

**TAXONOMIE UND ÖKOLOGIE DER CILIATEN UND TESTACEEN  
(PROTOZOA) VON ALMWEIDEN UND SCHIPISTEN  
IM GASTEINER TAL (SALZBURG)**

DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades  
an der Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der  
Universität Salzburg

eingereicht von  
Helmut BERGER  
Salzburg 1985

-II-

Meinen Eltern gewidmet

Für die Stellung und die Betreuung des Themas bin ich Herrn Univ.-Prof. Dr. Hans ADAM, dem Vorstand des Institutes für Zoologie der Universität Salzburg, zu besonderem Dank verpflichtet.

Herrn Univ.-Doz. Dr. Wilhelm FOISSNER danke ich für die ausgezeichnete fachliche Betreuung, für die Bereitstellung von Literatur und für die Durchsicht des Manuskripts.

Die Arbeit wurde mit dankenswerter finanzieller Unterstützung des MaB-6 Programms der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und des Forschungsinstitutes Gastein-Tauernregion in den Laboratorien des Institutes für Zoologie der Universität Salzburg durchgeführt.

Herrn Univ.-Doz. Dr. Thomas PEER vom Institut für Botanik der Universität Salzburg danke ich für die Bodenanalysen.

Frau Elisabeth RIEDL danke ich herzlich für ihre ausdauernde Hilfe bei den Literaturarbeiten. Für die sorgfältige photographische Ausarbeitung danke ich Frau Karin ANRATHER.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Material und Methoden	3
2.1. Material und Methoden zur Taxonomie der Ciliaten	3
2.1.1. Fundorte der untersuchten Populationen, Kultur-, Färbe- und Imprägnationsverfahren	3
2.1.2. Biometrische Untersuchungen	3
2.2. Material und Methoden zur Ökologie der Testaceen und Ciliaten	7
2.2.1. Standortbeschreibung	7
2.2.2. Profilbeschreibungen	7
2.2.2.1. Almweide	7
2.2.2.2. Schipiste	9
2.2.3. Verdichtungskammern	9
2.2.4. Schneesement	11
2.2.5. Biosol	12
2.2.6. Untersuchungsmethoden	12
2.2.7. Statistische Auswertung	13
3. Morphologie, Morphogenese und Biometrie einiger neuer und wenig bekannter Ciliaten	14
<u>Pseudoholophrya terricola</u> nov. gen., nov. spec.	15
<u>Enchelyodon nodosa</u> nov. spec.	19
<u>Enchelys multinucleata</u> (DRAGESCO et DRAGESCO-KERNEIS, 1979) nov. comb.	26
<u>Fuscheria terricola</u> nov. spec.	29

<u>Phialina binucleata</u> nov. spec.	37
<u>Protospathidium serpens</u> (KAHL, 1930)	40
<u>Spathidium muscicola</u> KAHL, 1930	44
<u>Spathidium muscorum</u> DRAGESCO et DRAGESCO-KERNEIS, 1979	46
<u>Telotrochidium cylindricum</u> FOISSNER, 1978	54
<u>Parakahliella macrostoma</u> (FOISSNER, 1982) nov. gen.	56
<u>Histriculus muscorum</u> (KAHL, 1932)	66
<u>Pseudokahliella</u> nov. gen.	86
<u>Tachysoma hyalina</u> nov. spec.	87
<u>Tachysoma perisincirra</u> HEMBERGER, 1984	91
4. Ergebnisse der Ökologischen Untersuchungen	96
4.1. Experimentelle Studien zur Wirkung der Bodenverdichtung auf die Struktur der Testaceen- und Ciliatenzönose	96
4.1.1. Abiotische Faktoren und Vegetation	96
4.1.2. Testaceen	96
4.1.3. Ciliaten	105
4.1.4. Rotatorien, Nematoden	108
4.2. Einfluß des Schneesementes (Ammoniumsulfat) auf die Struktur und Dynamik der Testaceen-, Ciliaten- und Nematodenzönose	108
4.2.1. Abiotische Faktoren und Vegetation	108
4.2.2. Testaceen	110
4.2.3. Ciliaten	111
4.2.4. Rotatorien, Nematoden	111
4.3. Wirkung von Biosol auf die Testaceen-, Ciliaten- und Nematodenzönose einer Schipiste	116

5. Diskussion	118
5.1. Bodenverdichtung	118
5.2. Schneesement (Ammoniumsulfat)	122
5.3. Biosol	125
6. Zusammenfassung, Abstract	127
7. Literaturverzeichnis	134
Anhang A: Programm zur Berechnung von $\bar{x}$ , $s$ , $s_{\bar{x}}$ , $V$ , $\text{Min}$ , $\text{Max}$ , $M$ und $D_{\text{max}}$ . Geeignet für TI-59 von Texas Instruments	147
Anhang B: NNSDC-Methode zur Feststellung der geographischen Variabilität am Beispiel von <u>H</u> <u>i</u> <u>s</u> <u>t</u> <u>r</u> <u>i</u> <u>c</u> <u>u</u> <u>l</u> <u>u</u> <u>s</u> <u>m</u> <u>u</u> <u>s</u> <u>c</u> <u>o</u> <u>r</u> <u>n</u>	155
Lebenslauf	159

## 1. EINLEITUNG

Der rasche Anstieg des Sommer- und Wintertourismus in den letzten zwei Jahrzehnten führt in den Gebirgsregionen nicht nur zu einem wirtschaftlichen Aufschwung, sondern verursacht auch eine Reihe schwieriger und ernstzunehmender Probleme. Daher werden seit einigen Jahren intensive wissenschaftliche Untersuchungen an alpinen Ökosystemen durchgeführt (CERNUSCA, 1978; FRANZ, 1979). Im Vordergrund stehen dabei besonders qualitative und quantitative Veränderungen die durch den Schisport hervorgerufen werden (CERNUSCA, 1977; SPATZ, 1978; KÖCK und SCHNITZER, 1980; SCHÖNTHALER, 1980; FOISSNER, 1981a; HOFMANN und PFITSCHER, 1982; BADANY und SCHÖNTHALER, 1983; BEHAN, 1983). FOISSNER und ADAM (1980), LAMINGER, GEISLER-MORODER, SIESS, SPISS und SPISS (1980) und FOISSNER, FRANZ und ADAM (1982) stellen beträchtliche Unterschiede zwischen den Testaceen- und Ciliatenzönosen von unbeeinflussten Almweiden und planierten Schipisten fest, ohne sie aber auf definierte Veränderungen des abiotischen Faktorengefüges zurückführen zu können. Sie vermuten jedoch unter anderem, daß daran die durch die Pistenplanierung, die mechanische Pistenpräparation und die

Schibefahrung verursachte Bodenverdichtung und die chemische Pistenpräparation beteiligt sind. Die Bodenverdichtung ist aber auch in der Land- und Forstwirtschaft, wo die Tendenz besteht immer schwerere Maschinen einzusetzen, zu einem großen Problem geworden (HARTGE und SOMMER, 1979; BLACKWELL und SOANE, 1981; HEBERT, 1982; KUIPERS, 1982; PETELKAU und SEIDEL, 1982; SOANE, 1982; HILDEBRAND, 1983). Untersuchungen von ADAMS, ENDO, STOLZY, ROWLANDS und JOHNSON (1982), ADAMS, STOLZY, ENDO, ROWLANDS und JOHNSON (1982) und CANARACHE, COLIBAS, COLIBAS, HOROBEANU, PATRU, SIMOTA und TRANDAFIRESCU (1984) zeigen deutlich, daß sich eine Erhöhung der Lagerungsdichte ertragsmindernd auswirkt. Um den Einfluß der Bodenverdichtung und des Schneesments (Stickstoffdünger) auf das Microedaphon zu analysieren, führte ich experimentelle Freilanduntersuchungen durch. Außerdem wird noch über die Wirkung von Biosol (einem organischen Dünger, der mit gutem Erfolg bei der Hochlagenbegrünung eingesetzt wird; KÖCK und HOLAUS, 1981; NASCHBERGER und KÖCK, 1983) auf die Protozoen berichtet.

Dem ökologischen Teil dieser Arbeit geht ein taxonomischer Abschnitt voraus, in dem einige neue und wenig bekannte Ciliaten-Arten, hauptsächlich aus alpinen Böden beschrieben werden. Besonderer Wert wurde dabei auf die Erfassung des Lebendaspekts gelegt, da dieser für ökologische Untersuchungen von besonderer Bedeutung ist. Von einigen Arten konnte auch die Teilung und die geographische Variabilität näher untersucht werden. Der taxonomische Teil ist ein Beitrag zu der von FOISSNER (1980a, 1981bc, 1982, 1984), FOISSNER und ADAM (1983a) und FOISSNER, ADAM und FOISSNER (1982ab) durchgeführten Inventarisierung der Ciliaten aus österreichischen Böden.

Der überwiegende Teil dieser Dissertation wurde bereits veröffentlicht (BERGER, FOISSNER und ADAM, 1983ab, 1984, 1985abc).



## 2. MATERIAL UND METHODEN

### 2.1. Material und Methoden zur Taxonomie der Ciliaten

#### 2.1.1. Fundorte der untersuchten Populationen, Kultur-, Färbe- und Imprägnationsverfahren

Die Fundorte der untersuchten Populationen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Spathidium muscorum wurde in Eau de Volvic kultiviert. Hefe und eine Art der Tetrahymena pyriformis Gruppe dienten als Nahrung. Die Population 4 von Histiculus muscorum züchtete ich in einer Erdabkochung mit luftgetrocknetem Hühnereidotter und Colpoda aspera als Nahrung. Die Kultur aller übrigen Populationen erfolgte nach der Methode von FOISSNER (1982).

Folgende Färbe- und Imprägnationsverfahren wurden verwendet: Methylgrün-Pyronin (FOISSNER, 1979), Protargolimprägation (FOISSNER, 1982), nasse und trockene Silberimprägation (CORLISS, 1953; FOISSNER, 1976) und Silberkarbonatimprägation (FERNANDEZ-GALIANO, 1976).

#### 2.1.2. Biometrische Untersuchungen

Alle Zählungen und Messungen wurden bei 1250-facher Vergrößerung durchgeführt (1 Okulareinheit = 1µm). Den Vorschlägen von BERGER (1978) und FOISSNER (1982) entsprechend werden folgende Stichprobenkennwerte angegeben: arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ), Median (M), Standardabweichung (s), Standardfehler des arithmetischen Mittels ( $s_{\bar{x}}$ ), Variationskoeffizient (V) in %, kleinster Wert der Stichprobe (Min), größter Wert der Stichprobe (Max), Stichprobenumfang (n). Sämtliche Verfahren zur Berechnung dieser Statistiken folgen SOKAL und ROHLF (1981). Eine Korrektur der Standardabweichung nach GURLAND und TRIPATHI (1971) wurde nicht durchgeführt, da sie nur bei sehr kleinen Stichprobenumfängen

Tabelle 1. Fundorte der untersuchten Populationen

Species	Datum	F u n d o r t	Meereshöhe (m)
<u>Enchelyodon nodosa</u>			
Population 1, Typus	29.10.1982	Wiese in der Nähe des Apetloner Hofes, Randbereich der Großen Lacke, Seewinkel, Burgenland	115
Population 2	23.4.1981	Haitzing Alm, Bad Hofgastein, Salzburg	1750
<u>Enchelys multinucleata</u>	7.9.1981	planierte Schipiste im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1950
<u>Fuscheria terricola</u>			
Population 1	5.9.1980	Au bei Grafenwörth, Niederösterreich	150
Population 2	15.9.1980	planierte Schipiste im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1950
<u>Histiculus muscorum</u>			
Population 1	9.6.1978	Wald im Guttal, Glocknergebiet, Kärnten	1900
Population 2	23.10.1980	planierte Schipiste im Schloßalmgebiet	1950
Population 3	29.7.1981	Almweide im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1964
Population 4	3.7.1982	Almweide im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1964
<u>Parakahliella macrostoma</u>	11.8.1982	planierte Schipiste im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1950
<u>Phialina binucleata</u>	23.10.1980	Haitzing Alm, Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1750
<u>Protospathidium serpens</u>	2.11.1982	Buchenwald in der Nähe der Brunnalm, Hagengebirge, Salzburg	1360
<u>Pseudoholophrya terricola</u>			
Population 1, Typus	23.10.1980	planierte Schipiste im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1950
Population 2	21.11.1980	Mischwald bei Baumgarten, Niederösterreich	260
<u>Spathidium muscicola</u>	12.10.1982	experimentell verdichteter Almweideboden, Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1965
<u>Spathidium muscorum</u>	5.7.1981	Almweide im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1965

Tabelle 1. Fortsetzung.

Species	Datum	F u n d o r t	Meereshöhe (m)
<u>Tachysoma hyalina</u>	17.6.1982	Erlenbestand am Stubnerkogel, Bad Gastein, Salzburg	1780
<u>Tachysoma perisincirra</u>	6.10.1982	experimentell verdichteter Almweideboden, Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1965
<u>Telotrochidium cylindricum</u>	24.10.1980	planierte Schipiste im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg	1950

( $n < 10$ ) von Bedeutung ist. Der Variationskoeffizient  $V$  errechnet sich nach der Formel  $V = s/\bar{x} \times 100$  (%). Da sein Maximum  $\sqrt{n} \times 100$  beträgt, erhält man durch die Division von  $V/\sqrt{n}$  den "relativen Variationskoeffizienten  $V_r$ " der die Werte  $0\% \leq V_r \leq 100\%$  annehmen kann (SACHS, 1984).

Die Berechnungen wurden mit dem programmierbaren Taschenrechner TI-59 von Texas Instruments durchgeführt. Zu diesem Zweck erstellte ich ein Programm, das die oben angeführten Kennwerte und  $D_{max}$ , die Teststatistik des KOLMOGOROV-SMIRNOV Anpassungstests, berechnet (Anhang A). Dieser Test wurde zur Prüfung auf Normalverteilung verwendet (SOKAL und ROHLF, 1981), als kritische Werte dienten jene von LILLIEFORS (1967) (Anhang A). Der Vergleich einzelner Merkmale von 2 Populationen erfolgte mit dem t-Test (bei normalverteilten Daten) oder mit dem parameterfreien KOLMOGOROV-SMIRNOV 2 Stichprobentest. Um einen Einzelwert mit dem Mittelwert einer Stichprobe zu vergleichen verwendete ich einen modifizierten t-Test (SOKAL und ROHLF, 1981). Als verteilungsfreies Abhängigkeitsmaß diente der Rangkorrelationskoeffizient von SPEARMAN (SACHS, 1984).

Die einzelnen Merkmale der 4 Populationen von H.muscorum wurden mit dem parameterfreien multiplen Test nach NEMENYI

verglichen (SACHS, 1984). Die Ergebnisse für 29 Merkmale sind in der rechten Spalte von Tabelle 12 dargestellt. Zur Feststellung der geographischen Variabilität addierte ich die Anzahl der nicht signifikant verschiedenen Merkmale (Number of Not Significantly Different Characters; NNSDC) für jedes Populationspaar und drei Signifikanzniveaus. Diese Werte wurden in Prozente (29 = 100% = vollständige phänetische Ähnlichkeit) umgewandelt. Die Phänogramme wurden mit der UPGMA Methode (Unweighted Pair-Group Method with arithmetic Averages) konstruiert (SNEATH und SOKAL, 1973). Die NNSDC Methode wird im Anhang B ausführlich beschrieben. Das selbe Datenmaterial von H. muscorum wurde auch zur Berechnung des "Coefficeint of Racial Likeness" (C. R. L.) verwendet (PEARSON, 1926; SNEATH und SOKAL, 1973).

$$C. R. L. = \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{(\bar{x}_{iJ} - \bar{x}_{iK})^2}{(s_{iJ}^2/t_J) + (s_{iK}^2/t_K)} \right) \right]^{1/2} - \frac{2}{n}$$

i... i-tes Merkmal

J... Population J

K... Population K

n... Anzahl der Merkmale

$s_{iJ}^2, s_{iK}^2$ ... Varianz des i-ten Merkmals von Population J bzw. K

$t_J, t_K$ ... Stichprobenumfang von Population J bzw. K und Merkmal i

$\bar{x}_{iJ}, \bar{x}_{iK}$ ... Mittelwert des i-ten Merkmals der Population J bzw. K

Dieser Koeffizient wurde gegenüber der "Taxonomischen Distanz" bevorzugt, da er skalunenabhängig ist und auch die Varianzen der Variablen berücksichtigt (ATCHLEY, NORDHEIM, GUNSETT und CRUMP, 1982). Das Phänogramm konstruierte ich ebenfalls mit der UPGMA Methode, die nach ROHLF und SOKAL (1981a) die Werte der Originalmatrix am besten wiedergibt. Ein Maß für die Güte der Cluster-Methode ist der "cophenetic correlation coefficient", der die Korrelation zwischen der

Originalmatrix und der kophänetischen Matrix angibt (FARRIS, 1969; SNEATH und SOKAL, 1973).

## 2.2. Material und Methoden zur Ökologie der Testaceen und Ciliaten

### 2.2.1. Standortbeschreibung

Die Experimente zum Einfluß der Bodenverdichtung und des Schneezements wurden in den Vegetationsperioden der Jahre 1982 und 1983 auf der von CERNUSCA (pers. Mitt.) gewählten Referenzfläche im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg ca. 150m westlich der Hamburgerhütte durchgeführt (Abb. 1; Untersuchungsfläche 11). Es handelt sich um eine weitgehend unbeeinflusste Almweide in ca. 1965m Meereshöhe.

In der Vegetationsperiode des Jahres 1983 wurde die rechte obere, mit Biosol gedüngte Parzelle der rechten Versuchsfläche 5 von SCHÜNTHALER (1983) mit der unbehandelten Schipiste verglichen (Abb. 1; Untersuchungsfläche 4).

### 2.2.2. Profilbeschreibungen

#### 2.2.2.1. Almweide

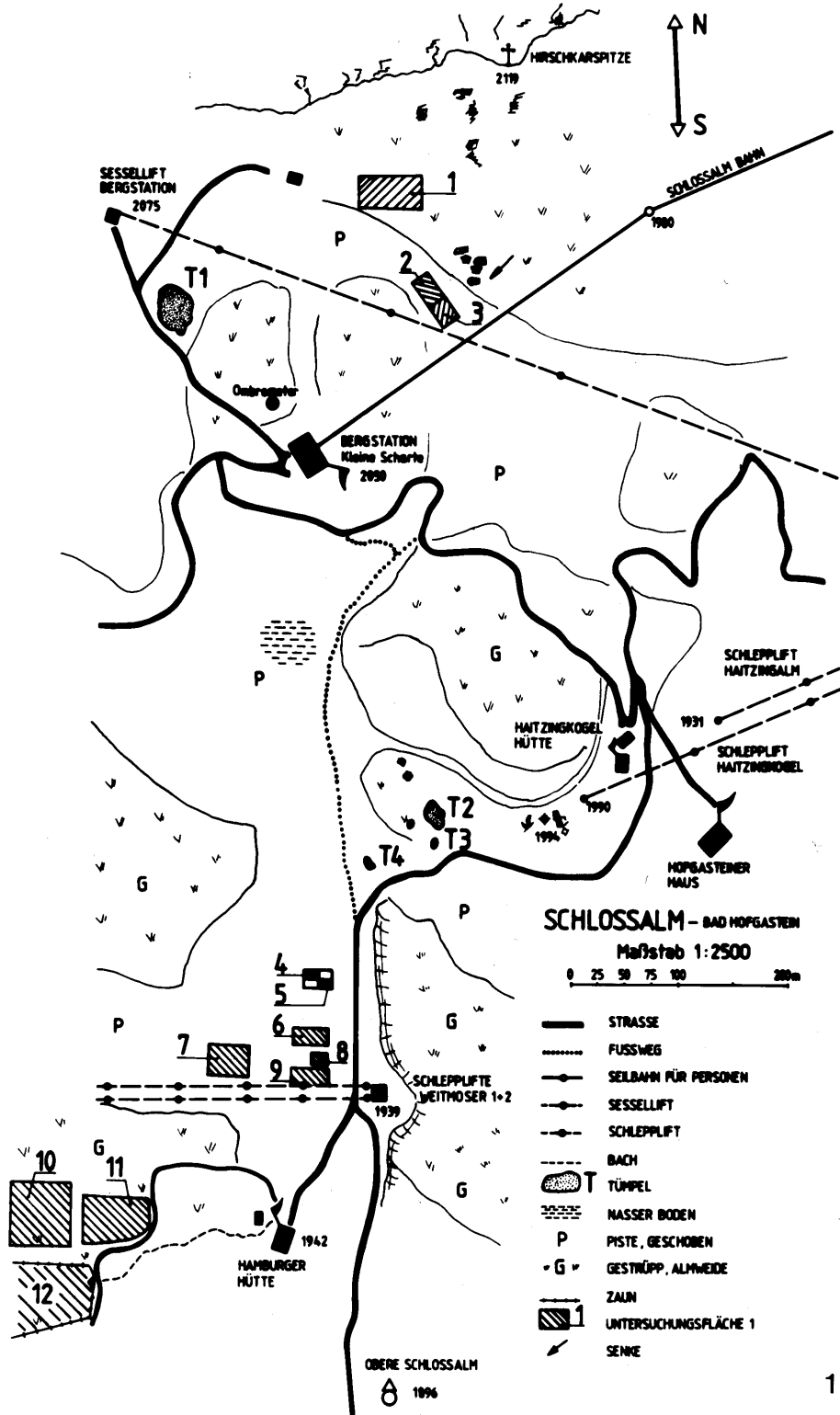
Weiderasenmosaik mit Zwergstrauchbüschen, 1965m, E, 10-15°, Glimmerschiefer, Phyllit, "Kolluvial überprägte, tiefgründige, podsolige Braunerde".

$O_f/A_h$       0 - 4cm: humusreicher Mineralbodenhorizont mit mehr oder minder mächtigen (je nach Vegetationsbedeckung) Rohhumusauflagen, intensiv durchwurzelt, krümelig, gut porös, mäßig dicht - dicht, mullartiger Moder,

---

Abb. 1. Lageplan des Untersuchungsgebietes. Nach einem Luftbild gezeichnet.

Fig. 1. Position of the study sites. Drawn after an air photograph.



- 10 YR 2/3, kein Kalkgehalt, absetzend.
- E 4 - 14cm: Eluvialhorizont, stark sandiger Schluff, schwach blockig - körnig, gut porös, mäßig dicht, gut durchwurzelt, 10 YR 4/2 - 4/3, kein Kalkgehalt, übergehend.
- B<sub>v</sub>/K 14 - 84cm: kolluvial überprägter Verwitterungshorizont, sandig-lehmiger Schluff, schwach blockig, mäßig dicht, hoher Skelettanteil, Sandlinsen, vereinzelt Humusflecken, einzelne Fe-Konkretionen, kaum durchwurzelt, 10 YR 4/4 - 3/4, kein Kalkgehalt; Material insgesamt sehr inhomogen und marmoriert.

#### 2.2.2.2. Schipiste

Schipiste mit lückenhafter Grasnarbe, 1940m, E, 10°, Planierungsmaterial, "Rohboden".

- A<sub>h</sub> 0 - 1cm: mäßig humusreicher Mineralbodenhorizont, Moder, krümelig, gut porös, intensiv durchwurzelt, 10YR 3/3, absetzend.
- B<sub>v</sub>/K 1 - 3cm: unsortiertes Mischmaterial, stark sandiger Schluff mit hohem Skelettanteil, grobblockig - körnig, mäßig dicht, kaum durchwurzelt, 10 YR 4/2 - 4/3.

#### 2.2.3. Verdichtungskammern

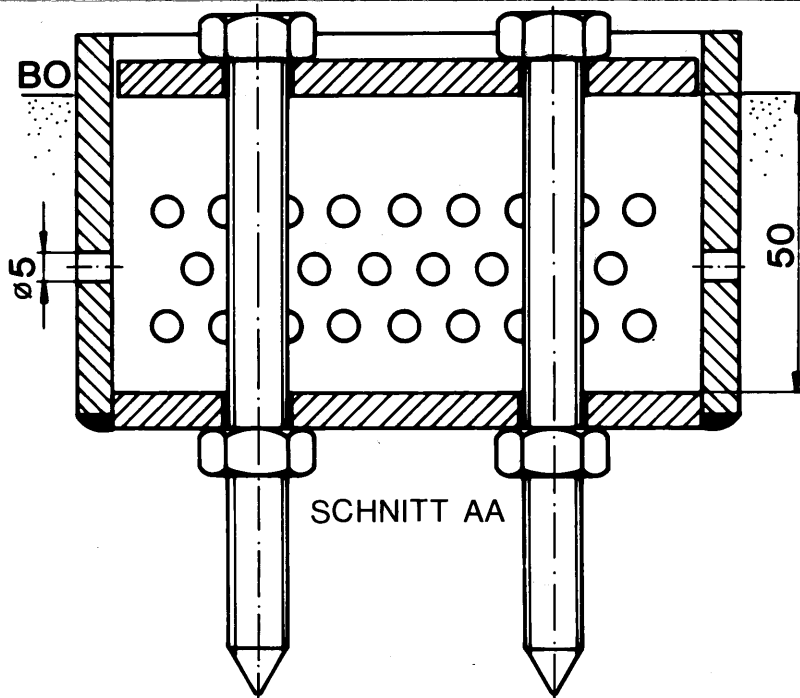
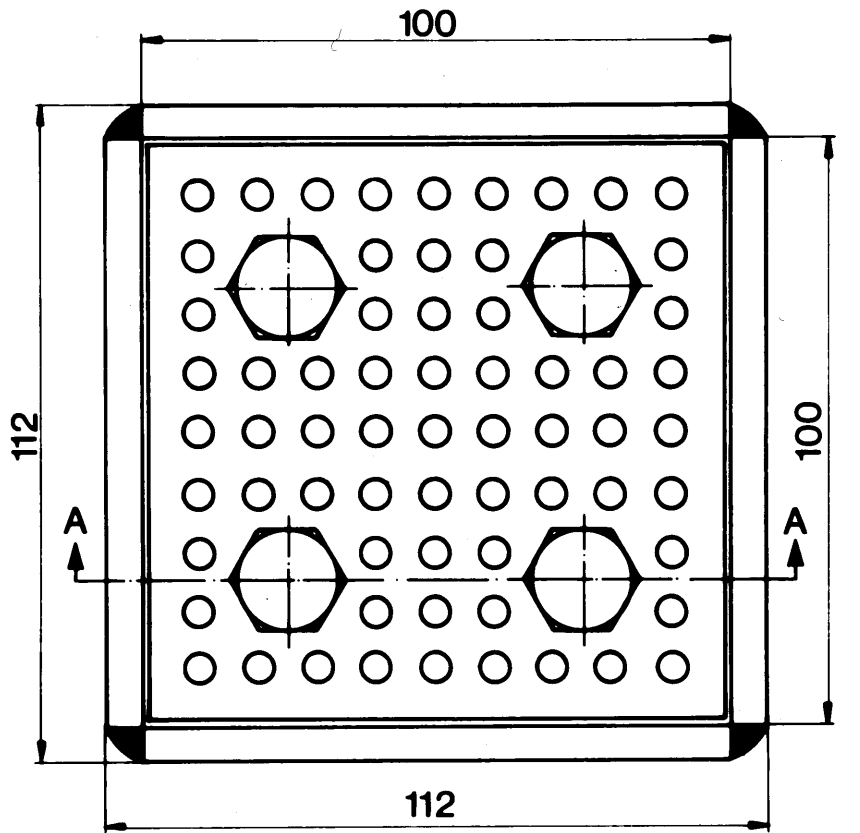
Zur Verdichtung des Bodens dienten 12 Aluminiumkammern mit den Innenabmessungen von 100 x 100 x 60mm (Abb. 2). Der bewegliche Deckel kann mit 4 Schrauben (M10) nach unten gezogen werden. Um einen guten Kontakt mit der Umgebung zu gewährleisten (Wasseraus-

---

Abb. 2. Verdichtungskammer. Dargestellt ist eine Kammer deren  $V_E = 500\text{cm}^3$  beträgt. BO, Bodenoberfläche. Maßangaben in mm.

Fig. 2. Compaction chamber. The chamber possesses a volume of  $V_E = 500\text{cm}^3$ . BO, soil surface. Measurements in mm.

-10-





(Wasseraustausch, Aus- und Einwanderung von Tieren, Pflanzenwachstum usw.) sind die Kammern allseitig mit zahlreichen Löchern versehen (Lochanteil = 10,6%). Für jede der 3 gewählten Verdichtungsstufen wurden 3 Kammern exponiert. Drei weitere, mit unverdichtetem Inhalt dienten zur Bestimmung des Einflusses der Kammer (Kammerfaktor). Der völlig unbeeinflusste Almweideboden war die Referenzprobe. Die Beschickung der Kammern erfolgte am 3. Juli 1982 mit Bodenziegeln (10 x 10 x 5cm;  $V_A = 500\text{cm}^3$ ), die aus einem, mit einer homogenen Grasdecke bewachsenen, etwa 1,5m<sup>2</sup> großen Areal ausgestochen wurden. Anschließend wurden die Kammern wieder an ihren Entnahmestellen deponiert. Die 5 Probenserien, die jeweils aus 3 Parallelproben bestehen, sind mit (a) bis (e) bezeichnet.

- (a) Unbeeinflusster Almweideboden
- (b) Kontrollprobe in der Kammer, unverdichtet
- (c) 10% ige Verdichtung (10 x 10 x 4,5cm;  $V_E = 450\text{cm}^3$ )
- (d) 30% ige Verdichtung (10 x 10 x 3,5cm;  $V_E = 350\text{cm}^3$ )
- (e) 50% ige Verdichtung (10 x 10 x 2,5cm;  $V_E = 250\text{cm}^3$ )

Die prozentuelle Verdichtung errechnet sich nach:

$$\text{Verdichtung (\%)} = \frac{\text{Anfangsvolumen } V_A - \text{Endvolumen } V_E}{\text{Anfangsvolumen } V_A} \times 100$$

Die Proben wurden nach einer Exposition von ca. 3 Monaten am Ende der Vegetationsperiode an 3 Terminen (6., 12. und 17. Oktober 1982) entnommen.

#### 2.2.4. Schneesement

Die am häufigsten als Schneesement verwendete Substanz ist Ammoniumsulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). Die Behandlung der 4, jeweils 2m<sup>2</sup> großen Probeflächen erfolgte am 13. Juni 1983 mit den Konzentrationen von 0, 100, 400 und 1200kg/ha. Die entsprechenden Mengen wurden

in 7 Liter Wasser gelöst und mit einer Gießkanne aufgebracht. Proben wurden etwa 3, 12 und 17 Wochen nach der Düngung entnommen. Aus den 10, je Probenahme und Probefläche ausgestochenen Teilproben (5 x 5 x 5cm) stellte ich im Labor eine Mischprobe her.

#### 2.2.5. Biosol

Biosol fällt als Endprodukt bei der Fermentation von Mycelpilzen an. Nach NASCHBERGER und KÜCK (1983) besitzt es folgende

Zusammensetzung:	Organische Substanz	70%
	Stickstoff, organisch gebunden	5-7%
	Phosphor ( $P_2O_5$ )	1-2%
	Kalium ( $K_2O$ )	3-4%
	Magnesium ( $MgO$ )	0,5-1,5%
	Calcium ( $CaO$ )	3-5%
	sowie beträchtliche Mengen an Spurenelementen und Vitaminen	

Die Untersuchungsfläche 4 (Abb. 1) wurde am 27. Juli 1980 erstmals mit 5g Stickstoff aus Biosol/m<sup>2</sup> gedüngt (SCHÖNTHALER, 1983). Nachdüngungen erfolgten am 16. Juni 1981, 14. Juli 1982 und am 28. Juli 1983 jeweils mit der gleichen Konzentration.

#### 2.2.6. Untersuchungsmethoden

Bodenwassergehalt: Angabe in Massenprozent des frischen Bodens (Lufttrocknung).

Lagerungsdichte, Porenanteil: Lufttrocknung (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1979).

Dichte der Festsubstanz: Spez. Masse des Almbodens = 2,44g/cm<sup>3</sup>. Es wurde eine Mischprobe der 5 Serien des Verdichtungsexperimentes verwendet (HOFMANN und PFITSCHER, 1982).

pH-Wert: Elektrometrisch (Glaselektrode) in einer wässrigen

Bodensuspension.

Testaceen: Qualitative und quantitative Auswertung nach FOISSNER, FRANZ und ADAM (1982). Die Berechnung der Biomasse erfolgte nach den Abmessungen der Schale. Da die spezifische Masse annähernd  $1\text{g/cm}^3$  beträgt, kann der Betrag des Volumens dem der Masse gleichgesetzt werden.

Ciliaten: Untersuchung auf aktive Ciliaten und Bestimmung der Artenzahl und Abundanz (Kulturmethode) nach FOISSNER, FRANZ und ADAM (1982), FOISSNER (1981a) und FOISSNER (unveröff.).

#### 2.2.7. Statistische Auswertung

Folgende Indizes wurden verwendet: Diversität nach SHANNON-WEAVER (PIELOU, 1977), Evenness (PIELOU, 1966), Dominanz, Konstanz, Artenidentität nach SØRENSEN, Dominanzidentität nach RENKONEN (SCHWERDTFEGGER, 1975), Arten- Abundanzindex nach BRAY und CURTIS (1957) in der Modifikation von WOLDA (1981). Zur Konstruktion der Dendrogramme diente die UPGMA Clustermethode (SNEATH und SOKAL, 1973).

Die Abhängigkeit von zwei Variablen wurde mit dem Produktmoment-Korrelationskoeffizient ermittelt (SOKAL und ROHLF, 1981; ROHLF und SOKAL, 1981b).

Das Verdichtungsexperiment wurde mittels einfacher Varianzanalyse ausgewertet (SOKAL und ROHLF, 1981). Den einfach anzuwendenden  $F_{\max}$ -Test von HARTLEY (1950) verwendete ich um die Gleichheit der Varianzen zu prüfen.

Den Vergleich der Behandlungsgruppen des Schneesement- bzw. Biosol-Experimentes führte ich mit der zweifachen Varianzanalyse ohne Wiederholungen durch, wobei die Probenahmezeitpunkte als Blöcke aufgefaßt wurden (RIDGMAN, 1981; SOKAL und ROHLF, 1981). Die kritischen F-Werte entnahm ich ROHLF und SOKAL (1981b).

Die in den Varianzanalyse-Tabellen verwendeten Abkürzungen werden bei Tabelle 21 erläutert.

### 3. MORPHOLOGIE, MORPHOGENESE UND BIOMETRIE EINIGER NEUER UND WENIG BEKANNTER CILIATEN

Die systematische Reihung folgt im wesentlichen CORLISS (1979), die Gattungen und Arten sind alphabetisch geordnet.

#### Familie PSEUDOHOLOPHRYIDAE nov.fam.

Diagnose: Haptorida mit monokinetaler somatischer Infraciliatur (die für die Enchelyidae so typische "Dorsalbürste" fehlt) und engmaschigem Silberliniensystem.

Typusgattung: Pseudoholophrya nov.gen.

Diskussion: Die Gattung Pseudoholophrya könnte hinsichtlich ihrer Infraciliatur, jedoch nicht nach dem Silberliniensystem, in die Familie Holophryidae eingeordnet werden, da Holophrya ein weitmaschiges System aufweist (FOISSNER, 1984). Eine Einordnung in die Familie Enchelyidae ist wegen des Fehlens der für diese Gruppe so typischen "Dorsalbürste" ebenfalls nicht möglich (DRAGESCO, IFTODE und FRYD-VERSAVEL, 1974; FOISSNER, 1981b). Dies rechtfertigt die Errichtung der Familie Pseudoholophryidae, in die auch das Genus Paraenchelys FOISSNER, 1980 gestellt werden wird, das durch ein Feld ungeordneter Basalkörper - vielleicht eine ancestrale Dorsalbürste - gekennzeichnet ist (FOISSNER, 1984).

#### Pseudoholophrya nov.gen.

Diagnose: Pseudoholophryidae mit stabförmigen Extrusomen, die den an das sehr kleine Cytostom anschließenden Abschnitt des Cytopharynx ausfüllen.

Typusart: Pseudoholophrya terricola nov.spec.

Diskussion: Dieses monotypische Genus unterscheidet sich von Holophrya EHRENBERG neben dem oben schon erwähnten Silberliniensystem

auch durch die deutlich rechtsspiralig verlaufenden Somakineten (KAHL, 1930; FERNANDEZ-LEBORANS und MARTIN-GONZALEZ, 1981; FOISSNER, 1984). Von Acaryophrya ANDRÉ ist sie durch das Fehlen einer Dorsalbürste und eines deutlichen Mundzapfens getrennt (KAHL, 1930; FOISSNER, 1980b). Paraenchelys FOISSNER, 1980 unterscheidet sich von Pseudoholophrya sowohl durch die auffälligen, rund um das Cytostom befestigten, trommelschlägelförmigen Extrusome als auch durch ein Feld unregelmäßig angeordneter Basalkörper (FOISSNER, 1984). Die Kineten von Paraenchelys verlaufen ebenfalls rechtsspiralig, und nicht wie bei FOISSNER (1980b) irrtümlich angegeben linksspiralig.

Pseudoholophrya terricola nov.spec. (Abb. 3-8, Tabelle 2)

Diagnose: In vivo etwa 65-75 x 35-55µm große, ovoide, leicht asymmetrische Pseudoholophrya mit ungefähr 5µm langen Extrusomen und durchschnittlich 37 Somakineten. Makronucleus groß, ellipsoid, liegt zentral.

