhang studiert worden ist. In dem kollabierten, zusammengeschobenen Oberflächenfilm, der eine fibröse Struktur aufwies (vgl. GOLDACRE 1948, 1958), sind die Neustonten außerordentlich angereichert (Abb. 3, 22<sup>00</sup>). Aus den Angaben von NAUMANN (1924c), PASCHER (1942) und FOTT (1954) ist zu ersehen, daß sie ähnliche Fälle beobachtet haben. Der kollabierte Oberflächenfilm ist aber wenig beständig und bereits 7 Stunden später und 5 Stunden nach Eintreten einer Windstille nicht mehr nachzuweisen: Die Neustonbesiedelung war dann wieder auf den für das Gewässer typischen Wert abgesunken (Abb. 3, 5<sup>00</sup>).

c. Beim autotrophen Heloneuston war ein klar ausgeprägter Tagesgang festzustellen. Je günstiger die Lichtverhältnisse, desto dichter waren die Phytoflagellata im Neuston angereichert (Abb. 1, 12<sup>00</sup>, 3, 16<sup>00</sup>, 5, 6, 18<sup>30</sup>, 17<sup>00</sup>). Aus der Literatur ist zu entnehmen, daß diese Ergebnisse nicht verallgemeinert werden dürfen: NAUMANN (1921) erwähnte eine positive Geotaxis bei mehreren *Chlamydomonas*-Arten unter Lichteinwirkung und auch RYLOV (1926) stellte fest, daß *Chl. globosa* im Neuston fast nur in Form von Cysten nachzuweisen ist.

d. Das Aufwandern der Phytoflagellaten vom Plankton in das Neuston führt zu einer Verdrängung anderer Neustonten. Diese „Raumkonkurrenz“ tritt besonders bei den Phycomycetes hervor (Abb. 1, 5, 6). Bei den Schizomycetes findet sich eine ähnliche Tendenz nur bei sehr starker Konzentration der Phytoflagellaten im Neuston (Abb. 5, 6, 17<sup>00</sup>). In Übereinstimmung mit dieser Beobachtung steht die weiter unten erwähnte Tatsache, daß Tümpel mit hoher Konzentration von Phytoflagellaten im Neuston durchschnittlich eine weitaus geringere Anzahl von Phycomyceten im Neuston aufweisen als Tümpel ohne starke Phytoflagellatenentwicklung. Zur Erklärung dieses synergistischen Effektes kann nicht nur „Raumkonkurrenz“ angeführt werden, sondern auch ein vermindertes Nahrungsangebot für die heterotrophen Pilze und Bakterien. Ferner üben die Phytoflagellaten durch ihre Beweglichkeit einen starken mechanischen Effekt auf das Wasserhäutchen aus. Sicherlich ist nach dem Absinken der Phytoflagellaten am Abend oder bei trüber Witterung in den oberflächlichen Wasserschichten infolge zurückbleibender Exkretstoffe und toter Algen eine stark erhöhte Konzentration gelöster organischer Stoffe vorhanden, so daß an der Wasseroberfläche ein ausgeprägter Lipoproteidfilm entsteht (s. GOLDACRE 1949, 1958, AMIES 1956), der den heterotrophen Pilzen und Bakterien günstige Existenzbedingungen bietet.

Bei den Ciliophora und Zooflagellata war eine ähnliche Abhängigkeit nicht zu erkennen, obwohl viele der im Plankton und Benthos vorkommenden Arten sich vorwiegend von Phytoflagellaten ernährten. Die Räuber folgten also ihren Opfern nicht. Die Ursache mag vielleicht darin liegen, daß in den seichten Tümpeln auch in Grundnähe noch viele Phytoflagellaten vorhanden sind.

Eine primäre Abhängigkeit vom Wasserchemismus war nicht feststellbar (Abb. 2, 4).

## 7. Längerfristige Sukzessionen

Wie aus Abb. 7–10 ersichtlich ist, wurden während eines 6wöchigen Untersuchungszeitraumes keine auffallenden Veränderungen in der Zusammensetzung des Neustons bemerkt. Dies ist wenig erstaunlich, da sich der allgemeine Charakter der Tümpel (Abb. 8, 10) während dieses Zeitraumes ebenfalls nicht wesentlich verändert hat. Im

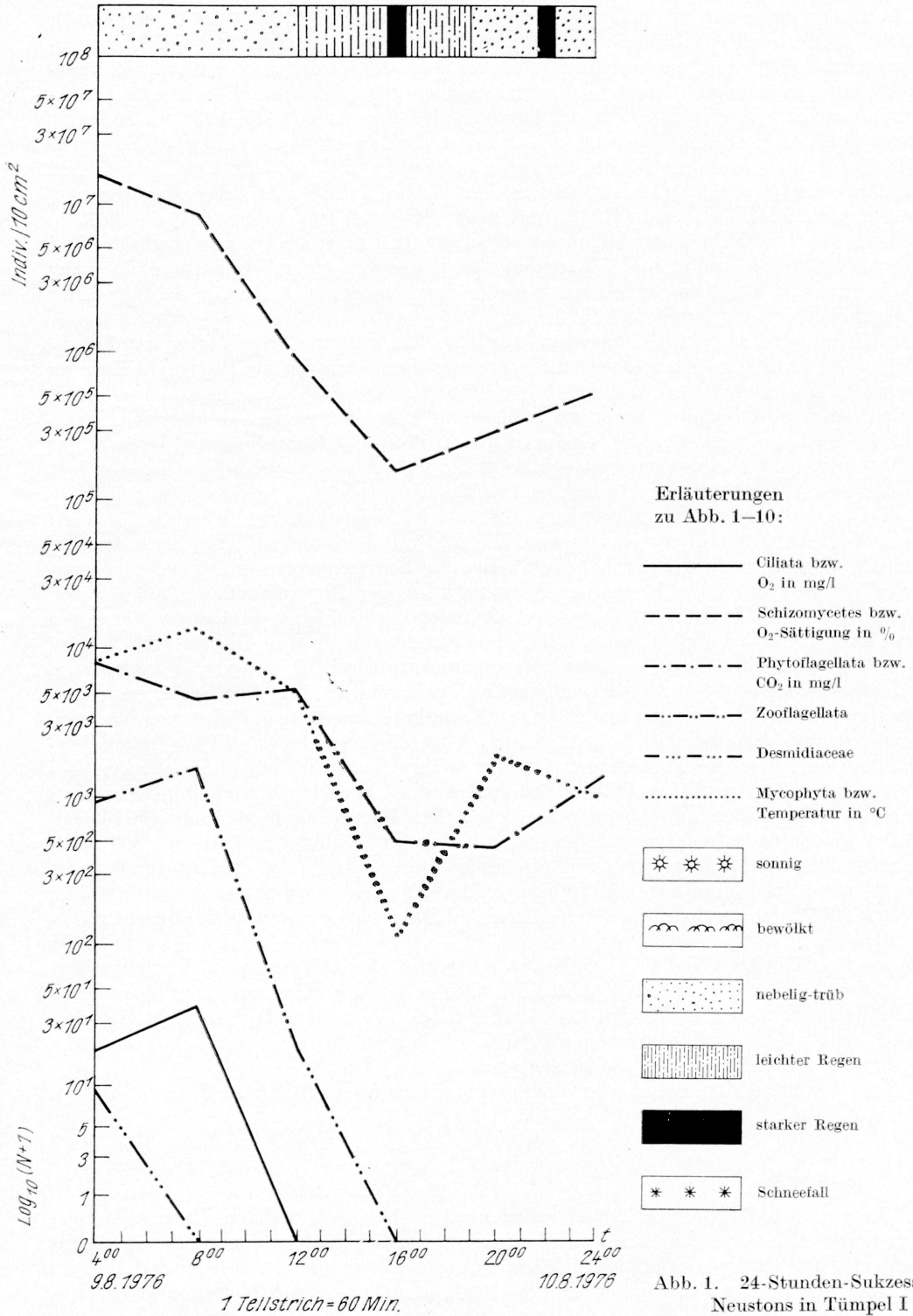


Abb. 1. 24-Stunden-Sukzession des Neustons in Tümpel I



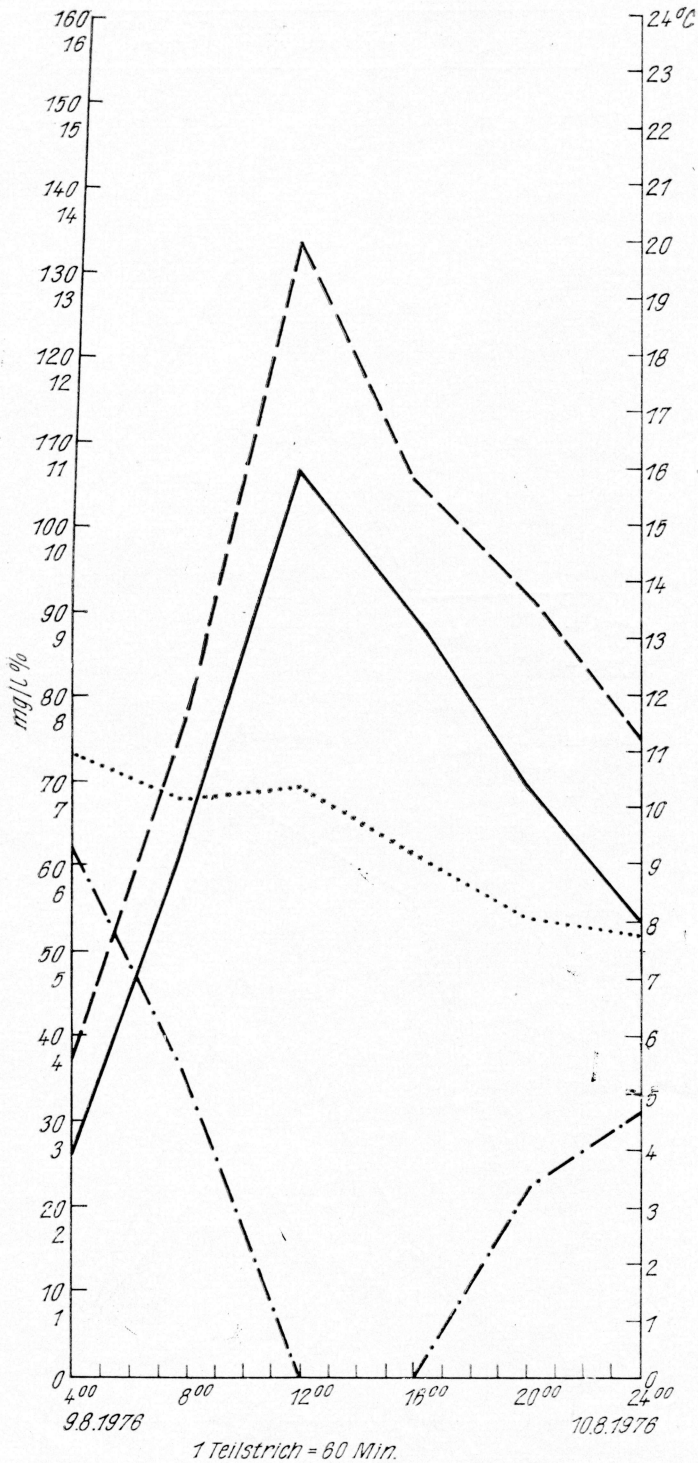


Abb. 2. 24-Stunden-Sukzession verschiedener abiotischer Faktoren in Tümpel I.  
Erläuterung s. S. 106.

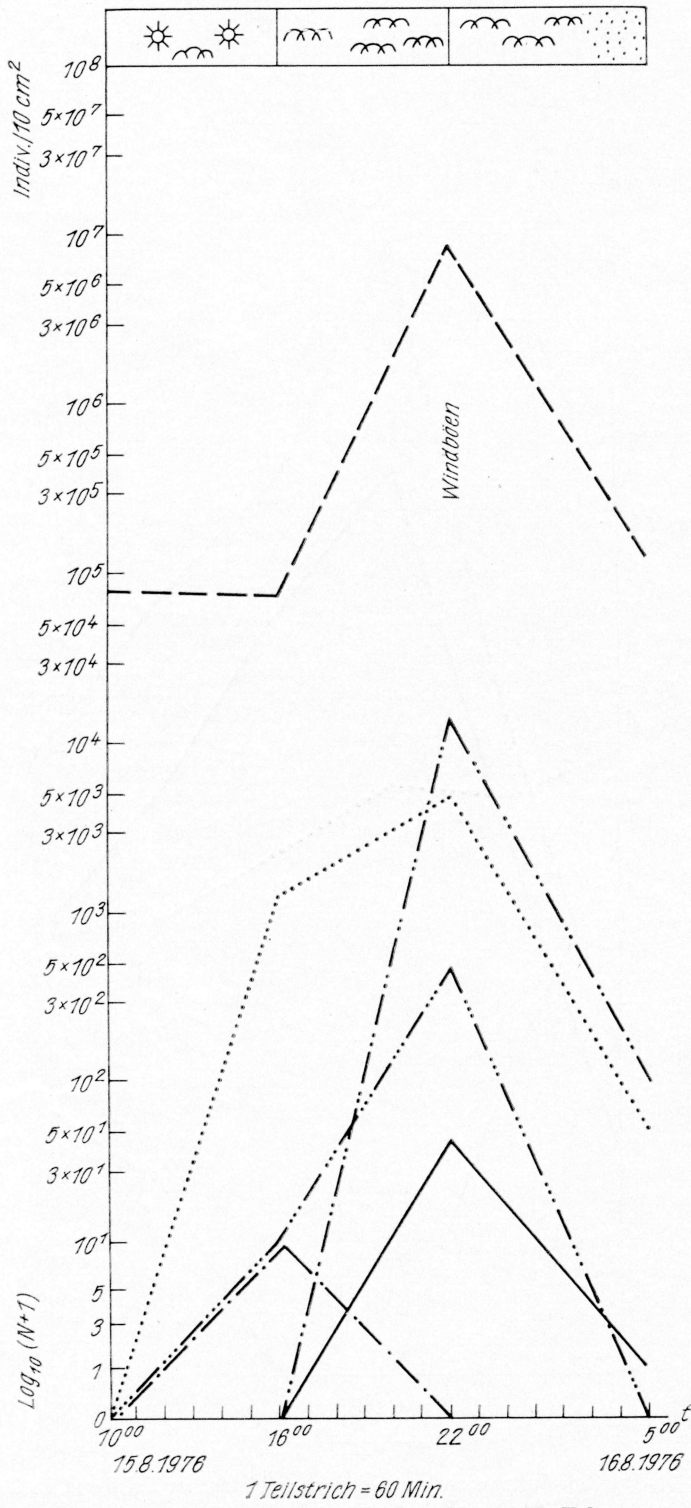


Abb. 3. 24-Stunden-Sukzession des Neustons in Tümpel II. Erläuterung s. S. 106.

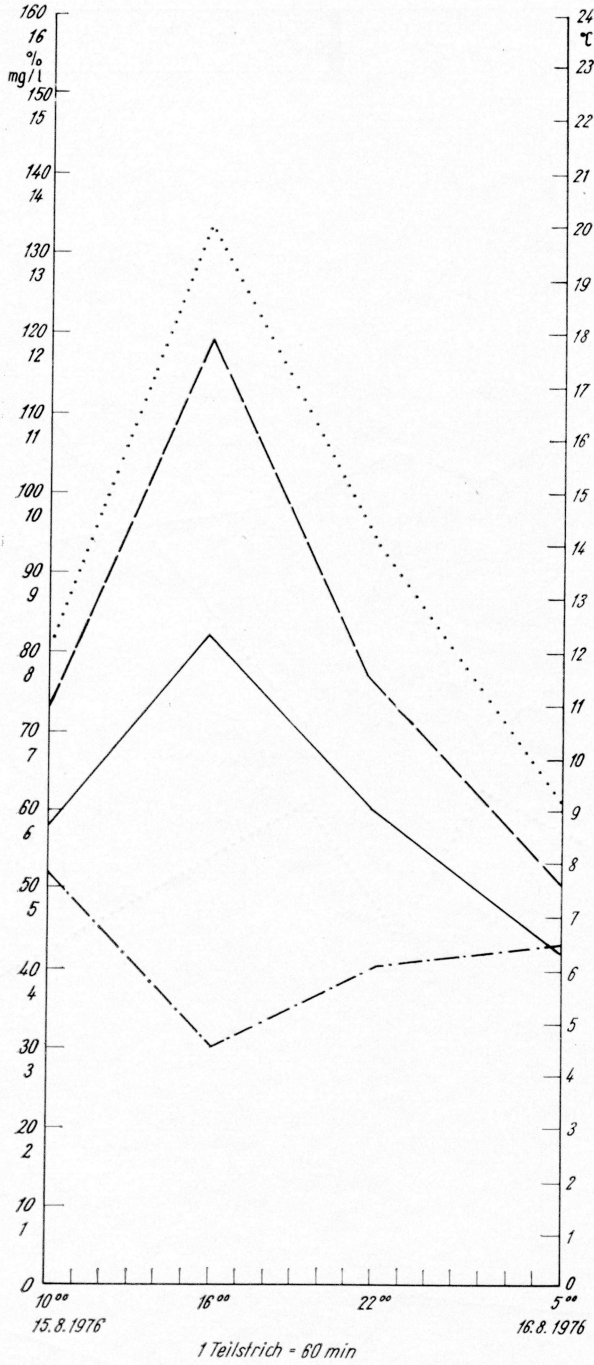


Abb. 4. 24-Stunden-Sukzession verschiedener abiotischer Faktoren in Tümpel II.  
Erläuterung s. S. 106.

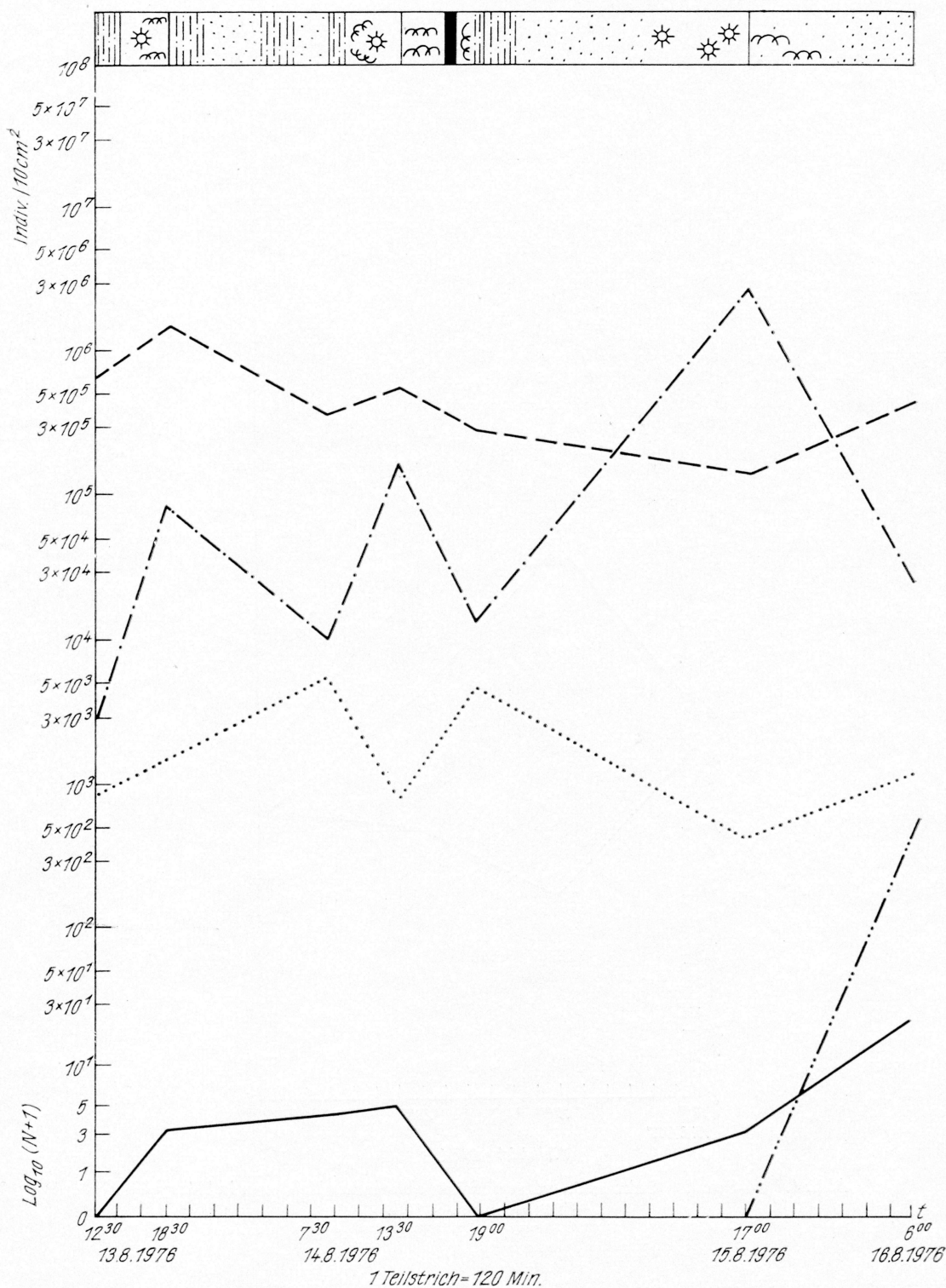


Abb. 5. 68-Stunden-Sukzession des Neustons in Tümpel I. Erläuterung s. S. 106.



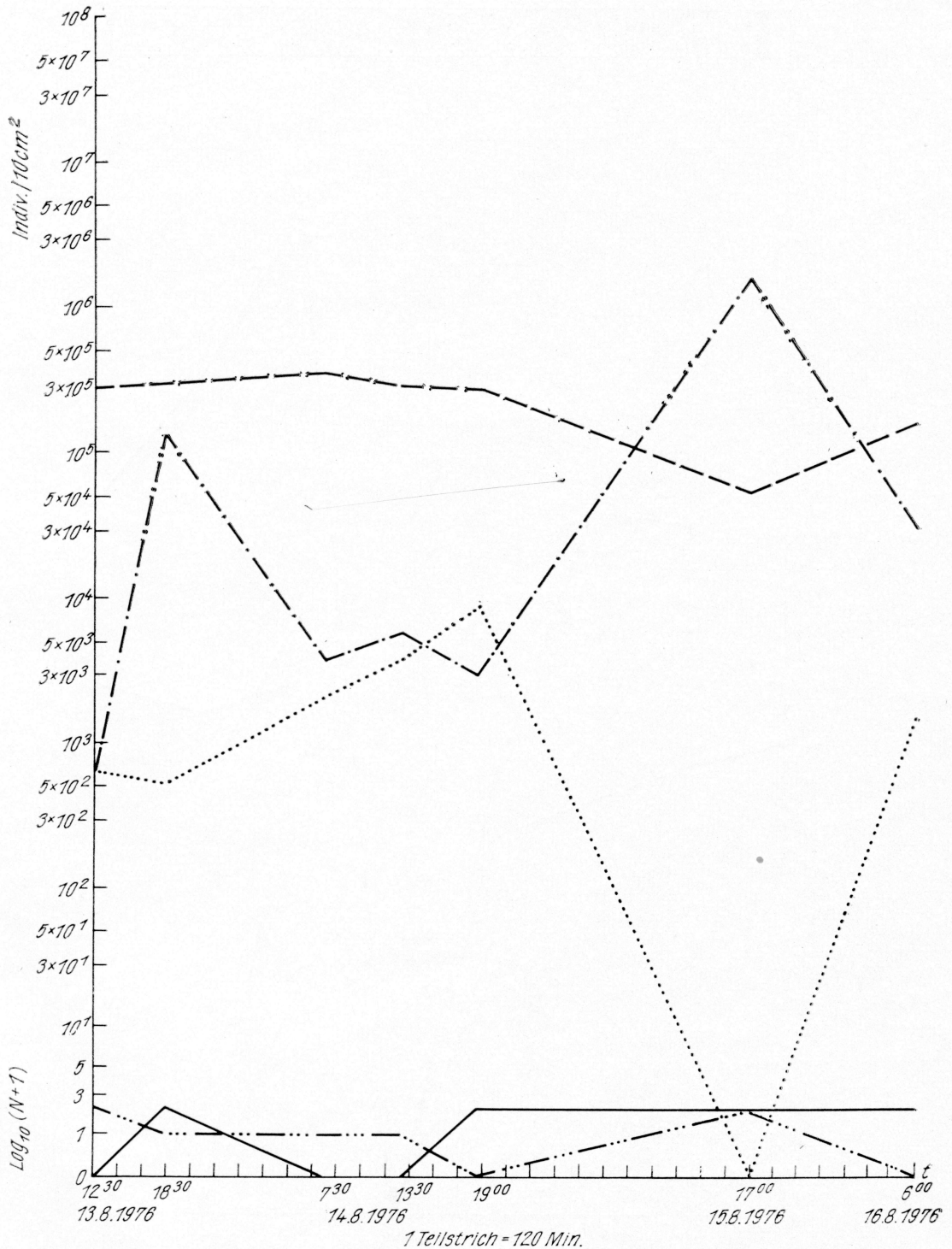


Abb. 6. 68-Stunden-Sukzession des Neustons in einem Tümpel in der Nähe von Tümpel I.  
Erläuterung s. S. 106.

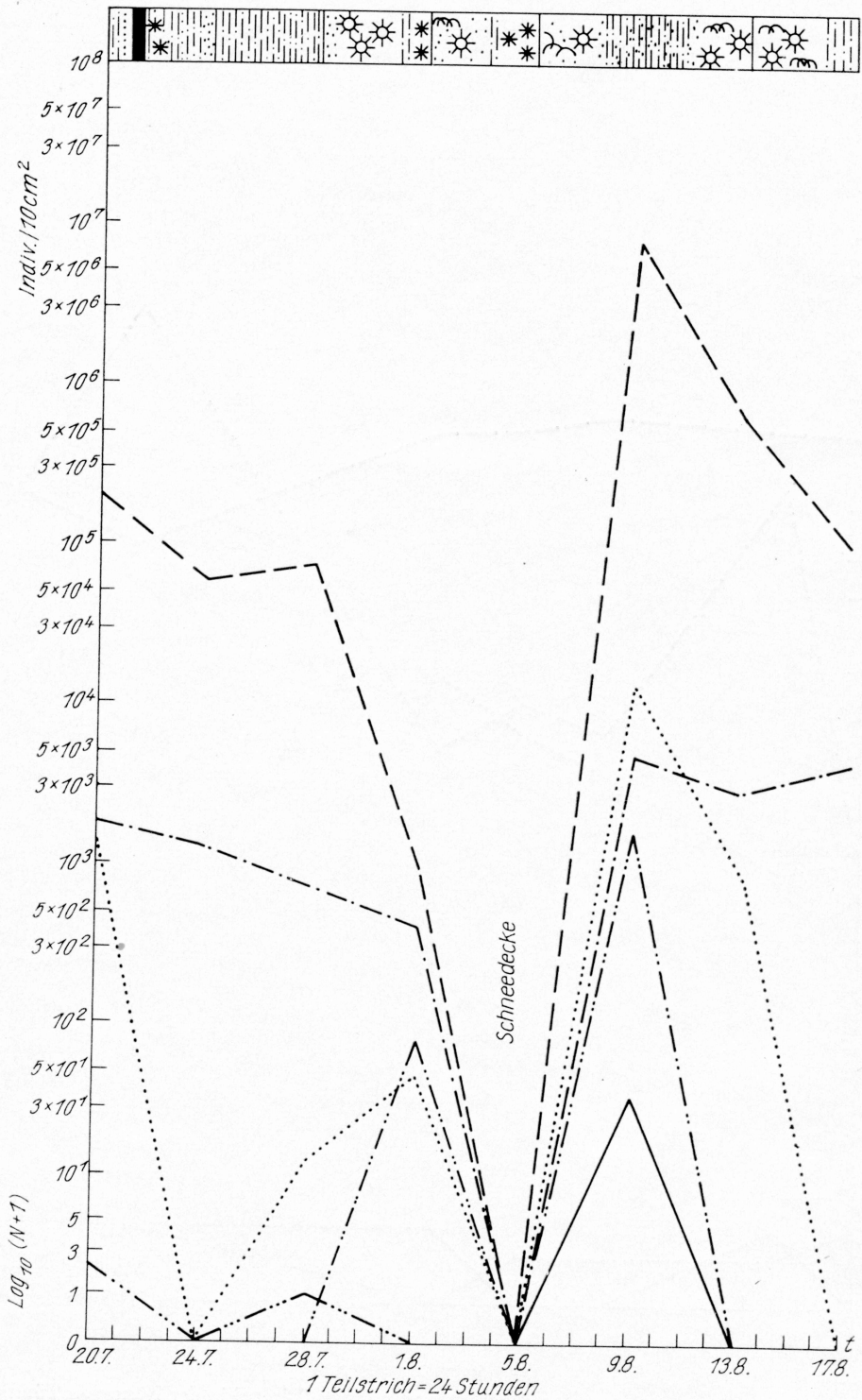


Abb. 7. Längerfristige Neuston-Sukzession in Tümpel I. Erläuterung s. S. 106.

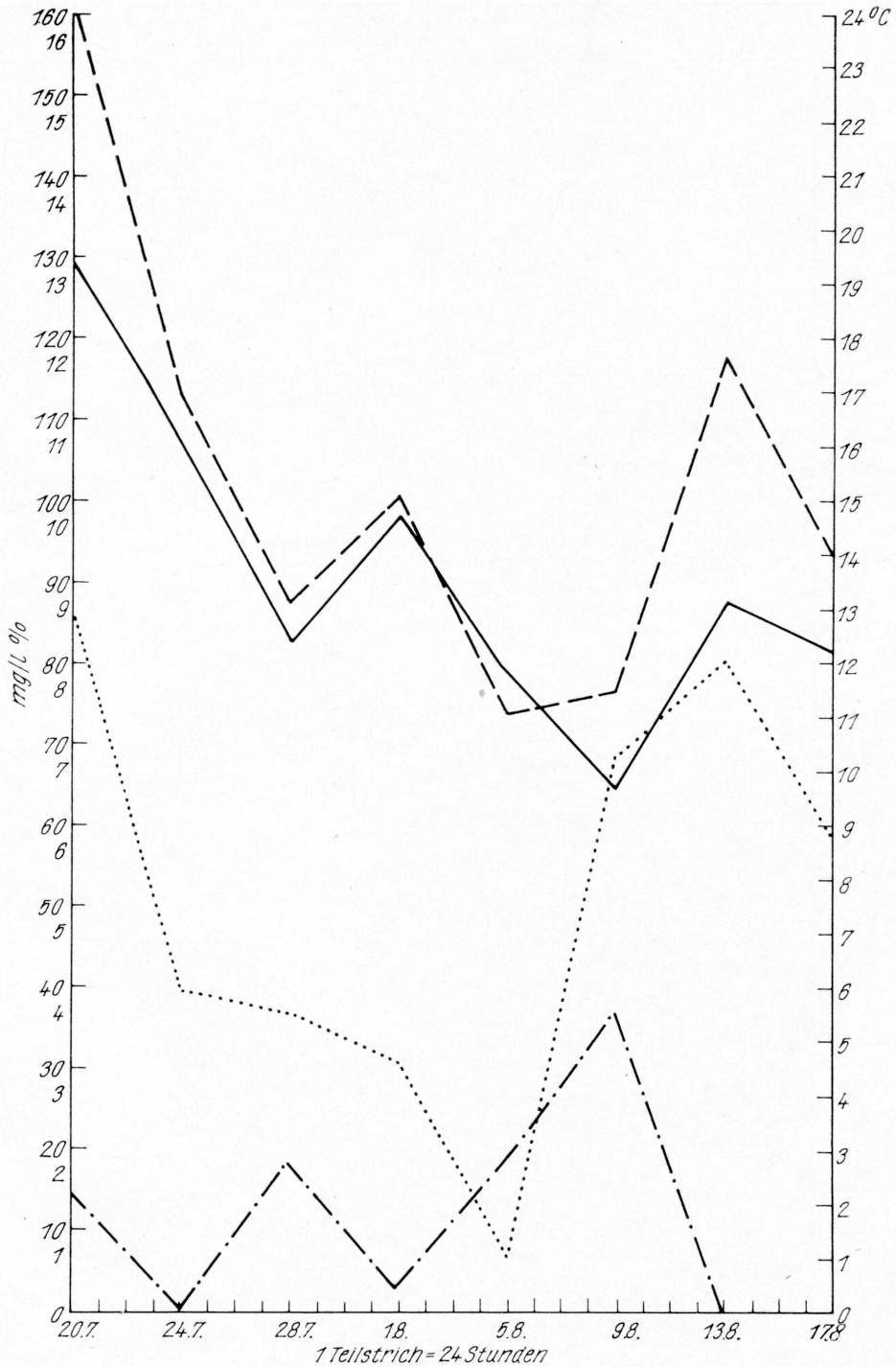


Abb. 8. Längerfristige Sukzession verschiedener abiotischer Faktoren in Tümpel I.  
Erläuterung s. S. 106.

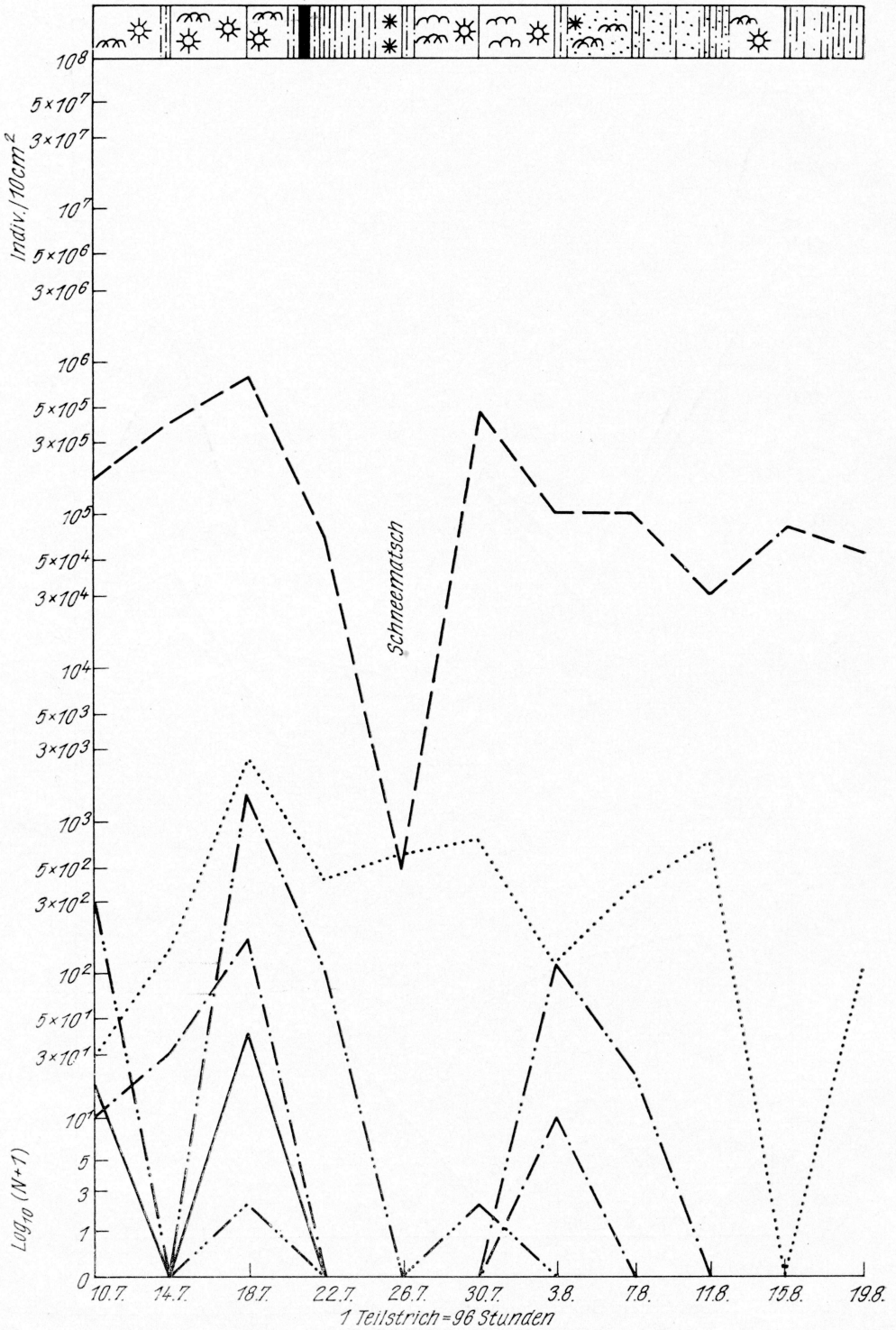


Abb. 9. Längerfristige Neuston-Sukzession in Tümpel II. Erläuterung s. S. 106.



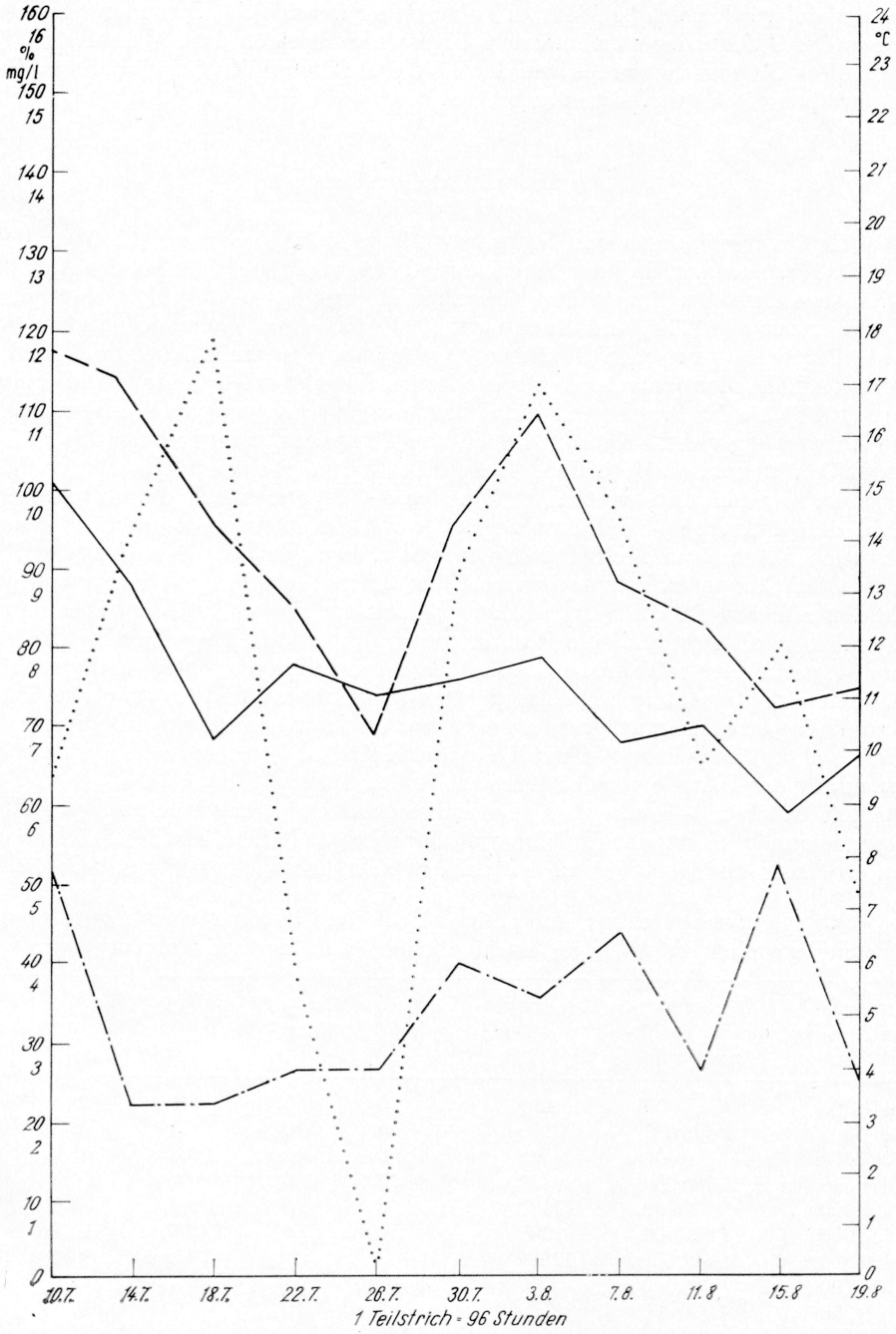


Abb. 10. Längerfristige Sukzession verschiedener abiotischer Faktoren in Tümpel II.  
Erläuterung s. S. 106.