Locus typicus: Mäßig häufig im Boden (0-2cm) einer planierten Schipiste im Schloßalmgebiet, Bad Hofgastein, Salzburg (etwa 1950m Meereshöhe).

Aufbewahrungsort des Typenmaterials: Ein Holotypus- und ein Paratypuspräparat sind in der Sammlung der mikroskopischen Präparate des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz deponiert.

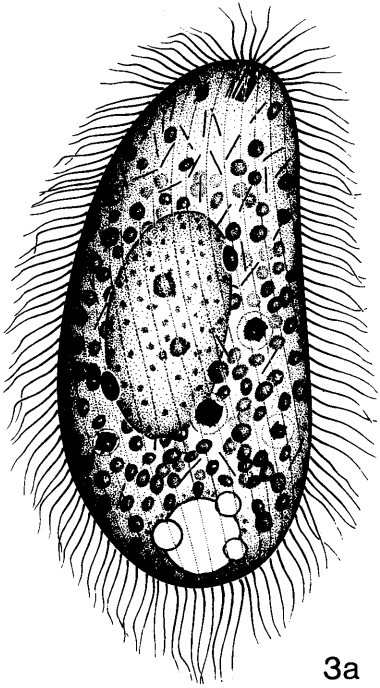
Beschreibung: Leicht verformbar, vorne deutlich asymmetrisch, posterior breit, anterior etwas schmaler gerundet. Population 2 nur wenig asymmetrisch, vorne und hinten breit gerundet, in der Mitte etwas eingezogen (Abb. 3a,b). Körperquerschnitt kreisförmig oder wenig bis deutlich (2:1) abgeflacht. Bei kleiner Vergrößerung leicht braun gefärbt, opak. Makronucleus in vivo etwa 30 x 18µm, liegt mehr oder minder zentral. Nucleolen sehr klein, kugelförmig, färben sich mit Methylgrün-Pyronin rot, bilden manchmal auch eine netzartige Struktur. Nach den Lebendbeobachtungen 2 ovale Mikronuclei dicht neben dem

Tabelle 2. *Pseudoholophrya terricola*. Biometrische Charakteristik und Vergleich von 2 Populationen<sup>1</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Test
Länge	41,2	42,0	7,1	1,668	17,2	30,0	53,0	18	$t_s=4,538^{***}$
	53,2	53,0	4,9	1,640	9,2	44,0	61,0	9	
Breite	24,4	24,5	4,2	0,981	17,2	15,0	31,0	18	$t_s=6,041^{***}$
	36,1	36,0	5,7	1,904	15,7	27,0	43,0	9	
Länge des Makronucleus	15,9	15,0	3,6	0,997	22,6	12,0	25,0	13	$t_s=3,921^{***}$
	22,1	23,0	3,7	1,218	16,7	17,0	27,0	9	
Breite des Makronucleus	12,2	12,0	4,2	1,161	34,3	7,0	20,0	13	$t_s=0,172$
	12,5	13,0	2,5	0,825	20,0	10,0	17,0	9	
Anzahl der Somakineten	36,9	38,0	4,1	1,102	11,1	30,0	44,0	14	$t_s=1,683$
	33,8	32,0	4,8	1,597	14,2	28,0	45,0	9	
Anzahl der Basalkörper einer Kinete	54,5	55,5	8,9	2,575	16,3	40,0	71,0	12	$t_s=0,440$
	52,3	55,0	8,8	2,919	16,6	38,0	65,0	9	
Durchmesser des Cytostoms	-	-	-	-	-	-	-	0	
	3,6	3,5	0,4	0,140	11,2	3,0	4,0	9	
Anzahl der Reusenstäbe	-	-	-	-	-	-	-	0	
	13,3	12,0	2,1	0,687	15,7	11,0	17,0	9	

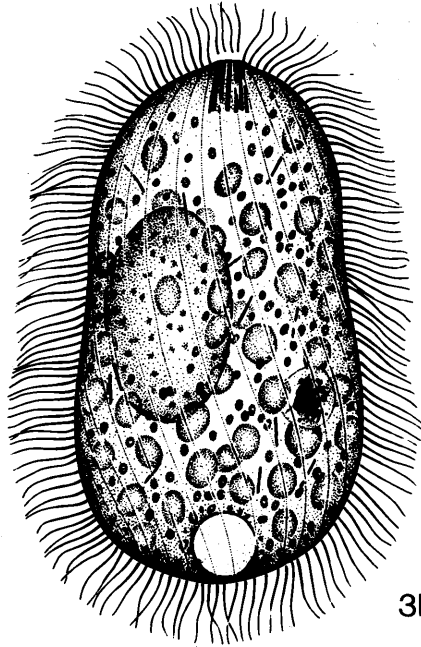
<sup>1</sup>Obere Zeile, Population 1; untere Zeile, Population 2. Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ .  $t_s$ , Prüfgröße des t-Tests. \*\*\*,  $P < 0,001$ ; zweiseitig.

Makronucleus. Kontraktile Vakuole terminal (Abb. 3-4). Pellicula durch Kineten nicht gekerbt, mit zahllosen, etwa  $0,5\mu\text{m}$  großen, subpelliculären Granula die sich mit Methylgrün-Pyronin rot anfärben (Mucocysten?). Cilien  $8-10\mu\text{m}$  lang, Bewimperung sehr dicht, Population 1 mit einem Büschel sehr gering verlängerter Caudalcilien (Abb. 3a,b,6). Cytostom kreisförmig, geschlossen, etwa  $4\mu\text{m}$  im Durchmesser, kaum erkennbar vom Körper abgesetzt. Im Pharynx und Entoplasma zahlreiche stab- bis leicht spindelförmige Extrusome (Abb. 3a,b,5). Im Entoplasma einige etwa  $4-8\mu\text{m}$  große Nahrungsvakuolen mit lockerem Inhalt, viele  $2-6\mu\text{m}$  große, farblose oder gelblich glänzende

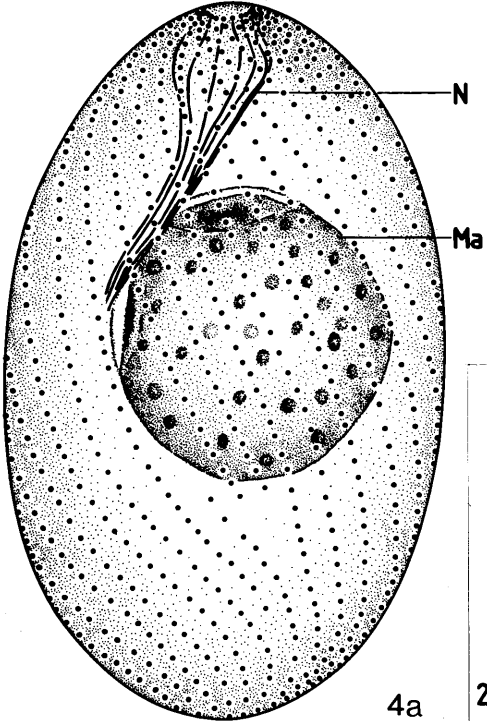


3a

30µm

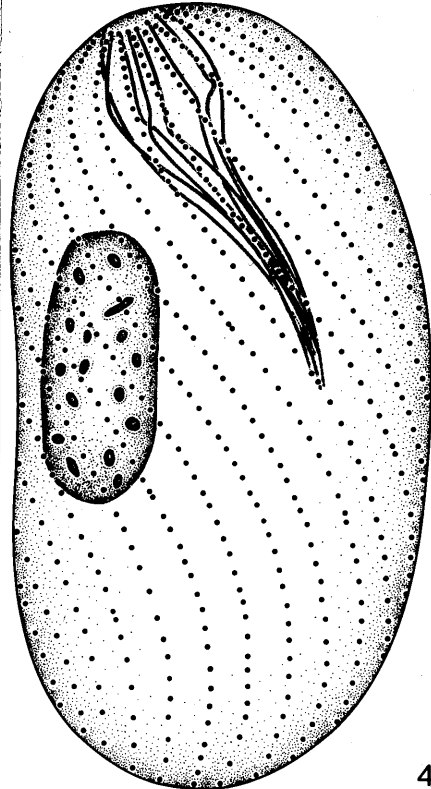


3b



4a

20µm



4b

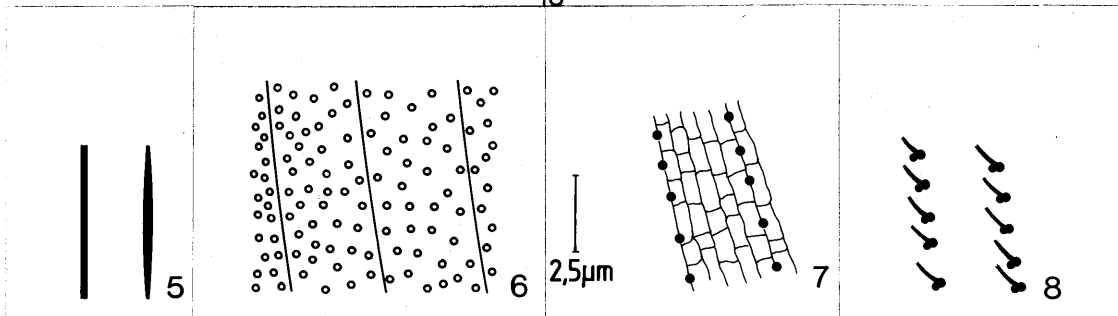


Abb. 5-8. *Pseudoholophrya terricola* nach Lebendbeobachtung (Abb. 5,6), nasser Silberimprägnation (Abb. 7) und Silberkarbonatimprägnation (Abb. 8). 5: Form der Extrusome. 6: subpelliculäre Granula. 7: Teil des Silberliniensystems. 8: Basalkörper mit parasomalem Sack und nach vorne gerichteten kinetodesmalen Fibrillen. Alle Abbildungen im gleichen Maßstab.

Figs. 5-8. *Pseudoholophrya terricola* from life (Figs. 5,6), after wet silver-impregnation (Fig. 7), and after silver carbonate impregnation (Fig. 8). 5: shape of extrusomes. 6: subpellicular granules. 7: part of the silver-line system. 8: basal bodies with parasomal sac and kinetodesmal fibers. All figures in the same scale.

Kugeln und zahlreiche 1-2µm große Tröpfchen. Bewegung schnell, unter Rotation um die Körperlängsachse.

Kineten anterior ein kleines Mundfeld freilassend, posterior z.T. leicht verkürzt. Distanz zwischen den Basalkörpern nach hinten weiter werdend. Sie erscheinen in Silberkarbonatimprägnationen doppelt, wahrscheinlich imprägnieren sich die parasomalen Säcke. Um das Cytostom ein Kranz vermutlich einfacher Basalkörper (siehe aber Diskussion), von dem etwa halb so viele Reusenstäbe wie Kineten wegziehen. Reuse sehr zart, anteriorer Teil bulbosartig erweitert, nur nach Protargolimprägnation erkennbar. Silberliniensystem engmaschig, etwa 5 Maschenreihen zwischen je 2 Kineten (Abb.4,7,8).

Zum statistischen Vergleich von Population 1 und 2 siehe letzte

---

←  
Abb. 3-4. *Pseudoholophrya terricola* nach Lebendbeobachtung (Abb. 3ab) und Protargolimprägnation (Abb. 4ab). Population 1 (Holotypus; Abb. 3a,4a). Population 2 (Abb. 3b,4b). 3ab,4a: Lateralansicht. 4b: Lateralansicht eines Individuums mit kleinem, leicht gestrecktem Makronucleus. Ma, Makronucleus; N, Nematodesmen.

Figs. 3-4. *Pseudoholophrya terricola* from life (Figs. 3ab) and after protargol impregnation (Figs. 4ab). Population 1 (holotype; Figs. 3a,4a). Population 2 (Figs. 3b,4b). 3ab,4a: lateral view. 4b: lateral view of a specimen with a small, slightly stretched macronucleus. Ma, macronucleus; N, nematodesma.



Spalte von Tabelle 2.

Diskussion: Diese Species erinnert bei oberflächlicher Betrachtung an Enchelys arcuata, E.farcimen, E.variabilis und E.tarda (KAHL, 1930). Sie dürfte jedoch mit keiner identisch sein, da für diese meridional verlaufende Wimperreihen angegeben werden, ein Merkmal, das auch mit den früheren, unvollkommeneren Untersuchungsmethoden gut erkannt werden konnte.

Da nach LYNN (1981) alle Haptorida orale Dikinetiden besitzen sollen, mit den angewandten Silberimprägnationsverfahren aber nur einfache Basalkörper nachzuweisen waren (ähnlich wie bei Fuscheria nodosa FOISSNER, 1980 und F.terricola) könnte eine elektronenmikroskopische Untersuchung von P.terricola zur Klärung dieser wichtigen Frage beitragen.

Die Conspezifität der aus 2 extrem verschiedenen Biotopen stammenden Populationen wird durch den statistischen Vergleich bestätigt und man erkennt deutlich, daß die durch die Präparation unbeeinflussten meristischen Merkmale besonders gut zur biometrischen Charakterisierung geeignet sind.

#### Familie ENCHELYIDAE EHRENBERG

Enchelyodon nodosa nov.spec. (Abb. 9-24, Tabelle 3)

Diagnose: In vivo etwa 140-200 x 55-75µm großer, angedeutet nierenförmiger Enchelyodon mit durchschnittlich 76 Somakineten. Extrusome leicht gebogen, ungefähr 32µm lang.

Locus typicus: Selten im Boden (0-5cm) beim Apetloner Hof im Randbereich der Großen Lacke, Seewinkel, Burgenland (etwa 115m Meereshöhe).

Aufbewahrungsort des Typenmaterials: Ein Holotypus- und ein Paratypuspräparat sind in der Sammlung der mikroskopischen

Tabelle 3. *Enchelyodon nodosa*. Biometrische Charakteristik und Vergleich von 2 Populationen<sup>1</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Test
Länge	136,0 91,8	140,0 87,0	18,1 19,9	5,710 3,907	13,3 21,6	105,0 58,0	165,0 140,0	10 26	$t_S=6,108^{***}$
Breite	63,5 45,7	62,0 45,0	8,9 9,0	2,802 1,762	14,0 19,7	50,0 30,0	84,0 74,0	10 26	$t_S=5,333^{***}$
Durchmesser des Mundwulstes	17,4 -	17,0 -	2,6 -	0,833 -	14,9 -	14,0 -	23,0 -	10 0	
Höhe des Mundwulstes	7,6 5,8	7,0 6,0	1,3 0,9	0,401 0,244	17,1 15,5	5,6 4,0	10,0 7,5	10 14	$D_S=106^{***}$
Durchmesser der perioralen Kinete	13,7 10,7	14,0 10,0	1,9 2,5	0,597 0,523	13,8 23,2	11,0 7,0	17,0 18,0	10 23	$D_S=130^{***}$
Länge des Makronucleus <sup>2</sup>	108,5 89,2	110,0 85,0	21,9 17,4	6,914 5,031	20,2 19,5	70,0 70,0	140,0 125,0	10 12	
Breite des Makronucleus	9,8 8,0	10,0 8,0	1,1 1,4	0,359 0,295	11,2 17,5	8,0 6,0	11,0 11,0	10 24	$D_S=128^{***}$
Durchmesser eines Nucleolus	- 1,1	- 1,0	- 0,3	- 0,063	- 27,5	- 0,5	- 1,5	0 22	
Durchmesser eines Mikronucleus	2,6 1,9	2,7 2,0	0,2 0,2	0,063 0,051	7,6 10,5	2,3 1,2	2,8 2,2	10 21	$D_S=210^{***}$
Anzahl der Somakineten <sup>3</sup>	76,4 41,6	74,0 42,0	4,5 7,2	1,500 1,449	5,9 17,3	70,0 20,0	85,0 56,0	10 25	$D_S=250^{***}$
Anzahl der Basalkörper einer SK <sup>4</sup>	5,1 46,5	5,0 44,0	1,5 10,4	0,482 2,321	29,4 22,3	3,0 34,0	8,0 78,0	10 20	
Anzahl der Dbr	3,0 3,0	3,0 3,0	0,0 0,0	0,000 0,000	0,0 0,0	3,0 3,0	3,0 3,0	4 10	
Länge der 1.Dbr	- 19,9	- 20,0	- 5,8	- 1,607	- 29,1	- 11,0	- 33,0	0 13	
Länge der 2.Dbr	- 25,2	- 23,0	- 6,6	- 1,843	- 26,2	- 17,0	- 45,0	0 13	
Länge der 3.Dbr	- 20,6	- 18,0	- 8,5	- 2,345	- 42,2	- 12,0	- 40,0	0 13	
Anzahl der Basalkörperpaare, 1.Dbr	- 15,0	- 14,0	- 4,4	- 1,648	- 29,3	- 12,0	- 24,0	-0 7	
Anzahl der Basalkörperpaare, 2.Dbr	- 18,9	- 18,0	- 5,4	- 2,052	- 28,6	- 13,0	- 30,0	-0 7	

Tabelle 3. Fortsetzung.

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Test
Anzahl der Basal- körperpaare, 3.Dbr	-	-	-	-	-	-	-	0	
	13,3	12,0	5,7	2,157	42,8	7,0	25,0	7	
Länge der Reuse	72,0	70,0	7,1	2,261	9,8	60,0	85,0	10	$t_s=6,661^{***}$
	45,4	44,5	11,7	2,384	25,8	30,5	85,0	24	
Länge eines Extrusoms	-	-	-	-	-	-	-	0	
	22,1	23,0	5,7	1,430	25,8	14,0	32,0	16	

<sup>1</sup>Obere Zeile, Population 1; untere Zeile, Population 2. Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . Dbr, Dorsalbürstenreihe(n);  $D_s$ , Prüfgröße des Kolmogorov-Smirnov Tests;  $t_s$ , Prüfgröße des t-Tests; \*,  $0,05 \geq P > 0,01$ ; \*\*,  $0,01 \geq P > 0,001$ ; \*\*\*,  $P \leq 0,001$ ; zweiseitig.

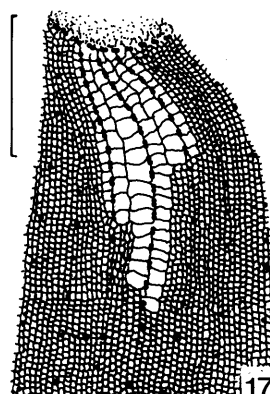
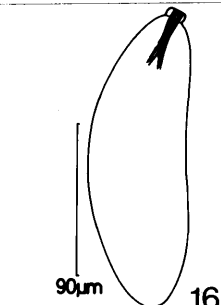
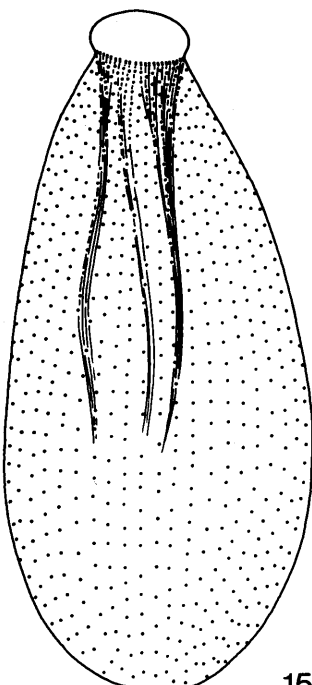
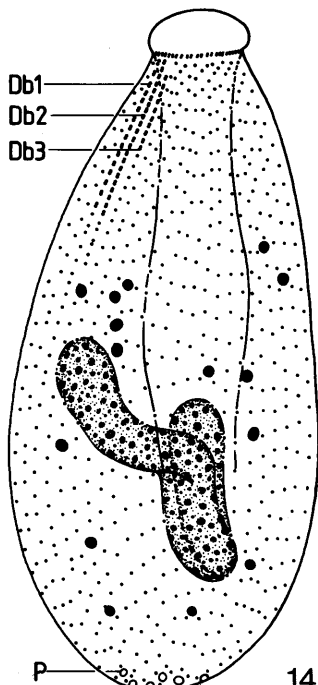
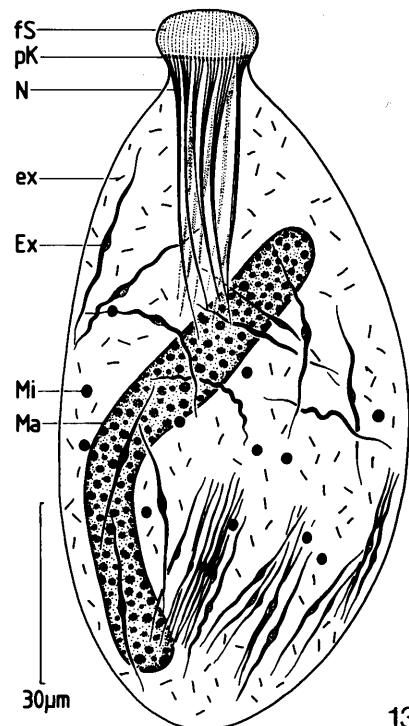
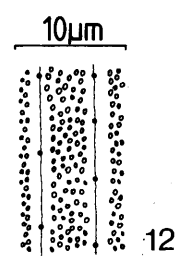
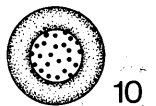
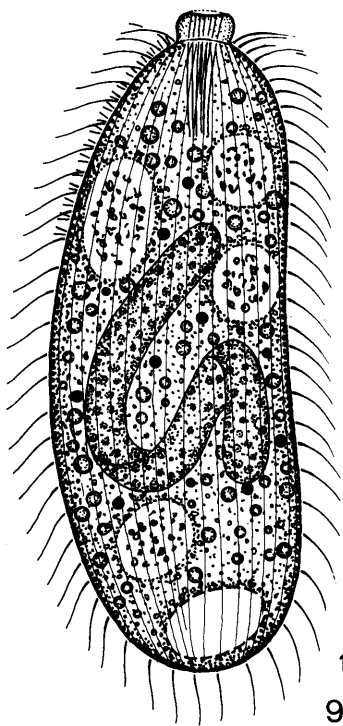
<sup>2</sup>Wegen der oft komplizierten Form ist nur eine grobe Abschätzung möglich.

<sup>3</sup>Die Werte von Population 1 wurden rechnerisch ermittelt.

<sup>4</sup>Bei Population 1 ist die Anzahl der Basalkörper pro  $10\mu\text{m}$  angegeben (gemessen in der Mitte einer Kinete).

Abb. 9-17. *Enchelyodon nodosa*. Population 1 (Holotypus) nach Lebendbeobachtung (Abb. 9-12,16), Protargolimprägnation (Abb. 13-15) und trockener Silberimprägnation (Abb. 17). 9: rechts laterale Ansicht. 10: Aufsicht auf den mit Extrusomen gefüllten Mundwulst. 11: Extrusome. 12: subpelliculäre Granula. 13: Individuum mit gebogenem Makronucleus und stark knopfartig abgesetztem Mundwulst. 14, 15: Infraciliatur in Dorsal- und Ventralansicht. 16: Individuum mit zugespitztem Hinterende. 17: Teil des Silberliniensystems im Bereich der Dorsalbürste. Maßstab =  $10\mu\text{m}$ . Db1 bis Db3, 1. bis 3. Reihe der Dorsalbürste; Ex, Extrusome; ex, etwa  $2,5\mu\text{m}$  lange Stäbchen (Extrusome?); fs, feine Struktur im Mundwulst; P, Exkretionspore der kontraktilen Vakuole; Ma, Makronucleus; Mi, Mikronucleus; N, Nematodesmen; pK, periorale Kinete.

Figs. 9-17. *Enchelyodon nodosa*. Population 1 (holotyp) from life (Figs. 9-12, 16), protargol impregnation (Figs. 13-15), and dry silver impregnation (Fig. 17). 9: right lateral view. 10: anterior view of the oral bulge which is filled with extrusomes. 11: extrusomes. 12: subpellicular granules. 13: specimen with curved macronucleus and a conspicuous botton-shaped oral bulge. 14, 15: infraciliature in dorsal and ventral view. 16: specimen with a tapered posterior end. 17: part of the silver-line system in the region of the brosse. Scale =  $10\mu\text{m}$ . Db1 - Db3, 1st to 3rd row of the brosse; Ex, extrusomes; ex,  $2,5\mu\text{m}$  long bars (extrusomes?); fs, fine structures in the oral bulge; P, pore of the contractile vacuole; Ma, macronucleus; Mi, micronucleus; N, nematodesma; pK, perioral kinety.



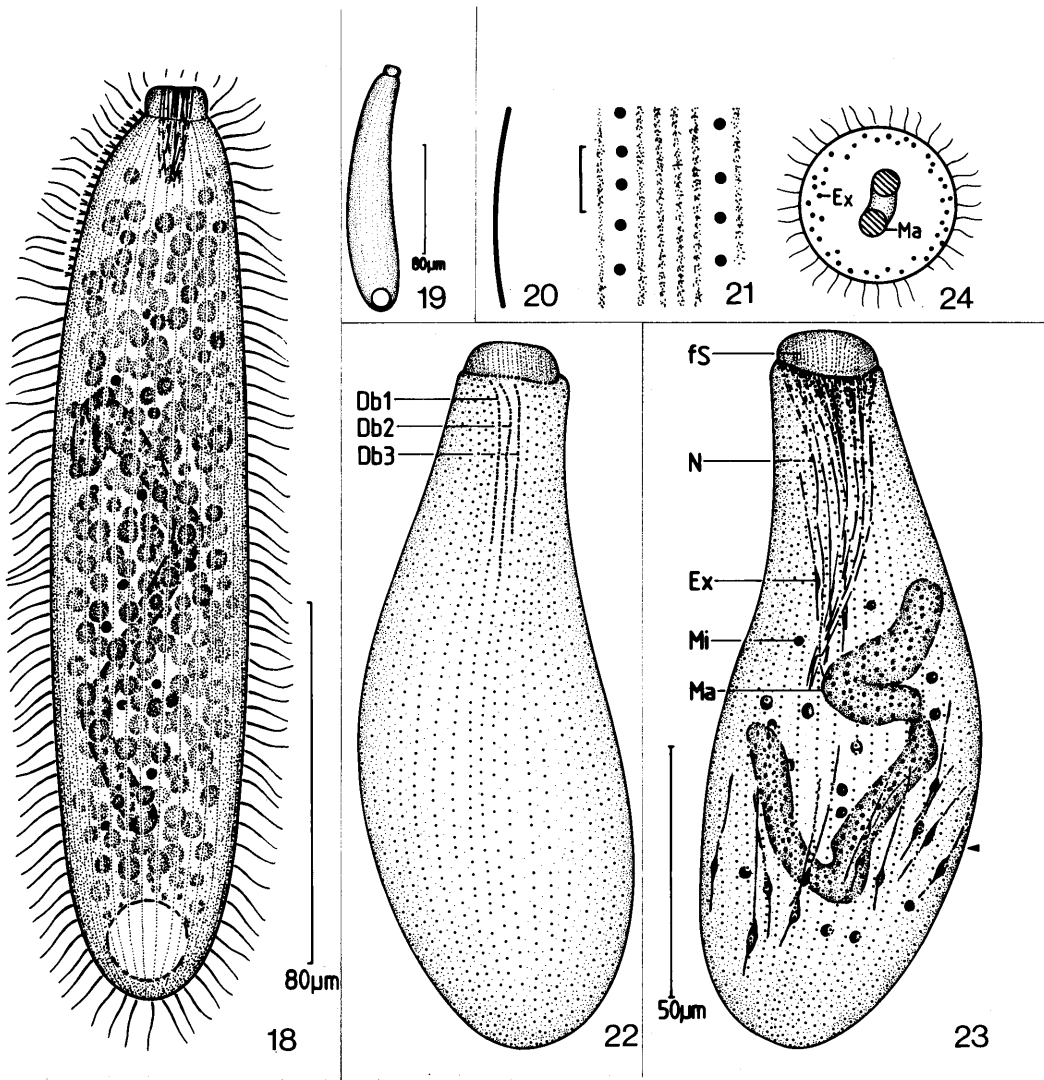


Abb. 18-24. *Enchelyodon nodosa*. Population 2 nach Lebendbeobachtung (Abb. 18-20) und Protargolimprägung (Abb. 21-24). 18: rechts laterale Ansicht. 19: rechts laterale Ansicht eines gebogenen Individuums. 20: Extrusom. Länge = 17µm. 21: protargolaffine Zonen zwischen den Somakineten, vermutlich postciliäre Mikrotubuli; Maßstab = 2,5µm. 22, 23: Infraciliatur in Dorsal- und Ventralansicht. 24: Schematischer Querschnitt in der Höhe des Pfeiles von Abb. 23. Die Extrusome liegen nur im Randbereich des Entoplasmas. Legende wie bei Population 1.

Figs. 18-24. *Enchelyodon nodosa*. Population 2 from life (Figs. 18-20) and after protargol impregnation (Figs. 21-24). 18: right lateral view. 19: right lateral view of a curved specimen. 20: extrusome; lengt = 17µm. 21: argentophilic zones between the somatic kineties, presumably postciliary microtubuli; scale mark = 2,5µm. 22, 23: infraciliature in dorsal and ventral view. 24: schematic cross-section at the level of the arrow of Fig. 23. Same legend as population 1.

Präparate des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz deponiert.

Beschreibung: Körperform in vivo sehr variabel, asymmetrisch, auf der Seite der Dorsalbürste gerade bis leicht konkav, gegenüber mehr oder minder stark konvex. Anterior und posterior meist breit gerundet, manchmal hinten leicht zugespitzt. Mundwulst bei beiden Populationen hoch, auffallend knopfartig vom Körper abgesetzt, besonders in den Protargolpräparaten der Population 1. Körperquerschnitt kreisförmig (Abb. 9,13-16,18,24). Population 2 sehr biegsam, langgestreckt, fast zylindrisch, manchmal leicht gebogen. Anterior deutlich asymmetrisch, vorne und hinten mäßig breit gerundet, in vivo bis etwa  $200 \times 45\mu\text{m}$  groß (Abb. 18,19). Makronucleus wurstförmig, mehr oder minder stark verschlungen, liegt zentral, in vivo etwa  $9-12\mu\text{m}$  breit, mit vielen kleinen Nucleolen. Viele, in vivo kaum erkennbare, kugelförmige Mikronuclei (Abb. 9,13,14,18,23). Cytopyge und kontraktile Vakuole terminal, letztere mit mehreren Exkretionspori (Abb. 9,13,18). Pellicula nicht gekerbt, dicht darunter zwischen den Kineten zahlreiche winzige Granula (Extrusome?) die dem Tier bei kleiner Vergrößerung eine bräunliche Färbung geben (Abb. 9,12). Cilien  $10-15\mu\text{m}$  lang, imprägnieren sich mit Protargol auffallend stark. Bewimperung mäßig dicht. Cytostom kreisförmig, geschlossen. Im Cytopharynx zahlreiche mehr oder minder stark gebogene Extrusome, die bei Population 2 in vivo meist  $17\mu\text{m}$ , selten bis  $25\mu\text{m}$  lang und stets vorne am Mundwulst befestigt sind. Nach ihrem Ausstoß sind im Wulst zart imprägnierbare, fibrilläre Strukturen erkennbar (Abb. 9-11,13,16,18,23). Im Entoplasma einige große, helle Vakuolen mit körnigem Inhalt und viele,  $1-7\mu\text{m}$  große, glänzende Kugeln (Abb. 9,18). Bewegung langsam, unter Rotation um die Körperlängsachse.

Somakineten meridional verlaufend, Distanz zwischen den Basalkörpern einer Kinete annähernd konstant. Dorsalbürste dreireihig, mittlere Reihe meist am längsten, Borsten etwa  $1,5\mu\text{m}$  lang. Periorale Kinete aus Basalkörperpaaren aufgebaut, verläuft in der von

Rumpf und Mundwulst gebildeten Furche (Abb. 9,13-18,22,23). Nematodesmen fein, gebündelt, bilden meist eine trichterförmige Reuse, die bis in die Mitte des Tieres reicht. Nach der Versilberung zahlreiche große, in der Mitte ampullenartig erweiterte Extrusome, wahrscheinlich jene die in vivo den Cytopharynx ausfüllen. Es ist bemerkenswert, daß sie bei beiden Populationen fast ausschließlich dicht unter der Pellicula liegen. Im Entoplasma der Population 1 außerdem noch sehr viele, etwa  $2,5\mu\text{m}$  lange Stäbchen (Extrusome?) (Abb. 13-15,23,24). Zwischen je 2 Kineten 4-6 schwach protargolaffine Zonen, vermutlich postciliäre Mikrotubuli-Bänder. Silberliniensystem engmaschig, Maschen longitudinal orientiert, im Bereich der Dorsalbürste deutlich vergrößert (Abb. 17,21).

Zum statistischen Vergleich von Population 1 und 2 siehe letzte Spalte von Tabelle 3.

Diskussion: Trotz der statistisch signifikanten Unterschiede in allen Merkmalen dürfte es sich um conspezifische Populationen handeln. Dafür sprechen die in vivo Größe, der in vivo deutlich knopfartige Mundwulst, der Kernapparat, die Form der Extrusome und die sehr ähnliche Infraciliatur. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob sie tatsächlich durch Übergangsformen miteinander verbundene Extreme einer polytypischen Art oder congenerisch sind. Von den meisten bei KAHL (1930) beschriebenen Species unterscheidet sich E.nodosa durch die deutliche Asymmetrie. Vom ebenfalls asymmetrischen aber marinen E.fascinucleatus KAHL, 1935 ist er durch die etwa viermal so langen Extrusome und den kürzeren Makronucleus getrennt. Die alpine Population ist einer von KAHL (1935) als Enchelyodon spec. beschriebenen Brackwasserform in der Größe und Form des Körpers und des Makronucleus sehr ähnlich. Enchelyodon spathidiformis DRAGESCO, 1966 ist ebenfalls nierenförmig, unterscheidet sich aber von E.nodosa in der Größe ( $120-130\mu\text{m}$ ), dem sehr breiten, das Vorderende einnehmenden Mundwulst, sowie in der Form und Länge der Extrusome (etwa  $10\mu\text{m}$ ).

Die Oralciliatur der in neuerer Zeit zu Enchelyodon gestellten Arten ist inhomogen, was darauf hindeutet, daß sie nicht congenerisch sind. Eine Gruppe besitzt eine mehr oder minder deutlich ausgeprägte, aus Dikinetiden bestehende periorale Kinete mit senkrecht anstoßenden Somakineten (E.sphagni GROLIERE, 1975; E.vermiformis DRAGESCO, 1970; E.nodosa). Bei der zweiten Gruppe, die vermutlich den Gattungen Protospathidium DRAGESCO et DRAGESCO-KERNEIS, 1979 und Spathidium nahesteht, fehlt eine typische periorale Kinete, die Somakineten sind jedoch anterior deutlich nach rechts gebogen (E.ovum GROLIERE, 1975; siehe auch Enchelys multinucleata).

Enchelys multinucleata (DRAGESCO et DRAGESCO-KERNEIS, 1979)  
nov. comb. (Abb. 25-31, Tabelle 4)

Da meine Beobachtungen in mancher Hinsicht von der Originalbeschreibung abweichen, charakterisiere ich die alpine Population vollständig.