Jahresverlauf würden sich bei Tümpel I aber sicher wesentliche Veränderungen zeigen, vor allem im Gefolge der zunehmenden Eutrophierung nach dem Almauftrieb.

Auch diese Untersuchungen zeigen deutlich, daß Ciliaten, Zooflagellaten und Conjugales nur sporadisch im Neuston auftreten.

## 8. Neuston und Gewässertyp

Seit den Untersuchungen von NAUMANN (1922a, 1924b), RYLOV (1929) und STARMACH (1939) wissen wir, daß der Saprobiegrad eine wichtige Rolle bei der Ausbildung des Neustons darstellt. Eine nähere Charakterisierung haben diese Forscher nicht gegeben. NAUMANN (1922a) und STARMACH (1939) betonten aber auch, daß eine auffallende Parallelität zwischen Gewässertypus (gemeint ist wohl der Trophiegrad) und Produktionshöhe der eintretenden neustischen Vegetationsfärbung nicht existiert. RYLOV (1929) ließ die Frage offen und diskutierte eine Eurytrophie der Neustonten.

Die Auswertung von 29 Neustonproben von Tümpeln mit unterschiedlichem Saprobie- und Trophiegrad (s. Methoden, Abschnitt 3.3) ermöglicht nun eine nähere Charakterisierung. Aus den Mittelwerten der Tabellen 3–5 ist ersichtlich, daß mit steigendem bzw. fallendem Saprobie- und Trophiegrad sowohl im Neuston als auch im Plankton ein deutliches Ansteigen der Schizomycetes bzw. eine deutliche Abnahme der Phytoflagellata und Ciliophora festzustellen ist. Ganz anders verhalten sich die Phycomycetes, die in den reineren Tümpeln die stärkste Entfaltung zeigten (Tab. 3). Dies kann zurückgeführt werden (a) auf eine Raumkonkurrenz mit den Phytoflagellata (s. oben), (b) auf ein vermindertes Nahrungsangebot, da der saprobisierte, eutrophe Typ auch eine stärker entwickelte neustische Schizomycetes-Flora besitzt, und (c) auf eine Abhängigkeit vom Wasserchemismus. Der letzte Faktor dürfte von geringerer Bedeutung sein, da man auch in Tümpeln mit hohen  $\text{NH}_4^+$  und  $\text{KMnO}_4$ -Werten manchmal eine stärkere Entwicklung der Pilze feststellen kann (Tab. 4 u. 5).

Aus den Tabellen 3–5 geht aber auch hervor, daß es bislang im einzelnen Fall wohl nicht immer möglich ist, den Trophie- und Saprobiegrad allein aus der Stärke und Zusammensetzung des Neustons zu bestimmen. z. B. besaß ein stark mit Gasthausab-

Tabelle 3. Neustonbesiedlung und einige abiotische Faktoren in 29 oligotrophen und mesotrophen Tümpeln unterschiedlichen Saprobie- und Trophiegrades

| Schizomyce-<br>tes im Neu-<br>ston/10 cm <sup>3</sup> | Schizomyce-<br>tes im Plank-<br>ton/1 ml | Phycomyce-<br>tes/10 cm <sup>2</sup> | Phytofla-<br>gellata/<br>10 cm <sup>2</sup> | Ciliata/<br>10 cm <sup>2</sup> | $\text{NH}_4^+$<br>mg/l | $\text{KMnO}_4$ -<br>Verbrauch<br>mg/l | $\text{PO}_4^{3-}$<br>mg/l |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| 470 000                                               | 1 000 000                                | 410                                  | 10                                          | 0                              | 0,1                     | 20,8                                   | 0,07                       |
| 110 600                                               | 2 500 000                                | 50870                                | 0                                           | 0                              | 0,3                     | 36,3                                   | 0,05                       |
| 3 906 410                                             | 500 000                                  | 2500                                 | 0                                           | 0                              | 0,3                     | 51,8                                   | 0,07                       |
| 670 540                                               | 3 000 000                                | 80                                   | 90                                          | 0                              | 0,1                     | 54,3                                   | 0,00                       |
| 705 000                                               | 2 000 000                                | 3000                                 | 0                                           | 0                              | 0,0                     | 7,6                                    | 0,00                       |
| 588 000                                               | 1 000 000                                | 1800                                 | 0                                           | 0                              | 0,0                     | 11,7                                   | 0,03                       |
| 131 860                                               | 500 000                                  | 11000                                | 0                                           | 10                             | 0,6                     | 12,9                                   | 0,07                       |
| 314 200                                               | 700 000                                  | 600                                  | 40                                          | 0                              | 0,1                     | 11,6                                   | 0,00                       |
| 820 000                                               | 1 000 000                                | 5900                                 | 0                                           | 10                             | 0,2                     | 16,4                                   | 0,01                       |
| 520 000                                               | 800 000                                  | 8120                                 | 150                                         | 0                              | 0,4                     | 36,3                                   | 0,00                       |
| 2 202 480                                             | 2 000 000                                | 73060                                | 100                                         | 0                              | 0,4                     | 51,5                                   | 0,00                       |
| 40 000                                                | 500 000                                  | 150                                  | 10                                          | 0                              | 0,2                     | 9,2                                    | 0,07                       |

|             |         |           |       |    |     |      |      |      |
|-------------|---------|-----------|-------|----|-----|------|------|------|
| $\sum$<br>n | 873 257 | 1 291 667 | 13124 | 33 | 1,6 | 0,23 | 26,7 | 0,03 |
|-------------|---------|-----------|-------|----|-----|------|------|------|

Tabelle 4. Neustonbesiedlung und einige abiotische Faktoren in 29  $\beta$ -mesosaproben und eutrophen Tümpeln unterschiedlichen Saprobie- und Trophiegrades

| Schizomycetes<br>im Neuston<br>10 cm <sup>2</sup> | Schizomycetes<br>im Plankton/<br>1 ml | Phycomyce-<br>tes/10 cm <sup>2</sup> | Phytofla-<br>gellata/<br>10 cm <sup>2</sup> | Ciliata/<br>10 cm <sup>2</sup> | NH <sub>4</sub><br>mg/l | KMnO <sub>4</sub> -<br>Verbrauch<br>mg/l | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>mg/l |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| 30000                                             | 400000                                | 3600                                 | 334800                                      | 0                              | 0,3                     | 31,6                                     | 0,00                                  |
| 411430                                            | 4200000                               | 1800                                 | 20                                          | 0                              | 0,1                     | 12,0                                     | 0,00                                  |
| 3000000                                           | 1300000                               | 2350                                 | 410                                         | 1                              | 0,1                     | 55,0                                     | 0,00                                  |
| 211750                                            | 3800000                               | 140                                  | 100                                         | 0                              | 3,0                     | 49,0                                     | 0,14                                  |
| 4444440                                           | 1600000                               | 800                                  | 0                                           | 0                              | 13,0                    | 58,0                                     | 0,53                                  |
| 501740                                            | 630000                                | 620                                  | 0                                           | 0                              | 0,5                     | 53,7                                     | 0,07                                  |
| 330860                                            | 10000000                              | 10610                                | 2290                                        | 203                            | 6,0                     | 73,9                                     | 0,00                                  |
| 5882000                                           | 2500000                               | 1280                                 | 4500                                        | 50                             | 2,0                     | 59,4                                     | 0,28                                  |
| 620000                                            | 1000000                               | 3320                                 | 4430                                        | 30                             | 0,2                     | 52,4                                     | 0,00                                  |
| 25000                                             | 650000                                | 6630                                 | 0                                           | 0                              | 0,1                     | 22,4                                     | 0,11                                  |
| <hr/>                                             |                                       |                                      |                                             |                                |                         |                                          |                                       |
| $\sum_n$ 1545722                                  | 2608000                               | 3115                                 | 34655                                       | 28,4                           | 2,5                     | 46,7                                     | 0,11                                  |

Tabelle 5. Neustonbesiedlung und einige abiotische Faktoren in 29  $\alpha$ -mesosaproben und stark eutrophen Tümpeln unterschiedlichen Saprobie- und Trophiegrades

| Schizomycetes<br>im Neuston<br>10 cm <sup>2</sup> | Schizomycetes<br>im Plankton/<br>1 ml | Phycomyce-<br>tes/10 cm <sup>2</sup> | Phytofla-<br>gellata/<br>10 cm <sup>2</sup> | Ciliata/<br>10 cm <sup>2</sup> | NH <sub>4</sub><br>mg/l | KMnO <sub>4</sub> -<br>Verbrauch<br>mg/l | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>mg/l |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| 230000                                            | 500000                                | 100                                  | 787000                                      | 10                             | 0,4                     | 69,5                                     | 0,90                                  |
| 5411440                                           | 20000000                              | 0                                    | 3425400                                     | 8                              | 1,0                     | 100,1                                    | 0,14                                  |
| 900000                                            | 35000000                              | 90                                   | 10                                          | 0                              | 9,0                     | 63,2                                     | 10,70                                 |
| 1045680                                           | 2000000                               | 1200                                 | 3790                                        | 30                             | 0,0                     | 50,6                                     | 0,00                                  |
| 919030                                            | 5000000                               | 22120                                | 949520                                      | 96                             | 0,4                     | 49,9                                     | 0,00                                  |
| 566810                                            | 10000000                              | 3580                                 | 11230                                       | 0                              | 0,5                     | 49,6                                     | 0,00                                  |
| 748610                                            | 10000000                              | 2080                                 | 6570                                        | 10                             | 8,0                     | 76,4                                     | 0,28                                  |
| <hr/>                                             |                                       |                                      |                                             |                                |                         |                                          |                                       |
| $\sum_n$ 1403081                                  | 11785714                              | 4167                                 | 740503                                      | 22                             | 2,8                     | 65,6                                     | 1,59                                  |

wässern verschmutzter Tümpel zwar eine benthische *Euglena*-Blüte und 10,7 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, wies aber nur ein sehr schwach entwickeltes Neuston auf (toxische Wirkung der Abwässer? stark herabgesetzte Oberflächenspannung durch Waschmittel?)

## 9. Das Neuston als Lebensraum für Ciliaten

Obwohl Ciliaten verschiedentlich als regelmäßige Bewohner des Neustons erwähnt werden (RYLOV 1929, VALKANOV 1968, FOTT 1971), können sie sowohl nach den Literaturangaben (s. Tab. 6) als auch den vorliegenden Untersuchungen nur als sporadische Bewohner dieses Biotops eingestuft werden. Von einer Sättigung der neustischen Valenz (VALKANOV 1968) kann offensichtlich nicht die Rede sein. Es zeigt sich nun auch daß viele der Untersuchungen, in denen ein Vorkommen von Ciliaten im Neuston erwähnt wird, von der irrigen methodischen Voraussetzung ausgingen, daß die Verhältnisse im Freiland und Labor vergleichbar wären; d. h. es wurde das Neuston von Proben untersucht, die längere Zeit im Labor aufbewahrt worden waren (s. z. B. GEIT-

LER 1942, VALKANOV 1968), obwohl bereits NAUMANN (1921) auf die Notwendigkeit der Untersuchung von Frischmaterial hingewiesen hat (vgl. auch RAPOPORT & SANCHEZ 1963). Es ist ja bekannt, daß man Ciliaten im Wasserhäutchen leicht dadurch zu Tausenden pro cm<sup>2</sup> anreichern kann, daß man das frisch gesammelte Material einige Stunden ruhig stehen läßt.

Eine derartige Anreicherung von Ciliaten konnte im Freiland nie beobachtet werden, obwohl viele der Tümpel außerordentlich reich an planktischen und benthischen Arten waren. Es ist daher einsichtig, daß man den Begriff Neuston ungebührlich ausweitet (vgl. hier auch die terminologische Diskussion bei BANSE 1975), wenn man dazu auch solche Formen zählt, die sich in der Kahmhaut eines Aufgusses, die eher dem Biotop Periphyton vergleichbar ist, finden.

VALKANOV (1968) gab vier Faktoren für das Streben der Protozoen zur Wasseroberfläche an: Aerotropismus, negativer Geotropismus, positiver Phototropismus und Thigmotropismus. Geotropismus und Thigmotropismus sind nach den vorliegenden Untersuchungen im Freiland offensichtlich ohne Bedeutung. Positiver Phototropismus könnte das häufige Auftreten von *Pseudochilodonopsis algovora* und von verschiedenen *Stentor*-Arten (s. WOLF 1908, NAUMANN 1922), deren Phototropismus ja seit langem bekannt ist (s. zusammenfassende Darstellung bei TUFFRAU 1965), erklären. Allerdings habe ich *Stentor niger* massenhaft im Plankton und Periphyton, nie aber im Neuston eines Tümpels des Untersuchungsgebietes gefunden. Vieles spricht dafür, daß das verschiedene Verhalten der Ciliaten im Freiland und Laborkulturen vom Sauerstoff geregelt wird: Dieser nimmt in Aufgüssen — nach BABENZIEN (1966) auch in dystrophen Tümpeln — von der Oberfläche zum Grund hin sehr schnell ab, so daß die O<sub>2</sub>-liebenden Ciliaten zur Wasseroberfläche wandern. Vermutlich erklärt dies auch die von NAUMANN (1921) einmal beobachtete Aufwanderung von *Spirostomum* aus dem Benthos in

Tabelle 6. Literaturzusammenstellung über das Vorkommen und die Abundanz von Ciliaten im Neuston

| Species                                                          | Abundanz                                   | Autor                                        |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <i>Aspidisca costata</i><br>DUJARDIN 1842                        | sehr selten                                | STARMACH 1939                                |
| <i>Carchesium</i> sp.                                            | ?                                          | VALKANOV 1968                                |
| <i>Cothurnia</i> sp.                                             | ?                                          | VALKANOV 1968                                |
| <i>Euplotes</i> sp.                                              | ?                                          | VALKANOV 1968                                |
| <i>Lacrymaria coronata</i> var.<br><i>aquae dulcis</i> ROUX 1901 | sehr selten                                | STARMACH 1939                                |
| <i>Lionotus</i> sp.                                              | 10/mm <sup>2</sup>                         | STARMACH 1939                                |
| <i>Ophrydium versatile</i><br>O. F. MÜLLER 1786                  | ?                                          | NAUMANN 1922                                 |
| <i>Stentor coerules</i><br>EHRENBERG 1830                        | sehr selten                                | STARMACH 1939                                |
| <i>Stentor igneus</i><br>EHRENBERG 1838                          | massenhaft                                 | WOLF 1908                                    |
| <i>Stentor polymorphus</i><br>O. F. MÜLLER 1773                  | ?/massenhaft                               | NAUMANN 1922, WOLF 1908                      |
| <i>Spirostomum ambiguum</i>                                      | massenhaft                                 | NAUMANN 1922                                 |
| <i>Strombidium viride</i>                                        | selten bis vereinzelt                      | STARMACH 1939                                |
| <i>Stylonychia</i> sp.                                           | sehr selten/?                              | STARMACH 1939, VALKANOV 1968                 |
| <i>Vorticella microstoma</i>                                     | vereinzelt, in einem<br>Präparat zahlreich | RYLOV 1925                                   |
| <i>Vorticella</i> sp.                                            | sehr selten,<br>sehr selten/?              | STARMACH 1939, GEITLER 1942<br>VALKANOV 1968 |



das Neuston während der Nachtstunden: *Spirostomum* benötigt nämlich eine gewisse Sauerstoffmenge, um überleben zu können (BICK 1957). Sicherlich ist auch die große Oberflächenspannung des Wasserhäutchens (s. GOLDACRE 1949, 1958) ein Grund für dessen schwache Besiedelung mit Ciliaten: Die meisten Arten platzen nämlich, sobald sie mit ihm in Berührung kommen.

Weder den vorliegenden Untersuchungen noch den Literaturangaben (s. Tab. 6) ist zu entnehmen, daß es spezielle Neuston-Ciliaten gäbe. Allerdings sind die häufiger auftretenden Arten mit abgeflachtem Körper (z. B. *Chilodonella uncinata*, *Oxytricha fallax*) gut an diesen Lebensraum angepaßt. VALKANOV (1968) erwähnt, daß bei gehäusebildenden Protozoen die Gehäuse in der Form stets mehr oder weniger abgeändert sind: Jene Seite, mit der sie an der Unterseite des Häutchens liegen, ist abgeflacht. Eine ähnliche Anpassung wurde von GEITLER (1942) auch bei dem Heliozoon *Radio-phrys* beschrieben.

Die meisten der von mir im Neuston festgestellten Arten sind auch typische Bewohner des Periphytons, ein Biotop, der viel mit dem Neuston gemeinsam hat, da er eine kriechende, schreitende oder festsitzende Lebensweise verlangt. Auch BABENZIE (1966) stellte fest, daß die Neustonbildung bei Bakterien oftmals von Festpartikeln ausgeht, so daß eine Parallele zur Aufwuchsbildung nahe liegt. Ein sicherlich ebenfalls vergleichbarer Biotop ist das Edaphon: Die edaphischen Protozoen leben ja ebenfalls auf oder unter einem dünnen Wasserfilm, der die Erdoberfläche umgibt. Es ist daher nicht überraschend, daß sich hier viele Arten finden, die auch im Neuston dominieren: versch. Chilodonelliden und Hypotrichen, *Colpoda steini* u. a. (vgl. BUTKAMP 1975). Für einen genaueren Vergleich sind freilich viel zu wenig Untersuchungen vorhanden.

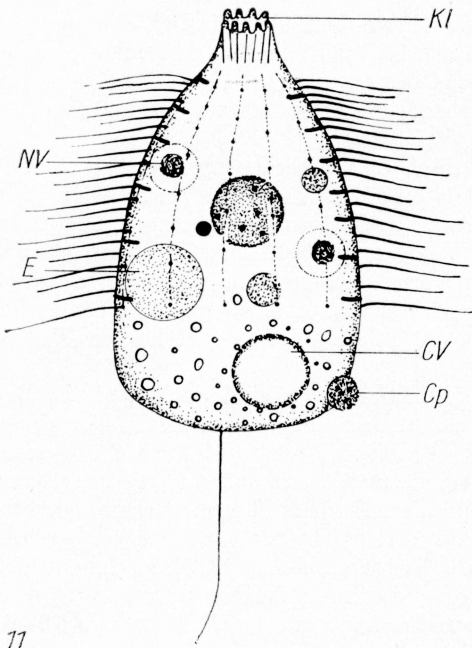
## 10. Systematischer Teil

Die Körperform der im folgenden beschriebenen Arten wurde bei allen Zeichnungen nach lebenden Exemplaren dargestellt, um die Variabilität zu demonstrieren.

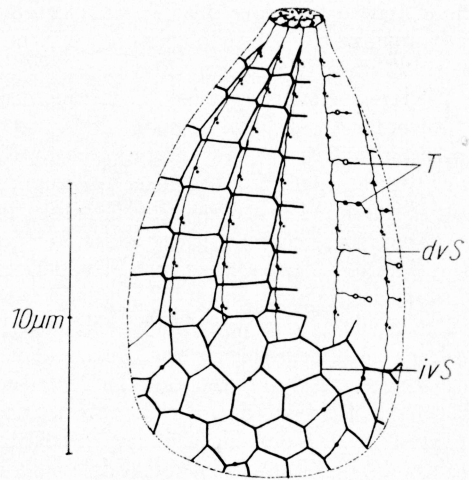
Erklärung der Abkürzungen: *aM*=adorale Membranellen, *Cc*=Caudalcirren, *Cp*=Cytopyge, *CV*=kontraktile Vakuole, *Db*=Dorsalbürste, *dvS*=direkt verbindendes Silberliniensystem, *E*=cytoplasmatische Einschlüsse, *Ex*=Exkretionsporus, *ivS*=indirekt verbindendes Silberliniensystem, *K*=Kristallförmige Einschlußkörper, *Kl*=Klappen, *Ma*=Makronucleus, *Md*=Munddach, *Mi*=Mikronucleus, *NV*=Nahrungsvakuole, *Pf*=Primordialfeld, *Pt*=Protrichocysten, *pK*=praeorale Kineten, *Ss*=Silberliniensystem, *T*=Trichocysten, *Tr*=Trichiten, *Tx*=Toxicocysten, *UM*=undulierende Membran.

### *Urotricha agilis* STOKES (1886)

Morphologie: Bei dieser 10–20 µm großen Art ist die Körperform wegen der Kleinheit und äußerst raschen Bewegung nur schwer festzustellen. Der Umriss ist jedoch stets annähernd dreieckförmig (Abb. 11, 12) (vgl. STOKES 1888, PENARD 1922, KAHL 1930–35). Diese typische Form verändert sich schon bei leichtem Deckglasdruck sehr stark: die Tiere werden mehr oval und zeigen nicht selten ein eingeschnürtes oder aufgeblähtes Hinterende. Daher halte ich auch *U. gy-rans* (STOKES 1888) für synonym mit *U. agilis*. Die langen, wellenartig schlagenden Cilien ermöglichen dem Tier ein blitzschnelles Fortschnellen (vgl. KAHL 1930–35). Die von PENARD (1922) beschriebenen Spezialcilien im distalen Teil konnte ich nicht beobachten. Der Makronucleus befindet sich etwa in Körpermitte und besitzt kleine Nucleolen. Ein kleiner Mikronucleus liegt ihm dicht an. Kontraktile Vakuole und Cytopyge sind deutlich subpolar angeordnet (Abb. 11). Das Entoplasma war stets mit kleinen, gelblich-grünen, stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt, die besonders im distalen Teil gehäuft auftraten. Sie sind stark argyrophil (Taf. I, 1, 2) und wurden auch von STOKES (1888) erwähnt. Daneben kommen auch noch große, gelblich glänzende Einschlüsse vor (vgl. PENARD 1922), von denen oft mehrere kurz hintereinander defäkiert werden (Abb. 11). Die Extrusome treten beim lebenden Tier nicht auffällig hervor, ihre Relationskörper sind aber im Silberliniensystem stets nachweisbar (Abb. 12, Taf. I, 2).



11



12

Abb. 11, 12. *Urotricha agilis* lebend und nach trockener Silberimprägnation

Der Mund liegt polar und ist rohrartig verlängert, wodurch die dreieckartige Körperform noch betont wird. Er wird von kurzen, schwer sichtbaren Trichiten gestützt und besitzt die typischen Klappen (Abb. 11) (vgl. *U. ovata*). Die orale Infraciliatur (Abb. 12) gleicht weitgehend der von *U. ovata* (s. unten).

Die Pellicula wird durch die Wimperreihen merkbar gekerbt. Die 12–14 Somakineten beginnen ziemlich weit unterhalb der Klappen (Taf. I, 4) und enden im zweiten Drittel des Tieres, so daß ein verhältnismäßig großes, wimperfreies Körperende entsteht (Taf. I, 1, 2, 3). Auf diesem inseriert schwach subpolar eine bis körperlange, distal abgebogene Caudalcilie (Abb. 11), die nach STOKES (1888) und PENARD (1922) auch noch länger sein kann. Die Dorsalbürste konnte ich nicht finden, was aber wenig zu sagen hat, da ich keine einwandfreien Versilberungen des Mundbereiches erhalten habe.

Das Silberliniensystem (Abb. 12, Taf. I, 1–3) gleicht weitgehend dem von *U. ovata* (s. unten). Abweichend sind lediglich die im Verhältnis zur Körpergröße auffallend großen Maschen des indirekt verbindenden Silberliniensystems im cilienfreien Körperabschnitt (Taf. I, 3).

Ökologie: *U. agilis* wurde sowohl von STOKES (1888) als auch PENARD (1922) in großer Anzahl in Tümpeln gefunden. Ich erbeutete es ebenfalls oft in großer Anzahl und gemeinsam mit *U. ovata* in stark eutrophen und saprobisierten Viehweidetümpeln, selten in reineren Gewässern. Im Neuston habe ich sie nur zweimal in Tümpel I angetroffen.

Diskussion: Auf Grund der typischen Infraciliatur und des Silberliniensystems kann diese Species in die Gattung *Urotricha* eingereiht werden. KAHL (1930–35) hat daher die Gattung *Balanitoozon* STOKES (1886) mit Recht aufgehoben. Hinsichtlich der Infraciliatur gleicht *U. agilis* weitgehend *U. farcta*, deren Somakineten ebenfalls nicht mit paarig angeordneten Basalkörpern beginnen (s. DRAGESCO *et al.* 1974). Die Zahl der Somakineten (28–30 bei *U. farcta*) und die Körperform trennt diese Arten aber klar.

#### *Urotricha ovata* KAHL (1926)

Morphologie: Diese 25–40 µm große Art ist in der Form sehr variabel. Sie wechselt von eiförmig (Abb. 15) (vgl. KAHL 1926, LOPEZ-UCHOTERENE 1965) bis abgestumpft rechteckig (Abb. 13, 14) (vgl. GELEI 1954). Die Bewegung ist außerordentlich rasch, springend, und nur von kurzen

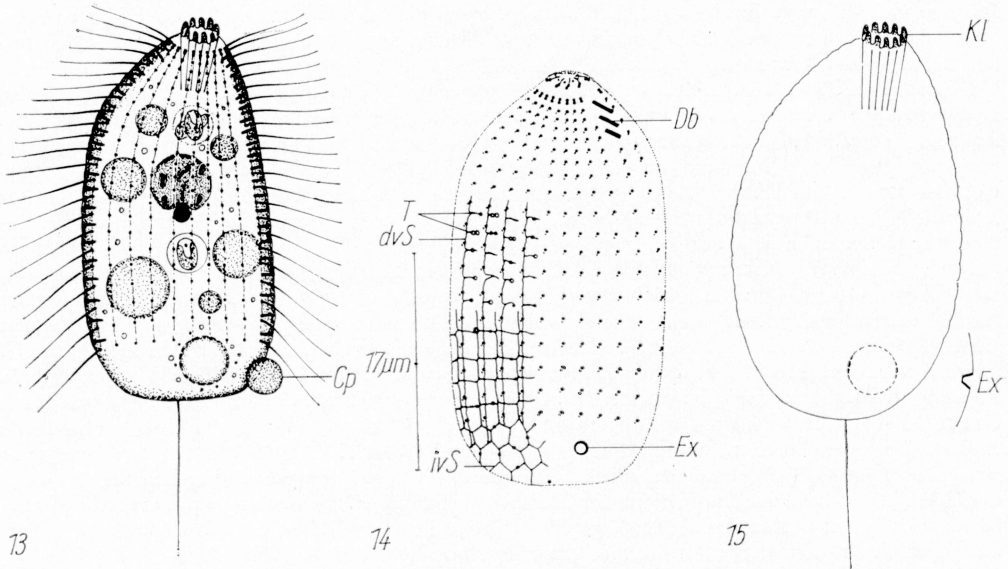


Abb. 13–15. *Urotricha ovata* lebend (13, 15) und nach trockener Silberimprägnation. Rechts der Exkretionsporus in Seitenansicht (nasse Silberimprägnation)

Pausen unterbrochen. Der Makronucleus liegt zentral und besitzt längliche Nucleolen. Der Mikronucleus befindet sich in einer kleinen Einbuchtung des Makronucleus (Abb. 13). Kontraktile Vakuole und Cytopyge liegen deutlich subpolar (Abb. 13). Das Entoplasma war fast stets dicht erfüllt von großen farblosen und orangefarbenen, oft geradezu riesigen (bis  $10\ \mu\text{m}$ ) kugelförmigen Einschlüssen (vgl. PUYTORAC & GRAIN, 1972), deren Defäkation man durch leichten Deckglasdruck herbeiführen kann. Der Besatz mit Extrusomen (nach PUYTORAC & GRAIN, 1972, sind es Mucocysten) war wechselnd, meist aber sehr dicht (Abb. 13). KAHL (1926) gibt dagegen an, daß eine ausgeprägte Alveolarschicht mit Trichocysten fehlt. Auch ich habe Tiere beobachtet, bei denen sie nicht deutlich festzustellen waren. Ihre Relationskörper traten aber im Silberliniensystem stets deutlich hervor (Abb. 14).

Der Mund liegt etwas subpolar (Abb. 13) und wird von ziemlich langen Trichiten gestützt (vgl. KAHL 1926). Die Mundöffnung wird von einem Kranz lappenförmiger Pelliculavorsprünge umgeben, bei denen ich die typische pendelförmige Bewegung gut beobachten konnte (Abb. 13). Die „Klappen“ (s. KAHL 1926) entstehen nach PUYTORAC & GRAIN (1972) durch die Fortsetzung der Pellicularerhebungen zwischen den Cilienreihen. Die orale Infraciliatur besteht aus etwa 10 paarig, schräg zur Körperlängsachse angeordneten Basalkörpern. Vom linken Basalkörper jedes Paares zieht eine Nematodesmata in den Schlund. Zwischen den Nematodesmata befindet sich noch ein Kranz argyrophiler Körnchen (Abb. 14, vgl. DRAGESCO *et al.* 1974).

Die Pellicula wird durch die Wimperreihen kräftig gekerbt. An 10 Tieren wurden 19–24 (nach GELEI, 1954, 20–27) Somakineten gezählt, bei denen die Cilien vorne dichter als hinten angeordnet sind, was auch GELEI (1954) erwähnt. Jede Kinetie beginnt mit einem Basalkörperpaar und endet im letzten Fünftel des Tieres. Auf dem wimperfreien caudalen Polfeld befindet sich eine leicht subpolar inserierte, halbkörperlange Caudaleilie, deren Spitze nach KAHL (1926) oft auch umgebogen ist. Die Dorsalbürste wird von drei  $1.5\text{--}2\ \mu\text{m}$  langen Basalkörperreihen gebildet (Abb. 14, Taf. I, 7).

Das Silberliniensystem besteht aus zwei klar unterscheidbaren Teilen (Abb. 14, Taf. I, 5). Im meridional verlaufenden, direkt verbindenden Silberliniensystem liegen die Basalkörper der Cilien. Von diesen Silberlinien zweigen in horizontaler Richtung viele kleine ab, in denen die Relationskörper der Extrusome liegen (Abb. 14, Taf. I, 6). Sie verlaufen kongruent mit den horizontalen Silberlinien des indirekt verbindenden Silberliniensystems (Terminologie s. KLEIN 1942). Dieses bildet etwa quadratische, an den Ecken abgeschränkte Maschen (Taf. I, 5). Es erhält sich bei der



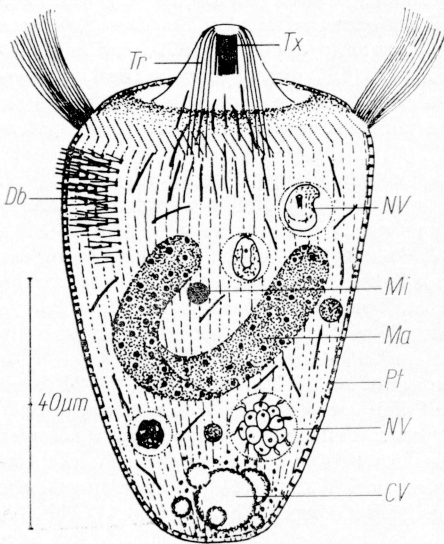
Präparation oft nur teilweise (Taf. I, 6). Im wimperfreien Abschnitt des Tieres bildet es etwa sechseckig geformte kleine Maschen, in denen oft kleine argyrophile Körnchen, vermutlich Relationskörper der Extrusome, liegen (Abb. 14).

Ökologie: *U. ovata* ist nach KAHL (1930–35) polysaprob und frißt Flagellaten, was mit meinen Beobachtungen und denen von LOPEZ-UCHOTERENA (1965) und GELEI (1954) gut übereinstimmt. Auch ich habe die Art nur in stark eutrophierten und saprobisierten Viehweidetümpeln angetroffen, wo sie oft massenhaft im Plankton auftrat und ausschließlich *Chlamydomonas* fraß. Nach LOPEZ-UCHOTERENA (1965) läßt sie sich gut zusammen mit der  $\alpha$ -mesosaproben *Chilodonella uncinata* kultivieren, so daß man diese Species als  $\alpha$ -polysaprob einstufen kann. Ein Vorkommen im Neuston war bisher unbekannt.

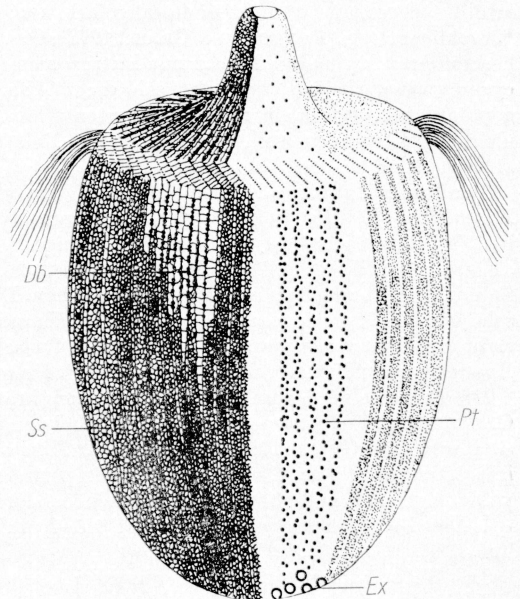
Diskussion: Da KAHL (1930–35) die Extrusome als fehlend angab, habe ich lange gezögert, meine Art mit der von ihm beschriebenen zu identifizieren. Da ich aber den Besitz von Extrusomen für die Gattung als typisch erachte und sie auch bei mehreren anderen Arten festgestellt habe, hat KAHL sie vermutlich nur übersehen. Von den ähnlichen Arten *U. armata* (KAHL 1927) und *U. farcta* (CLAPARÈDE *et al.* 1858) unterscheidet sich *U. ovata* durch die Zahl der Somakineten und die Form der Dorsalbürste (vgl. DRAGESCO *et al.* 1974). Die Beschreibung des Silberliniensystems durch GELEI (1954) stützte sich wohl auf ungenügend imprägnierte Tiere, da er das indirekt verbindende Silberliniensystem nur im wimperfreien, caudalen Polbereich festgestellt hat und auch nur wenige horizontale Silberlinien des direkt verbindenden Silberliniensystems beschrieb. Das Fehlen des Mikronucleus und der Klappen um den Mund ist sicher eine Fehlbeobachtung. Ganz indiskutabel ist die von LOPEZ-UCHOTERENA (1965) gegebene Darstellung des Kinetenverlaufes und des Silberliniensystems. Er hat ganz offensichtlich das Silberliniensystem eines Flagellaten (!) abgebildet.

#### *Monodinium balbianii* FABRE-DOMERGUE (1888)

Morphologie: Das 60–90  $\mu\text{m}$  große Tier trat im Untersuchungsgebiet in einer schlanken, distal sich verjüngenden (Abb. 16, vgl. WANG & NIE 1935) und einer breiten, distal etwa halbkugelförmig ausgebildeten Form auf (Abb. 17). Die erstere wurde vorwiegend in gering, die letztere in stark eutrophierten Viehweidetümpeln angetroffen. Da sich diese beiden Formen hinsichtlich ihrer



16



17

Abb. 16, 17. *Monodinium balbianii* lebend und nach Silberimprägnation. Linker Teil in Abb. 17 nach trockener und nasser Silberimprägnation, mittlerer Teil nach Protargolversilberung, rechter Teil nach Opalblaupräparaten.



Infraciliatur nicht unterschieden und durch eine kontinuierliche Reihe von Übergangsformen verbunden waren, dürfte es sich um nur eine Art handeln. Diese Variabilität, die auch von anderen Forschern (SCHEWIAKOFF 1889, DINGFELDER 1962) hervorgehoben worden ist, hat Anlaß zur Aufstellung mehrerer Arten und Varietäten gegeben (s. KAHL 1930–35), die von DINGFELDER (1962) zu Recht wieder aufgehoben worden sind, zumal auch die Form der „Nase“ stark variabel ist. Diese kann nach meinen und den Beobachtungen der anderen Forscher breit und kurz, lang und dünn oder lang und breit sein.

Der auffällig voluminöse Makronucleus (vgl. FABRE-DOMERGUE 1888) (Taf. I, 8) ist gering bis deutlich halbkreisförmig gebogen und besitzt viele kleine Nucleolen in der netzig-wabigen Grundsubstanz. Ein kugelförmiger Mikronucleus liegt ihm seitlich an. Die kontraktile Vakuole entsteht durch das Zusammenfließen von mehreren kleineren Vakuolen und liegt leicht subterminal (vgl. DINGFELDER 1962, GELEI 1954) (Taf. I, 8). Sie entleert sich über 3–6 Exkretionsporen nach außen (Abb. 17). Ähnlich wie bei *Didinium nasutum* (s. RIEDER 1971) finden sich auch bei *M. balbianii* drei Typen von Extrusomen (Abb. 16, Taf. I, 8): Etwa 10  $\mu\text{m}$  lange Toxicocysten in der Nase, Hunderte, etwa 5  $\mu\text{m}$  lange, schwach gekrümmte Toxicocysten im Endoplasma (vgl. FAURÉ-FREMIET 1924), und dicht unter der Pellicula Tausende mit Protargol (Abb. 17) stark anfärbbare Protrichocysten, die bereits von PENARD (1922) erwähnt worden sind. Der Schlund wird von schwer sichtbaren Trichiten gestützt.

Das Entoplasma enthält meist sehr viele Nahrungsvakuolen mit gefressenen Phytoflagellaten, die SCHEWIAKOFF (1889) vielleicht für Zoochlorellen gehalten hat. Daneben finden sich noch viele kleinere und größere kugelförmige, glänzende Einschlüsse.

Die somatische Infraciliatur besteht aus 60–80 schräg zur Körperlängsachse gestellten kleinen Wimperreihen zu je 11–15 Basalkörpern (Abb. 17, Taf. I, 9). Diese Reihen bilden den sog. Pektinellenkranz, mit dessen Hilfe sich die Tiere sehr schnell fortbewegen. GELEI (1954) gab dagegen die Bewegung als langsam an. Die übrige Ciliatur ist bis auf 5 kurze dorsale Reihen, deren Basalkörper meist paarweise angeordnet sind (Abb. 16, 17, Taf. I, 9, 10), reduziert, was gut mit den Lebendbeobachtungen von GELEI (1954) und DINGFELDER (1962) übereinstimmt. FAURÉ-FREMIET (1924) gab nur vier Reihen an; vermutlich hat er die sehr kurze erste Reihe übersehen. Die Länge der Dorsalreihen ist ziemlich unterschiedlich.

Opalblaupräparate zeigten so wie bei *D. nasutum* (s. RIEDER 1971) eine deutliche Gliederung der Pellicula in Rippen- und Zwischenstreifen, unter denen die Mucocysten liegen (Abb. 17). Die Zahl der Streifen, über die sehr verschiedene Angaben vorliegen (s. KAHL 1930–35), entspricht der Anzahl der Wimperreihen des Pektinellenkranzes (Taf. I, 9). SCHEWIAKOFF (1889) beschrieb die Streifung als spiral, was auch ich vereinzelt in den Präparaten beobachtet habe (Taf. I, 10), jedoch für einen Präparationsartefakt halte.

Die Form des Silberliniensystems ist entsprechend dem Bau der Pellicula differenziert. In den Zwischenstreifen breitet sich ein sehr engmaschiges Gitter (Maschenweite unter 1  $\mu\text{m}$ ) aus, das sich in den Rippenstreifen zu etwas größeren, horizontal orientierten Maschen differenziert. In den Silberlinien der Zwischenstreifen liegen auch die Relationskörper der Protrichocysten. Im Bereich der Dorsalbürste ist das Silberliniensystem weitmaschig ausgebildet (Abb. 18, Taf. I, 10–12).