Beschreibung: In vivo etwa 120-250 x 20-50µm groß, meist flaschenförmig, selten fast linealisch, vorderes Drittel stets mehr oder minder stark gekrümmt und leicht kontraktile. Anterior quer abgestutzt, ohne deutlichen Mundwulst, posterior breit gerundet (Abb. 25, 26). Körperquerschnitt kreisförmig. Etwa 200-400, ungefähr 6 x 4µm große Makronucleus-Teile mit kleinen Nucleolen. Mikronuclei weder in vivo noch nach Protargolimprägung erkennbar. Kontraktile Vakuole terminal. Pellicula durch die Somakineten kaum gekerbt, dicht unter ihr zwischen je 2 Kineten etwa 5 Reihen ungefähr 0,3µm großer Granula. Nach dem Auflegen des Deckglases wurden an einigen Individuen auffällige, spitze Pelliculastrukturen beobachtet, vermutlich nicht vollständig ausgestoßene Extrusome. Bewimperung dicht, Cilien 7-10µm, Dorsalborsten etwa 3µm lang (Abb. 25-31). Cytostom kreisförmig, geschlossen, kaum vom Körper abgesetzt, nimmt den anterioren Pol vollständig ein. Im Pharynx und



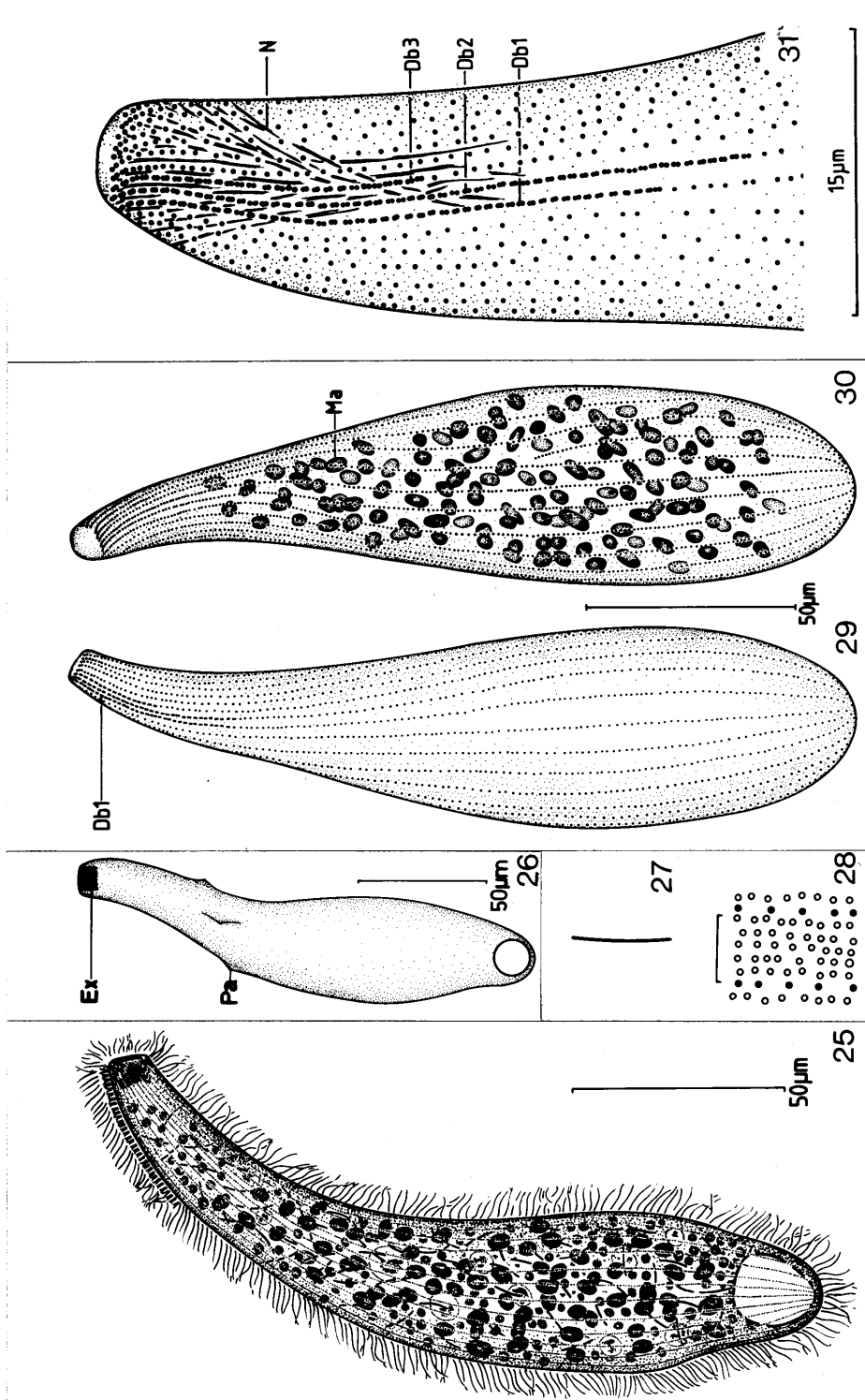


Abb. 25-31. *Enchelys multinucleata* nach Lebendbeobachtung (Abb. 25-28) und Protargolimprägnation (Abb. 29-31). 25: rechts laterale Ansicht. Es sind nur etwa 20% der Makronucleus-Teile eingezeichnet! 26: Individuum mit nach vorne gerichtetem Cytostom und Pellicula-Vorsprüngen. 27: Extrusom; Länge = 8µm. 28: subpelliculäre Granula; Maßstab = 3µm. 29, 30: Infraciliatur in Dorsal- und Ventralansicht desselben Individuums. Nur etwa die Hälfte der Makronucleus-Teile ist eingezeichnet. 31: Infraciliatur des anterioren Körperendes in Dorsalansicht. Db1-Db3, 1. bis 3. Reihe der Dorsalbürste; Ex, Extrusome; Ma, Makronucleus-Teil; N, Nematodesmen; Pa, Vorsprung der Pellicula.

Tabelle 4. Biometrische Charakteristik von Enchelys multinucleata<sup>1</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n
Länge	186,2	186,5	30,9	6,625	16,6	119,0	238,0	22
Breite	34,8	34,5	5,2	1,109	15,0	27,0	48,0	22
Breite beim anterioren Ende der Somakineten	7,3	7,0	1,1	0,230	14,8	5,0	9,0	22
Höhe des Mundwulstes	1,1	1,0	0,2	0,034	14,7	1,0	1,5	20
Anzahl der Makronucleus-Teile	etwa 200 - 400							
Länge eines Ma-Teiles	4,1	4,0	0,6	0,120	13,7	3,0	5,0	22
Breite eines Ma-Teiles	2,1	2,0	0,2	0,046	10,1	2,0	2,5	22
Anzahl der Somakineten	27,0	28,0	3,6	0,733	13,5	20,0	36,0	26
Anzahl der Basalkörper einer Somakinete	133,4	133,0	26,4	5,766	19,8	91,0	188,0	21
Länge der 1.Dbr	33,0	34,0	8,0	1,741	24,2	18,0	48,0	21
Länge der 2.Dbr	37,4	36,0	8,9	1,934	23,7	17,0	55,0	21
Länge der 3.Dbr	15,1	15,0	3,0	0,663	20,1	9,0	23,0	21

<sup>1</sup>Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . Dbr, Dorsalbürstenreihe; Ma, Makronucleus.

Figs. 25-31. Enchelys multinucleata from life (Figs. 25-28) and after protargol impregnation (Figs. 29-31). 25: right lateral view. Only 20% of the macronucleus fragments are drawn in! 26: specimen with an anteroad oriented cytostome and pellicle protrusions. 27: extrusome; length =  $8\mu\text{m}$ . 28: subpellicular granules; scale mark =  $3\mu\text{m}$ . 29, 30: infraciliature in dorsal and ventral view of the same specimen. Only 50% of the macronucleus fragments are drawn in. 31: infraciliature of the anterior part of the cell in dorsal view. Db1-Db3, 1st to 3rd row of the brosse; Ex, extrusomes; Ma, macronucleus fragment; N, nematodesma; Pa, protrusion of the pellicle.

Entoplasma zahlreiche etwa  $8\mu\text{m}$  lange, mehr oder minder stark gebogene Extrusome, die sich mit Protargol nicht imprägnierten (Abb. 25-27). Entoplasma farblos, mit einigen hellen,  $5-10\mu\text{m}$  großen Vakuolen und zahlreichen  $1-5\mu\text{m}$  großen, glänzenden Kugeln. Bewegung langsam, macht mit dem Vorderende typische Pendelbewegungen.

Somakineten meridional verlaufend, anterior aber nach rechts gebogen, lassen nur ein kleines schwach kuppelförmiges Mundfeld frei. Basalkörper anterior dichter angeordnet als posterior. Dorsalbürste stets dreireihig. Nematodesmen kurz, sehr fein, entspringen aus den 6-10 vordersten Basalkörpern jeder Somakinete (Abb. 25,29-31).

Ein Protargolpräparat dieser Population ist in der Sammlung für mikroskopische Präparate des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz deponiert.

Diskussion: Die asymmetrische Körperform, das flache, plattenartige bis leicht kuppelförmige Mundfeld - diese Merkmale erfordern auch die Einordnung bei Enchelys (KAHL, 1930) - die in vivo Länge, die Infraciliatur und der eigenartige Kernapparat sprechen für eine Identifikation der alpinen Population mit jener von DRAGESCO und DRAGESCO-KERNEIS (1979). Diese besitzt aber wesentlich kürzere, kaum gebogene Extrusome (2,5µm), durchschnittlich mehr Somakineten ( $\bar{x}$ =34) und in manchen Abbildungen ein auffälligeres Mundfeld. Die für den Vergleich wichtige Reuse, die in der Originalbeschreibung nur unzureichend dargestellt ist, wird im Zusammenhang mit ähnlichen Arten von FOISSNER (1984) diskutiert. Enchelys multinucleata unterscheidet sich von den anderen Arten dieser Gattung deutlich durch den sehr stark fragmentierten Makronucleus (KAHL, 1930).

Fuscheria terricola nov.spec. (Abb. 32-48, Tabelle 5)

Diagnose: In vivo etwa 80-100 x 27µm große, zylindroide bis leicht flaschenförmige Fuscheria mit durchschnittlich 15 Somakineten. Viele 5-7µm lange Extrusome.

Locus typicus: Mäßig häufig im Boden einer Au bei Grafenwörth in Niederösterreich.

Aufbewahrungsort des Typenmaterials: Ein Holotypus- und ein Paratypuspräparat sind in der Sammlung der mikroskopischen

Präparate des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz deponiert.

Beschreibung: Körperform in vivo mäßig variabel, leicht flaschenförmig bis zylindroid. Wenig bis nicht abgeflacht. Nach anterior deutlich verschmälert, apikal quer abgestutzt, posteriores Ende breit gerundet. Seite mit der Dorsalbürste besonders im anterioren Bereich konvex gekrümmt. Gegenüberliegende Seite im vorderen Drittel konkav, sodaß der anteriore Teil etwas gebogen erscheint (Abb. 32,33). Leicht kontraktile. Cilien der Somakineten 7-10 $\mu$ m lang, die der Dorsalbürste etwa 3 $\mu$ m. Pellicula durch die Somakineten leicht gekerbt. Dicht unter ihr winzige Granula, wahrscheinlich keine Mucocysten, da sie auf verschiedene Reize (Deckglasdruck, Methylgrün-Pyronin) nicht ausgeschleudert werden. Zwischen den Kineten ein längsorientiertes Fibrillensystem, vermutlich postciliäre Mikrotubuli (Abb. 38,39). Cytostom in Aufsicht kreisförmig, liegt polar auf einem etwa 1 $\mu$ m hohen, hyalinen Mundwulst (Abb. 41,42). Nematodesmen in vivo nicht erkennbar, auch nach Protargolimprägation sehr zart. Sie bilden einen trichterförmigen Cytopharynx, der mit gattungstypischen Extrusomen gefüllt ist (Abb. 36,42,48). Im Entoplasma kommen neben diesen auch in der Mitte verdickte Extrusome vor. Makronucleus meist hufeisenförmig, seltener gestreckt oder spiralisiert, liegt zentral. Zahlreiche unregelmäßig verteilte Nucleolen, die manchmal eine netzförmige Struktur bilden (Abb. 32-34,37). Mikronucleus rund, in vivo nicht erkennbar. Kontraktile Vakuole terminal, mit mehreren, leicht subpolar ausmündenden Exkretionspori (Abb. 32,33). Entoplasma farblos, meist dicht gefüllt mit vielen farblosen, glänzenden, 1-5 $\mu$ m großen Einschlüssen und zahlreichen hantelförmigen, etwa 2 $\mu$ m langen Stäbchen. Im posterioren Abschnitt manchmal wenige, etwa 7 $\mu$ m lange stäbchenförmige Kristalle (Abb. 32,33). Bewegung mäßig schnell unter Rotation um die Körperlängsachse. Ernährt sich räuberisch von Ciliaten (z.B. Vorticella astyliformis und Colpoda spec.).

Tabelle 5. *Fuscheria terricola*. Biometrische Charakteristik und Vergleich von 2 Populationen<sup>f</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Test
Länge	55,8	55,0	8,3	1,809	14,9	44,0	78,0	21	$D_s=198$
	60,2	61,0	9,3	1,867	15,5	44,0	83,0	25	
Breite <sup>2</sup>	18,2	16,2	5,0	1,091	27,3	12,0	28,0	21	$D_s=383^{***}$
	29,2	28,0	5,4	1,078	18,5	22,0	42,0	25	
Breite des Mundwulstes	4,5	4,5	0,6	0,131	12,5	3,3	5,3	21	$D_s=140$
	4,8	5,0	0,7	0,149	15,5	4,0	6,0	25	
Höhe des Mundwulstes	1,3	1,3	0,2	0,044	17,0	1,0	2,0	21	$D_s=108^*$
	1,2	1,0	0,4	0,121	29,7	1,0	2,0	9	
Länge der rechten Dbr	9,2	9,3	2,0	0,436	21,6	6,6	15,0	21	$D_s=84$
	9,0	9,0	1,8	0,367	19,8	5,0	12,0	21	
Länge der linken Dbr	4,7	4,0	0,9	0,196	19,4	3,5	6,6	21	0
	-	-	-	-	-	-	-	0	
Anzahl der Basalkörperpaare, rDbr	10,2	10,0	1,8	0,393	17,7	7,0	15,0	21	$D_s=105$
	10,5	11,0	2,0	0,479	19,4	5,0	13,0	18	
Anzahl der Basalkörperpaare, lDbr	4,6	5,0	1,2	0,262	25,1	3,0	7,0	21	0
	-	-	-	-	-	-	-	0	
Länge des Makronucleus	26,5	26,0	8,0	1,746	30,2	12,0	40,0	21	$D_s=131$
	29,0	26,0	7,4	1,470	25,4	18,0	43,0	25	
Breite des Makronucleus	4,4	4,0	0,8	0,179	17,6	3,2	6,0	21	$D_s=119$
	4,8	5,0	0,8	0,160	16,6	4,0	6,0	25	
Anzahl der Somakineten	14,5	14,0	1,7	0,371	11,8	12,0	19,0	21	$D_s=210^*$
	17,1	16,0	3,0	0,655	17,3	13,0	24,0	21	
Anzahl der Basalkörper in der Kinete rechts der Dbr	29,4	27,0	7,2	1,571	24,5	21,0	50,0	21	$D_s=179$
	34,0	34,0	7,0	1,460	20,7	22,0	46,0	23	

<sup>1</sup>Obere Zeile, Population 1; untere Zeile, Population 2. Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . lDbr, rDbr, linke bzw. rechte Dorsalbürstenreihe;  $D_s$ , Prüfgröße des Kolmogorov-Smirnov Tests; \*,  $0,05 \geq P > 0,01$ ; \*\*,  $0,01 \geq P > 0,001$ ; \*\*\*,  $P \leq 0,001$ ; zweiseitig.

<sup>2</sup>Bei einigen Individuen der Population 2 blähte sich die hintere Körperhälfte infolge der Imprägnation auf.

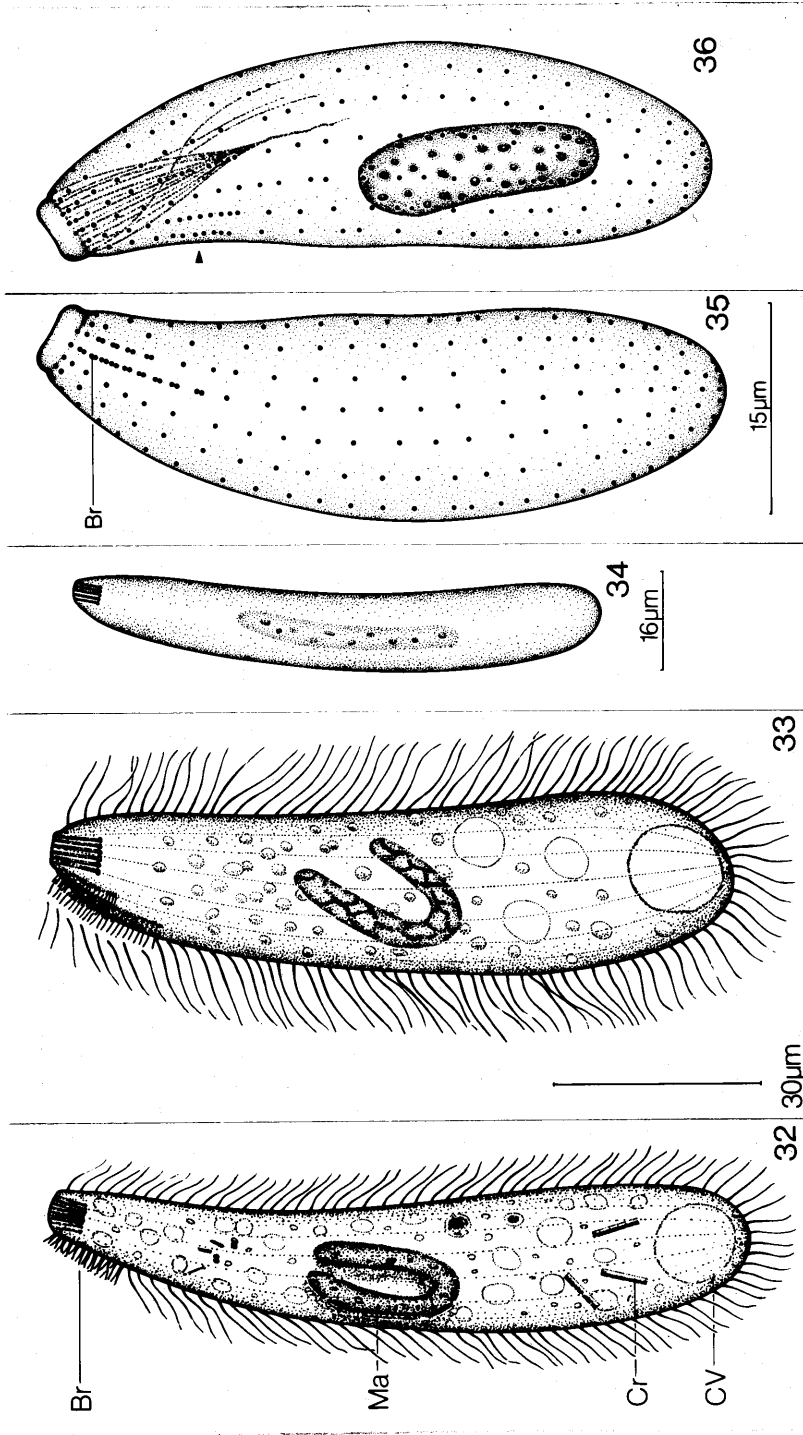


Abb. 32-36. *Fuscheria terricola* nach Lebendbeobachtung (Abb. 32-34) und Protargolimprägnation (Abb. 35,36). Abb. 32 Population 2. Abb. 33-36 Population 1. 32-34: rechts laterale Ansicht. 35: Infraciliatur der Dorsalseite. 36: Infraciliatur der Ventralseite. Der Pfeil zeigt auf die Basalkörperverdichtung, die bei diesem Individuum an 2 Kineten auftritt. Br, Dorsalbürste; Cr, Kristalle; CV, kontraktile Vakuole; Ma, Makronucleus.

Figs. 32-36. *Fuscheria terricola* from life (Figs. 32-34) and after protargol impregnation (Figs. 35,36). Fig. 32 population 2. Figs. 33-36 population 1. 32-34: right lateral view. 35: infraciliature in dorsal view. 36: infraciliature in ventral view. The arrow indicates the dense group of basal bodies, which in this case appears on 2 kineties. Br, brosse; Cr, crystal; CV, contractile vacuole; Ma, macronucleus.

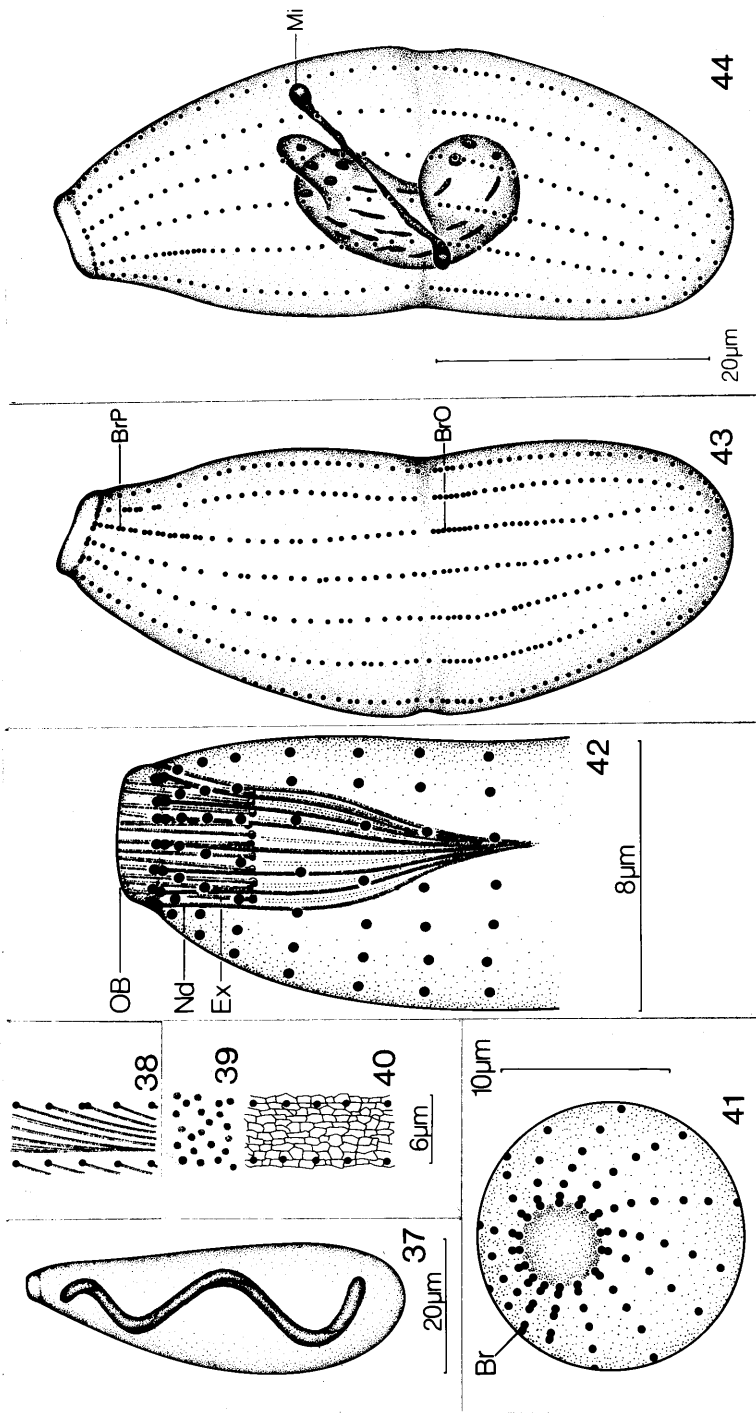
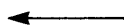


Abb. 37-44. Morphologie und Morphogenese von *Euscheria terricola*. Population 1. Abb. 39 nach Lebendbeobachtung. Abb. 37, 38, 41-44 nach Protargolimpregnation. Abb. 40 nach Chatton-Lwoff Methode. 37: rechts laterale Ansicht eines Individuums mit spiralem Makronucleus. 38: protargolaffines Fibrillensystem. 39: subpelliculäres Fibrillensystem. 40: Silberliniensystem. 41: Aufsicht auf den anterioren Pol. 42: rechts laterale Ansicht des anterioren Poles. 43, 44: frühes Morphogenesestadium in Dorsal- und Ventralansicht. Br, Dorsalbürste; BrO, BrP, Dorsalbürste des Opisthe bzw. des Proter; Ex, Extrusom; Mi, Mikronucleus; N, Nematodesmen; OB, Mundwulst.

Infraciliatur genustypisch. Somakineten meridional, selten sehr leicht linksspiralig verlaufend. Abstand zwischen den Basalkörpern einer Kinete anterior geringer als posterior (Abb. 35,36,41). An den anterioren Enden der Kineten befinden sich Basalkörperpaare (Abb. 41,42). Dorsalbürste zweireihig, selten tritt eine dritte, sehr kurze Reihe auf (Abb. 35,41). Etwa 50% der Population 1 mit einer Verdichtung von durchschnittlich 7 Basalkörpern im vorderen Teil der dritten Somakinete links der Dorsalbürste (Abb. 36,44,46,48). Bei einigen Tieren tritt sie an der zweiten oder vierten Kinete auf. Das gattungstypische Silberliniensystem mit einer Maschenweite von etwa 0,2-0,6µm ist longitudinal orientiert (Abb. 40).

Morphogenese: Die Morphogenese beginnt mit der Proliferatiion von Basalkörpern im Bereich der Teilungsfurche, die bereits in diesem frühen Stadium als leichte Einschnürung auftritt (Abb. 43,44). Die Proliferation findet nur dicht unterhalb der Teilungsfurche statt. Besonders stark ist sie bei den Anlagen der Dorsalbürstenreihen des Opisthe, die an den Kineten entstehen, die auch am Proter die Dorsalbürste tragen (Abb. 43). Der Makronucleus ist kondensiert. Während die Nucleolen in den Enden des Kernes kugelig sind, weisen jene die im mittleren Bereich liegen eine gestreckte Form auf (Abb. 44). Diese Streckung nimmt bis zum mittleren Stadium zu (Abb. 46). Der beim Interphasetier nicht imprägnierte Mikronucleus färbt sich jedoch stark an und beginnt sich zu teilen (Abb. 44).



Figs. 37-44. Morphology and morphogenesis of Fuscheria terricola. Population 1. Fig. 39 from life. Figs. 37,38,41-44 after protargol impregnation. Fig. 40 after Chatton-Lwoff method. 37: right lateral view of a specimen with a helical macronucleus. 38: argentophilic fiber system. 39: granules close beneath the pellicle. 40: silverline system. 41: view of the anterior pole. 42: right lateral view of the anterior region. 43, 44: early morphogenetic stage in dorsal and ventral view. Br, brosse; BrO, BrP, brosse of the opisthe and the proter respectively; Ex, extrusome; Mi, micronucleus; Nd, nematodesma; OB, oral bulge.



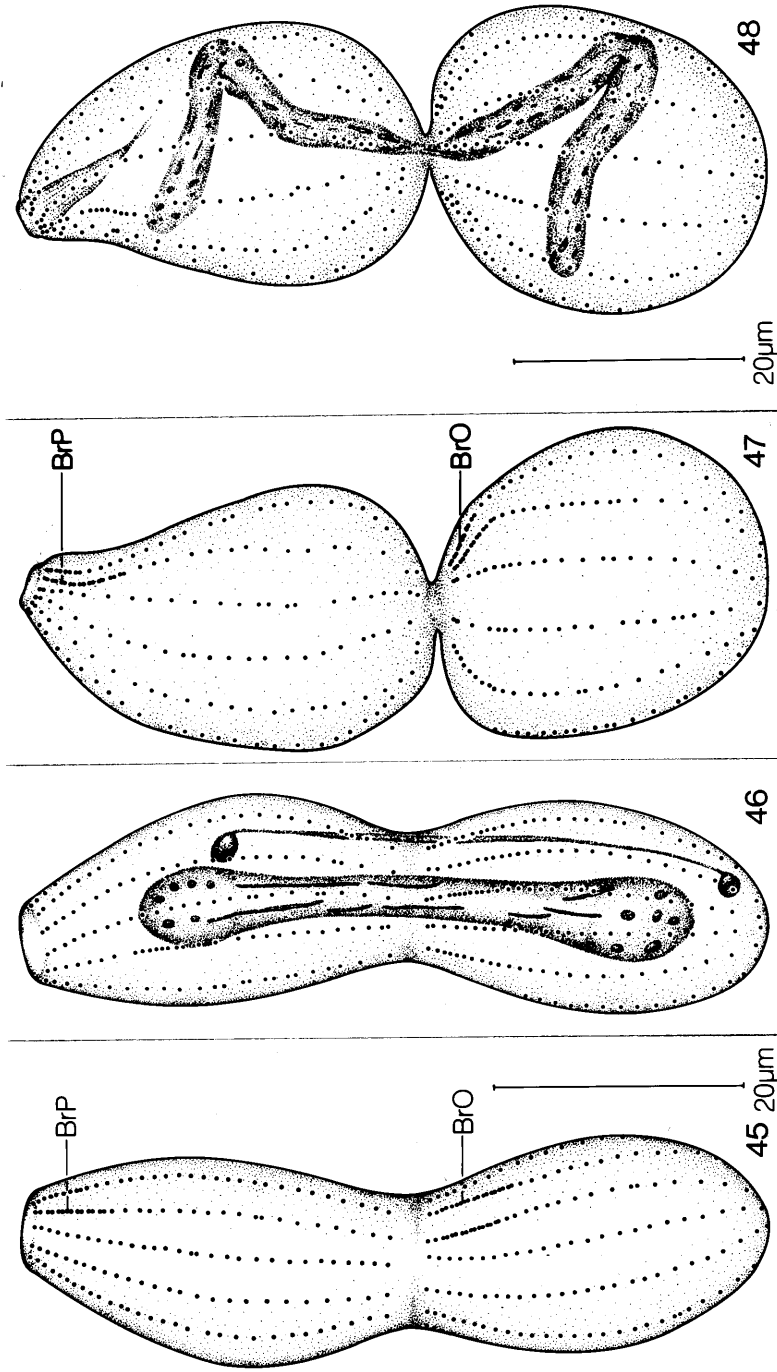


Abb. 45-48. *Fuscheria terricola* nach Protargolimpregnation. 45, 46: mittleres Teilungsstadium in Dorsal- und Ventralansicht. 47, 48: spätes Teilungsstadium in Dorsal- und Ventralansicht. BrO, BrP, Dorsalbürste des Opisthe bzw. des Proter. Figs. 45-48. *Fuscheria terricola* after protargol impregnation. 45, 46: intermediate morphogenetic stage in dorsal and ventral view. 47, 48: late stage in dorsal and ventral view. BrO, BrP, brosse of the opisthe and the proter respectively.

Ein mittleres Teilungsstadium zeigen die Abbildungen 45, 46. Das Tier und der Makronucleus besitzen eine ausgeprägt hantelförmige Gestalt. Die Dorsalbürste des Opisthe ist fertig differenziert. Die Somakineten haben sich in der Teilungsfurche getrennt. Der Abstand zwischen den Makronuclei, die noch durch eine faserartige Struktur miteinander verbunden sind, hat sich vergrößert.

Die Abbildungen 47, 48 zeigen ein sehr spätes Teilungsstadium. Proter und Opisthe sind kurz vor der Trennung. Im Opisthe ist noch keine Reuse erkennbar. Das Cytostom kann sich erst nach der Teilung bilden, da die Tiere an dieser Stelle bis zuletzt verbunden sind. Die Nucleolen des Makronucleus nehmen die für das Interphaseindividuum typische Form an. Die Makronuclei imprägnieren sich in diesem Stadium nicht. Kurz nach der Teilung haben beide Tochtertiere eine plumpe Gestalt und geringe Größe.

Diskussion: Die Gattung Fuscheria ist durch die typische Form der Extrusome, die den Cytopharynx ausfüllen, gekennzeichnet. Sie besitzen am unteren Ende eine sehr kleine knöpfchenförmige Anschwellung (FOISSNER, 1980b). Bisher war nur eine Art, F.nodosa, bekannt, die in Kleingewässern lebt. Fuscheria terricola unterscheidet sich von ihr in folgenden Merkmalen: Körpergröße, Körperform, Anzahl der Somakineten, Länge der Extrusome und Habitat. Diese Unterschiede rechtfertigen meiner Meinung nach die Errichtung einer neuen Species. Die Körperform von F.terricola ähnelt jener von Sorogena stoianovitchae, das nun wegen der Dikinetiden zu den Colpodida gestellt wird (BRADBURY und OLIVE, 1980; SMALL und LYNN, 1981).

Die Morphogenese von F.terricola wird bei Spathidium muscorum diskutiert.

Familie LACRYMARIIDAE FROMENTEL

Phialina binucleata nov.spec. (Abb. 49-56, Tabelle 6)

Diagnose: In vivo etwa 70-100 x 15-30µm große, sehr wenig kontraktile Phialina mit durchschnittlich 10 meridional verlaufenden Somakineten und 2 ovalen Makronucleus-Teilen.

Locus typicus: Selten im Boden (0-5cm) der Haitzing Alm, Bad Hofgastein, Salzburg (etwa 1750m Meereshöhe).

Aufbewahrungsort des Typenmaterials: Ein Holotypus- und ein Paratypuspräparat sind in der Sammlung der mikroskopischen Präparate des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz deponiert.

Beschreibung: In vivo langgestreckt, meist schwach gebogen, unter dem Deckglas sehr biegsam. Körperquerschnitt kreisförmig. Schlundzapfen mehr oder minder deutlich vom tönchenförmigen, 5-6µm breitem Kopf abgesetzt. Schlundzapfen und Kopf zusammen etwa 10µm lang und sehr beweglich. Das anteriore Rumpfende bildet eine deutliche Schulter und ist stärker kontraktil als der übrige Körper. Rest des Rumpfes stumpf spindelförmig (Abb. 49). Makronucleus-Teile in vivo etwa 16 x 7µm groß, fein granuliert, liegen hintereinander in Rumpfmittle. Mikronucleus und Nematodesmen weder in vivo noch nach Protargolimprägation erkennbar. Kontraktile Vakuole terminal, entsteht während der Diastole aus Bläschen, Exkretionsporen leicht subterminal (Abb. 49). Pellicula durch die Somakineten wenig gekerbt. Zwischen je 2 Kineten etwa 10 Reihen winziger ( $\phi < 0,5\mu\text{m}$ ) subpelliculärer Granula und einige zart imprägnierte Fibrillen (postciliäre Mikrotubuli-Bänder?), die sich deutlich von stärker versilberten Linien entlang der Somakineten abheben (Abb. 53,56), Infraciliatur genusspezifisch. Jede Kopfkinete besteht aus ungefähr 14-20 Basalkörpern, die etwa 10µm lange Cilien tragen. Bewimperung des Rumpfes mäßig dicht, Cilien etwa 8µm lang. Beide Basalkörper der Dikinetiden an den

Tabelle 6. Biometrische Charakteristik von Phialina binucleata<sup>1</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n
Länge	60,8	62,0	8,5	1,910	14,0	47,0	73,0	20
Breite	12,8	13,0	1,8	0,399	13,9	9,0	17,0	20
Länge des Kopfes	5,2	5,0	0,8	0,189	15,7	4,0	7,0	19
Breite des Kopfes	5,3	5,0	0,8	0,172	14,2	4,0	7,0	19
Länge des Schlundzapfens	2,0	2,0	0,3	0,057	12,9	1,5	2,5	20
Breite des Schlundzapfens	3,3	3,0	0,4	0,092	12,7	3,0	4,0	20
Länge des vorderen Makronucleus-Teiles	11,6	12,0	2,0	0,466	17,5	9,0	16,0	19
Breite des vorderen Makronucleus-Teiles	5,9	6,0	1,2	0,264	19,5	4,0	8,0	19
Anzahl der Somakineten	9,8	9,5	1,6	0,360	16,4	8,0	13,0	20
Anzahl der Basalkörperpaare einer Somakinete <sup>2</sup>	3,2	3,0	0,8	0,202	25,7	2,0	5,0	17
Anzahl der Basalkörper einer Somakinete <sup>2,3</sup>	30,6	31,0	4,5	1,098	14,8	20,0	37,0	17
Anzahl der Kopfkineten	11,3	12,0	1,2	0,667	10,2	10,0	12,0	3

<sup>1</sup>Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ .

<sup>2</sup>Gezählt an der im Präparat oben in der Mitte liegenden Somakinete.

<sup>3</sup>Die Basalkörperpaare sind hier nicht eingerechnet.

anterioren Enden der Somakineten sind normal bewimpert (keine Borsten!). Im Pharynx ein nach posterior divergierendes Bündel von etwa  $13\mu\text{m}$  langen Extrusomen. Ungefähr 20 weitere Extrusome liegen, ebenfalls gebündelt, im anterioren Teil des Rumpfes (Abb. 49,52, 54,55). Entoplasma farblos, mit zahlreichen  $1\mu\text{m}$  großen, annähernd sphärischen Granula, einigen  $5-10\mu\text{m}$  großen, fast leeren Vakuolen und wenigen, glänzenden, in etwa  $3\mu\text{m}$  große Vakuolen eingeschlossenen Kristallen (Abb. 49).

Ernährt sich unter anderem von Gonostomum spec., das sich sofort

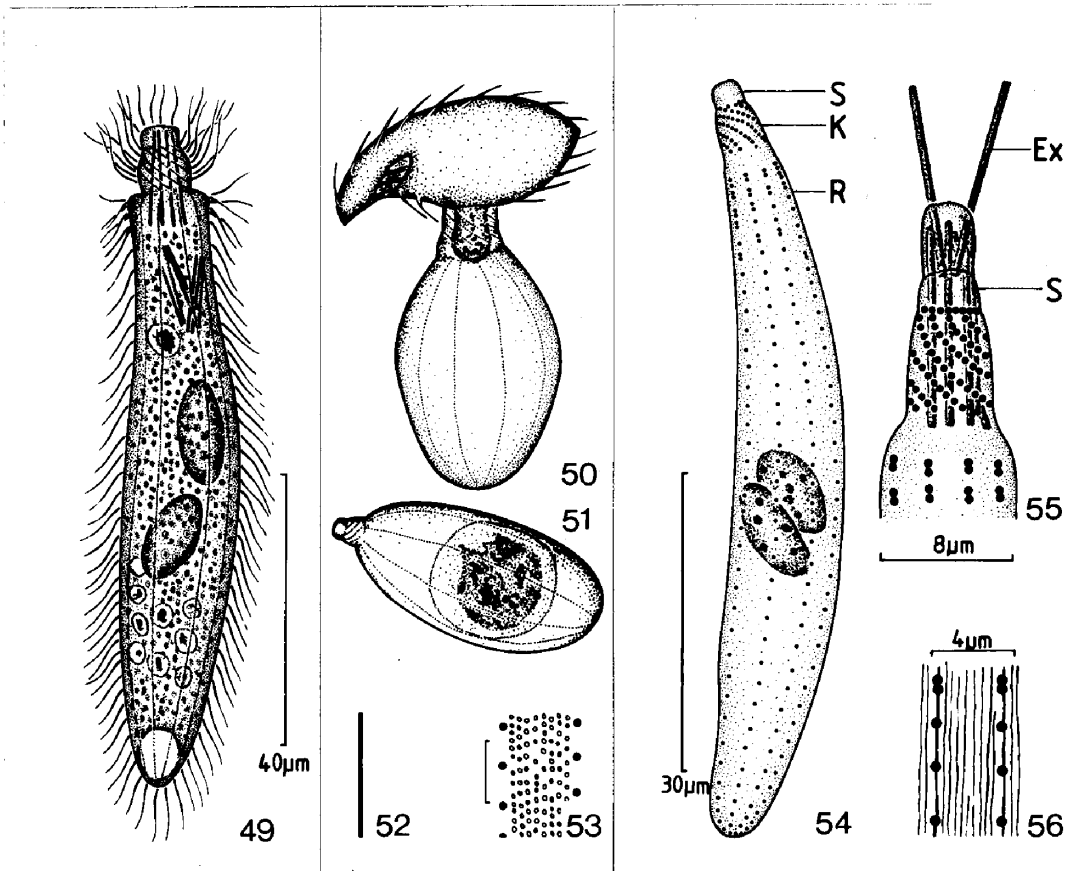


Abb. 49-56. *Phialina binucleata* nach Lebendbeobachtung (Abb. 49-53) und Protargolimpregnation (Abb. 54-56). 49: typisches, freischwimmendes Individuum. 50, 51: Individuum während und kurz nach der Nahrungsaufnahme. 52: Extrusom, Länge = 13µm. 53: subpelliculäre Granula. Maßstab = 6µm. 54: Infraciliatur. 55: Infraciliatur des Vorderendes. Zwei Extrusome sind tw. ausgestoßen. 56: schwach protargolaffine Zonen zwischen je 2 Kineten. Entlang der Kineten sind stärker imprägnierte Linien erkennbar. Ex, Extrusom; K, Kopf; R, Rumpf; S, Schlundzapfen.