Ökologie: *M. balbianii* ist weltweit verbreitet und ein Bewohner verschiedener Kleingewässer. Die Angaben von SCHEWIAKOFF (1889), FAURÉ-FREMIET (1924), GELEI (1954) u. a., wonach es ein seltenes und an reine Gewässer gebundenes Infusor sei, ist nicht aufrechtzuerhalten. Ich habe diese Species so wie GAJEWSKAJA (1933) massenhaft zu Zeiten starker Algenwasserblüte gefunden, was auf eine Bevorzugung des  $\beta$ - $\alpha$ -mesosaprobien Milieus hinweist. Ein Vorkommen im Neuston war bisher unbekannt. Ich fand diese Art auch nur dann in diesem Biotop, wenn eine starke neustische Wasserblüte vorhanden war, was sicher damit zusammenhängt, daß sich *M. balbianii* fast ausschließlich von Phytoflagellaten ernährt (vgl. SCHEWIAKOFF 1889); vereinzelt wurden in den Nahrungsvakuolen auch kleine Ciliaten festgestellt.

Diskussion: Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen kann man die z. B. von PENARD (1922) und BHATIA (1936) geäußerten Zweifel, ob *M. balbianii* nicht vielleicht eine abnormal ausgebildete Form von *D. nasutum* sei, fallen lassen: Im Untersuchungsgebiet kam nämlich nur *M. balbianii* vor. Ich schließe mich der Meinung von FAURÉ-FREMIET (1924) und CORLISS (1975) an, die das von FABRE-DOMERGUE (1888) für diese Species errichtete Genus beibehalten (im Gegensatz zu KAHL u. a.), da mir das Fehlen des für das Genus *Didinium* typischen zweiten Pektinellenkranzes für eine generische Trennung ausreichend erscheint.

*Chilodonella uncinata* EHRENBERG (1838)

Morphologie: Diese in Form (Abb. 18, 19) und Größe (35–70  $\mu\text{m}$ ) sehr variable Art ist ventral flach und dorsal schwach gewölbt. Der Dorsalkörper zeigt die in Abb. 19 dargestellte, wenig variable Form. Der Schnabel ist ziemlich spitz, das distale Körperende stets schön gerundet. Der runde bis

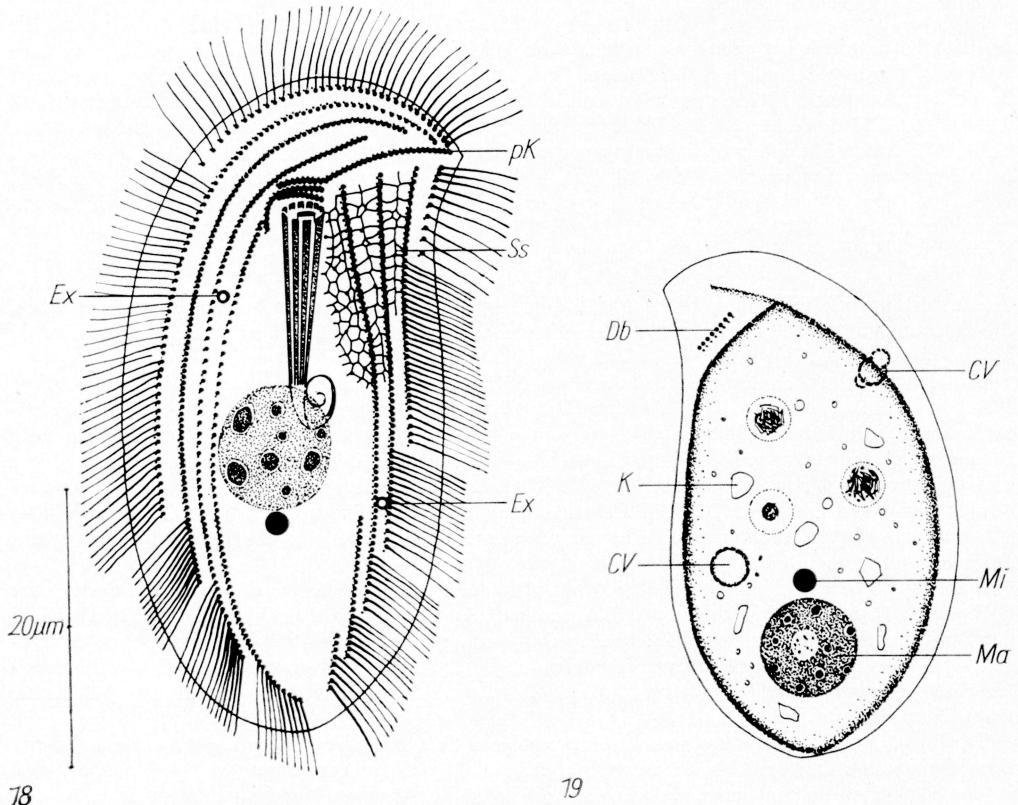


Abb. 18, 19. *Chilodonella uncinata* ventral und dorsal. Kombinierte Zeichnungen nach lebenden und trocken versilberten Individuen

leicht ovale Makronucleus, dem ein kleiner runder Mikronucleus anliegt, befindet sich zentral oder subzentral (Abb. 18, 19) und besitzt deutliche Nucleolen, nie aber einen zentralen Binnenkörper. Die zwei diagonal angeordneten kontraktile Vakuolen, deren Lage sehr konstant und aus den Abb. 18, 19 ersichtlich ist, entstehen häufig durch Zusammenfließen mehrerer kleinerer Vakuolen (Abb. 19).

Die Bewegung ist ein stetiges Gleiten unter dem Wasserhäutchen bzw. ein Kriechen auf div. pflanzlichen Substraten. Das Entoplasma ist durchsichtig und enthält meist nur wenige, stark lichtbrechende, farblose Einschlüsse und kleine Exkretkristalle. In den Nahrungsvakuolen wurden Algenreste und Bakterien festgestellt.

Für die Beschreibung der Infraciliatur s. Diskussion.

Ökologie: Diese weltweit in den verschiedensten Biotopen verbreitete Art wird als  $\alpha$ -mesosaprob eingestuft (Bick 1972). Sie trat im Untersuchungsgebiet sowohl in Moosen reiner Gebirgsbäche als auch in stark eutrophierten Viehweidetümpeln auf. Zweimal wurde sie in nicht geringer Anzahl nur im Neuston gefunden, so daß man sie als neustophil bezeichnen kann.

Diskussion: Vergleicht man die bisher vorliegenden Daten über die Infraciliatur von *C. uncinata*, so ergibt sich eine sehr geringe Variabilität, was trotz der schon erwähnten starken Form-

und Größenvariabilität eine einwandfreie Identifikation ermöglicht: (1.) Die Zahl der rechten Somakineten der Ventralseite beträgt stets 5 (KLEIN 1926, 1927, CHATTON *et al.* 1931, Mc DOUGALL 1936, DOBRZANSKA-KACZANOWSKA 1963, LOPEZ-UCHOTERENA 1965, JANKOWSKI 1967 b, MIGALA 1970, DRAGESCO & NJINE, 1971, MIGALA & KAZUBSKI 1972, PÄTSCH 1974, DEROUX 1976, SCHMALL 1976, Abb. 18, Taf. II, 1). Nur Mc DOUGALL (1936) zeichnete ein Tier mit nur 4 rechten Kineten. Variabel ist dagegen die Länge der rechten äußersten Kineten, die nach meinen (Taf. II, 1) und anderen Beobachtungen (z. B. KLEIN 1927, JANKOWSKI 1967 b, MIGALA 1970) kaum bis zur Höhe des Cytostoms reicht, bei DRAGESCO *et al.* (1971), SCHMALL (1976) und DEROUX (1976) aber erst unterhalb der Mitte des Tieres endet. (2.) Die Dorsalbürste ist kurz und besteht aus 5–8 Cilien (KLEIN 1926, 1927, CHATTON *et al.* 1931, DRAGESCO & NJINE 1971, SCHMALL 1976, Abb. 19, Taf. II, 2). (3.) Die Reuse ist deutlich nach dorsal gerichtet und füllhornartig umgebogen (ENRIQUES 1907, JANKOWSKI 1967 b, DRAGESCO *et al.* 1971, PÄTSCH 1975, SCHMALL 1976). Sie besteht aus 8 (EHRENBERG 1838, SCHMALL 1976) bis 10 (LOPEZ-UCHOTERENA 1965, eig. Beob.) Stäben. (KAHL, 1930–35, gibt die Reuse irrtümlich als nicht umgebogen an). (4.) Stets ist eine praeorale Kineten vorhanden, deren vorderer Abschnitt über den zwei circumoralen Kineten liegt (Lit. wie bei Punkt 1). (5.) Das Silberliniensystem ist ventral etwas engmaschiger, etwa  $1\text{ }\mu\text{m}$  (Abb. 18) als dorsal (etwa  $1.4\text{ }\mu\text{m}$ ) (vgl. Taf. II, 1, 2). In den Stoßpunkten dieses Gitters liegen unregelmäßig verstreut kleine argyrophile Körnchen (vgl. KLEIN 1927, CHATTON *et al.* 1931). Variabel ist dagegen die Anzahl der linken Somakineten, die nach meinen und den Beobachtungen anderer Autoren von vier bis sechs schwankt. Die Variabilität erstreckt sich aber nur auf die zwei innersten stark verkürzten Kineten, die entweder fehlen oder vorhanden sind.

*Pseudochilodonopsis algivora* (KAHL 1930–1935) nov. gen.

Morphologie: *P. algivora* ist  $50\text{--}70\text{ }\mu\text{m}$  groß, distal breit gerundet und besitzt einen spitzen, scharf vorspringenden Schnabel (Abb. 22, 23, vgl. KAHL 1930–35); vereinzelt traten aber auch distal merkbar zugespitzte Individuen auf (Abb. 23). Der scharf vorspringende Schnabel kann insbesondere bei voll gefressenen Tieren wenig auffallend werden (Abb. 20). *P. algivora* besitzt einen hochgewölbten Dorsalkörper, der distal häufig in eine Spitze ausläuft (Abb. 22). Die Ventralseite ist eben. Der runde bis ovale Makronucleus liegt zentral bis subzentral und besitzt einen großen, zentralen Nucleolus (Abb. 21, Taf. II, 5). Stets waren zwei kontraktile Vakuolen vorhanden, die dieselbe Lage wie bei *Chilodonella uncinata* einnehmen (vergl. Abb. 18–19 und 20–22). Die Cytopyge liegt am rechten Rand des Dorsalkörpers (Abb. 22). Die auffällig breite Reuse ist aus etwa 14 Stäben aufgebaut, am Ende nicht füllhornartig umgebogen (Abb. 20, Taf. II, 5, 6) und stets etwas nach links und stark nach dorsal gerichtet. Das Entoplasma war bei frisch gefangenen Tieren stets mit zahlreichen Grünalgen gefüllt (Taf. II, 6), die ich nicht wie KAHL (1930–35) für Zoochlorellen halte, da sie bei

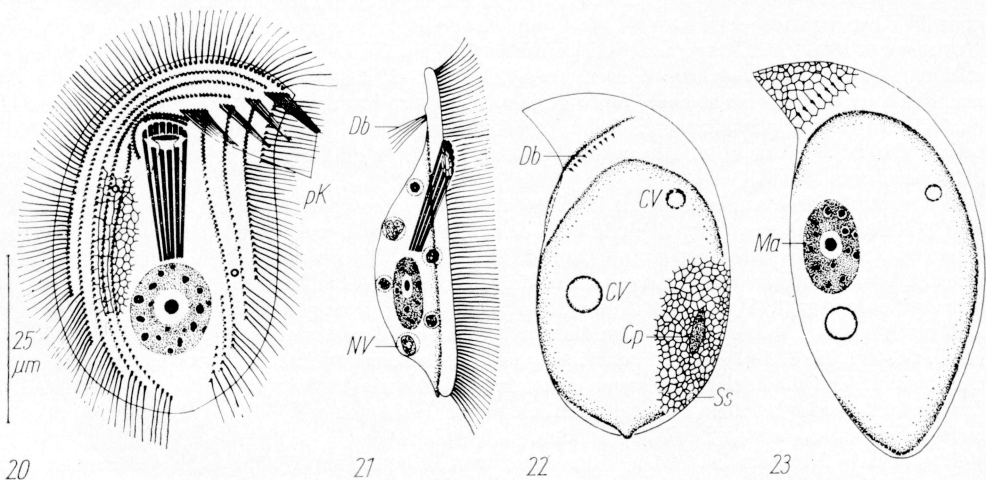


Abb. 20–23. *Pseudochilodonopsis algivora* ventral, seitlich und dorsal. Kombinierte Zeichnungen nach lebenden und versilberten (trockene und nasse Silberimprägnation, Protargol) Individuen.



länger in Kultur gehaltenen Tieren verschwinden, wohl verdaut werden. Die Grünalgen machen *P. algivora* leicht erkennbar und sind typisch für die Art.

Die Infraciliatur der Ventralseite wurde von PÄTSCH (1974) kurz beschrieben. Sie erwähnte, daß vier kleine praeorale Kineten vorhanden sind, ein Merkmal, dessen Konstanz ich bestätigen kann (Abb. 20, Taf. II, 3, 5). Ferner finden sich zwei circumorale, fünf rechte und sechs linke Kineten, deren Anordnung konstant ist (s. Abb. 20, Taf. II, 3, 5). Die dorsale Infraciliatur besteht aus 8–10 etwa 5  $\mu\text{m}$  langen, steifen Cilien. Diese Dorsalbürste reicht bis nahe an den linken Körperrand, da die Basalkörper weit auseinanderstehen (Abb. 22, 23, Taf. II, 4, 7).

Das Silberliniensystem ist ein das ganze Tier umgebendes ziemlich engmaschiges Gitter (Taf. II, 3, 4), das ventral etwas engmaschiger (etwa 1,2  $\mu\text{m}$ ) als dorsal (etwa 1,5  $\mu\text{m}$ ) ist. In den Stoßpunkten des Gitters liegen verstreut kleine argyrophile Körnchen. Zwischen den Cilienreihen sind die Maschen des Silberliniensystems deutlich längsorientiert (Abb. 20, Taf. II, 3).

Ökologie: Die von KAHL (1930–35) als katharob bezeichnete Art ist nach ŠRÁMEK-HUŠEK (1954) bei massenhafter Abundanz ein Indikator der  $\alpha$ -mesosaprobien Selbstreinigungsstufe, was mit meinen Beobachtungen gut übereinstimmt, da ich sie nur in stark eutrophen und saprobisierten Viehweidetümpeln, hier aber oft massenhaft, finden konnte. Aber auch im Plankton und als vagiles Periphyton tritt sie auf; im Neuston war sie die häufigste Art.

Diskussion: Die Familie Chilodonellidae (DEROUX 1976) enthält nach CORLISS (1977) 7 Genera, die sich alle dadurch auszeichnen, daß nur eine praeorale Kinete vorhanden ist, welche die Cilienreihen der rechten und linken Seite trennt. *P. algivora* und *P. piscatoris* (s. unten) weichen von diesem Typus dagegen bedeutend ab, da sie vier kurze praeorale Kineten besitzen. Eine ganz ähnliche Ausbildung der praeoralen Reihen findet sich auch bei *Chilodonella acuta* (s. WILBERT 1975) und *Chilodonella plurivacuolata* (DEROUX & DRAGESCO 1968), die somit ebenfalls in das neue Genus gestellt werden müssen. Die letztere Art repräsentiert allerdings einen etwas abweichenden Typ. Der Unterschied in der Ausbildung der praeoralen Ciliatur scheint mir ausreichend, um diese Artengruppe als eigenes Genus abzutrennen.

Diagnose von *Pseudochilodonopsis* nov. gen.: Chilodonellidae mit mehreren kleinen praeoralen Kineten und einem wimperlosen postoralen Feld.

Generotypus: *Pseudochilodonopsis piscatoris* (BLOCHMANN 1895)

### *Pseudochilodonopsis piscatoris* (BLOCHMANN 1895)

Morphologie: *P. piscatoris* ist 60–70  $\mu\text{m}$  groß, ventral flach und dorsal mäßig stark gewölbt. Der Dorsalkörper ist vom Ventralkörper deutlich abgesetzt und zeigt die in Abb. 25 dargestellte ziemlich konstante Ausbildung. Die Körperform ist wenig variabel und durch einen spitzen Schnabel und ein ebenfalls merkbar zugespitztes distales Körperende gekennzeichnet (Abb. 24, 25). So stark zugespitzte Tiere, wie sie KAHL (1930–35) gezeichnet hat, konnte ich nie beobachten. Der etwa in Körpermitte liegende ovale Makronucleus besitzt einen großen zentralen Nucleolus (vgl. BLOCHMANN 1895). Ein Mikronucleus liegt ihm seitlich an. Die Lage der zwei kontraktiven Vakuolen stimmt mit der von *P. algivora* überein (vergl. Abb. 22–23 und 24–25). Die Reuse ist breit, aber ziemlich kurz und nur leicht nach dorsal gerichtet; sie besteht aus etwa 20 Stäben. Im Entoplasma, das sehr durchsichtig ist, fanden sich hauptsächlich gefressene Kieselalgen und wenige feine Granula (Abb. 25). Dicht unter der festen Pellicula liegen in großer Anzahl sehr kleine, rundliche Mitochondrien.

Das ventrale Kinetom besteht aus konstant 5 rechten, sich von innen nach außen verkürzenden und 6 linken, sehr unterschiedlich langen Somakineten, was völlig mit der Beschreibung von BLOCHMANN (1895) übereinstimmt (Abb. 24, Taf. II, 8). Es ist auch charakteristisch, daß die inneren Somakineten rechts der Reuse distal auseinanderlaufen, während sie bei *P. algivora* parallel angeordnet sind (vgl. Taf. II, 3, 8). Neben den zwei auffallend langen circumoralen Kineten finden sich vier praeorale Reihen, von denen die unmittelbar vor dem Mund gelegene stark verlängert ist (Abb. 24, Taf. II, 8, 10). Diese Beschreibung weicht von der von BLOCHMANN 1895 gegebenen ab, der erwähnt, daß die Zone nur schwach entwickelt sei und nie die Schnabelspitze erreicht. Die Zahl der Basalkörper ist bei allen Kineten ziemlich variabel; sie stehen in der Mitte des Tieres deutlich weiter auseinander als an den Körperenden.

Das dorsale Kinetom besteht aus der schon von BLOCHMANN (1895) beschriebenen auffallend langen Dorsalbürste, die sich über die ganze Breite des Körpers erstreckt (Abb. 25, Taf. II, 10), ist allerdings etwas variabel ausgebildet. Die Anzahl der Basalkörper variiert von 13–16, und am rechten und linken Rand sind sie häufig verstreut angeordnet.



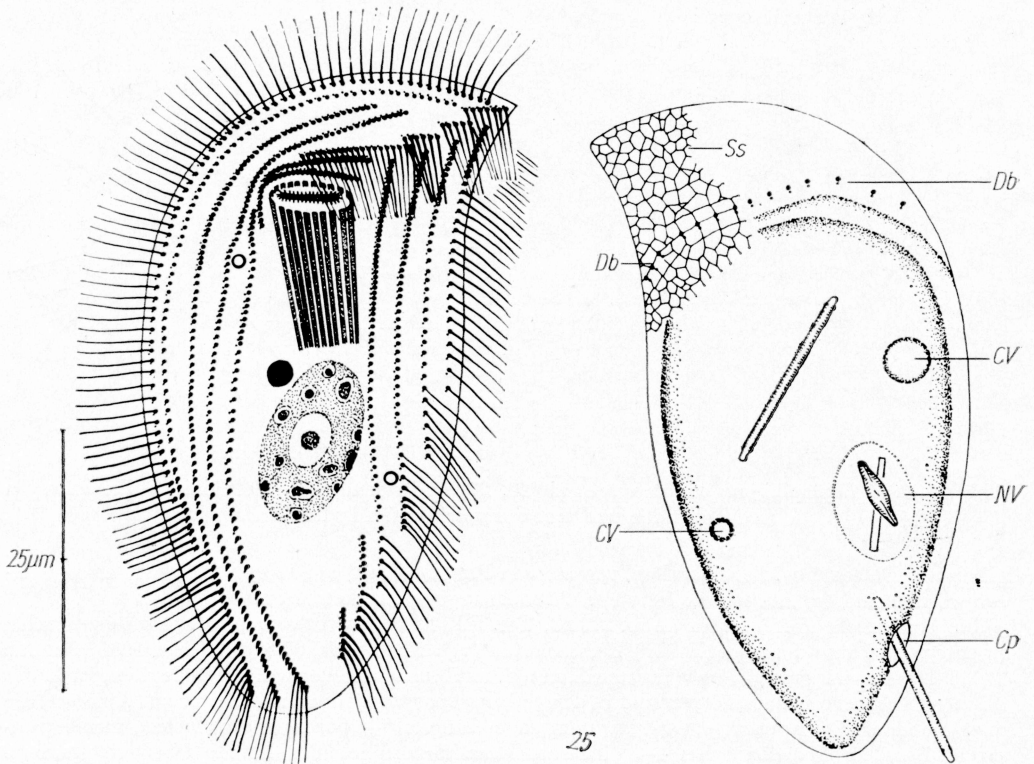


Abb. 24, 25. *Pseudochilodonopsis piscatoris* ventral und dorsal. Kombinierte Zeichnungen nach lebenden und trocken versilberten Tieren

Ökologie: *P. piscatoris* wurde nur einmal im Neuston eines leicht eutrophen, moorigen Tümpels gefunden, sonst auch vereinzelt in ausgedrückten Moosen reiner Bäche. BLOCHMANN (1895) entdeckte sie zwischen Algen, KAHL (1930–35) zwischen *Lemna* und *Hottonia*. Er stufte sie als katharob ein, was mit den vorliegenden Untersuchungen übereinstimmt.

Diskussion: *P. piscatoris* war bisher nur von KAHL (1930–35) wiedergefunden worden, der allerdings eine von BLOCHMANN (1895) etwas abweichende Beschreibung des ventralen Kinetoms gab (nur vier rechte Kineten). Von der ihr ähnlichen *P. acuta* (KAHL 1930–35) unterscheidet sie sich durch die Form des Dorsalkörpers und der Dorsalbürste.

#### *Leptopharynx costatus* MERMOD (1914)

Morphologie: Die Form und Größe dieses Ciliaten sind sowohl nach meinen als auch den Untersuchungen vieler anderer Autoren (LEVANDER 1900, MERMOD 1914, KAHL 1926, WANG *et al.* 1935, PRELLE 1961, WENZEL 1953) sehr variabel. In den von mir untersuchten Populationen maßen die Tiere 20–30 µm und zeigten die in den Abbildungen 26–28 dargestellten Formen: ventral und dorsal stark abgeflacht (nur etwa 5 µm dick); die starre Pellicula wird ventral durch die Wimperreihen stark gekerbt, dorsal dagegen meist nur wenig. Die langen Cilien entspringen am Grunde deutlich krenelierter Pelliculaleisten (Abb. 26). Die kontraktile Vakuole liegt nahe dem linken Körperrand, rechts der Abdachung des Mundes (Abb. 26). Sie entleert sich über einen leicht erkennbaren Röhrenporus (Abb. 27, vgl. KAHL 1926, PRELLE 1961). Unter ihr liegt die für die Familie typische zweite, nicht kontraktile Vakuole, die mit der Öffnung der Cytopyge zusammenfällt (Abb. 27, Taf. III, 1). Der Makronucleus liegt zentral, besitzt kleine Nucleolen und einen dicht anliegenden Mikronucleus. Das Entoplasma enthält nur wenige Nahrungsvakuolen und gelblich

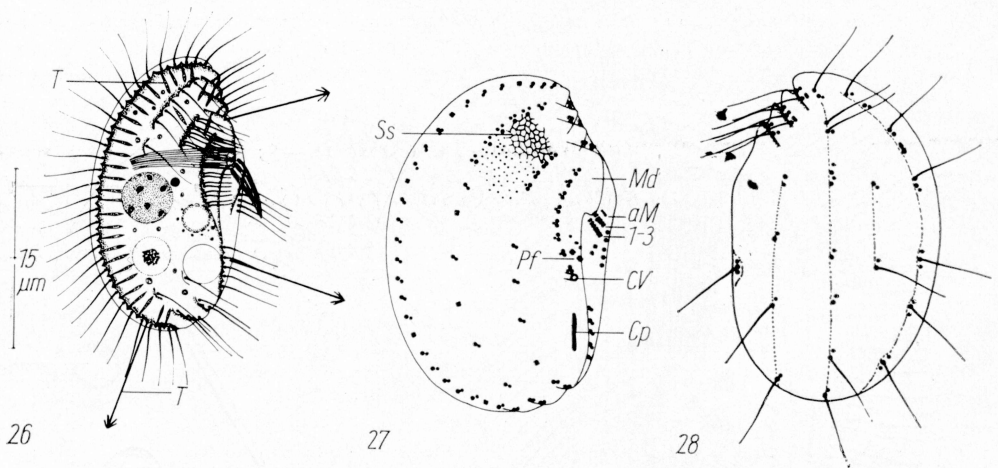


Abb. 26–28. *Leptopharynx costatus* ventral (26, 27) und dorsal (28). Kombinierte Zeichnungen nach lebenden und trocken versilberten Individuen.

glänzende Einschlüsse. Zoochlorellen, wie sie von PRELLE (1961) bei einigen Stämmen nachgewiesen worden sind, konnte ich nie feststellen. Die Bewegung ist gleitend, nie stillstehend.

Die somatische Infraciliatur (Abb. 27, 28, Taf. III, 1, 2) besteht aus konstant vier ventralen (rechten) und vier dorsalen (linken) Somakineten (vgl. KAHL 1926, WANG & NIE 1935, PRELLE 1961). Die Bewimperung aller ventralen Kineten, mit Ausnahme der rechten äußersten, ist in der Mitte unterbrochen; Basalkörper sind in den Silberpräparaten jedoch nachzuweisen. Kinete 1, die erste rechts des Oralapparates, wird im proximalen Teil von 7–8 paarig angeordneten, kurz bewimperten Basalkörpern, distal von 4–5 einfachen Basalkörpern gebildet, Kinete 2 besteht proximal aus konstant 4, distal aus 2–3, Kinete 3 proximal aus 5–7 und distal aus 3–4 und Kinete 4 aus 25–35 bewimperten Basalkörpern. Bei dieser Kinete 4 ist die Krenelierung der Pelliculaleisten nach rechts, bei allen anderen nach links gerichtet. Dicht unterhalb des Oralapparates ist noch eine Gruppe von 4–5 bewimperten Basalkörpern. Etwas links derselben liegen noch zwei bis drei nicht bewimperte argyrophile Körnchen, die auch von PRELLE (1961) festgestellt worden sind und vermutlich nicht dem Primordialfeld, das aus zwei in Vierergruppen angeordneten Körnchen besteht (Abb. 27, Taf. III, 1), zugerechnet werden können. Einzelne argyrophile Körnchen liegen auch oberhalb des Primordialfeldes.

Die Basalkörperapparate erscheinen sowohl ventral als auch dorsal meist aus mehreren argyrophilen Körnchen zusammengesetzt (vgl. PRELLE 1961), die wohl den Relationskörpern der Trichocysten und Protrichocysten sowie den parasomalen Säcken (s. PRELLE 1967) entsprechen dürften. Jedoch sind zu einer genaueren Korrelation weitere Untersuchungen erforderlich. Die zahlreichen Trichocysten zeigen im ausgestoßenen Zustand den typischen ankerförmigen Aufbau (Abb. 26, vgl. KRÜGER 1936).

Die Bewimperung der linken Seite ist sowohl nach den Angaben anderer Autoren als auch meinen Untersuchungen nicht so konstant wie die der rechten Seite. Die Cilien stehen hier nur vereinzelt und fehlen in der Mitte des Tieres, Basalkörper sind jedoch nachweisbar (Abb. 28, Taf. III, 2). Ganz am rechten Körperrand, etwas unterhalb der Mitte des Tieres, fand sich stets eine einzelne Cilie, die nicht zur Kinete 8 gehört, wie PRELLE (1961) glaubte. Dorsal ganz bewimperte Tiere (KAHL 1926, WANG & NIE 1935) konnte ich nie beobachten. Oberhalb des Oralapparates befinden sich auf der schrägen Abstützung in tief eingeschnittenen Furchen drei kurze Wimperreihen, die bis auf die rechte Körperseite übergreifen.

Der von deutlich sichtbaren Trichiten gestützte Schlund wird fast ganz von einem etwa rechteckig geformten, leicht aufgewölbten Munddach verdeckt (Abb. 26, 27), das mit einer kleinen linksseitigen Aufwölbung eine rinnenartige Aushöhlung bildet, an deren linken Rand die drei adoralen Membranellen inseriert sind. Die 3. Membranelle, die von PRELLE (1961) nicht festgestellt worden ist, besteht nur aus 3–5 Basalkörpern. Die Cilien dieser drei Membranellen bilden ein beim lebenden Tier gut sichtbares auf- und abschlagendes Wimperbüschel (vgl. KAHL 1926).

Das Silberliniensystem erscheint meist in Form von einzelnen, dicht nebeneinander liegenden argyrophilen Körnchen. Ganz selten konnte ich andeutungsweise eine gitterförmige Struktur erkennen, von der ich aber nicht zu entscheiden wage, ob es sich um ein echtes Silberliniensystem oder um ein Artefakt handelt (Abb. 27).

Ökologie: *L. costatus* bewohnt verschiedenste Biotope (s. WENZEL 1953), vor allem Moose. Die weltweite Verbreitung ist aus der oben zitierten Literatur ersichtlich. Diese Art ist nach meinen Erfahrungen charakteristisch für oligosaprobe oder sehr gering verunreinigte Gewässer; sie ernährt sich von Bakterien. Ich fand sie im Untersuchungsgebiet hauptsächlich in Moosen reiner Bäche oder im Neuston reiner, moosiger Tümpel.

Diskussion: Hinsichtlich der komplizierten Synonymie dieser Art verweise ich auf die Arbeit von PRELLE (1961).

*Kreyella minuta* nov. spec. (Kreyellidae nov. fam.)

Morphologie: Dieser 15–25  $\mu\text{m}$  große Ciliat ist außerordentlich schwer zu beobachten, da er unter dem Deckglas sofort aufquillt (vgl. KAHL 1930–35), bedingt durch die sehr zarte Pellicula. Der Körper kann sogar stark verformt werden. Er ist sehr undurchsichtig, da das Entoplasma neben den wenigen Nahrungsvakuolen und einigen 2–4  $\mu\text{m}$  großen, farblosen Einschlüssen zahlreiche etwa 1  $\mu\text{m}$  große Granula enthält. Die Ventralseite ist flach, die Dorsalseite stark gewölbt. In Seitenansicht (Abb. 30) erscheint das Vorderende deutlich eingekerbt, da die äußere rechte Somakinet, die im distalen Teil des Tieres klar auf der Ventralseite verläuft, im proximalen Körperabschnitt auf die Breitseite übergreift und hier deutlich eingesenkt ist. Die Körperform wechselt auch innerhalb einer Population sehr stark (Abb. 29, 31, 32). Der linke Körperrand ist meist fast gerade, mit einer kleinen Einbuchtung beim Beginn des Oralapparates; die rechte Seite ist stark konvex. Meist ist das distale Ende deutlich breiter als das proximale. *K. minuta* bewegt sich mit den langen Cilien, die stets in Paaren angeordnet sind und am Grunde zart krenelierter Pelliculaleisten, entspringen, rastlos und schnell.

Dem runden Makronucleus dicht oberhalb des Oralapparates liegt ein kleiner Mikronucleus an. Die kontraktile Vakuole befindet sich etwas rechts der Körperlängsachse, ganz am distalen Ende (Abb. 29). Ihr Porus liegt zwischen den beiden Somakineten (Abb. 32). Die Cytopyge befindet sich dicht unterhalb des Oralapparates, zwischen der ersten Somakinet rechts des Mundes und den zwei postoralen Kineten. Trichocysten fehlen. Die Färbung mit Methylenblau-Pyronin zeigte, daß etwa 1  $\mu\text{m}$  große, rundliche Protrichocysten abgeschieden werden, die beim lebenden Tier nicht sicher zu identifizieren waren.

Der Oralapparat ist in Aufsicht ovalförmig und liegt etwas unterhalb der Mitte des Tieres, meist merkbar schräg zur Körperlängsachse. Auf seiner linken Seite inserieren 6–8 schräg nach distal gerichtete kurze Membranellen, die aus ein oder zwei Basalkörperreihen aufgebaut sind. Die rechte Seite trägt bis zur Mitte des Oralapparates eine zweireihige parorale Membran mit eher kurzen Wimpern. Die untere Hälfte besitzt dagegen eine ektoplasmatistische, fast senkrecht gestellte Aufwölbung, die man als Munddach bezeichnen kann (Abb. 29, 32, Taf. III, 7–16). Ein von Trichiten gestützter Schlund konnte nicht festgestellt werden.

Die Infraciliatur der Ventralseite (Abb. 29, 32, Taf. III, 7–11, 15, 16) besteht aus zwei rechts des Oralapparates verlaufenden Somakineten mit je etwa 20–25 Basalkörperpaaren. Sie biegen proximal nach links um, so daß sie sich dem Oralapparat nähern. Ferner finden sich zwei sehr kurze postorale Kineten links des Oralapparates. Auf der Dorsalseite verlaufen zwei bis drei, sich von oben nach unten verkürzende Kineten, die ebenfalls aus bewimperten Basalkörperpaaren bestehen (Abb. 31, Taf. III, 13, 14).

Das Silberliniensystem zeigt den in den Abbildungen 31 und 32 sichtbaren gitterförmigen Aufbau. Es zerfällt bei der Präparation meist in eine undifferenzierte argyrophile Masse. Nur die Maschen rechts und links der Somakineten bleiben häufig gut erhalten (Taf. III, 15, 16). In den Stoßpunkten dieses Gitters liegen häufig kleine argyrophile Körnchen, vermutlich Relationskörper der Protrichocysten. Im Silberliniensystem der Dorsalseite ist der ursprüngliche Verlauf der Wimperreihen noch klar ersichtlich, da hier 7–9 Zonen mit orthogonal orientierten Maschen auftreten (Abb. 31, Taf. III, 13, 14). Der ursprüngliche Sitz der Basalkörper ist teilweise sogar noch an ovalen Aussparungen im Silberliniensystem erkennbar (Taf. III, 14). Die dorsalen Reihen konvergieren am distalen Pol und etwa in der Mitte des Tieres (s. Taf. III, 13, 14), so daß distaler und proximaler Pol sehr nahe nebeneinander zu liegen kommen.

Ökologie: *K. minuta* wurde im Neuston nur einmal nachgewiesen, jedoch ist es bei der großen



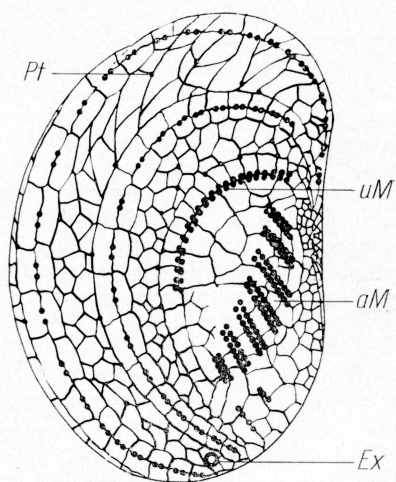
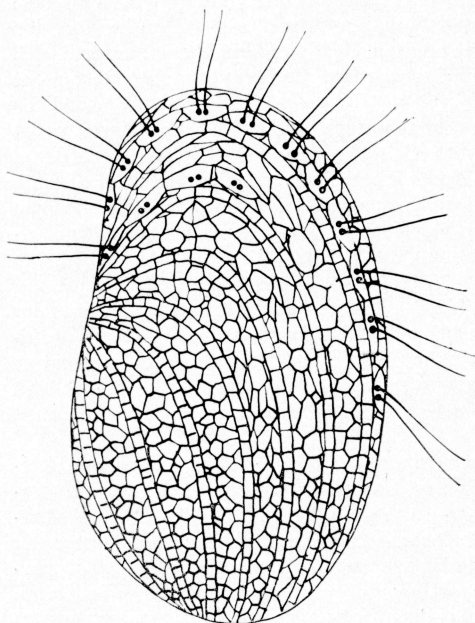
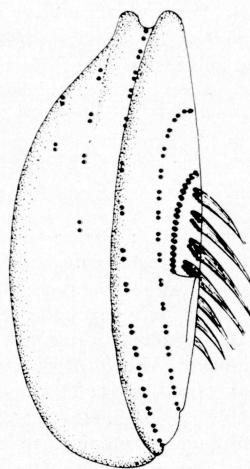
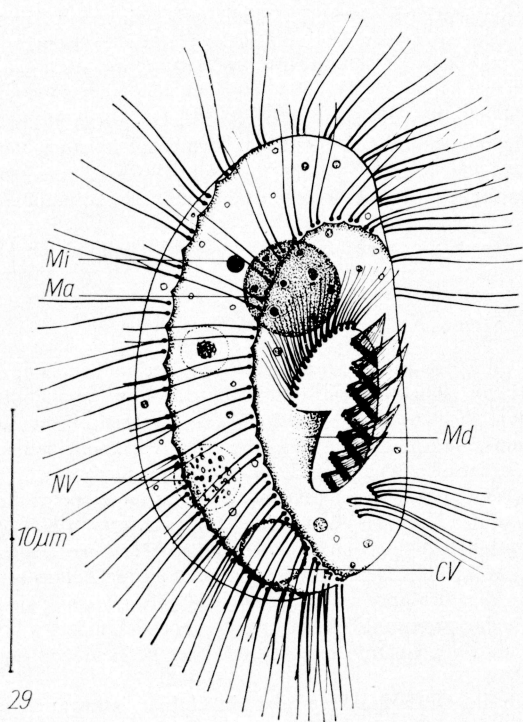


Abb. 29–32. *Kreyella minuta* nov. spec. ventral, seitlich, dorsal und ventral. Kombinierte Zeichnungen nach lebenden und versilberten (trockene Silberimprägnation, Protargol) Tieren.



Empfindlichkeit der Tiere sehr wahrscheinlich, daß sie den Transport oft nicht überlebt haben. Ansonsten war diese winzige Art ein typischer Bestandteil des vagilen Periphytons eines kleinen verkrauteten Tümpels in der „Hexenküche“. Sie ist ein Weidegänger, der in Aufgüssen die Bakterien der Kahlhaut abweidet.

Diskussion: *K. minuta* unterscheidet sich von der einzigen anderen Art dieses Genus, *Kreyella muscicola* (KAHL 1930–35), durch die proximale Furche, die zwei postoralen Kineten, das senkrecht aufgestellte Munddach, die Lage der kontraktilen Vakuole und die Körperform. *K. muscicola* ist meines Wissens bisher nur von PÄTSCH (1974) wiedergefunden worden, die aber keine Beschreibung gab.

Systematische Stellung der Gattung *Kreyella* (KAHL 1930–35): KAHL betonte bereits in seiner kurzen Gattungsbeschreibung, daß es sich bei *Kreyella* wahrscheinlich nur um eine Konvergenzform zu den Microthoracidae handle. Er ließ daher die systematische Stellung der Gattung offen. Neuere Systematiker (CORLISS 1977) haben die Gattung doch zu den Microthoracidae gestellt, von denen sie aber in so vielen Merkmalen abweicht, daß ich mich entschloß, für sie eine eigene Familie zu errichten. Dies erscheint umso mehr berechtigt, als ich auch Gelegenheit gehabt habe, die Gattung *Microdiaphanosoma* (WENZEL 1953) zu untersuchen, deren systematische Stellung bisher unklar war (s. CORLISS 1977), sie gehört auf Grund ihrer Infraciliatur ebenfalls in die neue Familie, die mit einiger Sicherheit in die Unterordnung Microthoracina (JANKOWSKI 1967a) eingeordnet werden kann.

Diagnose der Familie Kreyellidae nov. fam.: Microthoracina mit weichem, verformbaren Körper, ventral durchlaufenden Wimperreihen, charakteristischem gitterförmigen Silberliniensystem, einfacher kontraktiler Vakuole (die für alle anderen Microthoracina so charakteristische Vakuole dicht unterhalb der kontraktilen Vakuole fehlt!) und ohne Trichocysten und Schlundstäbe.