Figs. 49-56. *Phialina binucleata* from life (Figs. 49-53) and after protargol impregnation (Figs. 54-56). 49: typical, free swimming specimen. 50, 51: specimen during and short after ingestion. 52: extrusom, length = 13µm. 53: subpellicular granules, scale mark = 6µm. 54: infraciliature. 55: infraciliature of the anterior region. 56: argentophilic zones between two kineties. Ex, extrusome; K, head; R, body; S, oral bulge.

nach dem Angriff fast vollständig auflöst. *Phialina binucleata* ist bei der Aufnahme der Nahrung beinahe kugelförmig, der Cytopharynx öffnet sich zu einem deutliche Rohr und es entsteht eine voluminöse Nahrungsvakuole (Abb. 50,51). Während der

Verdauungsphase ist die Bewegung langsam, ansonsten schnell unter Rotation um die Körperlängsachse.

Diskussion: Das umfangreiche Genus Lacrymaria BORY DE ST.VINCENT wurde von FOISSNER (1980b) wieder in die Gattungen Lagynus QUENNERSTEDT, Phialina BORY DE ST.VINCENT und Lacrymaria aufgetrennt. Die zweikernige L.pulchra WENZEL, 1953 ist von P.binucleata durch den für Lacrymaria typischen Hals, die wenigen rechtsspiralig verlaufenden Rumpfkineten und durch die Form des anterioren Körperendes getrennt. Die von BÜRGER (1908) beschriebene, etwa 100µm große L.metabolica besitzt ebenfalls 2 ovale Makronucleus-Teile und meridional verlaufende Somakineten, weist aber zum Unterschied von der wenig kontraktilen P.binucleata im kontrahierten Zustand eine starke Querringelung auf. DRAGESCO (1960) fand im Mesopsammon mehrere binucleate Formen, von denen aber sicher keine mit der hier beschriebenen Art identisch ist.

#### Familie SPATHIDIIDAE KAHL

Protospathidium serpens (KAHL, 1930) (Abb. 57-65, Tabelle 7)

Interphaseindividuum (Abb. 57, 58, Tabelle 7): Meine Beobachtungen stimmen bis auf den Makronucleus mit jenen von KAHL (1930) und FOISSNER (1981b) überein. Diese Populationen weisen einen kettenförmigen, aus etwa 8 Nodien bestehenden Kern auf, während die vorliegende 15-30 ovale, mehr oder minder deutlich hintereinander liegende Teile besitzt. Die Variabilität der Anzahl der Somakineten ist auffallend gering (KAHL, 1930: etwa 10; FOISSNER, 1981b: 7-9,  $\bar{x} = 8,3$ ; Tab. 7: 7-10,  $\bar{x} = 8,8$ ). Die Distanz zwischen den Basalkörperpaaren der 3. Reihe der Dorsalbürste ist deutlich größer als in den beiden übrigen Reihen.

Morphogenese (Abb. 59-65): Sie beginnt mit einem deutlichen

Tabelle 7. Biometrische Charakteristik von Protospathidium serpens<sup>1</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n
Länge	64,8	67,5	9,3	1,766	14,4	50,0	82,0	28
Breite <sup>2</sup>	9,6	9,5	1,6	0,296	16,3	7,0	14,0	28
Länge des Mundwulstes <sup>2</sup>	5,5	5,3	0,6	0,115	11,1	4,5	7,0	28
Höhe des Mundwulstes	2,3	2,3	0,5	0,098	22,8	1,5	3,0	28
Breite eines Ma-Teiles	2,7	2,5	0,7	0,127	24,8	2,0	4,0	28
Anzahl der Somakineten	8,8	9,0	0,8	0,149	9,0	7,0	10,0	28
Anzahl der Basalkörper einer ventralen SK	33,8	33,5	4,5	0,845	13,2	26,0	42,0	28
Anzahl der Dbr	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	28
Länge der 1.Dbr	6,3	6,0	0,9	0,168	14,2	4,0	8,0	28
Länge der 2.Dbr	10,9	11,0	1,3	0,244	11,8	9,0	13,0	28
Länge der 3.Dbr	11,1	11,0	2,1	0,396	18,9	7,0	15,0	28
Anzahl der Basalkörperpaare der 1.Dbr	4,6	4,0	1,1	0,213	24,3	3,0	7,0	28
Anzahl der Basalkörperpaare der 2.Dbr	11,7	12,0	1,9	0,352	15,9	7,0	14,0	28
Anzahl der Basalkörperpaare der 3.Dbr	8,8	9,0	1,2	0,236	14,2	7,0	11,0	28
Länge der Reuse <sup>3</sup>	14,3	14,5	1,8	0,434	12,9	11,0	19,0	18

<sup>1</sup>Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . Dbr, Dorsalbürstenreihe(n); Ma, Makronucleus; SK, Somakinete.

<sup>2</sup>Gemessen an lateral orientierten Individuen.

<sup>3</sup>Gemessen wurde die Distanz zwischen dem anterioren Ende einer ventralen Somakinete und dem posterioren Ende der Reuse.

Längenwachstum der Zelle (Tab. 7:  $\bar{x} = 64,8\mu\text{m}$ ; Länge des 1. Teilungsstadiums =  $100\mu\text{m}$ ;  $t_s = 3,719^{***}$  ( $P < 0,001$ )). Die im Bereich der Teilungsebene einsetzende Proliferation von Basalkörpern ist an den Kineten mit der Dorsalbürste am stärksten. Der Kernapparat weist in diesem frühen Stadium keine Veränderung auf (Abb. 59,60).

Im mittleren Teilungsstadium entstehen durch eine vermehrte Proliferation von Basalkörpern an den Enden der Somakineten des

Opisthe ungleich lange, zum Teil schon leicht nach rechts gedrehte Kinetenfragmente, die aus Dikinetiden bestehen. Die 2. und 3. Reihe der Dorsalbürste des Opisthe sind bereits differenziert (Abb. 61,62). Die Makronucleus-Fragmente verteilen sich gleichmäßig auf die Tochtertiere (Abb. 61). In den späten Stadien der Morphogenese verschmelzen sie aber zu einer großen, mehr oder minder ausgeprägt kugelförmigen Masse, die sich in den sehr späten Stadien der Teilung wieder in die Tochtertiere streckt (Abb. 65).

Die Abbildungen 63-65 zeigen ein sehr spätes Teilungsstadium mit einer vollständig entwickelten Dorsalbürste. Durch die beginnende Furchung vergrößert sich die Distanz zwischen den Somakineten des Proter und Opisthe. Die Drehung der Kinetenfragmente nach rechts ist nur wenig fortgeschritten und wird erst kurz vor der Trennung der Tochtertiere abgeschlossen. Das abgebildete Stadium ist zweifellos ein sehr spätes, was aus der weit fortgeschrittenen Mitose der Mikronuclei geschlossen werden kann (Abb. 65). Die Filialprodukte sind je  $62\mu\text{m}$  lang, besitzen also bereits die durchschnittliche Länge eines Interphaseindividuum.

Diskussion: Die Stomatogenese verläuft telokinetal (CORLISS, 1973, 1979). Sie beginnt wie bei Spathidium, Bryophyllum und Fuscheria (sh. S. 34 u. 47; FRYD-VERSAVEL, IFTODE und DRAGESCO, 1975) mit einer Proliferation an den 3 Kineten, die die Dorsalbürste tragen. Die im weiteren Verlauf der Teilung gebildeten Kinetenfragmente drehen sich so wie bei Spathidium und Bryophyllum nach rechts, verschmelzen aber nicht zu einer einheitlichen perioralen Kinete. Außerdem bleiben diese Fragmente mit ihren Enden mit jenen Somakineten in Verbindung, aus denen sie entstanden sind. Dies ist bei S.muscorum, einer Art mit einer typischen, von den Somakineten getrennten perioralen Kinete nicht der Fall (sh. S. 47; FRYD-VERSAVEL, IFTODE und DRAGESCO, 1975; DRAGESCO und DRAGESCO-KERNEIS, 1979; FOISSNER, 1981b).

Die bisher auf sehr feine morphologische Details begründete Gattung Protospathidium kann nach diesen Ergebnissen nunmehr auch



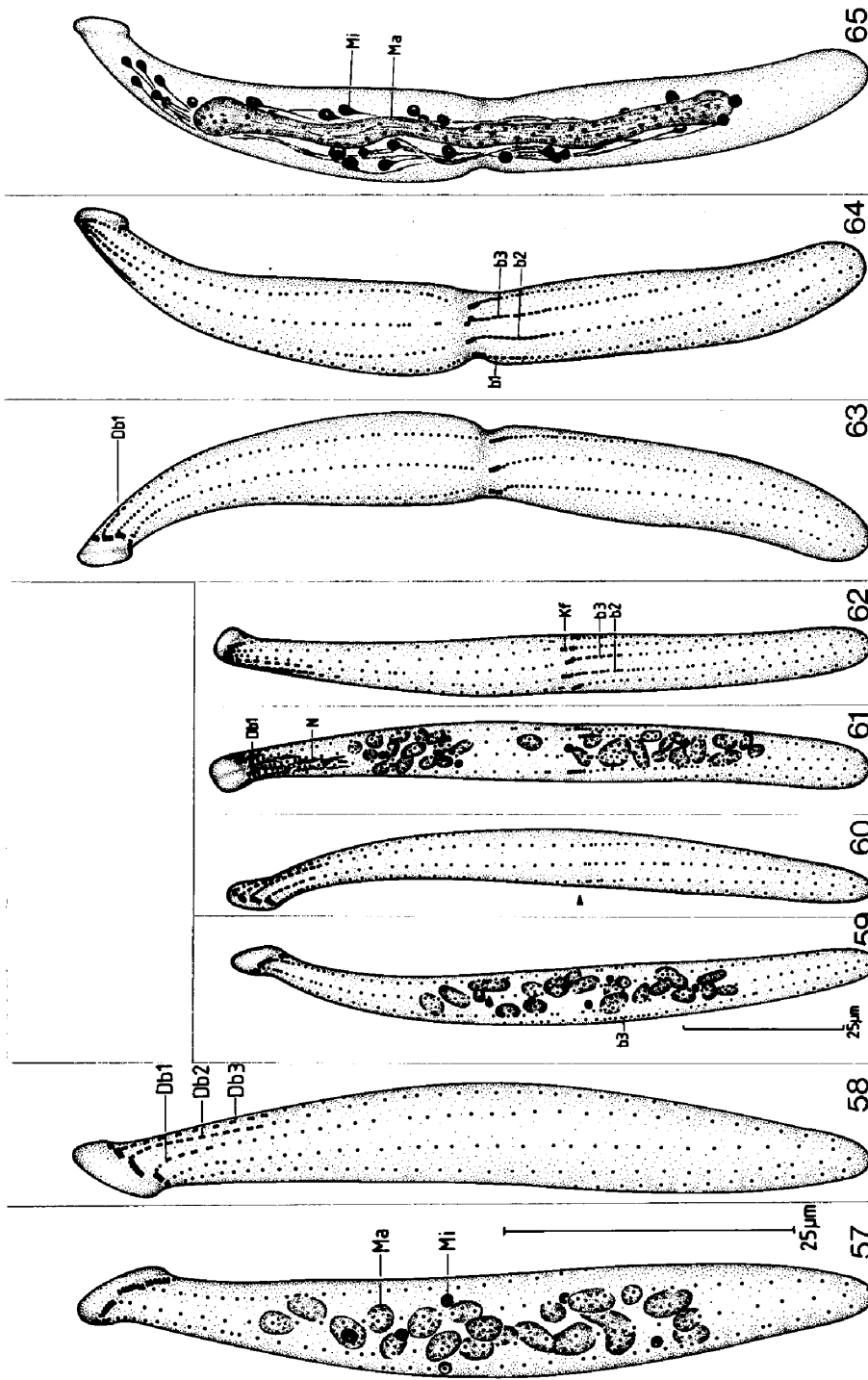


Abb. 57-65. *Protospathidium serpens*. Infraciliatur nach Protargolimpregnation. Interphaseindividuum (Abb. 57, 58). Morphogenese (Abb. 59-65, im gleichen Maßstab). 57, 58: rechts und links laterale Ansicht. 59, 60: rechts und links laterale Ansicht eines frühen Teilungsstadiums. Der Pfeil markiert die Teilungsebene. 61, 62: Ventral- und Dorsalansicht eines mittleren Stadiums. 63-65: Ventralseite, Dorsalseite und Kernapparat eines späten Stadiums. b1-b3, 1. bis 3. Reihe der Dorsalbürste des Opisthe; Db1-Db3, 1. bis 3. Reihe der Dorsalbürste des Proter; Kf, Kinetenfragment; Ma, Makro-nucleus; Mi, Mikronucleus; N, Nematodesmen.

morphogenetisch fundiert werden. Da die Spathidien s.lato mit über 100 beschriebenen Arten sehr umfangreich sind, ist jede gut begründete Aufspaltung der Gattung für die Determination von großem Vorteil.

Spathidium muscicola KAHL, 1930 (Abb. 66-69, Tabelle 8)

Beschreibung der Infraciliatur: Somakineten meridional, anterior mehr oder minder deutlich nach rechts gebogen und dichter bewimpert als posterior. Periorale Kinete elliptisch, aus dicht aneinandergereihten Dikinetiden aufgebaut. Dritte Reihe der Dorsaldürste durchschnittlich nur halb so lang wie die 1. und 2. (Abb. 66,68). Nematodesmen sehr zart, in dem von ihnen umgebenen Entoplasma zahlreiche stabförmige Extrusome (Abb. 66,69). Makronucleus mäßig stark verschlungen, mit kleinen Nucleolen. In seiner Nähe befinden sich einige bis zu 7µm große, unregelmäßig geformte, stark imprägnierte Strukturen, vielleicht Mikronuclei (Abb. 66,67).

Diskussion: Körperform, Größe (unter Berücksichtigung der Schrumpfung um 20-30%) und Kernapparat stimmen weitgehend mit den in vivo Beschreibungen von KAHL (1930) und FOISSNER (1981b) überein. Die Infraciliatur wird von BUITKAMP (1977a) und FOISSNER (1981b) beschrieben. Wegen der stark abweichenden Körperform der afrikanischen Population von BUITKAMP (1977a) vermute ich aber, daß er die Art falsch determinierte. Ähnliches gilt für die Beschreibung von DRAGESCO (1970). Aus den Abbildungen von FOISSNER

---

← Figs. 57-65. Protospathidium serpens. Infraciliature after protargol impregnation. Non-dividing specimen (Figs. 57,58). Morphogenesis (Figs. 59-65, same scale). 57, 58: right and left lateral view. 59, 60: right and left lateral view of an early morphogenetic stage. 61, 62: dorsal and ventral view of a middle stage. 63-65: ventral view, dorsal view and nucleus apparatus of a late stage. b1-b3, 1st to 3rd row of the brosse of the opisthe; Db1-Db3, 1st to 3rd row of the brosse of the proter; Kf, kinetofragment; Ma, macronucleus; Mi, micronucleus; N, nematodesma.

Tabelle 8. Biometrische Charakteristik von Spathidium muscicola<sup>1</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n
Länge	119,2	120,0	18,3	3,587	15,4	90,0	160,0	26
Breite <sup>2</sup>	27,2	26,5	5,8	1,141	21,4	17,0	46,0	26
Länge des Mundwulstes <sup>2</sup>	17,2	17,0	2,9	0,568	16,9	11,0	22,0	26
Höhe des Mundwulstes	3,3	3,0	0,6	0,115	18,0	2,0	4,5	26
Breite des Ma	5,7	6,0	0,5	0,107	9,6	5,0	7,0	26
Anzahl der Somakineten	25,2	24,5	6,0	1,176	23,8	19,0	51,0	26
Anzahl der Basalkörper einer ventralen SK	48,2	48,0	9,3	1,825	19,3	28,0	68,0	26
Anzahl der Dbr	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	26
Länge der 1.Dbr	22,5	23,0	4,7	1,004	20,9	10,0	32,0	22
Länge der 2.Dbr	10,9	11,0	4,7	1,080	22,0	12,0	33,0	19
Länge der 3.Dbr	10,7	11,0	2,5	0,654	24,2	5,0	14,0	15
Länge eines Extrusoms	5,1	5,0	0,8	0,154	15,4	3,5	6,0	26

<sup>1</sup>Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . Dbr, Dorsalbürstenreihe(n); Ma, Makronucleus; SK, Somakinete.

<sup>2</sup>Gemessen an lateral orientierten Individuen.

(1981b) ist der Aufbau der Oralciliatur nicht ersichtlich und BUITKAMP (1977a) stellt sie vermutlich falsch dar, da wahrscheinlich alle großen Spathidien eine von den Somakineten abgesetzte periorale Kinete besitzen (FOISSNER, 1984). Die Dorsalbürste der Population von FOISSNER (1981b) weist eine leicht verkürzte 1.Reihe auf, alle anderen Merkmale stimmen aber weitgehend mit den hier beschriebenen Daten überein, sodaß an der Conspezifität dieser beiden alpinen Populationen nicht gezweifelt werden kann.

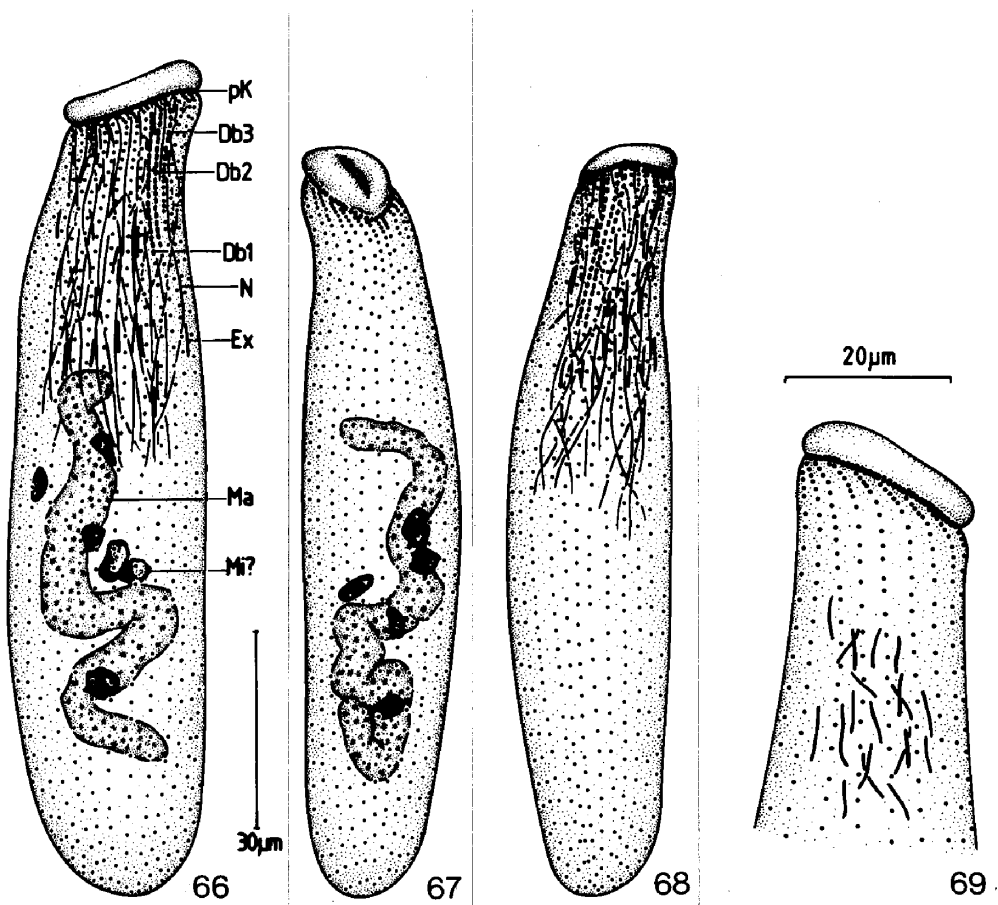


Abb. 66-69. Spathidium muscicola. Infraciliatur nach Protargolimprägung.  
66: links laterale Ansicht. 67, 68: Ventral- und Dorsalansicht desselben Individuums.  
69: rechts laterale Ansicht des anterioren Körperabschnittes. Db1-Db3, 1. bis 3.  
Reihe der Dorsalbürste; Ex, Extrusom; Ma, Makronucleus; Mi?, Mikronucleus?; N,  
Nematodesmen; pK, periorale Kinete.

Figs. 66-69. Spathidium muscicola. Infracilature after protargol impregnation.  
66: left lateral view. 67, 68: ventral and dorsal view of the same specimen. 69:  
right lateral view of the anterior end of the cell. Db1-Db3, 1st to 3rd row of  
the brosse; Ex, extrusome; Ma, macronucleus; Mi?, micronucleus?; N, nematodesma;  
pK, perioral kinety.

Spathidium muscorum DRAGESCO et DRAGESCO-KERNEIS, 1979  
(Abb. 70-80, Tabelle 9)

Interphaseindividuum: Nach Protargolimprägung meist ausgeprägt sackförmig, selten schlank. Mundwulst skalpellartig,

Tabelle 9. Biometrische Charakteristik von Spathidium muscorum<sup>1</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	s $\bar{x}$	V	Min	Max	n
Länge	93,0	95,0	8,5	1,700	9,1	78,0	105,0	25
Breite <sup>2</sup>	40,3	40,0	5,6	1,120	13,9	29,0	50,0	25
Breite knapp unter dem Mundwulst <sup>2</sup>	27,7	27,0	5,4	1,080	19,6	18,0	37,0	25
Länge des Mundwulstes <sup>3</sup>	45,5	46,0	7,5	1,500	16,6	31,0	55,0	25
Länge der 1.Dbr <sup>4</sup>	12,0	12,0	1,4	0,280	11,8	10,0	15,0	25
Länge der 2.Dbr	12,5	13,0	1,7	0,340	13,7	9,0	16,0	25
Länge der 3.Dbr	9,1	9,0	1,3	0,260	14,6	7,0	12,0	25
Breite des Ma	6,2	6,0	1,0	0,200	15,4	5,0	9,0	25
Anzahl der Somakineten	21,1	21,0	2,8	0,560	13,4	16,0	27,0	25
Durchmesser der Cyste <sup>5</sup>	36,7	36,0	3,1	0,633	8,4	32,5	43,0	24

<sup>1</sup>Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . Dbr, Dorsalbürstenreihe(n); Ma, Makronucleus.

<sup>2</sup>Gemessen an lateral orientierten Individuen.

<sup>3</sup>Gemessen wurde die Sehne des vom Wulst gebildeten Bogens.

<sup>4</sup>Liegt der Ventralseite am nächsten.

<sup>5</sup>Nach Lebendbeobachtung.

annähernd halb körperlang (Abb. 70, Tab. 9). Somakineten meridional mit dicht stehenden Basalkörpern. Dorsalbürste meist drei-, selten vierreihig. Winkel zwischen Somakineten und perioraler Kinete links größer als rechts. Basalkörperpaare der perioralen Kinete sehr eng gereiht. Nematodesmen gebündelt, etwa  $30\mu\text{m}$  lang. Makronucleus im Querschnitt kreisförmig, lang und meist verschlungen, mit vielen kleinen Nucleolen.

Cyste (Abb. 80, Tabelle 9): Kugelig, mit glatter Hülle die von einer  $5\text{--}10\mu\text{m}$  dicken Schleimschicht umgeben ist.

Morphogenese (Abb. 71-79): Sie beginnt mit der Proliferation von Basalkörpern an der breitesten Stelle des Tieres. Die Kineten,

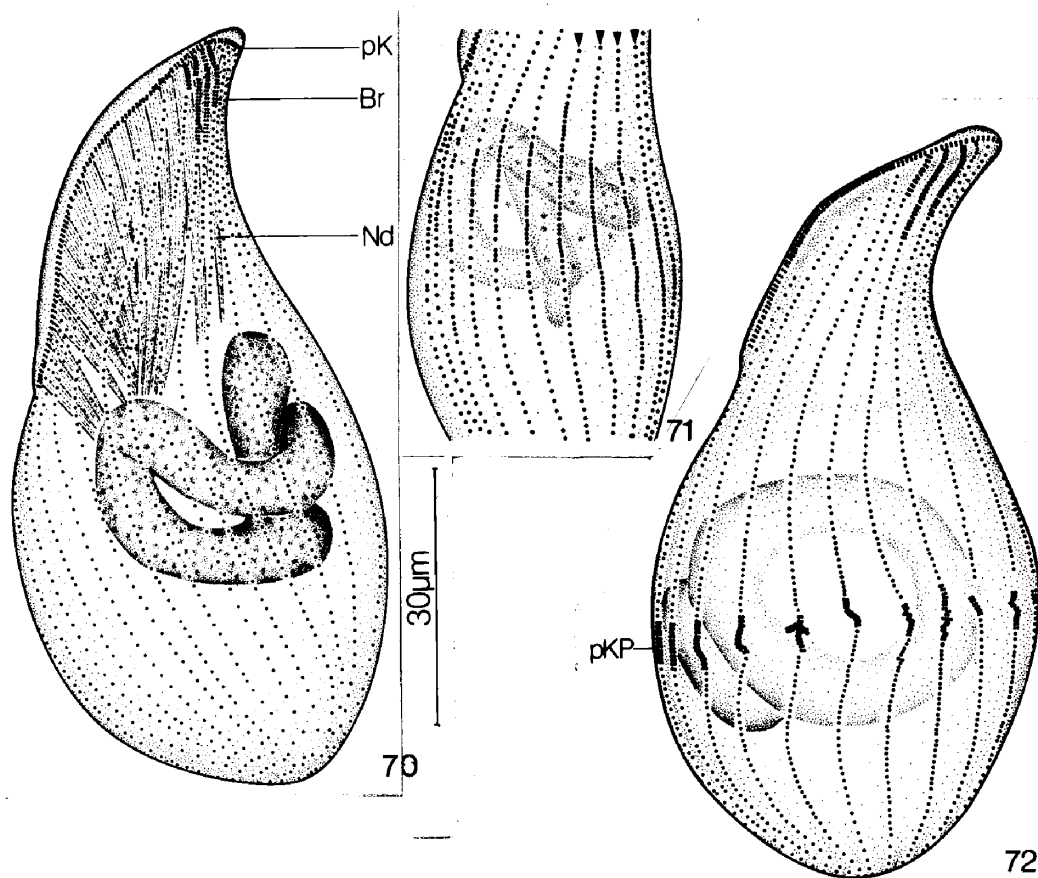


Abb. 70-72. *Spathidium muscorum*. Morphologie (Abb. 70) und Morphogenese (Abb. 71, 72) nach Protargolimprägung. 70: links laterale Ansicht eines Interphaseindividuum. 71: links laterale Ansicht der Teilungszone eines frühen Stadiums. Die Pfeile zeigen auf jene Kineten die die Dorsalbürste tragen. 72: links laterale Ansicht eines frühen Stadiums. Br, Dorsalbürste; Nd, Nematodesmen; pK, periorale Kinete; pKP, Primordien der perioralen Kinete.

Figs. 70-72. *Spathidium muscorum*. Morphology (Fig. 70) and morphogenesis (Figs. 71, 72) after protargol impregnation. 70: left lateral view of a non-dividing specimen. 71: left lateral view of the division zone of a very early morphogenetic stage. The arrow heads indicate the kineties bearing brosse rows. 72: left lateral view of an early morphogenetic stage. Br, brosse; Nd, nematodesma; pK, perioral kinety; pKP, primordia of the perioral kinety.

welche die Dorsalbürste tragen proliferieren etwas früher und stärker (Abb. 71). Die Kinetosomen dieses Bereiches ordnen sich zu Paaren und bilden die perioralen Kinetenprimordien (Abb. 72, 73). Anschließend biegen sich diese Kinetenfragmente nach rechts

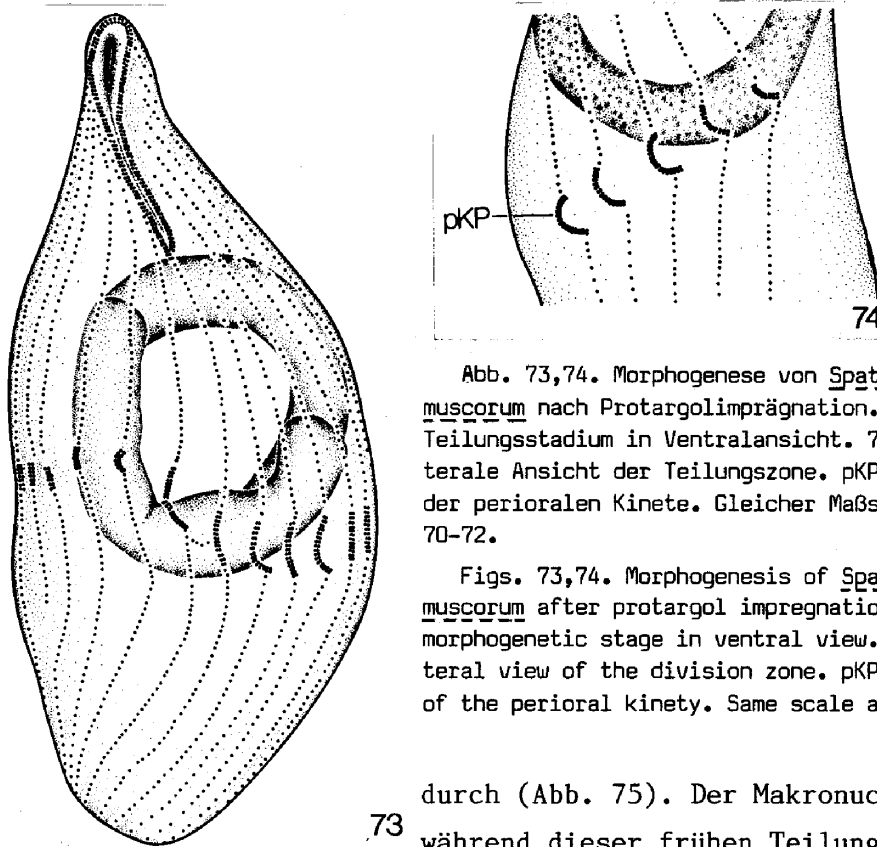


Abb. 73,74. Morphogenese von Spathidium muscorum nach Protargolimprägation. 73: frühes Teilungsstadium in Ventralansicht. 74: links laterale Ansicht der Teilungszone. pKP, Primordium der perioralen Kinete. Gleicher Maßstab wie Abb. 70-72.

Figs. 73,74. Morphogenesis of Spathidium muscorum after protargol impregnation. 73: early morphogenetic stage in ventral view. 74: left lateral view of the division zone. pKP, primordium of the perioral kinety. Same scale as Figs. 70-72.

73

durch (Abb. 75). Der Makronucleus weist während dieser frühen Teilungsphasen eine ringförmige Gestalt auf und hat kugelige Nucleolen (Abb. 72-74). Mit dem

Sichtbarwerden der Teilungsfurche beginnt er sich in die beiden Tochtertiere zu erstrecken. Die Nucleolen werden fädig (Abb. 75-77). Oberhalb der Teilungsfurche treten mehrere kleine kontraktile Vakuolen auf.

In den mittleren Stadien der Morphogenese lösen sich die perioralen Kinetenprimordien an ihren anterioren Enden von den Somakineten und drehen sich nach rechts. Dadurch entsteht eine wellenförmige Kinete die um die Zelle verläuft. Die einzelnen Kinetenprimordien sind durch kleine Zwischenräume getrennt (Abb. 75). Die Dorsalbürste ist fertig differenziert. Sie tritt an jenen Kineten auf, die auch am Proter die Dorsalbürste tragen (Abb. 76).

In den späteren Stadien der Teilung kommt es durch die

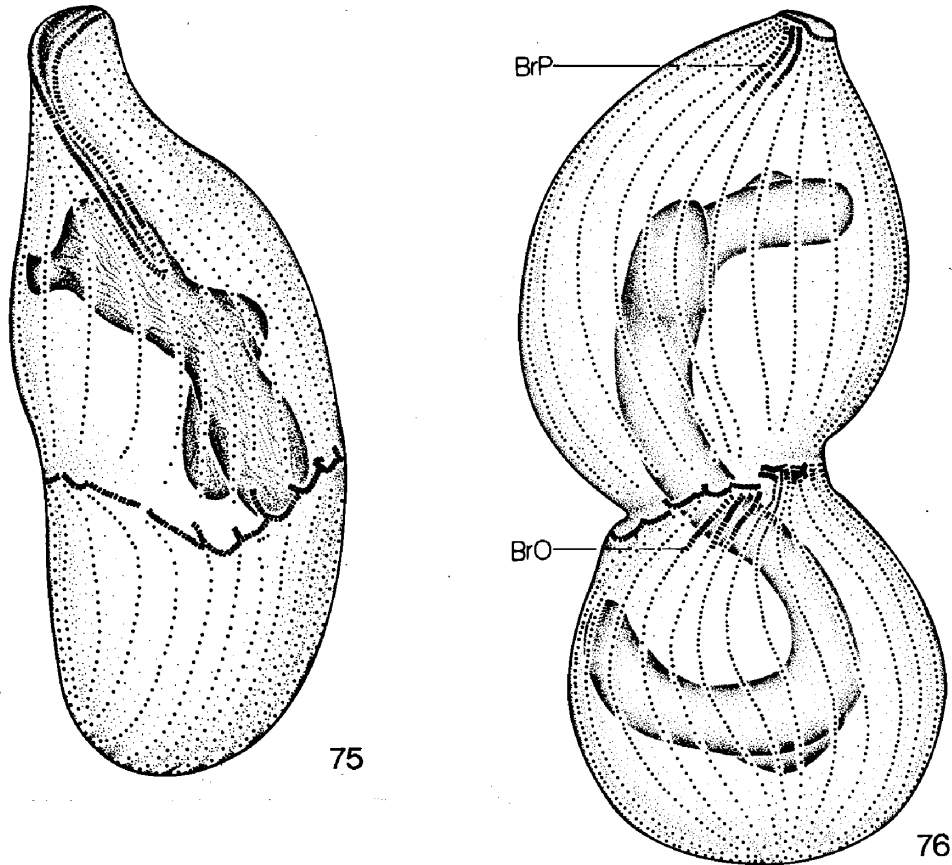


Abb. 75,76. Morphogenese von *Spathidium muscorum* nach Protargolimprägung. 75: mittleres Stadium in Ventralansicht. 76: mittleres Stadium in Dorsalansicht. BrO, BrP, Dorsalbürste des Opisthe bzw. des Proter. Gleicher Maßstab wie Abb. 70-72.

Figs. 75,76. Morphogenesis of *Spathidium muscorum* after protargol impregnation. 75: intermediate stage in ventral view. 76: intermediate stage in dorsal view. BrO, BrP, bristle of the opisthe and the proter respectively. Same scale as Figs. 70-72.