### *Oxytricha fallax* STEIN (1859)

Morphologie: Diese dorso-ventral stark abgeflachte, wenig biegsame Art (Abb. 34) ist in Form und Größe (70–110  $\mu\text{m}$ ) sehr variabel: Es kommen sowohl – schlecht ernährte – Individuen vor, die proximal sich verschmälern (Abb. 33) als auch gut ernährte, die sich hier verbreitern (Abb. 35). Die zwei ovalen Makronucleus-Teile besitzen kleine runde Nucleolen und je einen Mikronucleus in einer kleinen Einbuchtung des Makronucleus. Die kontraktile Vakuole befindet sich links des Cytostoms, die Cytopyge unter den Transversalcirren (s. FOISSNER *et al.* 1974). Das Entoplasma enthält meist viele kleine farblose Granula und zahlreiche Nahrungsvakuolen mit gefressenen *Clamydomonas*, wodurch die Tiere grün erscheinen. Die Bewegung ist im freien Wasser ein rasches Umherschwimmen; an Detritushäufchen zeigen sie die typischen Schreitbewegungen der Hypotrichen.

Das ventrale Kinetom wies die in Abb. 33 gezeichnete Anordnung auf. Es besteht aus 8 (selten 7) Frontalcirren (inclusive des Buccalcirrus), von denen die drei vorderen merkbar verstärkt sind, 4 Ventralcirren, 5–6 kräftigen Transversalcirren (selten 7) und 3–4 Caudalcirren. Die Anzahl der adoralen Membranellen (22–35) und der Marginalcirren (etwa 20) ist dagegen ziemlich variabel und von der Größe des Tieres abhängig (vgl. HASHIMOTO 1962). Die rechte Marginalreihe ist von den Caudalcirren deutlich, die linke weniger deutlich abgesetzt (Abb. 33). Die Caudalcirren können gespreizt werden und sind sehr empfindlich.

Der Aufbau des dorsalen Kinetoms erwies sich als sehr konstant. Es sind 6 Kineten vorhanden, die in Abb. 35 und Taf. III, 4 sichtbaren Verlauf zeigen. Die Dorsalborsten entspringen stets aus dem vorderen Basalkörper eines Paares (vgl. GRIMES & ADLER 1976).

Das Silberliniensystem ist ein das ganze Tier lückenlos umziehendes Engmaschengitter mit einer Maschenweite von 0.8–1.3  $\mu\text{m}$  (Abb. 35, Taf. III, 5).

Ökologie: *O. fallax* ist weltweit verbreitet und findet sich in den verschiedensten Biotopen (s. KAHL 1930–35, REUTER 1961, BUITKAMP 1975, SCHMALL 1976). Im Untersuchungsgebiet trat die Art in zahlreichen stark eutrophen Viehweidetümpeln oft massenhaft auf, was die Einstufung als  $\alpha$ -mesosaprob (s. BICK 1972) bestätigt. Die Nahrung besteht aus Phytoflagellaten, Ciliaten und Bakterien. Ein Vorkommen im Neuston war bisher unbekannt.

Diskussion: Wegen der starken Form- und Größenvariabilität sind von *O. fallax* viele Synonyme bekannt, die bei BORROR (1972) zusammengefaßt sind. Hinsichtlich der genauen Morphologie des ventralen und dorsalen Kinetoms sind die Beschreibungen nicht ganz übereinstimmend. STEIN (1959), KAHL (1930–35), REUTER (1961) und SCHMALL (1976) gaben die Caudalcirren als fehlend an. BUITKAMP (1975), GRIMES (1972) und ich haben diese aber eindeutig festgestellt. Sie gehen während

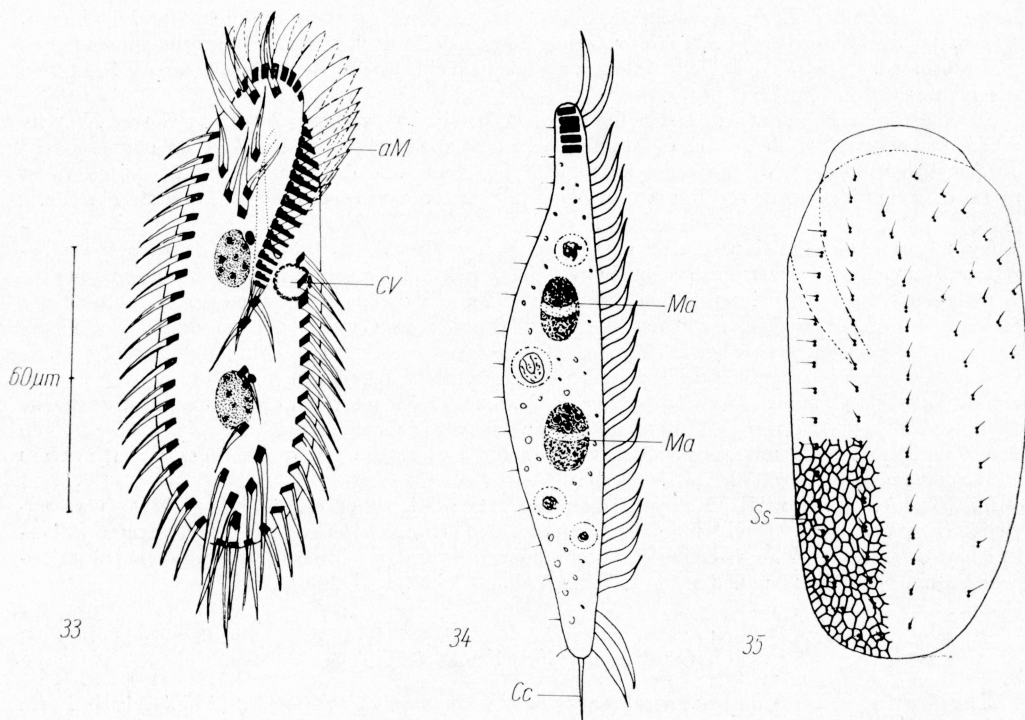


Abb. 33–35. *Oxytricha fallax* ventral, seitlich und dorsal. Kombinierte Zeichnungen nach lebenden und versilberten (nasse Silberimprägnation, Protargol) Individuen

der Morphogenese aus dem dorsalen Kinetom hervor. Weitgehend unbekannt bzw. fehlerhaft dargestellt war bisher auch das dorsale Kinetom. Die einzige genauere Beschreibung fand sich bei GRIMES & ADLER. (1976). Die von den Autoren gegebene graphische Darstellung ist allerdings unrichtig. Aus dem beigegebenen Foto (Abb. 1 in GRIMES & ADLER 1976) erkennt man aber, daß die Anordnung der dorsalen Borstenreihen ganz der von mir festgestellten gleicht (Abb. 35, Taf. III, 4).

## 11. Zusammenfassung

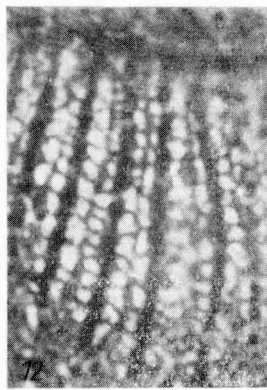
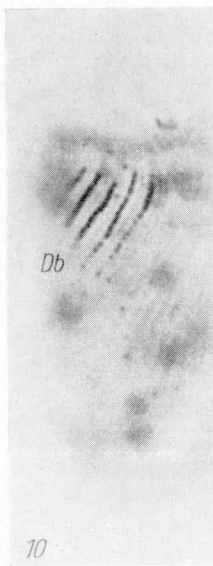
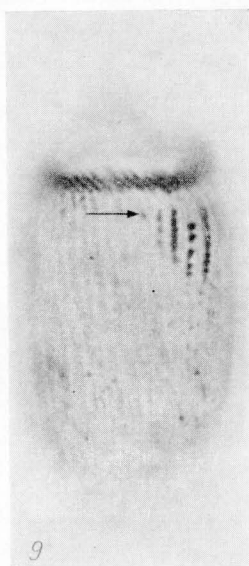
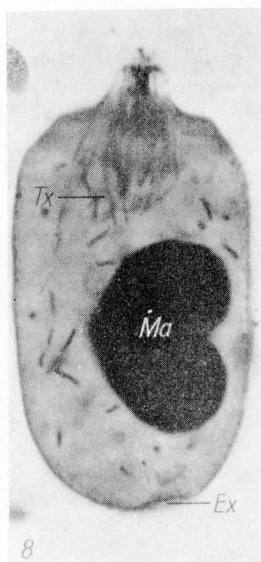
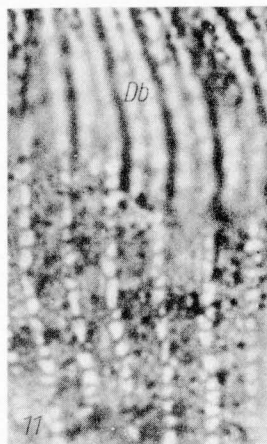
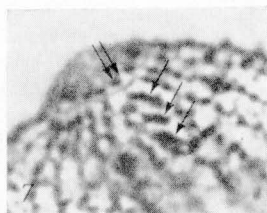
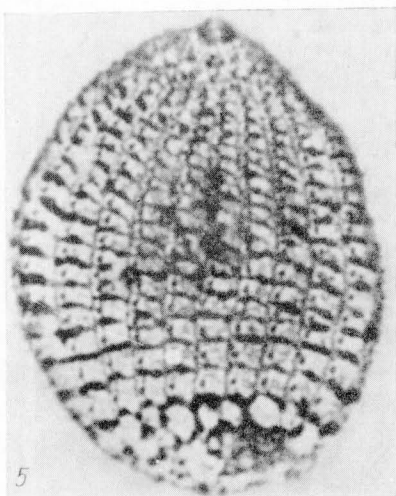
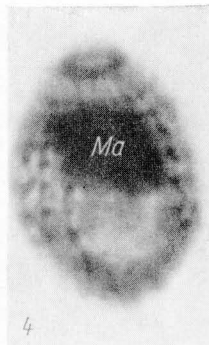
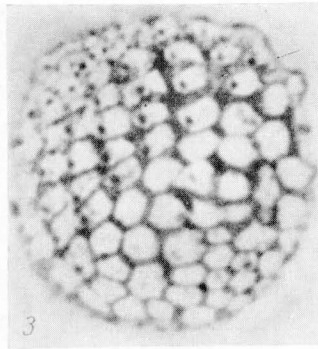
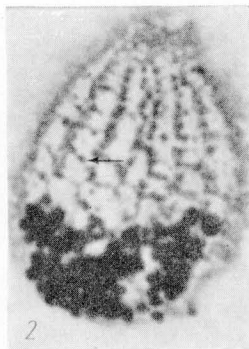
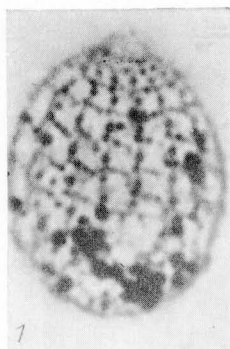
Es wurde die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Neustons von 31 alpinen Tümpeln mit unterschiedlichem Saprobie- und Trophiegrad untersucht. Die Auswertung von 72 Neustonproben ergab, daß Schizomycetes in 100%, Phycomycetes

### Tafel I.

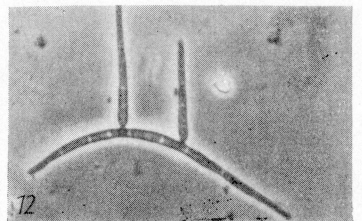
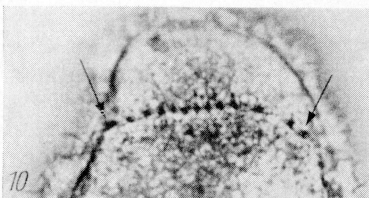
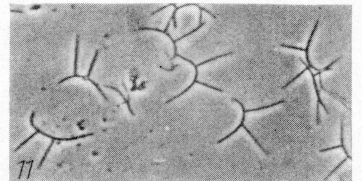
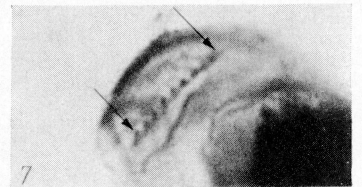
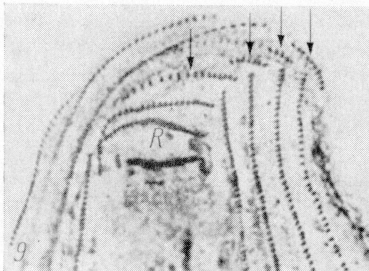
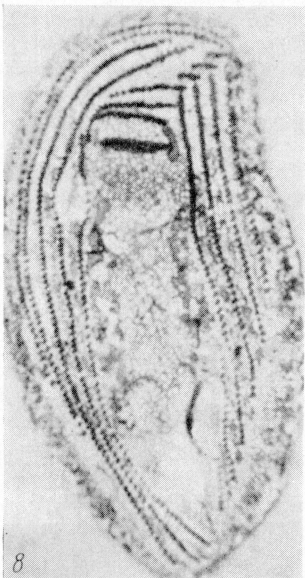
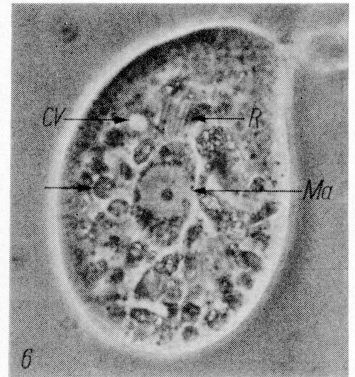
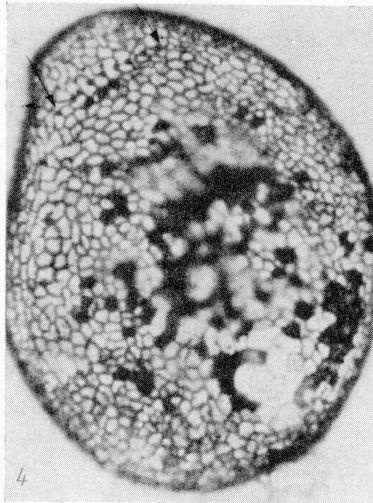
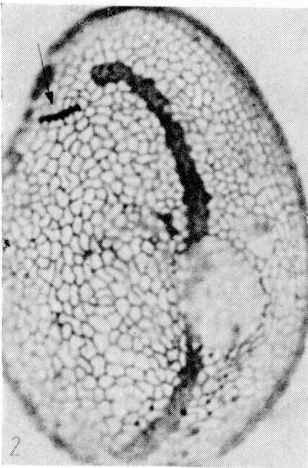
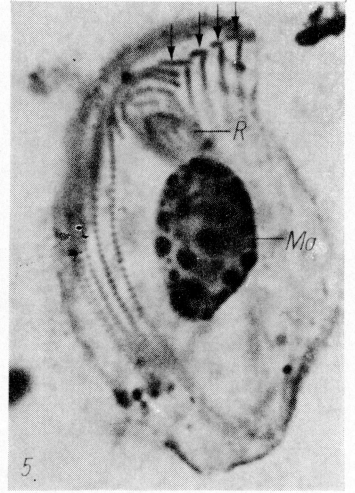
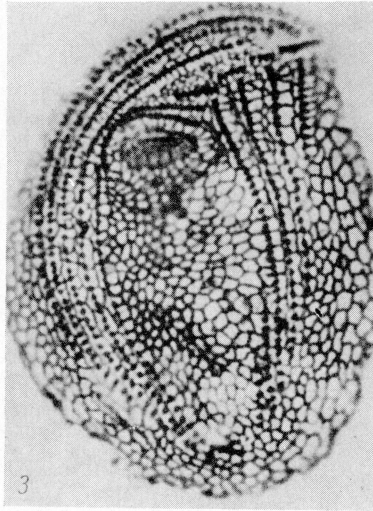
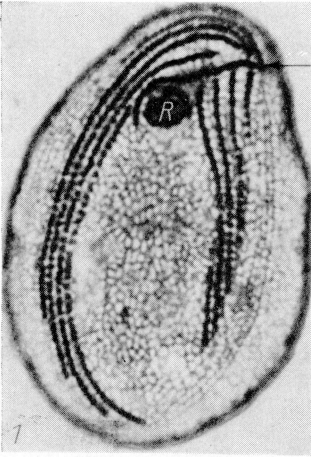
1–4. *Urotricha agilis* nach trockener Silberimprägnation (1–3) und Protargolversilberung (4). Der Pfeil in 2 weist auf einen Relationskörper eines Extrusoms;

5–7. *Urotricha ovata* nach trockener Silberimprägnation. Die drei Pfeile in 7 weisen auf die Dorsalbürste, der Doppelpfeil auf die den Mund umgebenden Basalkörperpaare. 6 zeigt einen Teil des direkt verbindenden Silberliniensystems;

8–12. *Monodinium balbianii* nach Protargolversilberung (8), nasser (9, 10) und trockener (11, 12) Silberimprägnation. Der Pfeil in 9 weist auf die sehr kurze 1. Reihe der Dorsalbürste. Das sehr engmaschige Silberliniensystem (11) ist im Bereich der Dorsalbürste (12) zu weiten Maschen differenziert.









in 87,5%, Phytoflagellata in 68,1%, Cyanophyceae und Ciliata in 41,7%, Zooflagellata in 30,5%, Conjugales in 29,2%, Diatomales in 20,8% und Rhizopoda in 12,5% der Proben nachweisbar waren. Hinsichtlich der Biomasse übertreffen die Phytoflagellata alle anderen Gruppen. Die Schizomycetes und Phycomycetes können daher als permanentes Euneuston, alle anderen Gruppen als transitorisches Aironeuston eingestuft werden (vergl. NAUMANN, 1924b). In den 72 Proben wurden 22 Ciliaten-Arten nachgewiesen, aber nur 7 in mehr als zwei Proben. Diese 7 neustrophilen Arten weisen zwar verschiedene Anpassungen an den Lebensraum Neuston auf, waren aber auch in anderen Biotopen, nämlich Periphyton und Edaphon, häufig zu finden.

Die Zusammensetzung des Neustons ist abhängig vom Grad der organischen Belastung des Gewässers. Gering verunreinigte Tümpel waren durch eine hohe Abundanz der Phycomycetes und eine geringe Abundanz der Schizomycetes, Phytoflagellata und Ciliata gekennzeichnet; saprobe und stark eutrophierte Tümpel wiesen dagegen ein Neuston auf, das reich an Phytoflagellaten und Ciliaten war. Beim Studium der diurnalen Neuston-Sukzession wurde eine lichtabhängige Wanderung des photoautotrophen Heloneustons vom Plankton in das Neuston entdeckt, wodurch die Entwicklung des heterotrophen Neustons, vor allem der Phycomycetes, stark gehemmt wird. Verschiedene Ursachen dieses Phänomens werden diskutiert.

Die Untersuchung der Wirkung verschiedener klimatischer Faktoren zeigte, daß das Neuston durch Starkregen fast völlig zerstört wird. Kräftiger Wind führt dagegen zu einer Anreicherung an dem der Windrichtung entgegengesetzten Ufer. Nach einer Zerstörung des Wasserhäutchens sind die Schizomycetes und Phycomycetes die Primäresiedler.

Ein Vergleich der Besiedlung des Neustons mit Ciliaten im Freiland und in Laboratoriumskulturen zeigte signifikante Unterschiede. Vermutlich bewirkt der abiotische Faktor Sauerstoff die starke Anreicherung der Ciliaten im Oberflächenhäutchen von Laboratoriumskulturen. Es wird darauf hingewiesen, daß hinsichtlich der für Ciliaten wichtigen Lebensbedingungen das Neuston, Periphyton und Edaphon vergleichbar sind.

Im systematischen Teil der Arbeit werden die Morphologie, die Infraciliatur, das Silberliniensystem und die Ökologie von neun im Neuston gefundenen, wenig bekannten Ciliaten-Species beschrieben. Vom Genus *Chilodonella* (s. JANKOWSKI 1967b) werden jene Arten, die mehrere praeroale Kineten besitzen, als eigenes Genus, *Pseudochilodonopsis* nov. gen., abgetrennt. Für *Kreyella minuta* nov. spec. wird auf Grund der besonderen somatischen und oralen Infraciliatur eine neue Familie (Kreyellidae nov. fam.) errichtet, die auch das Genus *Microdiaphanosoma* (WENZEL 1953) einschließt.

### Summary

The qualitative and quantitative composition of the neuston of 31 alpine pools with different degrees of organic pollution was investigated. The analysis of 72 neuston samples showed that Schizomycetes are present in 100%, Phycomycetes in 87.5%,

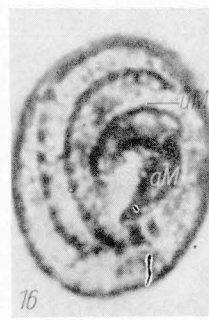
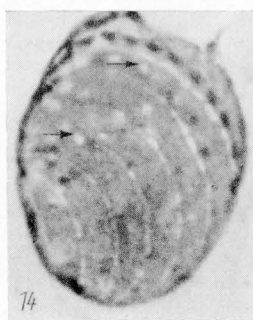
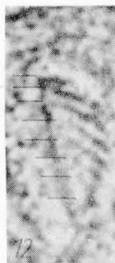
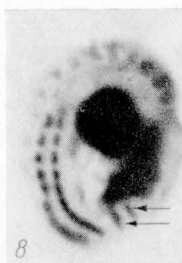
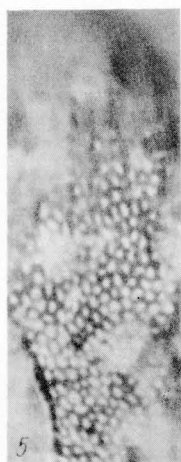
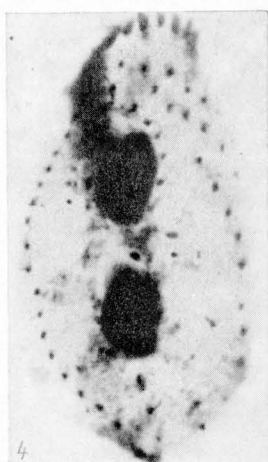
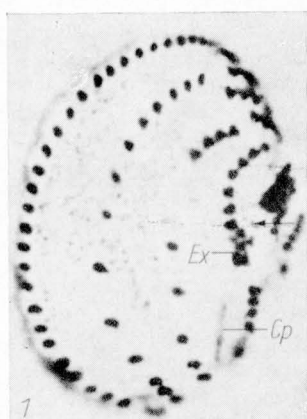
#### Tafel II.

1–2. *Chilodonella uncinata* ventral und dorsal. Der Pfeil in 1 weist auf die praeroale Kinete, der in 2 auf die Dorsalbürste. R Reuse. Trockene Silberimprägation;

3–7. *Pseudochilodonopsis algivora* ventral (3, 5, 6) und dorsal (4, 7). Die Pfeile in 5 weisen auf die vier praeroralen Kineten, die in 4 und 7 auf die Dorsalbürste, der in 6 auf Grünalgen im Endoplasma. Trockene Silberimprägation (3, 4), Protargol (5, 7); und lebend (6)

8–10. *Pseudochilodonopsis piscatoris* ventral (8, 9) und dorsal (10). Die Pfeile in 10 weisen auf die vier praeroralen Kineten, die in 10 auf die Dorsalbürste. Trockene Silberimprägation;

11–12. Neustische Phycomycetes.



Phytoflagellata in 68.1%, Cyanophyceae and Ciliophora in 41.7%, Zooflagellata in 30.5%, Conjugales in 29.2%, Diatomales in 20.8% and Rhizopoda in 12.5% of the samples. Specific neustonic ciliates were not detected, but six species are thought to be neustophilic. The morphology, infraciliature, silverline system and ecology of nine species occurring frequently in the hyponeuston were analyzed. *Pseudochilodonopsis* nov. gen., and a new species, *Kreyella minuta* nov. spec., are described. A new family (Kreyellidae nov. fam.) is established for the genera *Kreyella* (KAHL 1930–35) and *Microdiaphanosoma* (WENZEL 1953).

The composition of the neuston proved to be dependent on the degree of organic pollution. Phytoflagellata and ciliophora dominate in highly eutrophic pools, Phycomycetes in slightly eutrophic ones. Studies on the diurnal neuston succession showed a light-dependent migration of the photoautotrophic heloneuston from the plankton to the surface film. This caused a strong depression of the heterotrophic neuston (Phycomycetes, Schizomycetes). Some reasons are discussed. The surface film is almost completely destroyed by heavy rain, but strong wind causes an enrichment on the shore.

A comparison between the formation of the neuston in natural environments and laboratory cultures showed significant differences. The reasons are discussed with special regard to the ciliates. Probably the abiotic factor, oxygen, causes the strong enrichment of ciliates in the neuston of laboratory cultures. Neuston, periphyton and edaphon provide similar conditions which allow ciliates to survive.

## 12. Danksagung

Die Untersuchungen fanden die dankenswerte Unterstützung des österreichischen MAB-6 Programmes der UNESCO, des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, der Jubiläumsstiftung der österreichischen Nationalbank, der Gesellschaft zur Förderung der Hochschule für Bodenkultur und der Naturkundlichen Station der Stadt Linz.

## 13. Literatur

- AMIES, C. R., 1956: Surface film on swimming pools. — Canad. J. Publ. Health **47**: 93–103.  
 BABENZHEN, H. D., 1966: Untersuchungen zur Mikrobiologie des Neustons. — Verh. Int. Verein. theor. angew. Limnol. **16**: 1503–1511.

### Tafel III.

- 1–3. *Leptopharynx costatus* ventral, dorsal und ventral. Der Pfeil in 1 weist auf das Primordialfeld, die drei in 2 auf die drei praeoralen Kineten, jene in 3 auf die adoralen Membranellen. Trockene Silberimprägation;  
 4–5. *Oxytricha fallax*. Dorsales Kinetom nach Protargolversilberung (4). 5 zeigt einen Ausschnitt des sehr engmaschigen Silberliniensystems nach nasser Versilberung.  
 6–16. *Kreyella minuta*. 6 zeigt konjugierende Tiere, die Pfeile weisen auf die dorsalen Kineten. Die Abbildungen 7–11 zeigen Protargolimprägationen des ventralen Kinetoms, die Pfeile in Abb. 8 und 15 weisen auf die zwei kurzen postoralen Kineten. 12 zeigt die adoralen Membranellen nach trockener Silberimprägation. Dorsale (13, 14) und ventrale (15, 16) Ansichten des Silberliniensystems nach trockener Silberimprägation. Die Pfeile in 13 weisen auf die dorsalen Wimperreihen, die in 14 auf Reste der dorsalen Bewimperung.



- BANSE, K., 1975: Pleuston and neuston: on the categories of organisms in the uppermost pelagial. — Int. Revue ges. Hydrobiol. **60**: 349–447.
- BHATIA, B. L., 1936: Protozoa: Ciliophora. In: R. B. S. SEWELL, (ed.) "The Fauna of British India, including Ceylon and Burma" 493 pp. — Taylor and Francis, London.
- BICK, H., 1957: Beiträge zur ökologie einiger Ciliaten des Saprobiensystems. — Vom Wasser **24**: 224–246.
- 1972: Ciliated Protozoa. — World Health Org., Geneva: 198pp.
- BLOCHMANN, F., 1895: Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. 2. Auflage. — Lucas Gräfe et Sillem, Hamburg: 134pp.
- BORROR, A. C., 1972: Revision of the order Hypotrichida (Ciliophora, Protozoa). — J. Protozool. **19**: 1–23.
- BUTKAMP, U., 1975: Ökologische und taxonomische Untersuchungen an Ciliaten ausgewählter Bodentypen. — Diss. Math.-Nat. Fak. d. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn: 102 pp.
- CORLISS, J. O., 1953: Silver impregnation of ciliate protozoa by the Chatton-Lwoff technic. — Stain Techn. **28**: 97–100.
- 1977: Annotated assignment of families and genera to the orders and classes currently comprising the corlissian scheme of higher classification for the phylum ciliophora. — Trans. Amer. Micros. Soc. **96**: 104–140.
- DEROUX, G., 1976: Le plan cortical des Cyrtophorida unite d'expression et marges de variabilité I. Le cas des Plesiotrichopidae, fam. nov., dans la nouvelle systématique. — Protistologica **12**: 469–481.
- et J. DRAGESCO, 1968: Nouvelles données sur quelques ciliés holotriches cyrtophores a ciliature ventrale. — Protistologica **4**: 365–403.
- DINGFELDER, J. H., 1962: Die Ciliaten vorübergehender Gewässer. — Arch. Protistenk. **105**: 509–658.
- DOBZANSKA-KACZANOWSKA, J., 1963: Comparaison de la morphogenèse des cilies: *Chilodonella uncinata* (EHRBG.), *Allospira paraconexa* sp. n. et *Heliociona scheuteni* (STEIN). — Acta Protozool. **1**, 353–394.
- DRAGESCO, J., et T. NJINE, 1971: Compléments a la connaissance des ciliés libres du Cameroun. — Ann. Fac. Sci. Cameroun **7–8**: 97–140.
- , F. IFTODE et G. FRYD-VERSAVAL, 1974: Contribution a la connaissance de quelques ciliés holotriches rhabdophores I. Prostomiens. — Protistologica **10**: 59–75.
- EHRENBERG, C. G., 1838: Die Infusionsthierehen als vollkommene Organismen. — Leipzig: 612pp.
- ENRIQUES, P., 1907: Die Conjugation und sexuelle Differenzierung der Infusorien. — Arch. Protistenk. **9**: 213–276.
- FABRE-DOMERGUE, P. L., 1888: Recherches anatomiques et physiologiques sur les infusoires cilies. — Ann. Sci. nat. (sér. 7, Zool.) **5**: 1–140.
- FAURÉ-FREMIET, E., 1924: Contribution à la connaissance des infusoires planktoniques. — Bull. biol. France et Belg. Suppl. **6**: 1–171.
- FOISSNER, W., 1976: Erfahrungen mit einer trockenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung argyrophiler Strukturen bei Protisten. — Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien **115**: 68–79.
- and H. SCHIFFMANN, 1974: The cytophyge of ciliata. IV. An experimental study of the ingestion, digestion and defecation in *Oxytricha fallax*. — Acta biol. Acad. Sci. hung. **25**: 61–74.
- FOTT, B., 1954: Ein interessanter Fall der Neustonbildung und deren Bedeutung für die Produktionsbiologie des Teiches. — Preslia (Praha) **26**: 95–104.
- 1971 Algenkunde. 2. Aufl. G. Fischer, Stuttgart: 581pp.
- GAJEWSKAJA, N., 1933: Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Infusorien des Baikalsees. — Zoologica, Stuttgart **32**: 1–298.
- GEITLER, L., 1942: Zur Kenntnis der Bewohner des Oberflächenhäutchens einheimischer Gewässer. — Biol. Gen. **16**: 450–475.
- GELEI, J. v., 1954: Über die Lebensgemeinschaft einiger temporärer Tümpel auf einer Bergwiese im Börzönygebirge (Oberungarn). III. Ciliaten. — Acta Biol. Hung. **5**: 259–343.
- GOLDACRE, R. J., 1949: Surface films on natural bodies of water. — J. Anim. Ecol. **18**: 36–39.
- 1958: Surface films, their collapse on compression, the shapes and sizes of cells and the origin of life. — In: J. F. DANIELLI, Surface Phenomena in Chemistry and Biology. — Pergamon Press, New York and London: 278–298.



- GRIMES, G. W., 1972: Cortical structure in nondividing and cortical morphogenesis in dividing *Oxytricha fallax*. — J. Protozool. **19**: 428–445.
- and J. A. ADLER, 1976: The structure and development of the dorsal bristle complex of *Oxytricha fallax* and *Stylonychia pustulata*. — J. Protozool. **23**: 135–143.
- HASHIMOTO, K., 1962: Relationships between feeding organelles and encystment in *Oxytricha fallax* STEIN. — J. Protozool. **9**: 161–169.
- JANKOWSKI, A. W., 1967a: A new system of ciliate protozoa (Ciliophora). — Akad. Nauk SSSR, Trudy Zool. Inst. **43**: 3–54 (in Russian).
- 1967b: Taxonomy of the genus *Chilodonella* and a new proposed genus *Trithigmostoma* gen. nov. — Zool. J. Acad. Sci. URSS **46**: 1247–1250 (Russian).
- KAHL, A., 1926: Neue und wenig bekannte Formen der holotrichen und heterotrichen Ciliaten. — Arch. Protistenk. **55**: 197–438.
- 1927: Neue und ergänzende Beobachtungen holotricher Ciliaten I. — Arch. Protistenk. **60**: 34–129.
- 1930–35: Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata. — In: F. DAHL, „Die Tierwelt Deutschlands“. G. Fischer, Jena: 886 pp.
- KLEIN, B. M., 1926: Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. — Arch. Protistenk. **56**: 243–279.
- 1927: Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Ihr Verhalten während Teilung und Konjugation, neue Silberbilder, Nachträge. — Arch. Protistenk. **58**: 55–142.
- 1942: Das Silberlinien- oder neuroformative System der Ciliaten. — Ann. Naturhist. Museums Wien **53**: 156–336.
- KRÜGER, F., 1936: Die Trichocysten der Ciliaten im Dunkelfeldbild. — Zoologica, Stuttgart **34**: 1–83.
- LEVANDER, K. M., 1900: Zur Kenntnis des Lebens in den stehenden Kleingewässern auf den Skäreninseln. — Acta Soc. Fauna et Flora Fenn., Helsingfors **18**: 1–107.
- LÓPEZ-OCOTERENA, E., 1965: Ciliados mesosaprobicos de Chapultepec (Sistematica, morfologia, ecologia). — Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. **26**: 115–246.
- MCDUGALL, M. S., 1936: Etude cytologique de trois espèces du genre *Chilodonella* STRAND. Morphologie, conjugaison, reorganisation. — Bull. biol. France et Belg. **70**: 308–331.
- MERCK, E., 1972: Die Untersuchung von Wasser. 5. Auflage. — E. MERCK AG, Darmstadt, 115 pp.
- MERMOD, G., 1914: Recherches sur la faune infusoriennes des tourbières et des eaux voisines de Sainte-Croix (Jura vaudois). — Rev. suisse Zool. **22**: 31–114.
- MIGALA, K., 1970: Investigation into external parasites of carp (*Cyprinus carpio* L.) under conditions of intensified pond production. Protozoa. — Roczniki Nauk Rolniczych **92**: 49–72.
- and S. L. KAZUBSKI, 1972: Occurrence of nonspecific ciliates on carps (*Cyprinus carpio* L.) in winter ponds. — Acta Protozool. **9**: 329–338.
- MOLISCH, H., 1901: Über den Goldglanz von *Chromophyton Rosanoffi*. — Wiener Akad. **110**: 354 bis 363.
- NAUMANN, E., 1917: Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons. II. Über das Neuston des Süßwassers. — Biol. Zentralbl. **37**: 98–107.
- 1921: Untersuchungen über das Verteilungsproblem des limnischen Biosestons. — Kgl. Svenska Vetenskapsak. Handlingar **61**: 1–28.
- 1922: Die Sestonfärbungen des Süßwassers. — Arch. Hydrobiol. **13**: 647–692.
- 1924a: Quantitative Untersuchungen über die Organismenformation der Wasseroberfläche. — Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr. **12**: 215–218.
- 1924b: Über einige Begriffe der Sestonkunde. — Lunds Univ. Arsskr. N. F. **20**: 1–15.
- 1924c: Notizen zur Biologie der Süßwasseralgen III. Ein vegetationsfärbendes Neuston aus *Euglena flava* DANG. — Arkiv Bot. **19**: 1–7.
- PASCHER, A., 1942: Über einige mit Schwimmschirmchen versehene Organismen der Wasseroberfläche. — Beih. Bot. Zentralbl. **61**: 462–487.
- PÄTSCH, B., 1974: Die Aufwuchsciliaten des Naturlehrparks Haus Wildenrath. — Arb. Inst. Landwirtsch. Zool. und Bienenk. Univ. Bonn **1**: 1–82.
- PENARD, E., 1922: Études sur les infusoires d'eau douce. — Genève, Georg: 331 pp.
- PRELLE, A., 1961: Contribution à l'étude de *Leptopharynx costatus* (Mermod) (Infusoire Cilié). — Bull. Biol. France Belg. **95**: 732–752.
- et P. AGUESSE, 1967: Ultrastructure des trichocystes du cilié holotriche *Leptopharynx costatus* (MERMOD, 1914). — Bull. Soc. Zool. France **93**: 479–485.

- PUYTORAC, P. de, et J. GRAIN 1972: Bactéries intramitochondriales et particularités de l'ultrastructure cytotomo-pharyngienne chez le cilié *Urotricha ovata* KAHL. — C. R. Soc. Biol. **166**: 604 bis 606.
- RAPOPORT, E. H., and L. SANCHEZ, 1963: On the epineuston or the superaquatic fauna. — *Oikos* **14**: 96–109.
- REUTER, J., 1961: Einige faunistische und ökologische Beobachtungen über Felsentümpel-Ziliaten. — *Acta Zool. Fenn.* **99**: 5–42.
- RIEDER, N., 1971: Elektronenmikroskopische Untersuchungen an *Didinium nasutum* O. F. MÜLLER (Ciliata, Gymnostomata) in Interphase und Teilung. — *Forma et Functio* **4**: 36–86.
- RYLOV, W. M., 1925: Über das Neuston in einem Teiche der Umgebung von Alt-Peterhof (Gouv. Petersburg). — *Arch. Hydrobiol.* **15**: 497–508.
- 1929: Anleitung zur Untersuchung des Limmoneustons. — In: E. ABDERHALDEN „Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden“ — Abt. **IX** (2), 2. Hälfte: 1385–1419.
- SCHMALL, G., 1976: Organismenbesiedlung und Stoffhaushalt von schwefelwasserstoffhaltigen Modellökosystemen. — Diplomarb. Math. — Nat. Fak. d. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Univ. Bonn: 89 pp.
- SCHEWIAKOFF, W., 1889: Beiträge zur Kenntnis der holotrichen Ciliaten. — *Bibliotheca Zoologica* **5**: 1–77.
- ŠRÁMEK-HUŠEK, R., 1954: Neue und wenig bekannte Ciliaten aus der Tschechoslowakei und ihre Stellung im Saprobiensystem. — *Arch. Protistenk.* **100**: 246–267.
- STARMACH, K., 1939: Über einen Fall der Neustönfärbung in einem Teiche der Fischereiversuchstation in Mydlniki bei Kraków. — *Acta Soc. Bot. Pol.* **16**: 127–152.
- STEIN, F., 1859–1867: Der Organismus der Infusionsthier nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. I. und II. Teil. — Leipzig, Engelmann: 206 + 355 pp.
- STOKES, A. C., 1888: A preliminary contribution towards a history of the fresh-water infusoria of the United States. — *J. Trenton nat. hist. Soc.* **1**: 71–344.
- TUFFRAU, M., 1965: Le phototropisme chez les Protozoaires. Revue des données essentielles résultant des principaux travaux. — *Ann. Biol.* **4**: 267–281.
- VALKANOV, A., 1963a: *Arnaudovia hyponeustonica* n. g. n. sp. Ein hochspezialisierter tierfangender Wasserpilz. — *Arch. Protistenk.* **106**: 553–564.
- 1963b: Über zwei hyponeustische *Polyphagus*-Arten. — *Arch. Protistenk.* **106**: 565–568.
- 1968: Das Neuston. — *Limnologia* **2**: 381–403.
- WANG, C. C., and D. NIE, 1935: Report on the rare and new species of freshwater infusoria II. — *Sinensia* **6**: 399–524.
- WENZEL, F., 1953: Die Ciliaten der Moosrasen trockener Standorte. — *Arch. Protistenk.* **99**: 70–141.
- WILBERT, N., 1975: Eine verbesserte Technik der Protargolimprägation für Ciliaten. — *Mikrokosmos* **6**: 171–179.
- WOLF, E., 1908: Die Wasserblüte als wichtiger Faktor im Kreislauf des organischen Lebens. — *Ber. Senkenberg. Naturforsch. Ges. Frankfurt am Main*: 57–75.
- WORONIN, M., 1880: *Chromophyton Rosanoffi*. — *Bot. Zeitung* **38**: 625–631, 641–648.

Dr. WILHELM FOISSNER  
 Zoologisches Institut der Universität Salzburg  
 Akademiestr. 26  
 A-5020 Salzburg, Austria