Verlagerung und Fusion einzelner Kinetenfragmente zur Entstehung von längeren Reihen von Basalkörperpaaren. Sie werden in Richtung des neuen Cytostoms transportiert und angeordnet. Dieses hat die gleiche Orientierung wie das Cytostom des Proters (Abb. 77). An der noch nicht fertig ausgebildeten perioralen Kinete des Opisthe erscheinen Nematodesmen. Die Makronuclei, die nur mehr durch einen dünnen



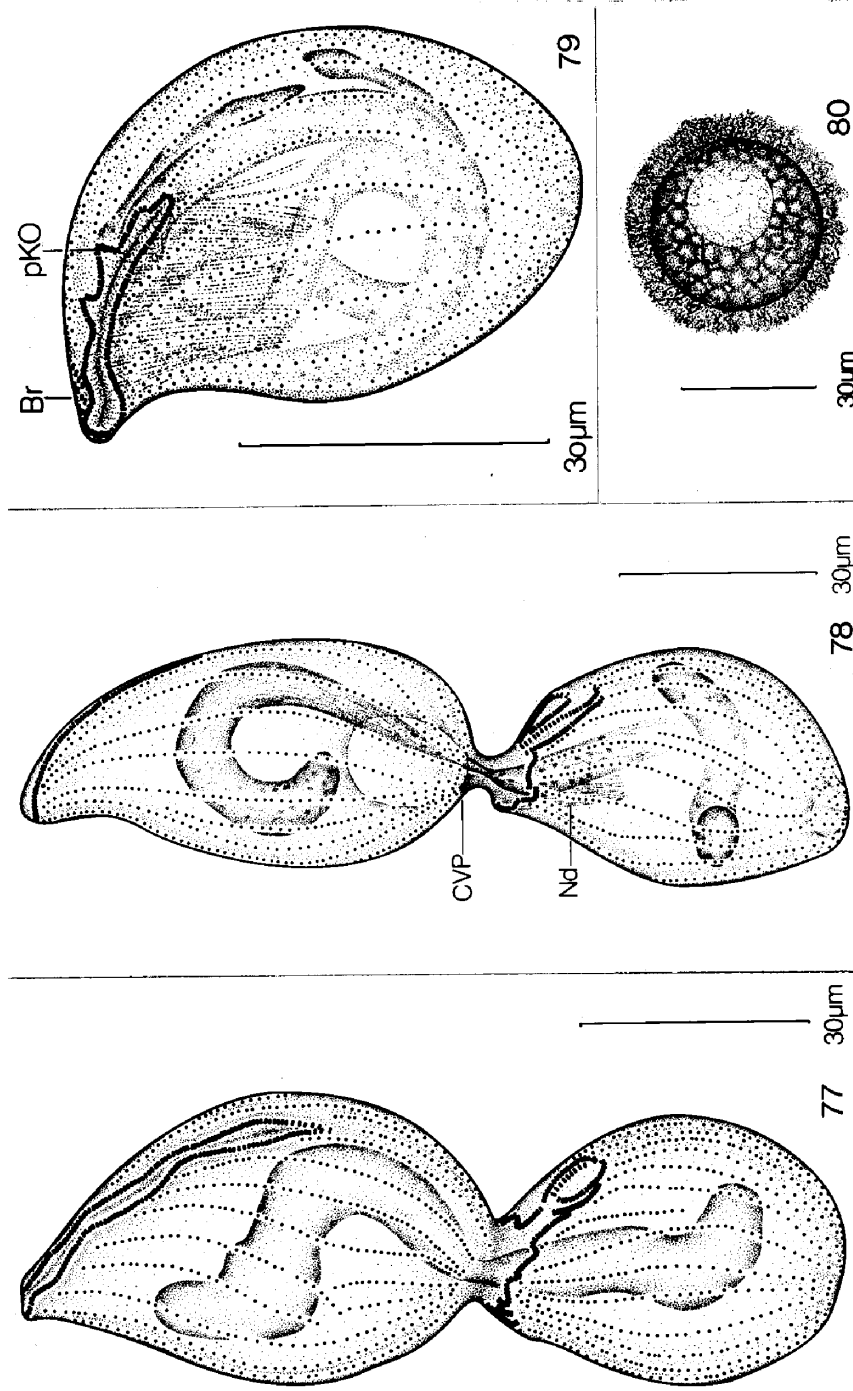


Abb. 77-80. *Spathidium muscorum*. Morphogenese nach Protargolimprägnation (Abb. 77-79) und Cyste nach Lebendbeobachtung (Abb. 80). 77: rechts laterale Ansicht eines späten Teilungsstadiums. 78: rechts laterale Ansicht eines sehr späten Teilungsstadiums. 79: rechts laterale Ansicht des Opisthe nach der Teilung. 80: Cyste. Br, Dorsalbürste; CVP, kontraktile Vakuole des Proter; Nd, Nematodesmen; pKO, periorale Kinete des Opisthe.

Figs. 77-80. *Spathidium muscorum*. Morphogenesis after protargol impregnation (Figs. 77-79) and cyst from life (Fig. 80). 77: right lateral view of a late stage. 78: right lateral view of a very late stage. 79: right lateral view of the opisthe after division. 80: cyst. Br, bristle; CVP, contractile vacuole of the proter; Nd, nematodesma; pKO, perioral kinety of the opisthe.

Strang verbunden sind, enthalten wieder kugelige Nucleolen (Abb. 78). Die Differenzierung der perioralen Kinete des Opisthe wird erst nach der Teilung beendet. Auffällig ist, daß der linke Kinetenteil immer einen beträchtlichen Rückstand in der Entwicklung aufweist (Abb. 79). Proter und Opisthe sind kurz nach der Trennung klein und plump.

Diskussion: Die Morphologie von S.muscorum entspricht weitgehend den Beschreibungen von DRAGESCO und DRAGESCO KERNEIS (1979) und FOISSNER (1981b). Die starke Variabilität verschiedener biometrischer Merkmale und der Körperform dokumentierte bereits WENZEL (1959) eindrucksvoll.

Die von DRAGESCO und DRAGESCO KERNEIS (1979) und FOISSNER (1981b) nicht beschriebene Cyste weist im Gegensatz zu jener von S.stammeri (WENZEL, 1959) eine glatte Hülle auf.

Die Stomatogenese von Fuscheria terricola verläuft sehr einfach, offensichtlich deswegen, weil sie keine spezielle Oralciliatur besitzt. Eine genaue Darstellung des Morphogeneseablaufes gab es bisher von keiner Art dieser Familie. Es wurden nur einzelne Stadien der Morphogenese verschiedener Arten abgebildet (DRAGESCO und DRAGESCO KERNEIS, 1979). Deshalb ist es nicht möglich diese Ergebnisse mit früheren zu vergleichen. Nach der Einteilung von CORLISS (1979) ist die Stomatogenese von F.terricola telokinetal. FRYD-VERSAVEL, IFTODE und DRAGESCO (1975) geben diesen Typ auch für Chaenea vorax an, aber ohne genaue Beschreibung.

Die Stomatogenese von S.muscorum zeigt einen komplizierteren Verlauf als jene von F.terricola obwohl sie nach der Terminologie von CORLISS (1979) ebenfalls dem telokinetalen Typ zuzuordnen ist. Bei der Bildung der perioralen Kinete treten umfangreiche Proliferationen von Basalkörperpaaren auf, die sich zu Fragmenten formieren und in die Teilungsfurche wandern. Auch bei anderen näher untersuchten Gattungen der Familie Spathidiidae, wie Bryophyllum

und Homalozoon (FRYD-VERSAVEL, IFTODE und DRAGESCO, 1975) bildet sich die periorale Kinete aus Kinetenfragmenten die sich dann aus der vertikalen Lage in eine horizontale drehen. Dies erinnert sehr an die Cyrtolophosidina (BUIJKAMP, 1977a; FOISSNER, 1978a). Der Proliferationsvorsprung der Kineten welche die Dorsalbürste tragen ist bei S.muscorum sehr gering. Er ist jedoch bei allen bisher untersuchten Arten das erste sichtbare Zeichen der bevorstehenden Teilung (FRYD-VERSAVEL, IFTODE und DRAGESCO, 1975). Wegen der gleichmäßigen Distanz zwischen den Kineten sind die einzelnen Kinetenfragmente bei S.muscorum annähernd gleich lang. Bei Homalozoon vermiculare werden offensichtlich wegen der ungleichen Kinetendistanz auf der Dorsal- und der Ventralfläche verschieden lange Kinetenfragmente gebildet (FRYD-VERSAVEL, IFTODE und DRAGESCO, 1975). Obwohl bei S.muscorum die Proliferation an allen Kineten fast gleichzeitig beginnt, kommt es in der Endphase der Morphogenese zu einem deutlichen Differenzierungsrückstand der linken Hälfte der perioralen Kinete. Der Grund dafür ist mir nicht bekannt.

Enchelys multinucleata (DRAGESCO et DRAGESCO KERNEIS, 1979) liegt, entsprechend seiner Oralciliatur, im Umfang der Stomatogenese zwischen F.terricola und S.muscorum. Hier kommt es im Opisthe nur zu einer Biegung der anterioren Enden der Somakineten.

FRYD-VERSAVEL, IFTODE und DRAGESCO (1975) bezeichnen die Stomatogenese von Urotricha puytoraci (DRAGESCO, IFTODE und FRYD-VERSAVEL, 1974) als parakinetal und jene von Amphileptus pleurosigma als buccokinetal. Das entspricht nicht der Definition von CORLISS (1973, 1979). Beide Arten gehören vermutlich verschiedenen, von CORLISS (1979) bereits erwähnten, in der Literatur jedoch noch nicht beschriebenen Subtypen der telokinetalen Stomatogenese an. Fuscheria terricola, E.multinucleata, die Colpodida und S.muscorum, B.tegularum und H.vermiculare stellen wahrscheinlich vier weitere Subtypen dar (HASHIMOTO, 1966; FRYD-VERSAVEL, IFTODE und DRAGESCO, 1975; DRAGESCO und DRAGESCO-KERNEIS, 1979). Auf eine Benennung dieser Gruppen sollte vorerst jedoch verzichtet werden, da sie noch durch zu wenige Untersuchungen abgesichert sind.

Tabelle 10. Biometrische Charakteristik von Telotrochidium cylindricum<sup>1</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n
Länge	51,7	50,5	6,4	1,206	12,4	44,0	65,0	28
Breite	36,5	36,5	5,1	0,966	14,0	26,0	51,0	28
Länge des Makronucleus	45,8	45,0	7,5	1,878	16,4	24,0	65,0	16
Breite des Makronucleus	9,1	9,0	1,2	0,226	13,1	7,0	13,0	28
Durchmesser eines N.	1,3	1,0	0,4	0,116	33,7	1,0	2,0	15
Durchmesser des adoralen Wimperkranzes	21,4	21,0	3,6	0,673	16,7	15,0	34,0	28
Durchmesser des aboralen Wimperkranzes	17,1	17,0	2,0	0,371	11,6	14,0	23,0	28
Durchmesser der Scopula	3,2	3,0	0,4	0,070	11,5	3,0	4,0	28

<sup>1</sup>Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . N, Nucleolus.

#### Familie OPISTHONECTIDAE FOISSNER

#### Telotrochidium cylindricum FOISSNER, 1978 (Abb. 81,82, Tabelle 10)

Beschreibung und Diskussion: Die in vivo Beobachtungen stimmen weitgehend mit der Originalbeschreibung überein (Abb. 81). Die von FOISSNER (1981c) untersuchte terricole Population ist, so wie die vorliegende, etwas kleiner als die limnische, was darauf hinweist, daß kleinere Individuen einer Art im Lückensystem des Bodens günstigere Lebensbedingungen vorfinden als größere (SCHÖNBORN, 1968; siehe Seite 120).

Die Infraciliatur ist in Abbildung 82 dargestellt. Haplo- und Polykinete beginnen am ventralen Teil des Diskus, beschreiben etwa einen Umgang ( $360^\circ$ ) und ziehen dann, begleitet von der auffallend langen germinalen Kinete in das Vestibulum. Nach etwa 1,3 Umgängen trennt sich die Polykinete in den 1. und 2. Peniculus auf, die

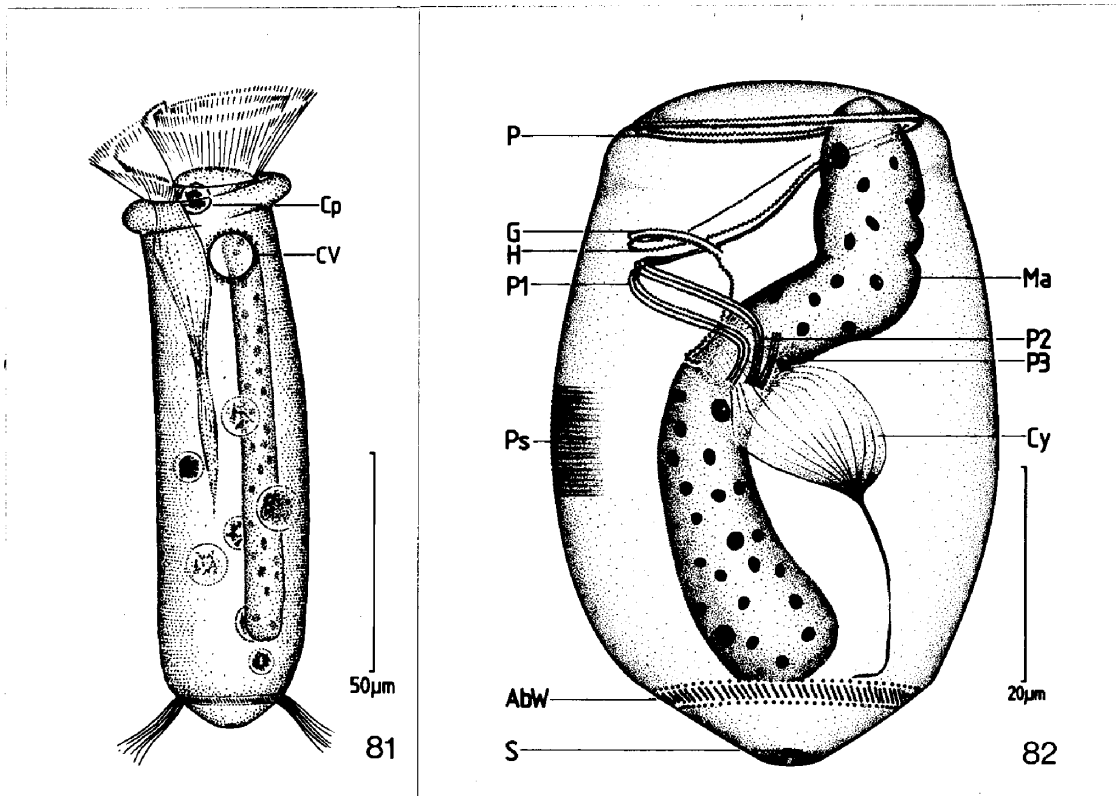


Abb. 81,82. Telotrochidium cylindricum nach Lebendbeobachtung (Abb. 81) und Protargolimprägation (Abb. 82). 81: links laterale Ansicht eines Individuums mit gestrecktem Makronucleus. 82: Infraciliatur. AbW, aboraler Wimperkranz; Cp, Cytopyge; CV, kontraktile Vakuole; Cy, Cytopharynx; G, germinale Kinete; H, Haplokinete; Ma, Makronucleus; P, Polykinete; P1-P3, 1. bis 3. Peniculus; Ps, Pellicula-Streifung; S, Scopula.

Figs. 81,82. Telotrochidium cylindricum from life (Fig. 81) and after protargol impregnation (Abb. 82). 81: left lateral view of a specimen with a stretched macronucleus. 82: infraciliature. AbW, locomotor fringe; Cp, cytoproct; CV, contractile vacuole; Cy, cytopharynx; G, germinal row; H, haplokinety; Ma, macronucleus; P, polykinety; P1-P3, 1st to 3rd peniculus; Ps, striation of the pellicle; S, scopula.

beide aus je 3 Kineten bestehen. Der 3. Peniculus ist kurz und vermutlich aus 3 (ev. nur 2) Reihen aufgebaut. Die Haplokinete endet dicht vor dem Cytostom. Nach der von WILBERT (1977) ausgearbeiteten Einteilung der Peniculi ist T.cylindricum dem Typ 1 zuzuordnen, da alle 3 Peniculi, so wie beim Genus Opisthnecta (LOM, 1964; FOISSNER, 1975, 1977) bis zum Cytostom reichen. Der Aufbau des aboralen

Wimperkranzes stimmt mit den Beschreibungen von FOISSNER (1975, 1978b) überein (Abb. 82). Auffallend ist, daß sich nur die beiden den Wimperkranz begrenzenden Ringe von Pelliculaporen mit Protargol imprägnieren.

Familie KAHLIELLIDAE TUFFRAU

Parakahliella nov.gen.

Diagnose: Kahliellidae mit Caudalcirren und mehr als einer linken bzw. rechten Marginalreihe. Einige der parentalen linken Marginalcirren bleiben in den Post-Teilern erhalten.

Typusart: Parakahliella macrostoma (FOISSNER, 1982) nov.comb.

Parakahliella macrostoma (FOISSNER, 1982) nov.comb. (Abb. 83-94, Tabellen 11,16)

Interphaseindividuum (Abb. 83,84, Tabelle 11): Der in vivo Aspekt der alpinen Population (140-160 x 50-55µm; n = 2) stimmt weitgehend mit dem Typusmaterial überein (FOISSNER, 1982). Jedoch besitzt die kontraktile Vakuole während der Diastole auch einen posterioren Zuführungskanal und die kleinen, hantelförmigen Kristalle treten nicht nur dicht unter der Pellicula sondern auch im übrigen Cytoplasma auf. Ernährt sich unter anderem von Desmidiaceen (Cylindrocystis sp.) und Ciliaten, welche sehr schnell verschlungen werden.

Die Infraciliatur dieser Population entspricht der Originalbeschreibung (FOISSNER, 1982). Trotzdem gebe ich eine kurze Charakterisierung, da die Morphogenese eine deutliche Differenzierung des einheitlichen corticalen Musters erkennen läßt.

Adorale Membranellenzone fragezeichenförmig, etwa 1/3 körperläng. Parorale Membran kürzer als endorale. Drei deutlich

Tabelle 11. Parakahliella macrostoma. Biometrische Charakteristik und Vergleich von 2 Populationen<sup>1</sup>

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Test
Länge	127,4 106,4	121,0 103,5	20,1 13,3	4,023 4,196	15,8 12,5	98,0 86,0	171,0 130,0	25 10	$t_s=3,035^{**}$
Breite	38,4 40,3	36,0 39,0	8,9 7,1	1,776 2,231	23,1 17,5	27,0 28,0	61,0 53,0	25 10	$t_s=0,588$
Anzahl der Ma	7,4 10,6	8,0 10,5	1,4 1,5	0,277 0,476	18,7 14,2	5,0 8,0	10,0 13,0	25 10	$D_s=180^{***}$
Länge des hinteren Ma	13,1 9,3	13,0 9,3	2,7 1,5	0,543 0,487	20,7 16,6	8,0 7,0	19,0 12,0	25 10	$t_s=4,198^{***}$
Breite des hinteren Ma	8,3 5,4	8,0 5,3	1,6 1,6	0,326 0,503	19,5 29,2	6,0 4,0	12,0 8,0	25 10	$D_s=190^{***}$
Länge der adoralen Membranellenzone	44,5 40,7	41,0 40,0	11,3 6,6	2,463 2,077	25,3 16,1	32,0 27,0	76,0 50,0	21 10	$D_s=50$
Anzahl der adoralen Membranellen	50,8 52,5	48,0 53,5	12,6 6,2	4,458 1,968	24,8 11,9	40,0 38,0	75,0 61,0	8 10	$t_s=0,572$
Anzahl der Dorsalkineten	5,0 5,0	5,0 5,0	0,0 0,0	0,000 0,000	0,0 0,0	5,0 5,0	5,0 5,0	25 10	
Anzahl der linken Marginalreihen	2,9 4,2	3,0 4,0	0,8 0,4	0,158 0,133	26,7 10,0	2,0 4,0	5,0 5,0	25 10	$D_s=200^{***}$
Anzahl der Cirrenreihen rechts der M	4,4 4,1	4,0 4,0	0,9 0,3	0,174 0,100	19,5 7,7	4,0 4,0	8,0 5,0	25 10	$D_s=65$
Anzahl der Cirren in der kurzen FVR	4,5 4,3	4,0 4,0	1,2 0,7	0,306 0,325	26,6 16,3	3,0 3,0	8,0 5,0	15 9	$D_s=24$
Anzahl der Cirren in der linken FVR	17,3 22,0	16,0 21,5	3,2 4,9	0,836 1,752	18,8 22,5	13,0 15,0	24,0 30,0	15 8	$t_s=2,753^*$
Anzahl der Cirren in der rechten FVR	17,4 24,8	16,0 24,0	3,5 4,2	0,964 1,048	19,9 17,2	13,0 18,0	27,0 33,0	22 10	$D_s=168^{***}$
Anzahl der Cirren in der inneren RMR	16,3 22,8	16,0 21,0	4,2 5,3	0,840 1,659	25,7 23,0	8,0 18,0	25,0 35,0	25 10	$t_s=3,829^{***}$
Anzahl der Cirren in der äußeren RMR	29,2 32,6	31,0 32,0	7,2 4,5	1,698 1,424	24,4 13,8	13,0 25,0	37,0 40,0	24 10	$D_s=52$
Anzahl der Cirren in der linken MR 1	25,0 29,5	24,0 30,0	6,7 5,4	1,529 1,788	27,1 18,2	14,0 19,0	47,0 35,0	24 9	$t_s=1,788$

Tabelle 11. Fortsetzung.

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Test
Anzahl der Cirren in der linken MR 2	16,5 20,6	16,0 21,0	4,3 5,7	0,851 1,908	25,7 27,7	10,0 13,0	27,0 29,0	25 9	$t_s=2,255^*$
Anzahl der Cirren in der linken MR 3	8,7 15,3	7,0 16,0	5,6 3,7	1,157 1,322	63,8 24,3	3,0 27,0	29,0 20,0	23 8	$D_s=113^*$
Anzahl der Cirren in der linken MR 4	6,7 5,8	7,0 4,5	1,5 3,4	0,750 1,202	22,2 57,9	5,0 3,0	8,0 13,0	4 8	$D_s=16$
Anzahl der Frontalcirren	3,0 3,0	3,0 3,0	0,0 0,0	0,000 0,000	0,0 0,0	3,0 3,0	3,0 3,0	25 10	
Anzahl der Buccalcirren	3,0 3,9	3,0 3,5	0,8 1,1	0,168 0,348	27,7 28,2	2,0 3,0	5,0 6,0	25 10	$D_s=75$
Anzahl aller Caudalcirren	4,8 5,0	5,0 5,0	0,8 0,9	0,160 0,298	16,6 18,9	3,0 4,0	7,0 6,0	25 10	$D_s=70$
Anzahl der Caudal- cirren in Dk 1	3,0 -	3,0 -	0,6 -	0,114 -	18,6 -	2,0 -	5,0 -	25 0	
Anzahl der Caudal- cirren in Dk 2	1,7 -	2,0 -	0,4 -	0,087 -	24,8 -	1,0 -	2,0 -	25 0	

<sup>1</sup>Obere Zeile, alpine Population; untere Zeile, Typusmaterial (FOISSNER 1982). Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . Dk, Dorsalkinete;  $D_s$ , Prüfgröße des Kolmogorov-Smirnov Tests; FVR, Fronto-Ventralreihe; M, Medianen; Ma, Makronucleus; MR, Marginalreihe; RMR, rechte Marginalreihe;  $t_s$ , Prüfgröße des t-Tests. \*,  $0,05 \geq P > 0,01$ ; \*\*,  $0,01 \geq P > 0,001$ ; \*\*\*,  $P \leq 0,001$ ; zweiseitig.

verstärkte, schräg angeordnete Frontalcirren. Cirren der Buccal- und der kurzen Frontalreihe leicht vergrößert. Linke Fronto-Ventralreihe durch einen deutlichen Spalt von der kurzen Frontalreihe getrennt, beginnt anterior in Höhe des posterioren Bereichs der adoralen Zone, endet meist nahe dem hinterem Ende der Zelle. Rechte Fronto-Ventralreihe beginnt in der Höhe des rechten Frontalcirrus, endet meist früher als die linke. Häufig treten kurze Cirrenreihen links oder rechts der rechten Fronto-Ventralreihe auf. Marginalreihen posterior manchmal beinahe geschlossen. Äußere



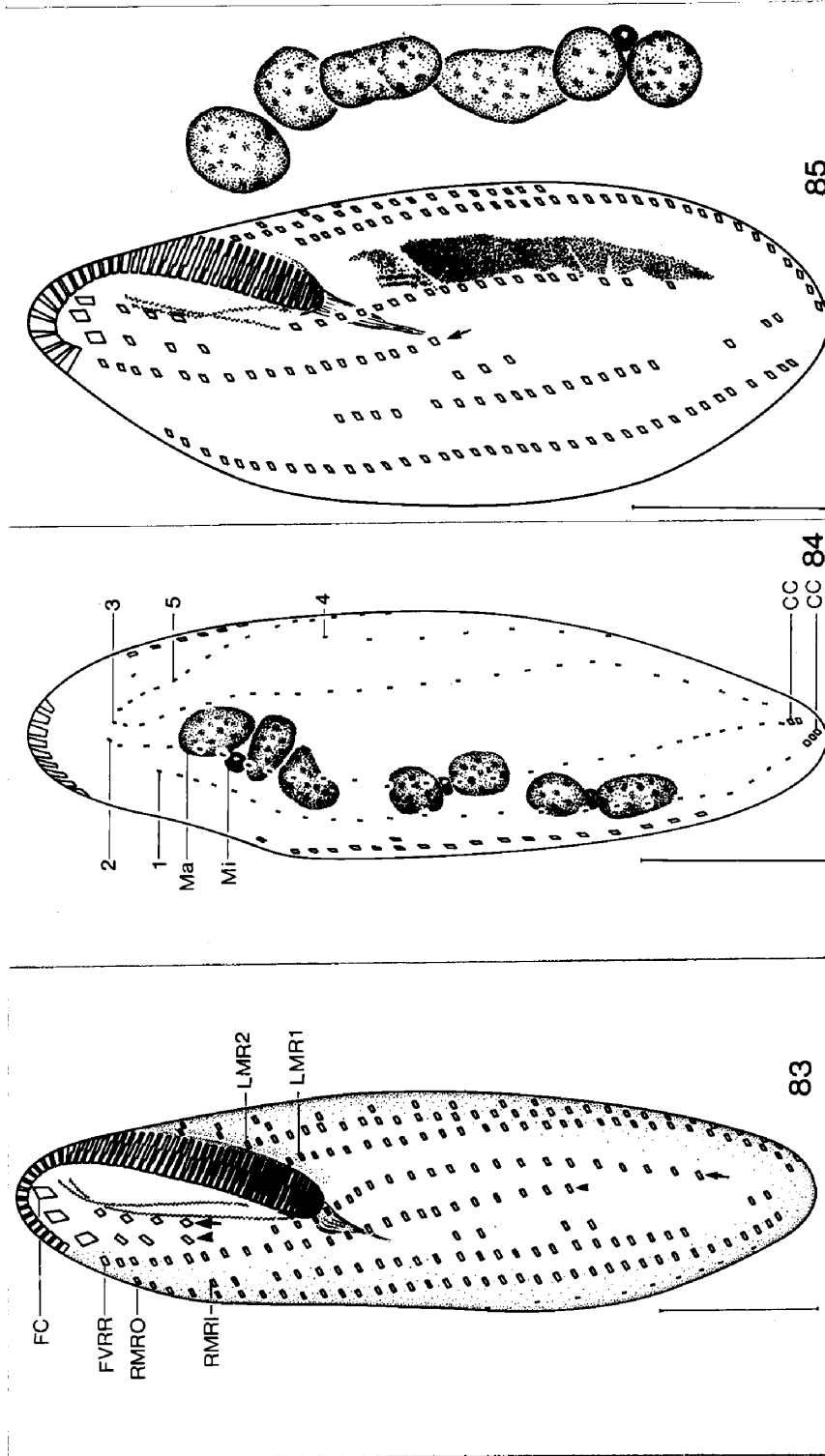


Abb. 83-85. Morphologie (Abb. 83,84) und Morphogenese (Abb. 85) von *Parakaliella macrostoma* nach Protargolimprägnation. 83, 84: Infaciliatur und Kernapparat von Interphaseindividuen in Ventral- und Dorsalansicht. Großer Pfeil, Buccalreihe; große Pfeilspitze, kurze Fronto-Ventralreihe; kleiner Pfeil, linke Fronto-Ventralreihe; kleine Pfeilspitze, rechte Fronto-Ventralreihe. 85: frühes Teilungsstadium in Ventralansicht. Pfeil, rechte Fronto-Ventralreihe.

rechte Marginalreihe gewöhnlich länger als die innere, erstreckt sich anterior oft auf die dorsolaterale Körperfläche. Innere linke Marginalreihe J-förmig, reicht von der adoralen Zone bis zum Ende der Zelle, nächste Reihe meist kürzer. Die äußeren Reihen sind häufig Fragmente der parentalen Infraciliatur mit vergrößerten Distanzen zwischen den Cirren. Dorsalkineten 1, 2 und 3 beinahe körperlang, Reihen 4 und 5 anterior bzw. posterior deutlich verkürzt. Kineten 1 und 2 mit Caudalcirren.

Morphogenese (Abb. 85-94). Die Morphogenese beginnt mit der Bildung eines Oralprimordiums dicht neben dem mittleren und posterioren Bereich der linken Fronto-Ventralreihe (Abb. 85). Im rechten vorderen Teil dieses Feldes hat die Differenzierung von adoralen Membranellen bereits begonnen. Knapp davor bildet sich eine kleine heterogene Anlage. Zusammen mit einigen umgeformten Cirren des mittleren Abschnittes der linken Fronto-Ventralreihe bildet es ein verzweigtes Primordium (Abb. 86). Der zweite Cirrus hinter dem rechten Frontalcirrus wandelt sich ebenfalls in eine Anlage um (Abb. 86, großer Pfeil). In diesem Bereich differenzieren sich auch einige Cirren der rechten Fronto-Ventralreihe zu einem Primordium (Abb. 86, kleine Pfeile). Die Differenzierung der adoralen Membranellenzone des Opisthe erfolgt von vorne nach hinten.



Maßstab = 30µm. CC, Caudalcirren; FC, linker Frontalcirrus; FVRR, rechte Fronto-Ventralreihe; LMR1, LMR2, linke Marginalreihen; Ma, Makronucleusfragment; Mi, Mikronucleus; RMRI, RMRO, innere bzw. äußere rechte Marginalreihe; 1-5, Dorsalkineten.

Figs. 83-85. Morphology (Figs. 83,84) and morphogenesis (Fig. 85) of Parakahliella macrostoma after protargol impregnation. 83, 84: infraciliature and nucleus apparatus of non-dividing specimens in ventral and dorsal view. Large arrow, buccal row; large arrow head, short fronto-ventral row; small arrow, left fronto ventral row; small arrow head, right fronto-ventral row. 85: early morphogenetic stage in ventral view. Arrow, right fronto ventral row, Scale mark = 30µm. CC, caudal cirri; FC, left frontal cirrus; FVRR, right fronto ventral row; LMR1, LMR2, left marginal rows; Ma, macro-nucleus fragment; Mi, micronucleus; RMRI, RMRO, inner and outer right marginal row respectively; 1-5, dorsal kineties.

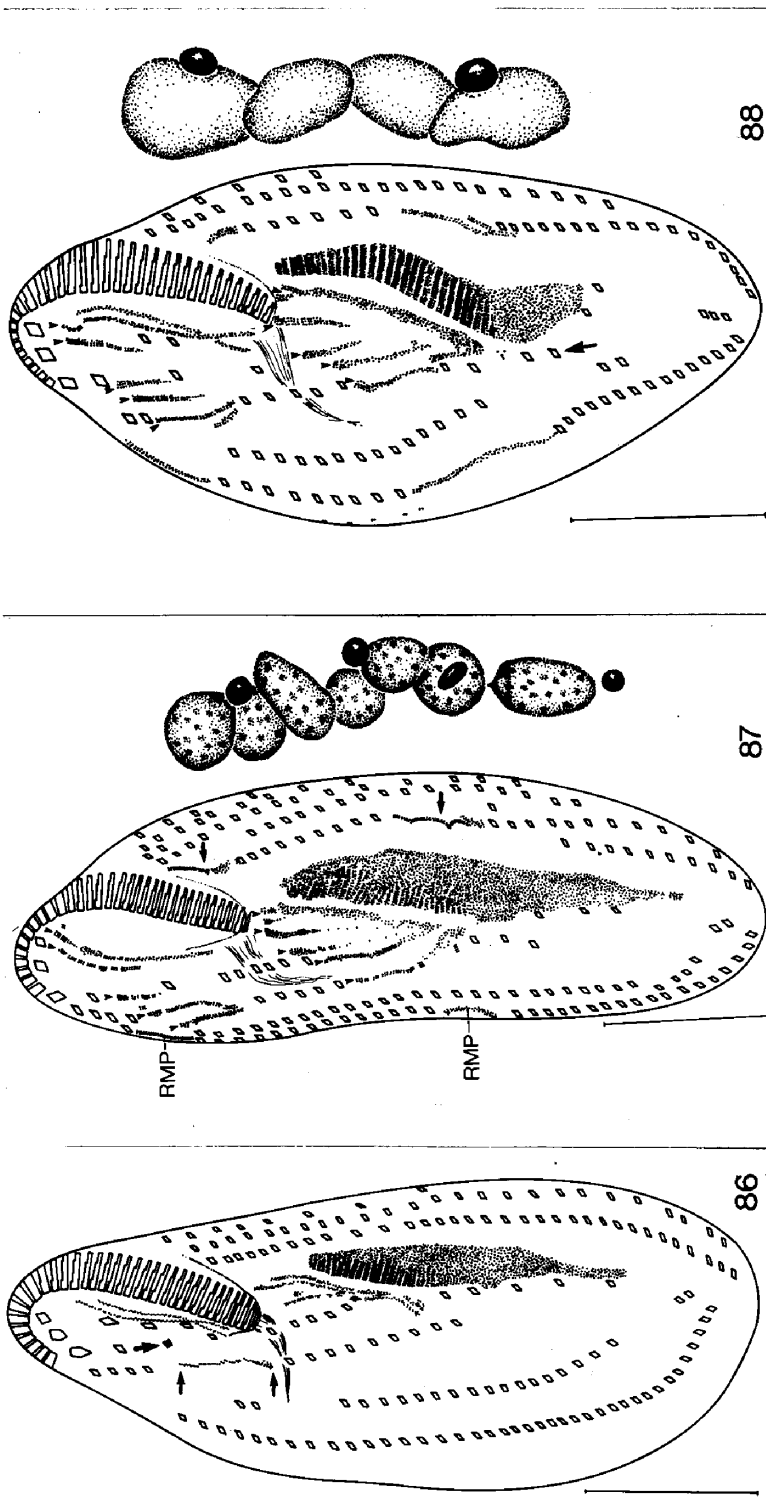


Abb. 86-88. Morphogenese von Parakabliella macrostoma in Ventralansicht. 86: frühes Stadium. Nähere Erklärungen im Text und in Tabelle 14. 87: mittleres Stadium. Die Kleinen Pfeilspitzen weisen auf die 5 Fronto-Ventralprimordien des Proter und des Opisthe. Große Pfeile, linke Marginalprimordien. 88: mittleres Stadium. Kleine Pfeilspitzen, Fronto-Ventralprimordien; großer Pfeil, rechte Fronto-Ventralreihe. RMP, rechtes Marginalprimordium. Maßstab = 30  $\mu$ m.

Figs. 86-88. Morphogenesis of Parakabliella macrostoma in ventral view. 86: early stage. For explanation see text and Table 14. 87: intermediate stage. The small arrow heads point to the 5 fronto ventral primordia of the proter and the opisthe. Large arrows, left marginal primordia. 88: intermediate stage. Small arrow heads, fronto ventral primordia; large arrow, right marginal primordium. Scale mark = 30 $\mu$ m.

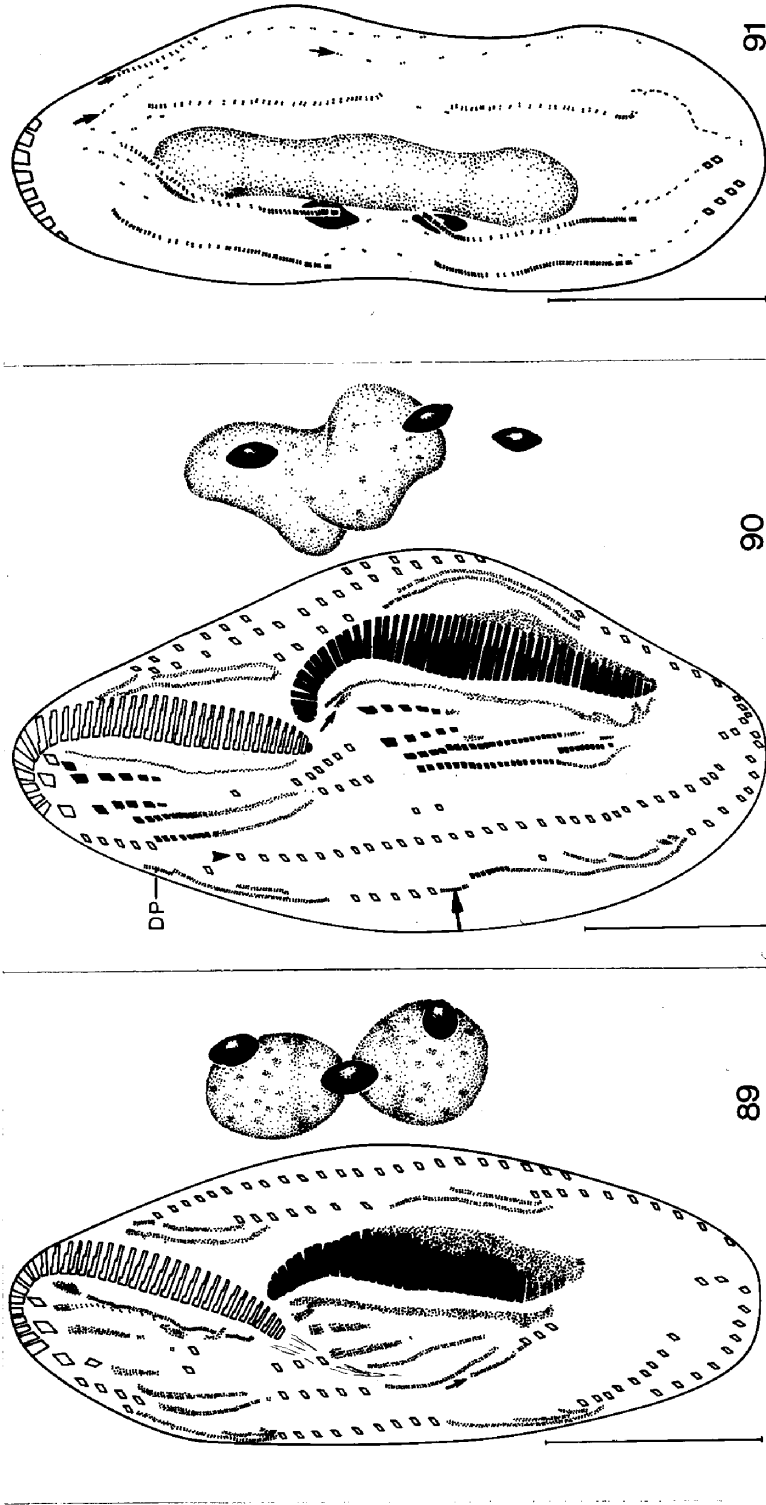
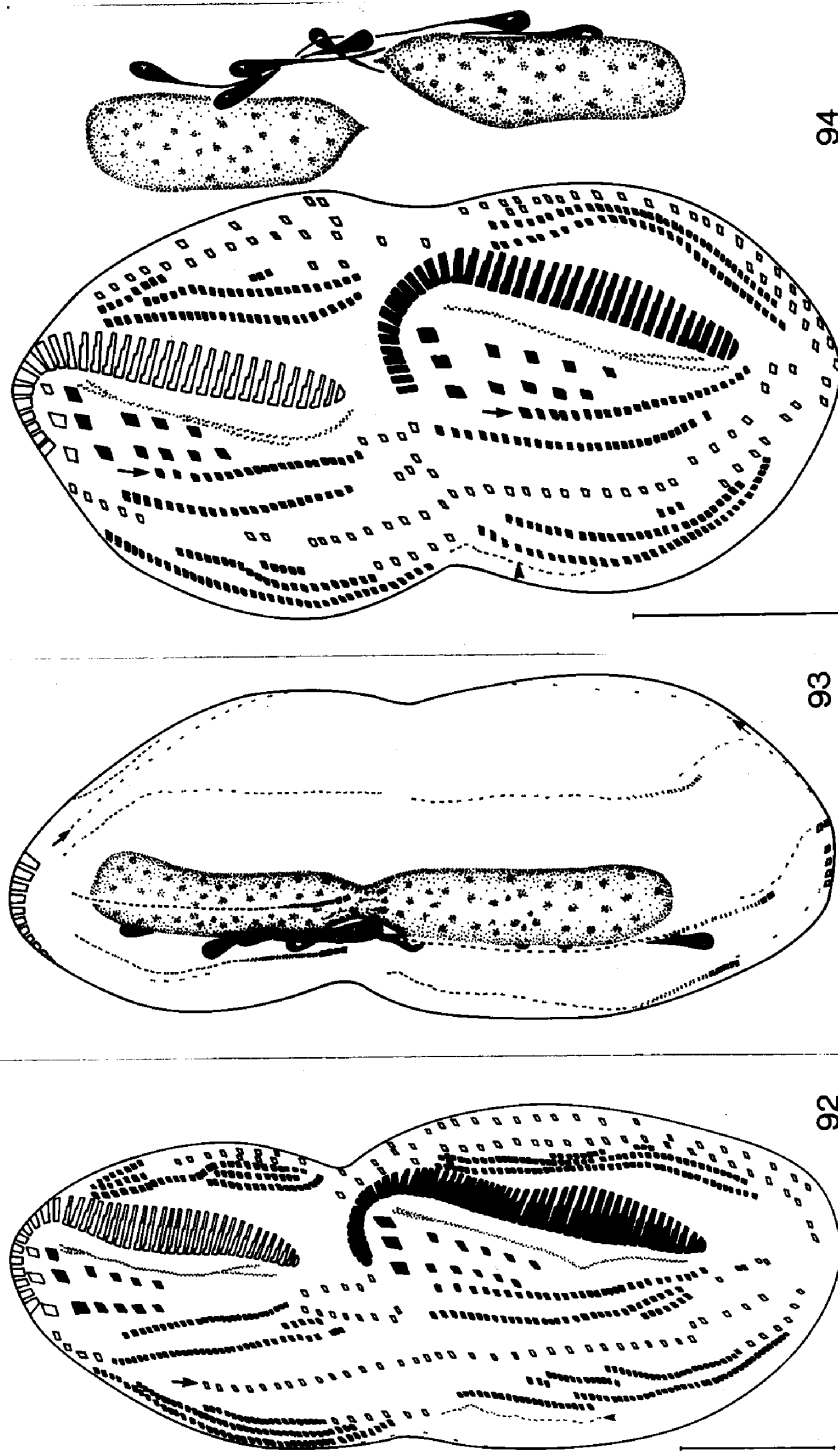


Abb. 89-91. *Parakahliaella macrostoma*. Morphogenesestadien in Ventral- (Abb. 89,90) und Dorsalansicht (Abb. 91). 89: mittleres Stadium. Pfeil, zusätzliche Fronto-Ventralanlage. 90: spätes Stadium. Kleiner Pfeil, linker Frontalcirrus des Opisthe; Pfeilspitze, innere rechte Marginalreihe; großer Pfeil, Primordium der Dorsalkinete 5 des Opisthe. 91: spätes Stadium. Kleiner Pfeil, Dorsalkinete 5 des Proter; vorderer und hinterer großer Pfeil, parentale Dorsalkinete 5 und 4. Maßstab = 30µm. DP, Primordium der Dorsalkinete 5 des Proter.

Figs. 89-91. *Parakahliaella macrostoma*. Morphogenetic stages in ventral (Figs. 89,90) and dorsal view (Fig. 91). 89: intermediate stage. Arrow, additional fronto-ventral streak. Small arrow, left frontal cirrus of the opisthe; arrow head, inner right marginal row; large arrow, primordium of the dorsal kinety 5 of the opisthe. 91: late stage. Small arrow, dorsal kinety 5 of the proter; anterior and posterior large arrow, parentale dorsal kinety 5 and 4. Scale mark = 30µm. DP, primordium of the dorsal kinety 5 of the proter.



94

93

92

Abb. 92-94. *Parakahliella macrostoma*. Morphogenesestadien in Ventral- (Abb. 92,94) und Dorsalansicht (Abb. 93). 92: spätes Stadium. Kleiner Pfeil, Dorsalkinete 5 des Opisthe; großer Pfeil, innere rechte Marginalreihe. 93: spätes Stadium. Vorderer und hinterer Pfeil, parentale Dorsalkinete 5 und 4. 94: spätes Stadium. Pfeil, linke Fronto-Ventralreihe; Pfeilspitze, Dorsalkinete 5 des Opisthe. Maßstab = 30µm.

Figs. 92-94. *Parakahliella macrostoma*. Morphogenetic stages in ventral (Figs. 92,94) and dorsal view (Fig. 93). 92: late stage. Small arrow, dorsal kinety 5 of the opisthe; large arrow, inner right marginal row. 93: late stage. Anterior and posterior arrow, parental dorsal kinety 5 and 4. 94: late stage. Arrow, left fronto ventral row; arrow head, dorsal kinety 5 of the opisthe. Scale mark = 30µm.

Gleichzeitig entstehen in den Dorsalkineten 1, 2 und 3 ober- und unterhalb der Körpermitte Anlagen. Der Kernapparat ist unverändert.

Die Herkunft der Fronto-Ventralcirren Anlagen zeigt die Tabelle 14. Einige Cirren hinter dem vordersten Cirrus der äußeren rechten Marginalreihe und die vordersten Cirren der inneren linken Reihe wandeln sich in die Marginalprimordien des Proterers um (Abb. 87). Die mittleren Bereiche der selben Reihen sind bereits in die Marginalprimordien des Opisthe inkorporiert. Das Oralprimordium ist ähnlich wie im vorigen Stadium.

Die Morphogenese geht mit der Differenzierung der Primordien weiter (Abb. 88). Sowohl im Proterer als auch im Opisthe sind 5 Fronto-Ventralanlagen erkennbar. Gelegentlich tritt eine zusätzliche kleine Anlage links oder rechts von Primordium V auf (Abb. 88-92). Vermutlich formt es jene Cirren, die zwischen oder rechts der Ventralreihen erscheinen. Die Marginalprimordien werden durch die Umwandlung von parentalen Cirren länger. In der inneren rechten und der äußeren linken Marginalreihe treten jedoch keine Primordien auf. Die Makronucleus-Teile beginnen zu verschmelzen.

Ein auffallendes Ereignis ist das Auftreten von zusätzlichen Anlagen innerhalb jedes Marginalprimordiums (Abb. 89). Sie bilden die innere rechte und die äußere linke Marginalreihe. Ungefähr 1/4 der adoralen Zone des Opisthe ist noch undifferenziert. Die Verschmelzung der Makronucleus-Fragmente ist beinahe vollendet.

Die Fronto-Ventral- und Marginalprimordien beginnen mit der Differenzierung von Cirren (Abb. 90). In beiden Teilungshälften sind die undulierenden Membranen verschmolzen. Die rechte Hälfte der adoralen Zone des Opisthe ist bereits deutlich strukturiert, während der posteriore Bereich der linken Hälfte noch undifferenziert ist. Der vorderste Cirrus der äußeren rechten

Marginalreihe und der vor dem rechten Marginalprimordium des Opisthe sind zu Anlagen für Dorsalkineten umgeformt; es ist bemerkenswert, daß keine weiteren Dorsalanlagen beobachtet werden können. Diese Primordien wandern anschließend auf die Dorsalseite (Abb. 90,91). An den posterioren Enden der Dorsalkineten 1 und 2 entwickeln sich Caudalcirren. Der Makronucleus und die Mikronuclei beginnen sich zu strecken (Abb. 90,91).

Wenn die Differenzierung der neuen Cirren beendet ist, dann besitzt auch die adorale Membranellenzone des Opisthe ihre definitive Form (Abb. 92). Die neuen Cirrenreihen beginnen mit der Streckung und Wanderung, um das typische corticale Muster zu bilden. Einige der neuen Marginalreihen sind noch nicht vollständig differenziert. Die parentale innere rechte Marginalreihe, die äußeren linken Reihen - sie produzieren keine Primordien! - und kurze Teile der parentalen Ventralreihen sind noch erhalten. Die alten Dorsalkineten 1, 2 und 3 sind beinahe vollständig resorbiert, während die Reihen 4 und 5 vollkommen unverändert sind (Abb. 91,93). Vermutlich bilden sie die "neue Dorsalkinete 4" des Opisthe bzw. des Proter. Die Zelle und der Makronucleus besitzen eine hantelförmige Gestalt und die bereits geteilten Mikronuclei sind noch durch ein dünnes Filament verbunden (Abb. 93).

Das letzte bemerkenswerte Ereignis während der Morphogenese ist die Migration der linken Fronto-Ventralreihe an ihre definitive Stelle hinter der kurzen Cirrenreihe des Primordiums III (Abb. 83,94). In beiden Filialprodukten beginnt sich das Primordium der undulierenden Membranen aufzuspalten. Weder im Proter noch im Opisthe ist ein Cytopharynx erkennbar. Beide besitzen nun 2 neue rechte und 2 neue linke Marginalreihen. Gelegentlich kann man zusätzliche kurze Reihen beobachten. Ein variabler Anteil der parentalen linken Marginalciliatur bleibt in den Post-Teilern erhalten. Die Teilung der Makronucleus -

Fragmente und die Mitose der Mikronuclei geht noch weiter.

Diskussion: Die morphologische Variabilität und die Gattung Parakahliella werden bei Histiculus muscorum diskutiert.

#### Familie OXYTRICHIDAE EHRENBERG

Histiculus muscorum (KAHL 1932) (Abb. 95-117, Tabellen 12-15)

Interphaseindividuum (Abb. 95,96,117, Tabellen 12,13): Da bereits eine detaillierte Beschreibung des Interphaseindividuums vorliegt (FOISSNER, 1982), behandle ich hier nur die morphologische Variabilität von 4 alpinen Populationen. Sechs von 29 untersuchten Merkmalen erweisen sich als konstant (Tab. 12). Bei  $\alpha = 0,05$  ergibt der multiple Vergleich nach NEMENYI (SACHS, 1984) bei 7 Merkmalen - Anzahl der adoralen Membranellen, post-orale Ventralcirren, Transversalcirren, Basalkörperpaare in Dorsalkinete 6, dem Breiten/Längen Index und dem Durchmesser des anterioren bzw. posterioren Mikronucleus - eine statistisch nicht signifikante Interpopulationsvariabilität. Da in beinahe allen übrigen 16 Merkmalen das arithmetische Mittel der Population 1 immer deutlich größer ist als in den Populationen 2, 3 und 4 ergeben sich beim multiplen Vergleich hier auch die meisten signifikanten Unterschiede (Tab. 12). Die Phänogramme der NNSDC-Methode für  $\alpha = 0,1$ ,  $0,05$  und  $0,01$  zeigen, daß sich die Population 1 in 27%, 22% bzw. 18% vom Cluster P2, P3 und P4 unterscheidet (Abb. 117a-c). Die UPGMA Clusteranalyse des "coefficient of racial likeness" ergibt ein ähnliches Phänogramm wie die NNSDC-Methode (Abb. 117d). Die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zeigt die Tabelle 3.

Morphogenese (Abb. 97-116, Tabellen 14,15): Da die Morphogenese sehr ähnlich wie bei nahe verwandten Arten abläuft



Tabelle 12. Histiculus muscorum. Biometrische Charakteristik und Vergleich von 4 Populationen<sup>1</sup>

Merkmal		$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Multipler Vergleich <sup>2</sup>		
										P1	P2	P3
Länge	P1	81,7	82,0	4,5	1,151	5,5	72,0	88,0	15			
	P2	73,6	78,0	8,4	2,180	11,5	52,0	82,0	15	*		
	P3	71,5	70,0	6,2	1,610	8,7	61,0	82,0	15	**	ns	
	P4	64,9	66,0	5,4	1,390	8,3	57,0	75,0	15	**	*	ns
Breite		42,8	43,0	5,8	1,480	13,4	33,0	50,0	15			
		40,7	40,0	6,3	1,620	15,4	26,0	50,0	15	ns		
		35,6	37,0	4,2	1,100	11,9	29,0	44,0	15	*	ns	
		32,7	33,0	4,0	1,030	12,1	28,0	42,0	15	**	**	ns
Anzahl der Makro-nucleus-Teile		2,0	2,0	0,0	0,000	0,0	2,0	2,0	15			
		2,0	2,0	0,0	0,000	0,0	2,0	2,0	15	ns		
		2,0	2,0	0,0	0,000	0,0	2,0	2,0	15	ns	ns	
		2,0	2,0	0,0	0,000	0,0	2,0	2,0	15	ns	ns	ns
Länge des vorderen Makronucleus-Teiles		17,4	18,0	2,1	0,530	11,9	14,0	21,0	15			
		14,2	14,0	2,9	0,500	13,6	9,0	17,0	15	**		
		13,0	12,0	1,5	0,390	11,6	11,0	16,0	15	**	ns	
		14,8	15,0	1,3	0,330	8,6	13,0	17,0	15	x	ns	x
Breite des vorderen Makronucleus-Teiles		10,3	11,0	0,8	0,210	7,9	9,0	11,0	15			
		8,8	9,0	0,9	0,250	10,9	7,0	11,0	15	ns		
		7,1	7,0	0,7	0,190	10,1	6,0	8,5	15	**	**	
		7,2	7,0	0,5	0,140	7,3	6,5	8,0	15	**	**	ns
Distanz zwischen den Makronucleus-Teilen		9,3	10,0	3,2	0,820	34,0	2,0	13,0	15			
		7,8	7,5	1,9	0,490	24,1	5,0	12,0	15	ns		
		7,6	7,0	3,7	0,960	48,9	3,0	15,0	15	ns	ns	
		5,9	6,0	2,1	0,550	35,7	2,0	10,0	15	**	ns	ns
Länge des hinteren Makronucleus-Teiles		17,1	16,0	2,2	0,560	12,8	14,0	21,0	15			
		15,1	15,0	2,2	0,570	14,5	9,0	18,0	15	ns		
		14,1	14,0	2,2	0,560	15,3	11,0	19,0	15	**	ns	
		15,2	14,0	3,1	0,800	20,4	11,5	20,0	15	x	ns	ns
Breite des hinteren Makronucleus-Teiles		10,2	10,0	0,9	0,240	9,0	9,0	12,0	15			
		8,2	8,0	1,0	0,270	12,5	7,0	10,0	15	*		
		7,2	7,0	0,6	0,170	9,0	6,0	8,0	15	**	ns	
		6,7	7,0	0,9	0,220	12,8	5,0	8,0	15	**	*	ns
Größter Durchmesser des vorderen Mikronucleus		2,4	2,5	0,4	0,150	15,6	2,0	3,0	6			
		2,1	2,0	0,2	0,080	9,8	2,0	2,5	6	ns		
		2,1	2,0	0,2	0,080	9,8	2,0	2,5	6	ns	ns	
		2,3	2,3	0,3	0,110	12,2	2,0	2,5	6	ns	ns	ns

Tabelle 12. Fortsetzung.

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Multipler Vergleich <sup>2</sup>		
									P1	P2	P3
Größter Durchmesser des hinteren Mikronucleus	2,2	2,0	0,3	0,110	11,9	2,0	2,5	6			
	2,2	2,0	0,3	0,110	11,9	2,0	2,5	6	ns		
	2,1	2,0	0,2	0,080	9,8	2,0	2,5	6	ns	ns	
	2,2	2,0	0,3	0,110	11,9	2,0	2,5	6	ns	ns	ns
Länge der adoralen Membranellenzone	31,1	31,0	2,5	0,660	8,2	27,0	37,0	15			
	29,4	30,0	2,8	0,720	9,4	22,0	33,0	15	ns		
	28,1	29,0	2,0	0,520	7,1	24,0	31,0	15	*	ns	
	27,5	27,0	1,9	0,490	6,9	25,0	32,0	15	**	*	ns
Anzahl der adoralen Membranellen	31,0	31,0	2,3	0,760	7,4	26,0	34,0	9			
	31,2	31,0	1,4	0,460	4,5	29,0	33,0	9	ns		
	30,1	30,0	3,2	1,060	10,6	24,0	34,0	9	ns	ns	
	29,2	29,0	1,7	0,570	5,9	27,0	32,0	9	ns	ns	ns
Anzahl der Cirren in der rechten Marginalreihe	20,7	21,0	2,1	0,610	10,2	17,0	24,0	12			
	18,8	19,0	1,1	0,300	5,6	17,0	21,0	12	x		
	18,4	18,5	1,5	0,430	8,2	16,0	22,0	12	**	ns	
	19,0	19,0	1,0	0,300	5,5	17,0	21,0	12	ns	ns	ns
Anzahl der Cirren in der linken Marginalreihe	19,0	19,0	1,1	0,330	5,8	17,0	21,0	11			
	17,5	18,0	1,6	0,470	9,0	15,0	20,0	11	ns		
	16,9	17,0	0,9	0,280	5,6	15,0	18,0	11	*	ns	
	15,9	16,0	1,6	0,490	10,3	12,0	18,0	11	**	ns	ns
Anzahl der Frontal-cirren	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	15			
	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	15	ns		
	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	15	ns	ns	
	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	15	ns	ns	ns
Anzahl der Buccal-cirren	1,0	1,0	0,0	0,000	0,0	1,0	1,0	15			
	1,0	1,0	0,0	0,000	0,0	1,0	1,0	15	ns		
	1,0	1,0	0,0	0,000	0,0	1,0	1,0	15	ns	ns	
	1,0	1,0	0,0	0,000	0,0	1,0	1,0	15	ns	ns	ns
Anzahl der Cirren neben der adoralen Membranellenzone	4,0	4,0	0,0	0,000	0,0	4,0	4,0	15			
	4,0	4,0	0,0	0,000	0,0	4,0	4,0	15	ns		
	4,0	4,0	0,0	0,000	0,0	4,0	4,0	15	ns	ns	
	4,0	4,0	0,0	0,000	0,0	4,0	4,0	15	ns	ns	ns
Anzahl der postoralen Ventral-cirren	5,1	5,0	0,3	0,100	6,2	5,0	6,0	10			
	5,0	5,0	0,0	0,000	0,0	5,0	5,0	10	ns		
	4,8	5,0	0,4	0,130	8,8	4,0	5,0	10	ns	ns	
	5,0	5,0	0,0	0,000	0,0	5,0	5,0	10	ns	ns	ns

Tabelle 12. Fortsetzung.

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Multipler Vergleich <sup>2</sup>		
									P1	P2	P3
Anzahl der Transversal-cirren	4,0	4,0	0,4	0,110	10,2	3,0	5,0	13			
	3,9	4,0	0,3	0,080	7,1	3,0	4,0	13	ns		
	3,9	4,0	0,3	0,080	7,1	3,0	4,0	13	ns	ns	
	4,2	4,0	0,4	0,100	9,0	4,0	5,0	13	ns	ns	ns
Anzahl der Caudal-cirren	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	14			
	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	13	ns		
	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	13	ns	ns	
	3,0	3,0	0,0	0,000	0,0	3,0	3,0	13	ns	ns	ns
Anzahl der Dorsal-kineten	6,0	6,0	0,0	0,000	0,0	6,0	6,0	12			
	6,0	6,0	0,0	0,000	0,0	6,0	6,0	12	ns		
	6,0	6,0	0,0	0,000	0,0	6,0	6,0	12	ns	ns	
	6,0	6,0	0,0	0,000	0,0	6,0	6,0	12	ns	ns	ns
Anzahl der Basalkörperpaare in der Dorsalkinete 1	24,0	24,0	2,8	0,890	11,8	18,0	28,0	10			
	20,8	21,0	2,2	0,680	10,3	17,0	24,0	10	x		
	19,4	19,5	1,6	0,500	8,1	16,0	21,0	10	**	ns	
	21,2	21,0	1,1	0,360	5,4	19,0	23,0	10	ns	ns	ns
Anzahl der Basalkörperpaare in der Dorsalkinete 2	23,4	23,0	1,5	0,530	6,4	22,0	26,0	8			
	19,6	19,5	0,7	0,260	3,8	19,0	21,0	8	**		
	19,4	19,0	2,0	0,710	10,3	17,0	23,0	8	**	ns	
	20,3	20,0	1,4	0,490	6,9	19,0	22,0	8	*	ns	ns
Anzahl der Basalkörperpaare in der Dorsalkinete 3	16,6	17,0	1,4	0,500	8,5	14,0	19,0	8			
	13,1	12,5	1,7	0,610	13,2	11,0	16,0	8	**		
	14,9	15,0	1,6	0,580	11,0	13,0	18,0	8	ns	ns	
	15,5	16,0	1,2	0,420	7,7	13,0	17,0	8	ns	x	ns
Anzahl der Basalkörperpaare in der Dorsalkinete 4	16,3	16,0	1,7	0,580	10,6	13,0	19,0	9			
	14,2	15,0	1,1	0,360	7,7	12,0	15,0	9	x		
	12,8	15,0	3,5	1,160	27,3	7,0	17,0	9	*	ns	
	14,1	14,0	1,9	0,630	13,5	12,0	17,0	9	x	ns	ns
Anzahl der Basalkörperpaare in der Dorsalkinete 5	10,8	11,0	2,0	0,630	18,4	7,0	14,0	10			
	8,9	8,5	1,1	0,350	12,4	8,0	11,0	10	ns		
	8,2	8,0	0,8	0,250	9,6	7,0	9,0	10	*	ns	
	7,7	7,5	1,7	0,540	22,1	6,0	10,0	10	**	ns	ns
Anzahl der Basalkörperpaare in der Dorsalkinete 6	4,5	4,0	1,5	0,420	33,2	2,0	7,0	13			
	3,7	4,0	0,6	0,170	17,1	3,0	5,0	13	ns		
	4,0	4,0	0,7	0,200	17,7	3,0	5,0	13	ns	ns	
	4,4	5,0	0,8	0,210	17,5	3,0	5,0	13	ns	ns	ns

Tabelle 12. Fortsetzung.

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n	Multipler Vergleich <sup>2</sup>		
									P1	P2	P3
Breite/	52,4	53,7	6,3	1,630	12,1	39,5	59,8	15			
Länge	55,3	55,5	6,4	1,640	11,5	46,2	69,9	15	ns		
in	50,0	50,0	6,5	1,650	12,8	42,7	67,5	15	ns	x	
%	50,4	49,2	4,9	1,250	9,7	44,0	62,5	15	ns	ns	ns
Länge der	38,0	37,4	2,6	0,670	6,7	35,0	46,2	15			
adoralen	40,1	39,6	2,5	0,640	6,3	36,2	45,5	15	x		
Membranellenzone/	39,5	38,7	2,8	0,730	7,2	35,7	44,2	15	ns	ns	
Länge (in %)	42,1	42,5	2,8	0,720	6,7	38,0	47,4	15	**	ns	x

<sup>1</sup>Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . P1, P2, P3, P4, Population 1-4.

<sup>2</sup>siehe Material und Methoden. ns,  $P > 0,1$ ; x,  $0,1 \geq P > 0,05$ ; \*,  $0,05 \geq P > 0,01$ ; \*\*,  $P \leq 0,01$ ; zweiseitig.

(FOISSNER und ADAM, 1983a; WIRNSBERGER, FOISSNER und ADAM, 1985a), beschreibe ich nur wichtige und abweichende Beobachtungen.

Die Stomatogenese beginnt dicht neben dem Transversalcirrus III/1. Durch die Proliferation von weiteren Basalkörpern entsteht zuerst ein langes schmales, später ein etwas breiteres Oralprimordium, das sich in posteriadere Richtung in adorale Membranellen differenziert (Abb. 97-100).

Die Herkunft und die Reihenfolge der Entwicklung der 6 Fronto-Ventral-Transversalanlagen beider Teilungsprodukte ist in Tabelle 14 und den Abbildungen 100-104 dargestellt. Ungefähr 88% der biometrisch untersuchten Individuen ( $n = 52$ ) besitzen 4 Transversalcirren (6% mit 5 und 6% mit 3 Cirren). Die Differenzierung der dominanten Anzahl von 17 Cirren (natürlich ohne Marginal- und Caudalcirren) erfolgt nach dem in Tabelle 15 angegebenen Typ. Die z.T. beträchtlichen Wanderungen einzelner Cirrenguppen sind

in den Abbildungen 95 und 107-115 dargestellt.

Die Entwicklung der neuen Marginal- und Dorsalreihen verläuft sehr ähnlich wie bei Stylonychia vorax und S. pustulata (WIRNSBERGER, FOISSNER und ADAM, 1985a), jedoch entsteht das rechte Marginalprimordium des Proter aus dem zweitvordersten Marginalcirrus (Abb. 103-116).

Diskussion: a) Intra- und Interpopulationsvariabilität von Parakahliella macrostoma und Histiculus muscorum. Die morphometrische Untersuchung der alpinen Population und des Typenmaterials von P. macrostoma zeigt, daß nur 2 von 21 Merkmalen - die Anzahl der Dorsalkineten und der hypertrophierten Frontalcirren - konstant sind (Tab. 11; FOISSNER, 1982). Bei H. muscorum besitzen außerdem die Merkmale Anzahl der Makronucleus-Teile, der Buccalcirren, der Cirren neben der adoralen Membranellenzone und der Caudalcirren keine Intra- und Interpopulationsvariabilität (Tab. 12). Das stimmt mit den Ergebnissen von FOISSNER (1982) überein, der besonders die auffallend geringe Variabilität - und daher die Anwendbarkeit auf dem Artniveau - des Merkmals "Anzahl der Dorsalkineten" betont. BORROR und WICKLOW (1983) vermeiden jedoch den Gebrauch dieses Merkmals bei der Artdifferenzierung innerhalb der Urostylinen, da sie eine Variabilität zwischen den Populationen feststellen. Auch WIRNSBERGER, FOISSNER und ADAM (1985b) beschreiben eine Variation innerhalb und zwischen den Populationen von kultiviertem Material von Paraurostyla weissei. Es stellt sich hier jedoch die Frage, ob und in welchem Umfang die verschiedenen und meist auch suboptimalen Kulturbedingungen die Anzahl der Dorsalkineten, die sich in Feldproben als sehr stabil erweist, beeinflussen (FOISSNER, 1982).

Andere Merkmale von P. macrostoma - wie z.B. Länge der adoralen Membranellenzone, Körperbreite - besitzen in der alpinen Population einen höheren Variationskoeffizienten als im Typusmaterial. Die Differenzen zwischen den Populationen sind jedoch

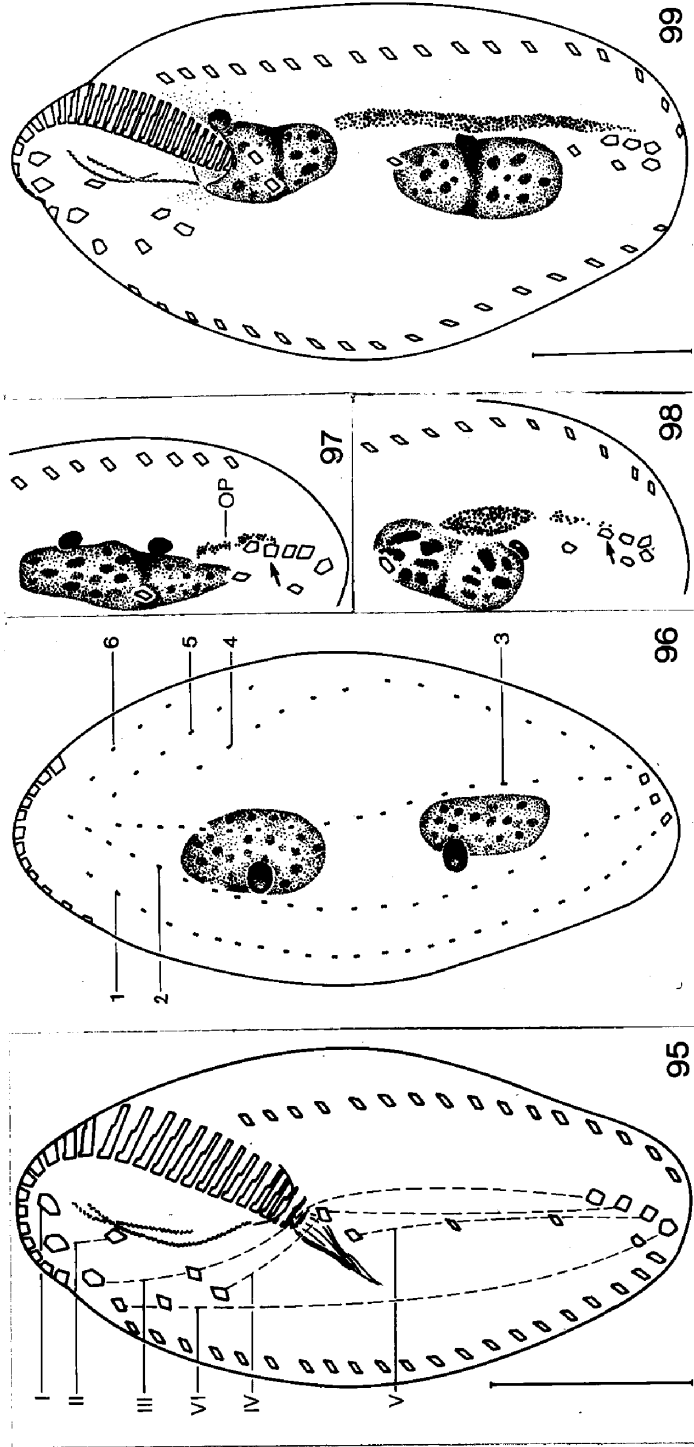


Abb. 95-99. Morphologie und Morphogenese von *Histriculus muscorum* nach Protargolimpregnation. 95, 96: Interphase-individuum in Ventral- und Dorsalsicht. Bezeichnung der Primordien und Cirren nach WALLENGREN (1900). 97-99: Entstehung des Oralprimordiums (OP). Pfeil, Transversalcirrus III/1. Maßstab=20µm. I-VI, Fronto-Ventral-Transversalprimordien; 1-6, Dorsalkineten.

Figs. 95-99. Morphology and morphogenesis of *Histriculus muscorum* after protargol impregnation. 95, 96: non-dividing specimen in ventral and dorsal view. Designation of primordia and cirri according to WALLENGREN (1900). 97-99: origin of the oral primordium (OP). Arrow, transverse cirrus III/1. Scale mark =20µm. I-VI, fronto ventral transverse primordia; 1-6, dorsal kineties.

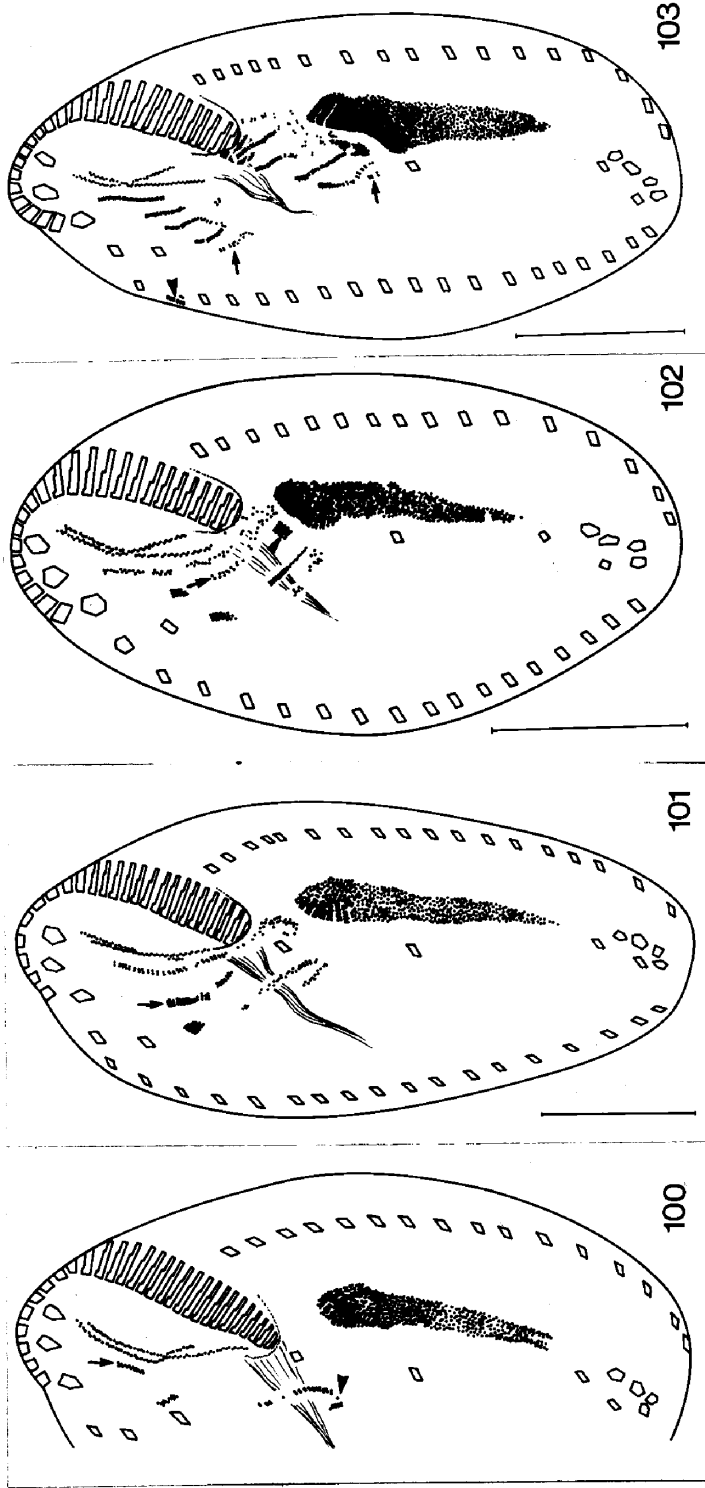


Abb. 100-103. Morphogenese von *Histrioculus muscorum* in Ventralansicht. 100: Der Buccalcirrus II/2 (Pfeil) und der Ventralcirrus V/4 (Pfeilspitze) modifizieren sich zu Primordien. 101: Die Cirren III/2 (Pfeil) und IV/3 (Pfeilspitze) beginnen mit der Umwandlung zu Anlagen. 102: Der postorale Cirrus IV/3 (Pfeilspitze) beginnt mit der Umbildung. Pfeil, Primordium III. 103: Pfeil, Primordium VI; Pfeilspitze, rechtes Marginalprimordium des Proter. Maßstab = 20µm.

Figs. 100-103. Morphogenesis of *Histrioculus muscorum* in ventral view. 100: The buccal cirrus II/2 (arrow) and the ventral cirrus V/4 (arrow head) are modified to primordia. 101: The cirri III/2 (arrow) and IV/3 (arrow head) also commence with the modification to primordia. 102: The postoral cirrus IV/3 (arrow head) starts with the disorganization. Arrow, primordium III. 103: arrow, primordium VI; arrow head, right marginal primordium of the proter. Scale mark = 20µm.

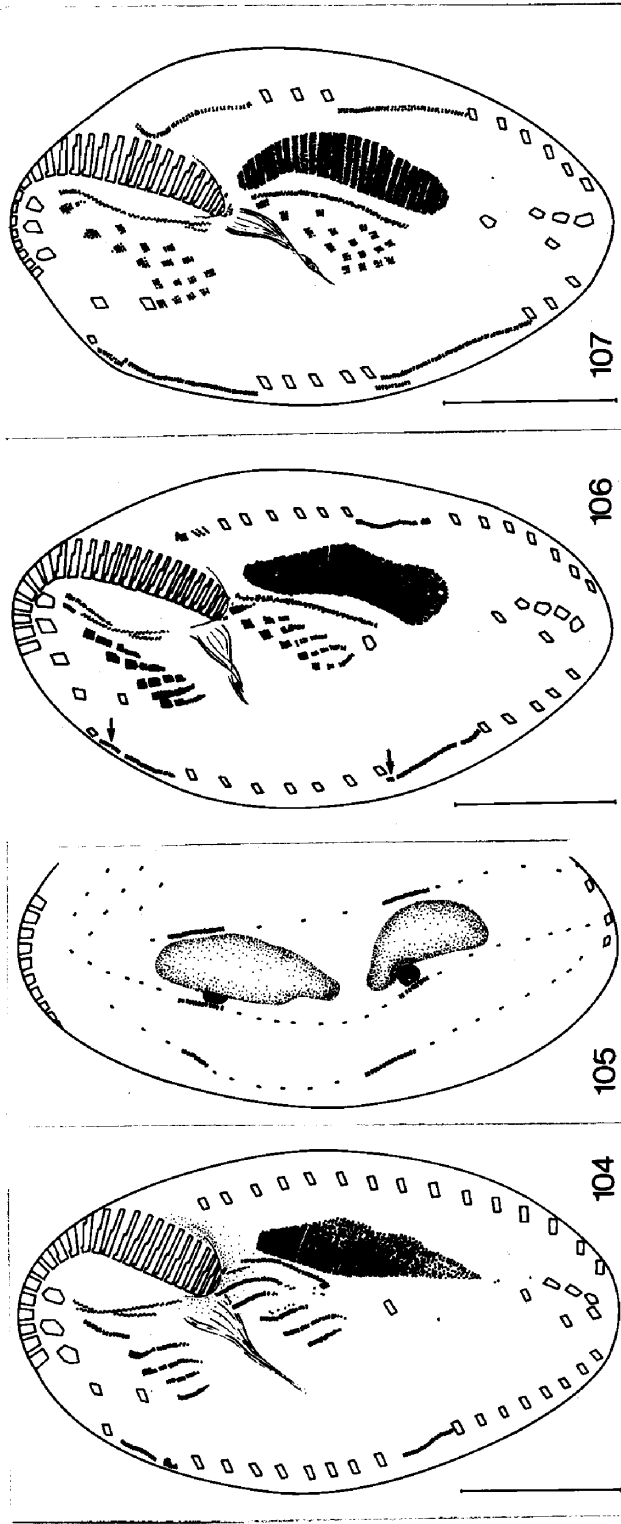


Abb. 104-107. Morphogenese von Histriculus muscorum. 104, 105: mittleres Stadium in Ventral- und Dorsalansicht. Die Dorsalkineten 1, 2 und 3 beginnen mit der Proliferation. 106: mittleres Stadium. Pfeil, Primordium der Dorsalkinete 5. 107: spätes Stadium. Die Bildung der neuen Fronto-Ventral-Transversalcirren ist beendet. Maßstab = 20µm.

Figs. 104-107. Morphogenesis of Histriculus muscorum. 104, 105: intermediate stage in ventral and dorsal view. The dorsal kineties 1, 2, and 3 commence with the proliferation. 106: intermediate stage. Arrow, primordium of the dorsal kinety 5. 107: late stage. The segregation of new fronto ventral transverse cirri is finished. Scale mark = 20µm.



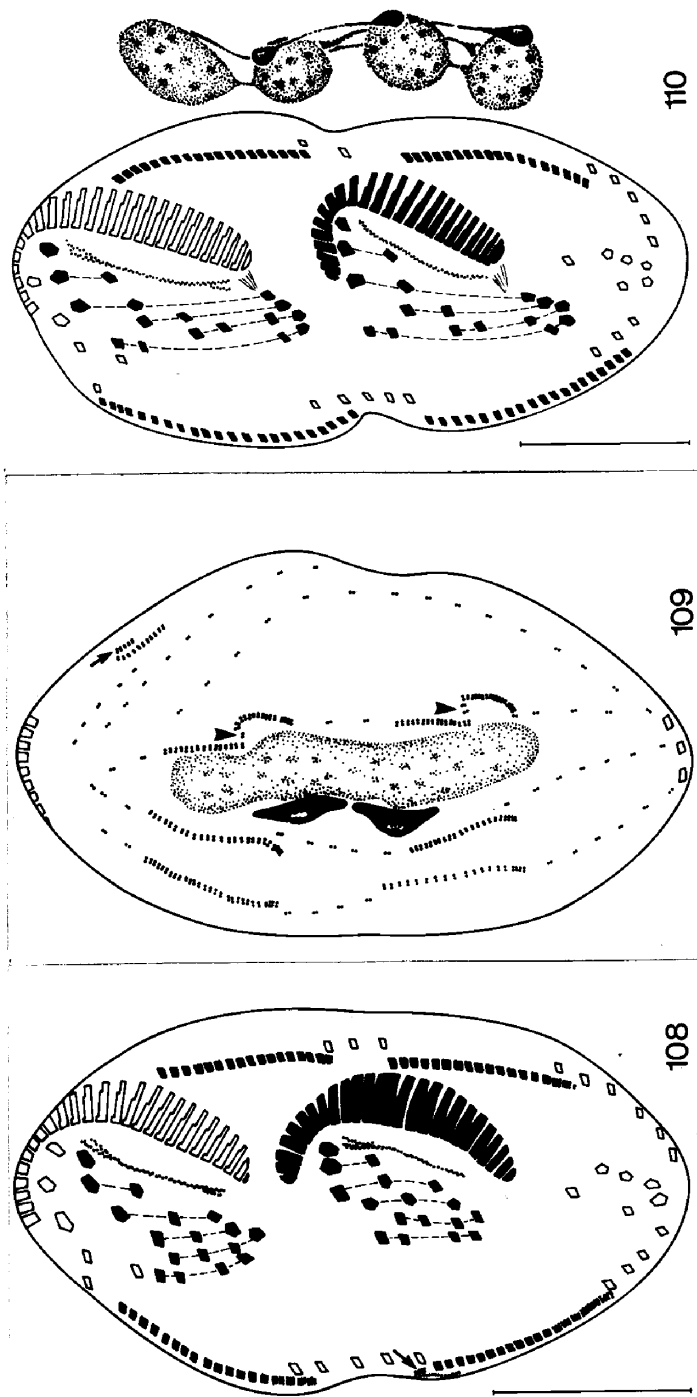


Abb. 108-110. Morphogenese von Histriculus muscorum. 108, 109: spätes Stadium in Ventral- und Dorsalansicht. Pfeil, Primordium der Dorsalkinete 6; Pfeilspitze, Trennungsstelle der Dorsalprimordien 3 und 4. 110: spätes Stadium. Maßstab = 20µm. Die Cirren eines Primordiums sind durch eine strichlierte Linie verbunden.

Figs. 108-110. Morphogenesis of Histriculus muscorum. 108, 109: late stage in ventral and dorsal view. Arrow, primordium of the dorsal kinety 6; arrow head, separation of the dorsal primordia 3 and 4. 110: late stage. Scale mark = 20µm. The cirri of a primordium are connected by a dotted line.

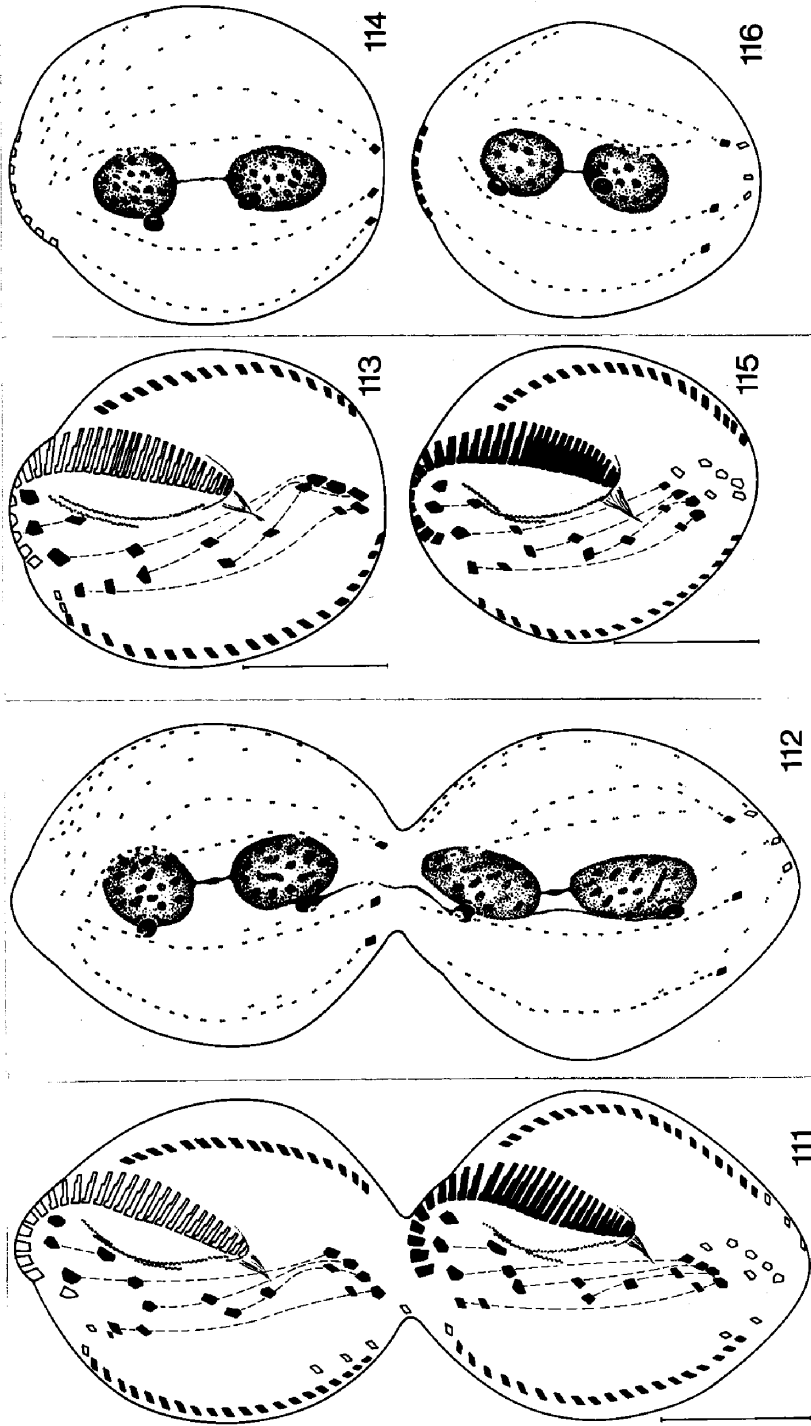


Abb. 111-116. Morphogenese von *Histriculus muscorum*. 111, 112: sehr spätes Stadium in Ventral- und Dorsalansicht. 113-116: Proter (113,114) und Opisthe (115,116) in Ventral- und Dorsalansicht. Maßstab = 20µm. Die Cirren eines Primordiums sind durch eine strichlierte Linie verbunden.

Figs. 111-116. Morphogenesis of *Histriculus muscorum*. 111, 112: very late stage in ventral and dorsal view. 113-116: proter (113,114) and opisthe (115,116) in ventral and dorsal view. Scale mark = 20µm. The cirri of a primordium are connected by a dotted line.

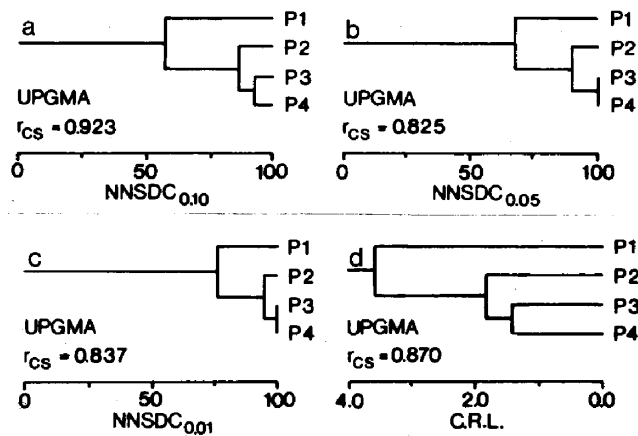


Abb. 117. Phänogramme von 4 Populationen (P1-P4) von Histriculus muscorum. a-c: UPGMA Cluster der Anzahl der nicht signifikant verschiedenen Merkmale (NNSDC) in %, die durch multiple Vergleiche der 29 Merkmale (=100%) von Tabelle 12 erhalten wurde. Signifikanzniveaus für die multiplen Vergleiche  $\alpha = 0,1$  (a),  $\alpha = 0,05$  (b) und  $\alpha = 0,01$  (c). d: UPGMA Clusteranalyse des "coefficient of racial likeness (C.R.L.)" basierend auf dem Datenma-

terial von Tabelle 12.  $r_{CS}$ , "cophenetic correlation coefficient".

Fig. 117. Phenograms of 4 populations (P1-P4) of Histriculus muscorum. a-c: UPGMA clustering of the number of not significantly different characters (NNSDC) in % obtained by multiple comparison procedures on 29 characters (=100%) presented in Table 12. Significance levels for multiple comparison procedures  $\alpha = 0,1$  (a),  $\alpha = 0,05$  (b), and  $\alpha = 0,01$  (c). d: UPGMA cluster analysis of the coefficient of racial likeness (C.R.L.) basing on the data of 29 characters presented in Table 12.  $r_{CS}$ , cophenetic correlation coefficient.

statistisch nicht signifikant (Tab. 11). Die übrigen Merkmale zeigen signifikante Unterschiede, die Werte überlappen sich jedoch beträchtlich. Diese Übereinstimmungen unterstützen ebenfalls die Annahme der Conspicuität dieser beiden Populationen (Tab. 11).

Im Gegensatz zur alpinen Population von P. macrostoma ist die Anzahl der adoralen Membranellen bei H. muscorum nur wenig variabel und die Unterschiede zwischen den 4 Populationen sind nicht signifikant (Tab. 12). Dieses Ergebnis deutet auf eine bedeutende stabilisierende Selektion hin, die in einer mehr oder minder konstanten Umwelt nach und nach die beste Anpassung an den Lebensraum liefert (STEBBINS, 1980). LYNN und BERGER (1972) machten ähnliche Beobachtungen bei dem Scuticociliaten Plagiopyliella pacifica.

Wegen der geringen Variabilität zwischen den Populationen erweist sich

Tabelle 13. Histiculus muscorum. Spearmanscher Rang-Korrelationskoeffizient von 17 ausgewählten Merkmalspaaren von 4 Populationen<sup>1</sup>

Merkmalspaar	P1	n	P2	n	P3	n	P4	n
L - B	0,627	10	0,385	10	0,437	10	0,738*	10
L - MRL	0,372	10	0,552	10	0,311	10	0,462	10
L - MRR	0,307	10	0,563	10	0,044	10	0,762*	10
L - DK1	0,059	10	0,354	10	-0,152	10	0,629	10
L - DK2	0,038	10	0,349	10	-0,714*	8	0,549	10
L - DK3	0,000	9	0,349	10	-0,509	8	-0,209	10
L - DK4	0,262	10	0,323	10	-0,585	9	0,477	10
L - DK5	0,284	10	0,283	10	-0,282	10	0,580	10
L - DK6	0,370	10	-0,051	10	-0,031	10	0,624	10
MRR - DK5	0,899**	7	0,249	10	-0,011	10	0,256	10
MRR - DK6	0,203	8	0,212	10	0,457	10	0,369	10
DK3 - DK4	0,251	9	0,056	10	0,358	8	0,072	9
MRR - MRL	0,567	10	0,374	10	0,763*	10	0,502	10
L - AM	0,577	10	0,491	8	0,194	10	0,707*	10
L - AMZ	0,608	10	0,677*	10	0,749*	10	0,585	10
AMZ - AM	0,892**	10	0,325	8	0,672*	10	0,574	10
L - AMa	-0,202	10	0,752*	10	0,295	10	0,194	10

<sup>1</sup>Legende: AM, Anzahl der adoralen Membranellen; AMa, AMZ, Länge des anterioren Makro-nucleus-Teiles bzw. der adoralen Membranellenzone; B, Breite; DK1 - DK6, Anzahl der Basalkörperpaare in der Dorsalkinete 1 - 6; L, Länge; MRL, MRR, Anzahl der linken bzw. rechten Marginalcirren; P1, P2, P3, P4, Population 1 - 4; \*,  $0,05 \geq P > 0,01$ ; \*\*,  $P \leq 0,01$ ; zweiseitig.

der Breiten/Längen Index als ein gutes Artmerkmal dessen Verwendung zur Speciesidentifikation von BORROR und WICKLOW (1983) empfohlen wird.

Die biometrische Analyse der 4 alpinen Histiculus Populationen ergibt ein gutes Spiegelbild der geographischen Distanzen ihrer Fundorte (Abb. 117). Sowohl die NNSDC-Methode als auch der "coefficient of racial likeness" (PEARSON, 1926; SNEATH und SOKAL, 1973) liefern eine hohe phänetische Ähnlichkeit zwischen

den Populationen der Schloßalm (P2, P3 und P4). Die Population 1, die auf der gleichen Meereshöhe, aber etwa 20km davon entfernt gesammelt wurde, bildet hingegen einen deutlich getrennten Zweig im Phänogramm. (Abb. 117). Die Populationen 3 und 4 wurden 1981 bzw. 1982 an der selben Stelle einer Almweide gesammelt. Die Population 2 trat im Rohboden einer planierten Schipiste mit einer spärlichen Vegetationsdecke, und daher abweichenden Bodenfaktoren auf (FOISSNER und PEER, 1985). Dieses Habitat liegt etwa 500m nördlich des Fundortes der Populationen 3 und 4. Natürlich ist es nicht möglich zu entscheiden, ob die morphologischen Unterschiede nur durch die Wirkung der Umweltfaktoren auf den Phänotypus verursacht werden, oder ob sie bereits genetisch fixiert sind (SOKAL, 1965). Innerhalb der asexuellen Testaceen werden ähnliche Unterschiede zur Trennung von Rassen verwendet (SCHÖNBORN, FOISSNER und MEISTERFELD, 1983).

Das Ziel der Korrelationsanalyse verschiedener Merkmale von H.muscorum war es, die Assoziation zwischen einigen Variablen, die in der Tabelle 12 zur Feststellung der phänetischen Ähnlichkeit verwendet werden, abzuschätzen (Tab. 13). Die meisten Merkmale sind nicht signifikant mit der Körperlänge korreliert. Das bedeutet, daß sie keine redundante Information enthalten und das rechtfertigt auch ihre Anwendung in Tabelle 12. LYNN und BERGER (1972) beobachteten an einem Scuticociliaten, daß nach der Protargolimprägation die meisten Merkmale unabhängig von der Körperlänge variieren. Nach Anwendung der Chatton-Lwoff Methode stellen sie jedoch in allen Fällen eine signifikante Korrelation mit der Länge fest. Die Ergebnisse an protargolimprägnierten Individuen von S.pustulata zeigen aber, daß zumindest in starren Hypotrichen Korrelationen unverändert erhalten bleiben (WIRNSBERGER, FOISSNER und ADAM, 1985a).

In H.muscorum und anderen Hypotrichen formt sich der anteriore Teil der rechten Marginalprimordien zu Dorsalkineten um (Abb. 106;

BUITKAMP, 1975; FOISSNER und ADAM, 1983b; WIRNSBERGER, FOISSNER und ADAM, 1985ab). Trotz dieser engen Beziehung ist nur der Korrelationskoeffizient des Merkmalspaares "Anzahl der rechten Marginalcirren - Anzahl der Basalkörper in der Dorsalkinete 5" von Population 1 signifikant (Tab. 13).

b) Morphogenese von Parakahliella macrostoma und Histiculus muscorum. Leider konnte ich kein sehr frühes Teilungsstadium von P. macrostoma beobachten um feststellen zu können, ob die Stomatogenese direkt links neben der linken Fronto-Ventralreihe beginnt, wie z.B. in Kahliella acrobates (TUFFRAU, 1969) oder ohne Beziehung zu parentalen Cirren, so wie z.B. bei Pseudokahliella marina oder Paraurostyla weissei (JERKA-DZIADOSZ und FRANKEL, 1969; FOISSNER, ADAM und FOISSNER, 1982a). Nach JERKA-DZIADOSZ (1974) tritt der erste Modus auch bei Pseudourostyla cristata auf. Bei dieser Art ist jedoch die linke Midventralreihe das Produkt zahlreicher schräger Primordien, wogegen bei K. acrobates und P. macrostoma (Abb. 85) die Fronto-Ventralreihe aus einem Primordium entsteht. Diese auffallende Ähnlichkeit in der Herkunft des Oralprimordiums ist eine Konvergenz die von JERKA-DZIADOSZ (1974) nicht berücksichtigt wurde. Dieses Merkmal kann als weiteres Kriterium zur Trennung der Kahliellidae und Oxytrichidae von den Urostylidae s.lato verwendet werden.

Die corticale Morphogenese der frontalen und somatischen Infraciliatur von P. macrostoma zeigt 4 Besonderheiten: 1) Das Primordium III entsteht aus dem dritt Vordersten Cirrus der kurzen Frontalreihe (Abb. 86-89). Aus der Tabelle 14 geht deutlich hervor, daß bei H. muscorum und einigen anderen Oxytrichiden die Anlage III aus dem Cirrus III/2 entsteht (Abb. 95, 100-103), der beinahe die gleiche Position einnimmt wie jener von P. macrostoma. Dies deutet auf eine Homologie dieser Cirren. 2) Die Migration der Cirren des Primordiums IV in posteriorer Richtung (Abb. 94). Die Reihe B<sub>5</sub> von Kahliella sp.

Tabelle 14. Herkunft der Fronto-Ventral-Transversalprimordien I - VI im Proter (oben) und im Opisthe (unten) von P. macrostoma und 6 typischen Oxytrichiden<sup>1</sup>

Species	Primordium des Proters					
	I	II	III	IV	V	VI
<u>Parakahliella macrostoma</u> <sup>2</sup>	UM	einige oder alle BC	2.ter C hinter RFC	einige C im anterioren Bereich der FVRR		
<u>Oxytricha granulifera</u>	UM	II/2 und ein Teil von O II	III/2	IV/3	ein Teil von O V	ein Teil von O VI
<u>Histiculus muscorum</u>	UM	II/2 und ein Teil von O II	III/2	IV/3	IV/3	de novo oder ein Teil von O V oder VI
<u>Stylonychia vorax</u>	UM	II/2	III/2	IV/3	IV/3	IV/3
<u>S. pustulata</u>	UM	II/2	III/2	IV/3	IV/3	IV/3
<u>Urosomoida aqiliformis</u>	UM	II/2	III/2	IV/3	de novo	de novo
<u>U. agilis</u> <sup>3</sup>	UM	II/2	III/2	IV/3	de novo	de novo

	Primordium des Opisthe					
	I	II	III	IV	V	VI
<u>P. macrostoma</u> <sup>2</sup>	OP und der mittlere Teil der FVRL	OP	OP	mittlerer Teil von FVRL	posteriorer Teil von FVRR	
<u>O. granulifera</u>	OP	OP	OP	IV/2	V/4	V/3
<u>H. muscorum</u>	OP	OP	OP	IV/2	V/4	V/4
<u>S. vorax</u>	OP	OP	OP	IV/2	V/4	V/4
<u>S. pustulata</u>	OP	OP	OP	IV/2	V/4	V/4
<u>U. aqiliformis</u>	OP	OP	OP	IV/2	V/4	V/3
<u>U. agilis</u>	?	?	?	?	?	?

<sup>1</sup>Literatur: BUITKAMP (1975); FOISSNER und ADAM (1983a); WIRNSBERGER, FOISSNER und ADAM (1985a). Bezeichnung der Primordien und Cirren nach WALLENGREN (1900); sh. auch Abb. 83-88 und 95-104. Legende: BC, Buccalcirren; C, Cirrus; FVRL, FVRR, linke und rechte Fronto-Ventralreihe; UM, undulierende Membranen der parentalen Zelle.

<sup>2</sup>Die Primordien I-III dieser Art sind mit hoher Wahrscheinlichkeit mit denen der

Tabelle 14. Fortsetzung

Oxytrichiden homolog. Es konnte jedoch nicht festgestellt werden, welches der Primordien IV - VI in P.macrostoma fehlt. Daher ist die Bezeichnung IV und V willkürlich.

<sup>3</sup>Die Herkunft wurde aus den Abbildungen 3 und 4 von BUITKAMP (1975) ermittelt.

(FLEURY und FRYD-VERSAVEL, 1982), aber auch die Reihen IV und besonders V von H.muscorum zeigen eine ähnliche Verschiebung. Die rechte Frontalreihe von P.macrostoma und die Reihen B<sub>6</sub> und VI von Kahliella sp. bzw. H.muscorum beginnen einheitlich in der Höhe der verstärkten Frontalcirren (Abb. 83,95). Diese Übereinstimmungen in der Bildung der frontalen Infraciliatur deuten eine nahe Verwandtschaft der Kahliellidae und Oxytrichidae an. 3) Die Bildung von je 2 linken und rechten Marginalreihen und die Erhaltung von Teilen der parentalen linken Marginalinfraciliatur in den Teilungsprodukten. Die letzte Eigenschaft erklärt auch die hohe Variabilität dieses Merkmalskomplexes (Tab. 11). Dieses interessante und apomorphe Merkmal tritt auch bei Arten von Kahliella (HORVATH, 1932; TUFFRAU, 1969; FLEURY und FRYD-VERSAVEL, 1982) und Engelmanniella (FOISSNER unveröff.) auf. 4) Die Erhaltung der parentalen Dorsalkineten 4 und 5 als "neue Kinete 4". Das ist die einzige Möglichkeit, wie ich mir die Herkunft der neuen Dorsalkinete 4 in beiden Teilungsprodukten erklären kann. Bei vielen anderen Hypotrichen - z.B. H.muscorum, O.granulifera und P.weissei - entsteht sie bereits in mittleren Stadien durch eine Fragmentation des Primordiums der linken unverkürzten Reihe (Abb. 109; FOISSNER und ADAM, 1983a; WIRNSBERGER, FOISSNER und ADAM, 1985a). Daher besitzt der Proter von P.macrostoma 3 (adorale Membranellenzone, linke Marginalcirren, Dorsalkinete 5) und der Opisthe 2 (linke Marginalcirren, Dorsalkinete 4) Teile der parentalen Infraciliatur. Bisher war Euplotes der einzige Hypotrich bei dem Fragmente der parentalen



Tabelle 15. Differenzierung der neuen Cirren in 7 typischen Oxytrichiden<sup>1</sup>

Species (Literatur)	P r i m o r d i u m						Summe
	I	II	III	IV	V	VI	FVT
<u>Gastrostyla pulchra</u> (WALLENGREN, 1900)	1	3	3	4	5	5	21
<u>Stylonychia pustulata</u> (WIRNSBERGER et al. 1985a)	1	3	3	3	4	4	18
<u>Oxytricha granulifera</u> (FOISSNER & ADAM, 1983a)	1	3	3	3	4	4	18
<u>Urosoma macrostyla</u> <sup>2</sup> (FOISSNER, 1983a)	1	3	3	3	4	4	18
<u>Histiculus muscorum</u>	1	2	3	3	4	4	17
<u>Urosomoida agilis</u> <sup>3</sup> (BUIKAMP, 1975)	1	2	2	2	3	4	14
<u>Urosomoida agiliformis</u> <sup>2</sup> (FOISSNER & ADAM, 1983b)	1	2	2	2	3	4	14

<sup>1</sup>Bezeichnung der Primordien nach WALLENGREN (1900). Siehe auch Abb. 95, 107-115. FVT, Fronto-Ventral-Transversalcirren.

<sup>2</sup>Die Interpretation unterscheidet sich von jener von FOISSNER (1983a) und FOISSNER und ADAM (1983b).

<sup>3</sup>Die Anzahl wurde aus den Abbildungen 6 und 7 von BUIKAMP (1975) ermittelt.

Dorsalkineten in den Filialprodukten erhalten bleiben, auffallend ähnlich wie bei Kinetofragminophoren (siehe bei P.serpens und S.muscorum; HECKMANN und FRANKEL, 1968; FOISSNER und ADAM, 1983a).

Eine vergleichende Analyse von einigen typischen Oxytrichiden zeigt, daß der Ursprung der 6 Fronto-Ventral-Transversalprimordien sehr ähnlich ist (Tab. 14). Es wird deutlich, daß H.muscorum sehr nahe mit Stylonychia spp. verwandt ist. Außerdem zeigt die Morphogenese von H.muscorum eindeutig, daß an den posterioren Enden der Dorsalkineten 1, 2 und 4 Caudalcirren entstehen (Abb. 95, 96, 112). Daher überkreuzen sich die Marginalreihen posterior nicht, wie dies bereits von FOISSNER (1982) vermutet wird.

WALLENGREN (1900) berichtet, daß eine Reduktion der Fronto-Ventral-Transversalcirren innerhalb der Oxytrichiden im anterioren

Teil der Zelle beginnt. Das trifft für den Schritt Gastrostyla - Stylonychia oder Oxytricha zu. Aber ein weiterer Rückgang in der Cirrenanzahl in der Linie Stylonychia - Histriculus - Urosomoida wird durch das Verschwinden der linken Transversalcirren (II/1, III/1, IV/1) und des Ventralcirrus V/2 verursacht (Abb. 95, Tab. 15; BUITKAMP, 1975; FOISSNER und ADAM, 1983b; WIRNSBERGER, FOISSNER und ADAM, 1985a).

c) Die Homonomie von Marginalreihen und Dorsalkineten. Arten von Kahliella besitzen Kineten, deren anteriorer Teil aus Basalkörperpaaren besteht, während der posteriore Bereich durch Cirren gebildet wird (HORVATH, 1932). FLEURY und FRYD-VERSAVEL (1982) stellen ein sehr variables Verhältnis fest. Parakahliella macrostoma besitzt bis zu 5 Cirren an der Dorsalkinete 1 (Tab. 11). Ich fand kein Kriterium, welches zu entscheiden erlaubt, ob eine solche Reihe als Marginalreihe oder als Dorsalkinete mit einer großen Anzahl von Caudalcirren zu bezeichnen ist. Innerhalb der Oxytrichidenlinie Gastrostyla - Stylonychia, Oxytricha, Histriculus - Tachysoma besteht ebenfalls die Tendenz den Cirrenanteil an den Dorsalkineten zu reduzieren (siehe S. 90; FOISSNER, 1982). Der gleiche Entwicklungstyp durch Proliferation innerhalb der Reihe bzw. Kinete (BORROR, 1979) und die ultrastrukturelle Übereinstimmung der Marginal- und Caudalcirren (JERKA-DZIADOSZ, 1982) sind weitere Hinweise, daß diese Strukturen homonom sind.

d) Vergleichende Morphologie von Parakahliella macrostoma und verwandten Arten. Parakahliella macrostoma wurde ursprünglich unter Paraurostyla beschrieben, daß nun wegen Ähnlichkeiten in der Morphogenese in die Familie Oxytrichidae gestellt wird (BORROR 1979, FOISSNER 1982). Die am nächsten verwandte Art ist Paraurostyla terricola BUITKAMP, 1977, die nun ebenfalls in die neue Gattung gestellt werden muß: Parakahliella terricola (BUITKAMP, 1977) nov. comb. Leider ist nichts über die Variabilität

Tabelle 16. Vergleich von *Parakahliella terricola* (BUIKAMP, 1977) mit 2 Populationen von *P. macrostoma*<sup>1</sup>

Merkmal	Alpine Population		Typusmaterial	
Länge	1,925	(0,1 >P >0,05)	4,350**	(0,01 >P >0,001)
Breite	2,584*	(0,02 >P >0,01)	2,903*	(0,02 >P >0,01)
Anzahl der Makro-nucleus-Teile	0,423	(0,9 >P >0,5)	1,641	(0,2 >P >0,1)
Anzahl der adoralen Membranellen	1,704	(0,2 >P >0,1)	3,755**	(0,01 >P >0,001)
Länge der adoralen Membranellenzone	0,475	(0,9 >P >0,5)	1,349	(0,4 >P >0,2)
Anzahl der Cirren in der linken Marginalreihe 1	0,158	(0,9 >P >0,5)	1,150	(0,4 >P >0,2)
Anzahl der Cirren in der linken Marginalreihe 2	0,115	(1,0 >P >0,9)	0,763	(0,5 >P >0,4)
Anzahl der Cirren in der linken Fronto-Ventralreihe	2,511*	(0,05 >P >0,02)	2,501*	(0,05 >P >0,02)
Anzahl der Cirren in der rechten Fronto-Ventralreihe	1,515	(0,2 >P >0,1)	2,872*	(0,02 >P >0,01)
Anzahl der Cirren in der kurzen Fronto-Ventralreihe	1,210	(0,4 >P >0,2)	1,761	(0,2 >P >0,1)
Anzahl der Cirren in der äußeren rechten Marginalreihe	0,485	(0,9 >P >0,5)	1,822	(0,2 >P >0,1)
Anzahl der Cirren in der inneren rechten Marginalreihe	1,004	(0,4 >P >0,2)	1,961	(0,1 >P >0,05)
Anzahl der Caudalcirren	2,206*	(0,05 >P >0,02)	2,095	(0,1 >P >0,05)

<sup>1</sup>Die Mittelwerte von Tab. 11 wurden mit den Einzelwerten von BUIKAMP(1977b) mit Hilfe eines modifizierten t-Tests verglichen (SOKAL und ROHLF, 1981).

dieses Bodenciliaten bekannt. Daher wurde ein modifizierter t-Test verwendet um die Daten zu vergleichen (Tab. 16; SOKAL und ROHLF, 1981). Die einzigen, so ermittelten signifikanten Unterschiede zu

beiden Populationen von P. macrostoma sind die Zellbreite und die Anzahl der Cirren der linken Fronto-Ventralreihe; zusätzlich wurden zum Typusmaterial noch Unterschiede in der Zelllänge, der Anzahl der adoralen Membranellen und der Cirren in der rechten Fronto-Ventralreihe ermittelt. Die Kriterien für die Trennung der Typusspecies von der sehr ähnlichen P. terricola sind die durchschnittliche Anzahl der adoralen Membranellen (beinahe 2x so groß und sogar die Minimum Werte sind beträchtlich größer), die weniger fragmentierten Fronto-Ventral- und rechten Marginalreihen und der Besitz von kleinen Kristallen (FOISSNER, 1982).

FOISSNER, ADAM und FOISSNER (1982a) beschreiben einen anderen auffallenden niederen Hypotrichen, Kahliella marina, der eine evolvierte Frontalciliatur aber eine apomorphe Morphogenese aufweist. Ein Vergleich mit Kahliella, Parakahliella, Psilotricha und Parastrongylidium (TUFFRAU, 1969; FLEURY und FRYD-VERSAVEL, 1982; 1984; FOISSNER, 1983b) zeigt, daß dieses Merkmalspaar die Errichtung einer neuen Kahlielliden Gattung rechtfertigt:

Pseudokahliella nov.gen.

Diagnose: Kahliellidae mit einer evolvierten Frontalciliatur und zahlreichen autoreplikativen rechten Marginalreihen.

Typusart: Pseudokahliella marina (FOISSNER, ADAM et FOISSNER, 1982) nov.comb.

Sowohl die morphologischen als auch die morphogenetischen Daten zeigen, daß Parakahliella und Pseudokahliella in die Familie Kahliellidae einzuordnen sind, "die alle Gattungen der Hypotrichen Unterordnung Stichotrichina enthält, deren Arten keine Transversalcirren besitzen und eine meridionale Anordnung der somatischen Ventralreihen aufweisen" (TUFFRAU, 1979). Parakahliella ist von allen anderen Genera dieser Familie leicht durch das Merkmalspaar "Caudalcirren und mehr als eine linke und eine rechte Marginalreihe" zu unterscheiden (HORVATH, 1932; KAHL, 1932; CORLISS, 1979; FOISSNER, 1982, 1983b).

Das monotypische Genus Pseudokahliella ist durch die deutlich differenzierte Frontalciliatur und die hohe Dominanz der somatischen Infraciliatur eindeutig charakterisiert. Das erste Merkmal trennt es von Parastrongylidium FLEURY und FRYD VERSAVEL, 1984, das zweite von anderen verwandten Genera. Das plagiotomide Morphogenesemuster deutet eine ancestrale Position innerhalb der Kahliellidae und folglich eine enge Beziehung zu "Nicht-Hypotrichen" an.

Tachysoma hyalina nov.spec. (Abb. 118-121, Tabelle 17)

Diagnose: In vivo etwa 50 x 16µm große, ausgeprägt parallelsichtige Tachysoma mit 4 Cirren in der Frontalreihe und je etwa 11 Cirren in den gleichlangen Marginalreihen. Drei Dorsalkineten von denen die rechte aus nur 1 Basalkörperpaar besteht. Durchschnittlich 11 adonale Membranellen, von denen die 3 vorderen durch eine deutliche Lücke von den hinteren getrennt sind.

Locus typicus: Mäßig häufig im Boden (0-5cm) eines Erlenbestandes an der subalpinen Waldgrenze, Stubnerkogel, Bad Gastein, Salzburg (etwa 1750m Meereshöhe).

Aufbewahrungsort des Typenmaterials: Ein Holotypus- und ein Paratypuspräparat sind in der Sammlung der mikroskopischen Präparate des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz deponiert.

Beschreibung: Körperform auffallend linealisch, linker Körperrand im mittleren Bereich der adoralen Membranellenzone leicht eingezogen, anterior und posterior breit gerundet (Abb. 118). Etwa 2:1 abgeflacht, ventral eben, dorsal leicht konkav (Abb. 119). Bei kleiner Vergrößerung durchsichtig. Unter dem Deckglas leicht kontraktile. Makronucleus-Teile im Zentrum



Tabelle 17. Fortsetzung.

Merkmal	$\bar{x}$	M	s	$s_{\bar{x}}$	V	Min	Max	n
Anzahl der Cirren der rechten Marginalreihe	10,7 14,3	11,0 14,5	0,9 1,9	0,300 0,353	8,9 13,0	9,0 9,0	12,0 20,0	10 28
Anzahl der Cirren der linken Marginalreihe	11,6 14,7	11,5 15,0	1,1 2,1	0,340 0,395	9,3 14,2	10,0 10,0	14,0 18,0	10 28
Anzahl der Transversalcirren <sup>4</sup>	5,8 3,6	5,0 3,5	0,4 0,9	0,143 0,165	6,5 24,3	5,0 2,0	6,0 5,0	7 28
Anzahl der Dorsalkineten	3,0 3,1	3,0 3,0	0,0 0,3	0,000 0,060	0,0 10,1	3,0 3,0	3,0 4,0	9 28

<sup>1</sup>Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Messungen in  $\mu\text{m}$ . FR, Frontalreihe

<sup>2</sup>siehe Abb. 120

<sup>3</sup>siehe Abb. 124

<sup>4</sup>Einschließlich in ihrer Nähe befindlicher Ventralcirren.

hintereinander liegend, in vivo etwa  $7 \times 4 \mu\text{m}$  groß, mit einigen kleinen Nucleolen. Entweder ein kugelförmiger Mikronucleus zwischen den Makronucleus-Teilen, oder je 1 einem Makronucleus-Teil seitlich dicht angeschmiegt; mit Protargol stets sehr schwach imprägnierbar. Kontraktile Vakuole am linken Körperperrand fast in Körpermitte, ohne deutliche Zuführungskanäle. Entoplasma farblos, mit einigen kleinen, farblosen Kugeln (Abb. 118). Bewegung sehr rasch hin und her fahrend.

Adorale Membranellenzonen an den linken Körperperrand verlagert, vorne auffallend weit auf die rechte Körperseite übergreifend. Frontalcirren nicht verstärkt, 1. Frontalcirrus in der Lücke der adoralen Membranellenzonen, der 3. dicht neben dem oberen Drittel der Frontalreihe, die posterior die adorale Membranellenzonen nicht überragt. Buccalcirrus vermutlich aus nur zwei

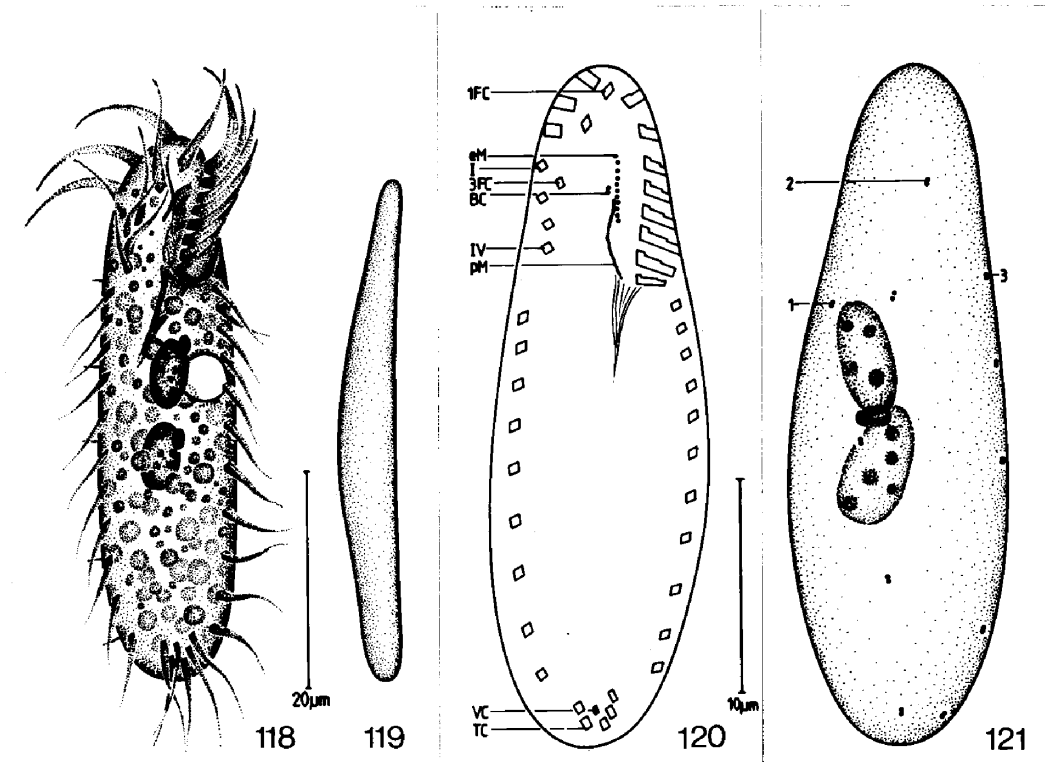


Abb. 118-121. *Iachysoma hyalina* nach Lebendbeobachtung (Abb. 118,119) und Protargolimprägung (Abb. 120,121). 118, 119: ventrale und rechts laterale Ansicht. 120,121: Infraciliatur der Ventral- und Dorsalseite des selben Individuums. BC, Buccalcirrus; eM, endorale Membran; pM, parorale Membran; TC, Transversalcirrus; VC, Ventralcirrus?; 1FC, 3FC, 1. und 3. Frontalcirrus; I, IV, 1. und 4. Cirrus der Frontalreihe; 1-3, 1. bis 3. Dorsalkinete.

Figs. 118-121. *Iachysoma hyalina* from life (Figs. 118,119) and after protargol impregnation (Figs. 120,121). 118, 119: ventral and right lateral view. 120, 121: infraciliature in ventral and dorsal view. BC, buccal cirrus; eM, endoral membrane; pM, paroral membrane; TC, transverse cirrus; VC, ventral cirrus?; 1FC, 3FC, 1st and 3rd frontal cirrus; I, IV, 1st and 4th cirrus of the frontal row; 1-3, 1st to 3rd dorsal kinety.

Basalkörpern aufgebaut, liegt dicht neben dem anterioren Ende der paroralen Membran, die mit der endoralen nur wenig überlappt und beim Mundeingang endet (Abb. 120). Marginalreihen beginnen auf gleicher Höhe, enden oberhalb der Transversalcirren und sind daher posterior weit offen, Distanzen zwischen den 6-8µm langen Cirren nach hinten größer werdend. Meist 5, etwa 12µm lange Transversalcirren sehr nahe dem Körperende. Im Zentrum des von



ihnen gebildeten Halbkreis konstant ein kleiner Cirrus (Ventralcirrus?) (Abb. 120). Dorsalcilien in vivo ungefähr 3µm lang. Linke und mittlere Dorsalkinete mit je 5 Basalkörperpaaren (n = 2; Abb. 121).

Die Morphogenese beginnt mit der Differenzierung eines Oralprimordiums beim linken Transversalcirrus. Bald darauf folgt die Auflösung des hintersten Cirrus der Frontalreihe.

Diskussion: Tachysoma hyalina weist neben den Gattungskriterien (KAHL, 1932) den gleichen Beginn der Morphogenese wie T.pellionella und T.perisincirra auf (HEMBERGER, 1982; siehe auch Diskussion von T.perisincirra). Von letzterer unterscheidet sie sich deutlich in der Größe, der Form der adoralen Membranellezone, der Anzahl der Membranellen und der Cirren im Frontalfeld, der Anordnung der 3 vorderen Frontalcirren, der Anzahl und Variabilität der Transversalcirren und in der Dorsalciliatur. Von den anderen Vertretern dieser Gattung läßt sie sich durch die Cirrenausstattung eindeutig trennen.

Tachysoma perisincirra HEMBERGER, 1984 (Abb. 122-132, Tabelle 17)

Interphaseindividuum (Abb. 122-125, Tabelle 17): In vivo etwa 50-90 x 20-30µm groß, Körperform annähernd linealisch, Vorder- und Hinterende breit gerundet. Etwa 2:1 abgeflacht, ventral konkav oder eben, dorsal konvex (Abb. 122,123). Makronucleus-Teile mit mittelgroßen Nucleolen, etwa 12 x 7µm groß, hintereinander in der linken Körperhälfte liegend. Mikronucleus in vivo und nach Protargolimprägation gut erkennbar, 2-3µm groß, ellipsoid, manchmal auch kugelförmig, immer zwischen den beiden Makronucleus-Teilen (Abb. 122-130). Kontraktile Vakuole links der Medianen, in der Höhe des Mikronucleus (Abb. 122, 123). Entoplasma farblos, enthält viele grünliche, 2-5µm große

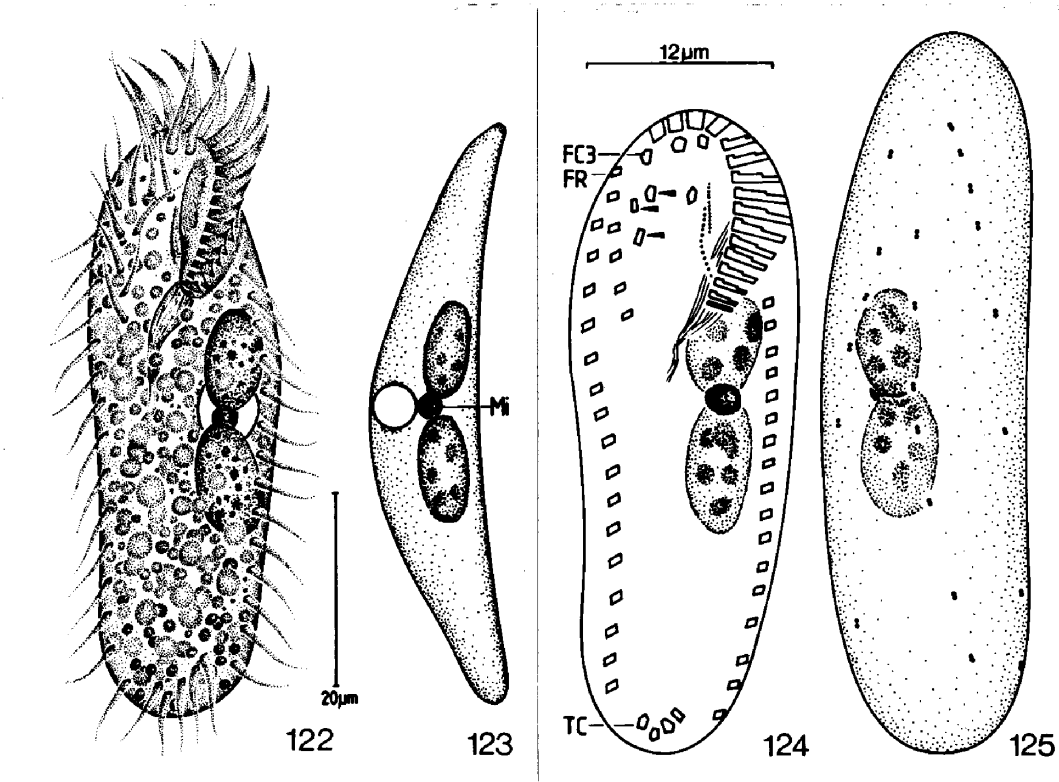


Abb. 122-125. *Iachysoma perisincirra* nach Lebendbeobachtung (Abb. 122,123) und Protargolimprägung (Abb. 124,125). 122, 123: Ventral- und Lateralansicht. 124, 125: Infraciliatur in Ventral- und Dorsalansicht. Die Pfeile in Abb. 124 weisen auf jene Cirren, die in der Tabelle 17 als "linke Frontalreihe" bezeichnet werden. FC3, 3. Frontalcirrus; FR, vorderster Cirrus der Frontalreihe; Mi, Mikronucleus; TC, Transversalcirrus.

Figs. 122-125. *Iachysoma perisincirra* from life (Figs. 122,123) and after protargol impregnation. (Figs. 124,125). 122, 123: ventral and lateral view. 124, 125: infraciliature in ventral and dorsal view. The arrow heads in Fig. 124 indicate these cirri which are denoted as "linke Frontalreihe" in Table 17. FC3, 3rd frontal cirrus; FR, anteriormost cirrus of the frontal row; Mi, micro-nucleus; TC, transverse cirrus.

Kugeln, die das Tier bei kleiner Vergrößerung hell erscheinen lassen. Posterior oft einige dunkle Kügelchen (Abb. 122). Bewegung schnell, setzt sich aus sehr vielen ruckartigen Einzelbewegungen zusammen.

Adorale Membranellenzone J-förmig, auffallend weit an den

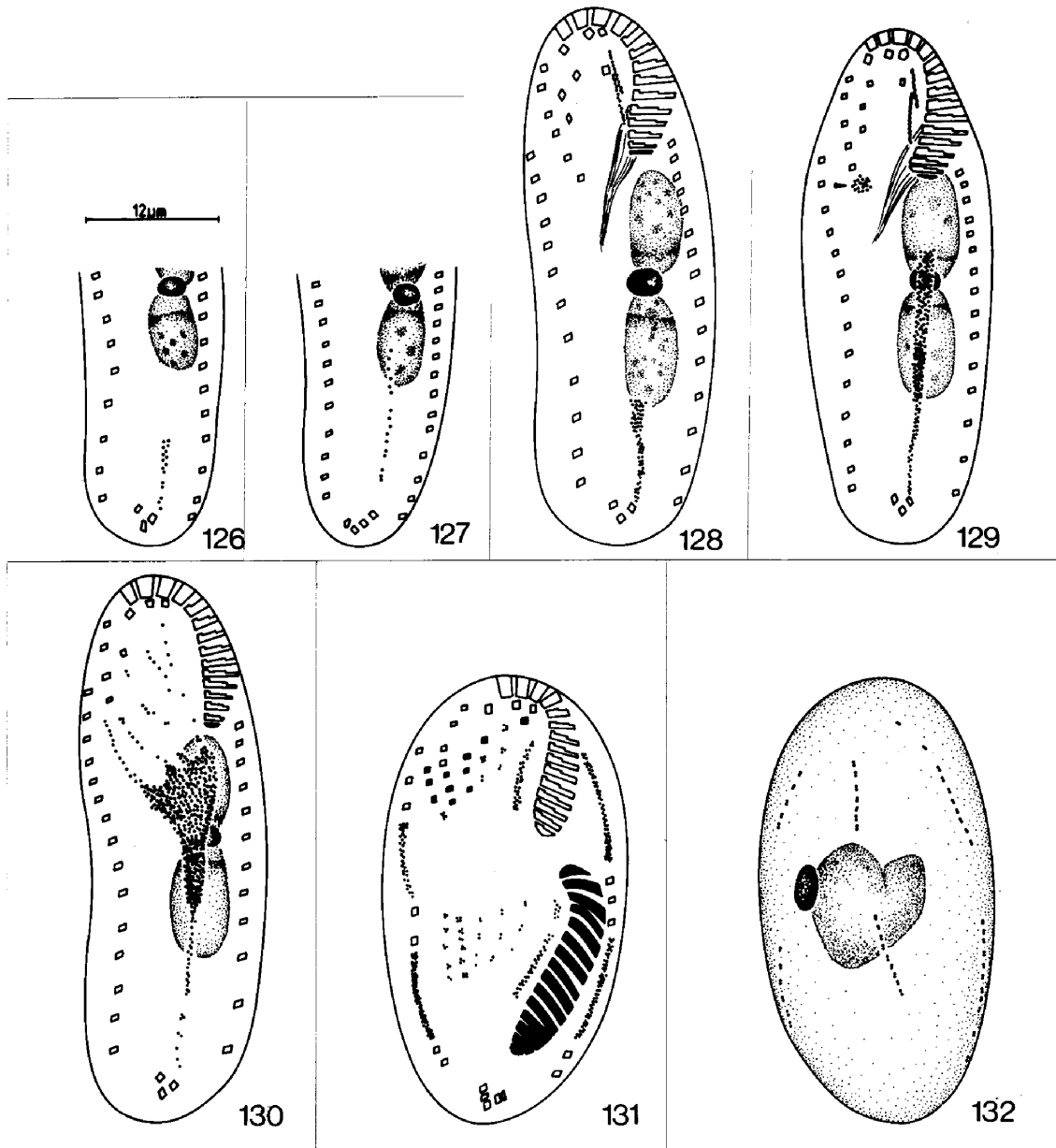


Abb. 126-132. Morphogenese von *Tachysoma perisincirra*. Infraciliatur der Ventral- (Abb. 126-131) und Dorsalseite (Abb. 132) nach Protargolimprägung. 126-129: Beginn der Morphogenese. Der Pfeil in Abb. 129 weist auf den hintersten Cirrus der Frontalreihe, der sich zu einer Anlage umgebildet hat. 130: mittleres Teilungsstadium. 131, 132: spätes Teilungsstadium.

Figs. 126-132. Morphogenesis of *Tachysoma perisincirra*. Infraciliature in ventral (Figs. 126-131) and dorsal view (Fig. 132). After protargol impregnation. 126-129: early morphogenetic stages. The arrow head in Fig. 129 points to the posteriormost cirrus of the frontal row, which has formed into a rudiment. 130: intermediate stage. 131, 132: late stage.

linken Körperwand verlagert (Abb. 122,124,128-130). Meist 13 Cirren im Frontalfeld, von denen 6 rechts der Medianen eine "Frontalreihe" bilden (Abb. 122,124,128). Endorale und parorale Membran überlappen nur wenig, dicht neben der vorderen inseriert der Buccalcirrus. Marginalreihen auf gleicher Höhe beginnend, hinten weit offen. Distanz zwischen den in vivo 8-10 $\mu$ m langen Cirren posterior etwas größer als anterior (Abb. 122,124,128, 129). Anzahl der kaum verlängerten Transversalcirren sehr variabel (Abb. 122,124,126,Tab.17). Meist 3 Dorsalkineten mit in vivo 2-3 $\mu$ m langen Cilien. Anzahl der Basalkörperpaare in den Kineten von rechts nach links größer werdend (Abb. 125,132).

Morphogenese (Abb. 126-132): Die Morphogenese beginnt mit einer Proliferation von Basalkörpern in mehr oder minder großer Entfernung vom linken Transversalcirrus (Abb. 126,127). Die Makronucleus-Teile besitzen an den, dem Mikronucleus zugewandten Enden ein Reorganisationsband, das bis zum mittleren Stadium erhalten bleibt (Abb. 126-130). Das Oralprimordium verbreitert sich und dehnt sich nach vorne aus (Abb. 128,129). Gleichzeitig beginnt sich der hinterste Cirrus der Frontalreihe aufzulösen (Abb. 129, Pfeil).

Die Abbildung 130 zeigt ein mittleres Teilungsstadium mit einem anterior stark verbreitertem Primordialfeld, das mit den teilweise aufgelösten parental Cirren kontaktiert, wodurch es eine auffallend handförmige Gestalt erhält.

Die Abbildungen 131,132 zeigen ein spätes Morphogenesestadium. Die Differenzierung der adoralen Membranellenzonen des Opisthe und der undulierenden Membranen der Tochtertiere ist weit fortgeschritten. Im Frontalfeld des Opisthe sind deutlich 6 Anlagen erkennbar, innerhalb jenes des Proter sind die neuen Cirren bereits differenziert. Die nicht zu Anlagen umgebildeten Cirren sind noch nicht aufgelöst. Innerhalb der Marginalreihen sind zahlreiche Cirren zu Anlagen umorientiert. Alle Dorsalkineten

entstehen durch Teilung der parentalen Reihen. Es werden keine Caudalcirren gebildet. Die Makronucleus-Teile sind zu einer strukturlosen Masse verschmolzen (Abb. 132).

Diskussion: HEMBERGER (1982) gibt von T.perisincirra keine Beschreibung des lebenden Tieres, wodurch die Identifikation sehr erschwert wird. Seine Angaben über die Infraciliatur und den Beginn der Morphogenese stimmen jedoch vollständig mit meinen Ergebnissen überein, so daß die beiden Populationen wahrscheinlich conspezifisch sind. Anhand der wenigen beobachteten Teilungsstadien lassen sich keine detaillierten Aussagen über die Herkunft der Cirren des Frontalfeldes machen. Ich vermute jedoch, daß sich die Frontalreihe aus den Produkten zweier Fronto-Ventralanlagen zusammensetzt. Die Genese der Dorsalkineten erfolgt nach Typ 1 (FOISSNER und ADAM, 1983a). Letzteres und die Organisation des Interphaseindividuums würden auch eine Einordnung in die Gattung Perisincirra JANKOWSKI ermöglichen (HEMBERGER, 1982; FOISSNER, 1982). Hier beginnt jedoch die Morphogenese in der Nähe des hintersten Cirrus der Frontalreihe und nicht beim linken Transversalcirrus (HEMBERGER, 1982). Aber auch die Eingliederung bei Tachysoma ist problematisch, da T.pellionella und T.terricola die Dorsalkineten nach Typ 4 bilden (HEMBERGER, 1982). Da die Wertigkeit dieses Merkmals unklar ist (FOISSNER und ADAM, 1983a), folge ich HEMBERGER (1982).

#### 4. ERGEBNISSE DER ÖKOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN

##### 4.1. Experimentelle Studien zur Wirkung der Bodenverdichtung auf die Struktur der Testaceen- und Ciliatenzönose

###### 4.1.1. Abiotische Faktoren und Vegetation

Eine Verringerung des Bodenvolumens um ca. 10% (c) bewirkt eine Erhöhung der Lagerungsdichte um ca. 6% (Tab. 18). Für die Proben (d) und (e) (30% und 50% Volumenverringern) liegen die Werte bei +48% und +75% (Abb. 133a). Das Porenvolumen und damit verbunden der Wassergehalt zeigen folglich eine entgegengesetzte Tendenz (Abb. 133c). Während die Lagerungsdichte und der Wassergehalt keinen statistisch signifikanten Einfluß der Volumenverringern erkennen lassen, wird der pH des Bodens, der in (e) um 0,8 Einheiten höher ist als in (a) hoch signifikant verändert (Abb. 133b, Tab. 18,21-23). Der Produktmoment-Korrelationskoeffizient zeigt eine signifikante Abhängigkeit von Lagerungsdichte und pH an ( $r = 0,594^*$ ;  $0,05 > P > 0,01$ ).

Die Bodenverdichtung wirkt sich auch auf die Vegetation der Verdichtungskammern aus. Die Probenserien (b) und (c) sind mit zahlreichen Gräsern bewachsen und folglich auch gut durchwurzelt. Die Probe (d) weist spärlichen und Probe (e) keinen Bewuchs auf.

###### 4.1.2. Testaceen

In den Proben (a) bis (e) treten insgesamt 14 Arten auf (Tab. 19). Die Artenzahl beträgt in (a) 12 und verringert sich bis zur Probe (e) auf 5 (Abb. 134a). Die Varianzanalyse läßt erwartungsgemäß einen statistisch signifikanten Einfluß erkennen (Tab. 24). Fünf Arten kommen in allen Probenserien vor und sind dort auch immer dominant (>5%). Schoenbornia humicola tritt in (a), (c) und (d) zusätzlich als individuumdominante Form auf. Während in (a)

bis (d) Centropyxis aerophila var. sphagnicola als häufigste Species vorkommt, ist in (e) Trinema lineare mit 31,4% am stärksten abundant. Nebela parvula und Plagiopyxis declivis sind nur in (a) mit geringer Abundanz vertreten. Sowohl die Artenzahl als auch die Abundanz zeigen eine signifikante negative Korrelation mit der Lagerungsdichte ( $r = 0,7966^{**}$ ;  $P < 0,01$  bzw.  $r = 0,9490^{**}$ ;  $P < 0,01$ ). Die Abundanzen werden durch die unterschiedlichen Verdichtungen signifikant beeinflusst (Tab. 20,25). Liegt das Verhältnis der Abundanzen von (a) zu (e) bezogen auf das Trockengewicht noch bei 13,3, so vermindert sich dieser Wert auf 7,6, wenn man sie auf  $m^2$  bezieht. Ähnlich ist der Effekt bei der Biomasse

Tabelle 18. Zusammenstellung verschiedener physikalischer Parameter und der Abundanz der aktiven Ciliaten (C), Rotatorien (R) und Nematoden (N)<sup>1</sup>

Probe	Wert	WG %	pH	LD kg/dm <sup>3</sup>	BG kg/50dm <sup>3</sup>	PV %	C/kgTG	R/kgTG	N/kgTG
a	$\bar{x}$	50,5	3,9	0,48	24,25	80	15000	66000	640000
	Min	47,8	3,8	0,37	18,70	75	0	0	510000
	Max	55,9	4,0	0,59	29,80	84	45000	159000	880000
b	$\bar{x}$	49,6	4,1	0,51	25,70	79	0	12000	300000
	Min	45,6	4,0	0,40	20,45	76	0	0	160000
	Max	56,9	4,1	0,57	28,95	83	0	19000	410000
c	$\bar{x}$	50,9	4,4	0,51	25,70	79	0	16000	280000
	Min	45,2	4,2	0,41	20,80	77	0	0	130000
	Max	49,3	4,7	0,56	28,30	83	0	49000	460000
d	$\bar{x}$	45,6	4,4	0,71	35,60	71	71000	38000	140000
	Min	37,2	4,4	0,55	27,55	63	38000	0	90000
	Max	52,7	4,4	0,90	45,00	77	127000	113000	250000
e	$\bar{x}$	36,7	4,7	0,84	42,30	65	10000	0	120000
	Min	33,6	4,6	0,79	39,50	62	0	0	70000
	Max	39,5	4,7	0,92	46,10	68	30000	0	170000

<sup>1</sup>Legende: BG, Masse (TG) eines Bodenquaders von 1m<sup>2</sup> Fläche und 5cm Tiefe; LD, Lagerungsdichte; Min, Max, minimaler bzw. maximaler Wert der Probenserie; TG, Trockengewicht; WG, Wassergehalt;  $\bar{x}$ , arithmetisches Mittel der Probenserie.

Tabelle 19. Artenbestand, Artenzahl, Konstanz (K) und Individuendominanz (ID) der Testaceen in den Proben (a) bis (e)<sup>1</sup>

Species	belebt & unbelebt					b e l e b t					K (%)
	a	b	c	d	e	ID (%)					
						a	b	c	d	e	
<u>Centropyxis aerophila</u> var. <u>sphagnicola</u>	+	+	+	+	+	26,7	56,0	25,9	32,0	24,5	100
<u>Phryganella acropodia</u>	+	+	+	+	+	19,9	14,9	19,1	19,0	23,2	100
<u>Trinema lineare</u>	+	+	+	+	+	18,3	6,8	20,5	15,6	31,4	100
<u>Trinema complanatum</u>	+	+	+	+	+	9,5	8,0	13,9	5,9	10,3	100
<u>Euglypha laevis</u>	+	+	+	+	+	6,4	5,2	6,0	11,3	10,6	100
<u>Schoenbornia humicola</u>	+	+	+	+	+	14,7	4,7	6,0	11,9	0,0	80
<u>Euglypha rotunda</u>	+	+	+	+	-	0,4	0,9	2,0	2,1	0,0	80
<u>Corythion dubium</u>	+	+	-	+	+	0,8	0,4	0,0	2,2	0,0	60
<u>Schoenbornia viscidula</u>	+	+	+	-	-	1,6	0,3	2,4	0,0	0,0	60
<u>Euglypha ciliata</u>	+	+	+	-	-	0,3	0,8	3,4	0,0	0,0	60
<u>Cyclopyxis eurystoma</u>	+	+	+	-	-	0,0	2,0	0,8	0,0	0,0	40
<u>Nebela parvula</u>	+	+	-	-	+	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	20
<u>Plagiopyxis declivis</u>	+	-	-	-	-	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	20
<u>Assulina muscorum</u>	+	+	-	-	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Gesamtartenzahl	14	13	10	8	9	12	11	10	8	5	

<sup>1</sup>Legende: +, nachgewiesen; -, nicht nachgewiesen.

(14,4 bzw. 8,3), die sich ebenso wie die Artenzahl und die Abundanz statistisch signifikant verringert (Abb. 134d, Tab. 20, 26). Das Verhältnis der Abundanzen von C.aerophila var. sphagnicola zwischen (a) und (e) beträgt 14,6, für T.complanatum 12,6, für P.acropodia 11,5, für E.laevis 7,9 und für T.lineare 7,6. Die hohe Biomasse in der Probe (b) wird durch die hohe Individuendominanz von C.aerophila var. sphagnicola hervorgerufen; sie unterscheidet sich jedoch nicht signifikant von der Probe (a) (Tab. 26). Überhaupt stellt diese Species zusammen mit P.acropodia in allen Proben rund 2/3 der Biomasse. Ansonsten zeigen die



Tabelle 20. Artenzahl (AZ), Abundanz (I/kgTG und I/m<sup>2</sup>), Biomasse (BM in mg/kgTG und mg/m<sup>2</sup>), Diversität (H), Evenness (E) und Verhältnis von belebten/unbelebten Schalen der Testaceen<sup>1</sup>

Probe	AZ	I/kgTG	I/m <sup>2</sup>	BM mg/kgTG	BM mg/m <sup>2</sup>	H	E	belebt/ unbelebt	
a	$\bar{x}$	8,3	2010000	48760000	76,8	1862	1,876	0,755	1:2,2
	Min	7,0	1552000	46250000	66,7	1714			1:1,7
	Max	9,0	2676000	50040000	91,7	1987			1:3,4
b	$\bar{x}$	8,3	1816000	47140000	114,9	2981	1,487	0,620	1:1,7
	Min	7,0	1508000	42900000	84,4	2401			1:1,5
	Max	10,0	2158000	51620000	135,0	3908			1:1,9
c	$\bar{x}$	7,6	1709000	43930000	64,8	1665	1,992	0,835	1:2,1
	Min	6,0	1207000	34160000	33,5	948			1:1,4
	Max	9,0	2236000	47290000	93,7	2628			1:3,9
d	$\bar{x}$	6,7	906000	32280000	37,3	1327	1,799	0,865	1:2,7
	Min	5,0	494000	22230000	10,3	463			1:2,4
	Max	8,0	1416000	39010000	66,0	1818			1:2,9
e	$\bar{x}$	3,3	151000	6410000	5,3	224	1,519	0,945	1:3,9
	Min	2,0	111000	4600000	1,1	45			1:3,6
	Max	5,0	211000	9730000	7,9	364			1:4,2

<sup>1</sup> Nur belebte Schalen berücksichtigt. Legende: I, Individuen; Min, Max, minimaler bzw. maximaler Wert der Probenreihe; TG, Trockengewicht;  $\bar{x}$ , arithmetisches Mittel der Probenreihe.

Biomassewerte einen den Abundanzen ähnlichen Verlauf. Die hohe Dominanz von C.aerophila var. sphagnicola bewirkt in (b) die geringste Diversität und Evenness (Abb. 134c, Tab. 20). Probe (e) weist wegen der guten Gleichverteilung der Abundanzen eine etwas höhere Diversität auf als (b) (Tab. 19,20). Die größte Ähnlichkeit im Artenspektrum besitzen (b) und (c) (Abb. 135a). Probe (e) hat zu allen anderen die geringste Identität. Die Dominanzidentität zeigt ebenfalls eine Verminderung in Abhängigkeit von der Verdichtung. Lediglich (b) fällt wegen der hohen Abundanz von C.aerophila var. sphagnicola heraus (Abb. 135b). Mit dem Arten-Abundanzindex zeigen Probe (a) und (c) mit 84% die höchste Übereinstimmung,

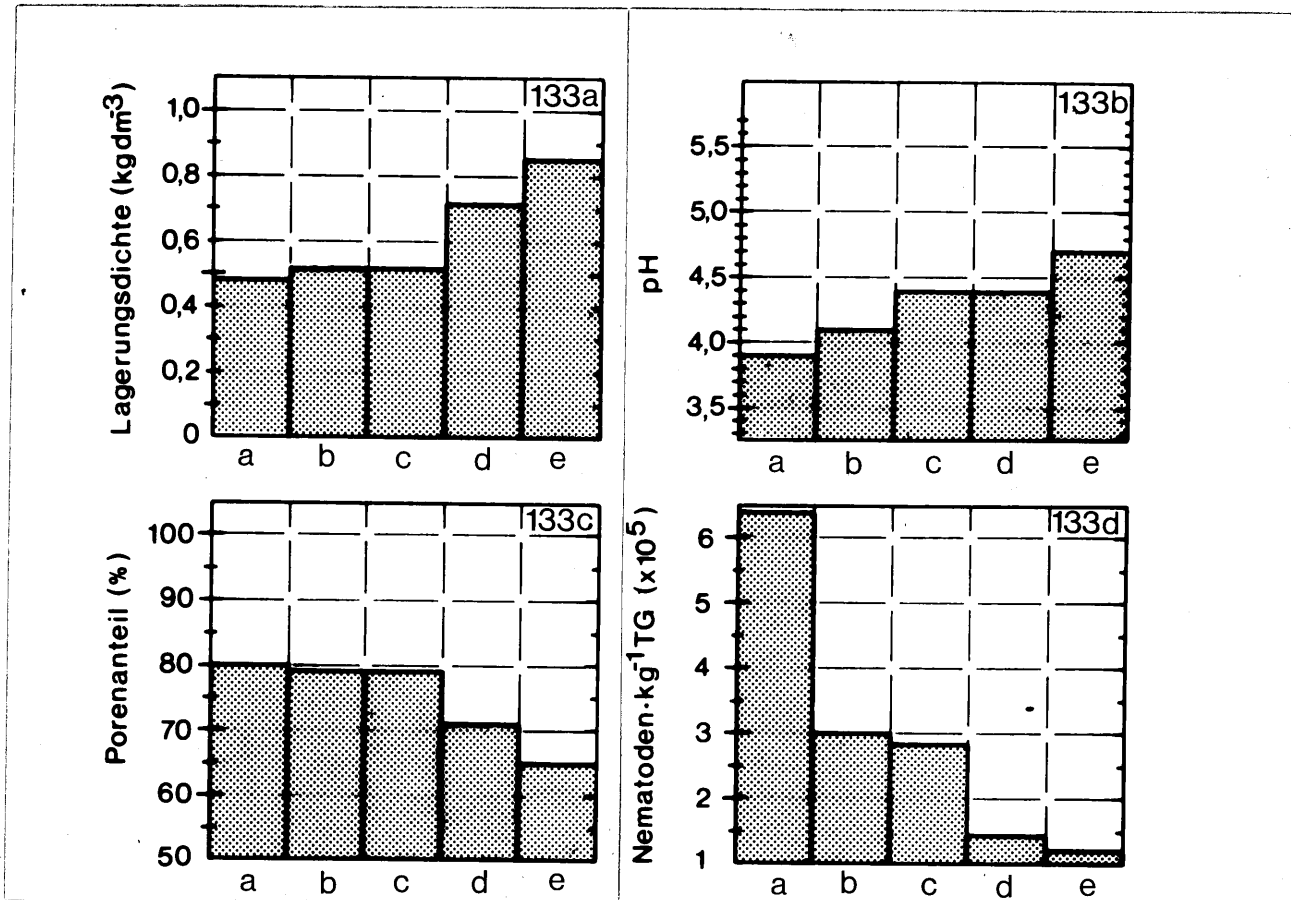


Abb. 133a-d. Lagerungsdichte (133a), pH (133b), Porenanteil (133c) und Abundanz der Nematoden (133d) in Abhängigkeit von der Bodenverdichtung. (a) und (b) unverdichtet, (c) 10%, (d) 30% und (e) 50% verdichtet.

Fig. 133a-d. Relation between the bulk density (133a), the pH (133b), the pore space (133c), the abundance of nematoda (133d) and the soil compaction. (a) and (b) not compacted, (c) 10%, (d) 30%, and (e) 50% compacted.

gefolgt von (b) mit 68%. Die niedrige Artenzahl verbunden mit der geringen Abundanz führt in (e) zu einer bemerkenswert kleinen Identität von 19% (Abb. 135c). Die Abmessungen von *C.aerophila* var. *sphagnicola* und *P.acropodia* sind in den unverdichteten und in den verdichteten Proben nicht signifikant verschieden. Die F-Werte von *T.complanatum* und *T.lineare* liegen aber etwas über den kritischen Werten von  $\alpha = 0,05$  (Tab. 27-30). Das Verhältnis

von belebten/unbelebten Schalen beträgt im Mittel in (a) 1:2,2, in (e) dagegen 1:3,9 (Tab. 20). Wegen der großen Variabilität innerhalb der Behandlungen sind die Unterschiede jedoch nicht signifikant (Tab. 31).

Tabelle 21. Varianzanalyse des Wassergehaltes<sup>1</sup>

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	423,57	105,89	2,84
Versuchsfehler	10	373,02	37,30	
Gesamt	14	796,59		

<sup>1</sup>Legende: FG, Freiheitsgrade; SQ, Summe der Quadrate; MQ, mittleres Quadrat; F, Prüfgröße der Varianzanalyse. \*,  $0,05 \geq P > 0,01$ ; \*\*,  $0,01 \geq P > 0,001$ ; \*\*\*,  $P \leq 0,001$ .

Tabelle 22. Varianzanalyse des Porenvolumens

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	326,11	81,53	2,66
Versuchsfehler	10	306,33	30,63	
Gesamt	14	632,44		

Tabelle 23. Varianzanalyse des pH-Wertes

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	1,11	0,278	16,32***
a vs b	1	0,04	0,040	2,45
ab vs cde	1	0,92	0,920	54,12***
c vs de	1	0,04	0,040	2,45
d vs e	1	0,11	0,110	6,27*
Versuchsfehler	10	0,17	0,017	
Gesamt	14	1,28		

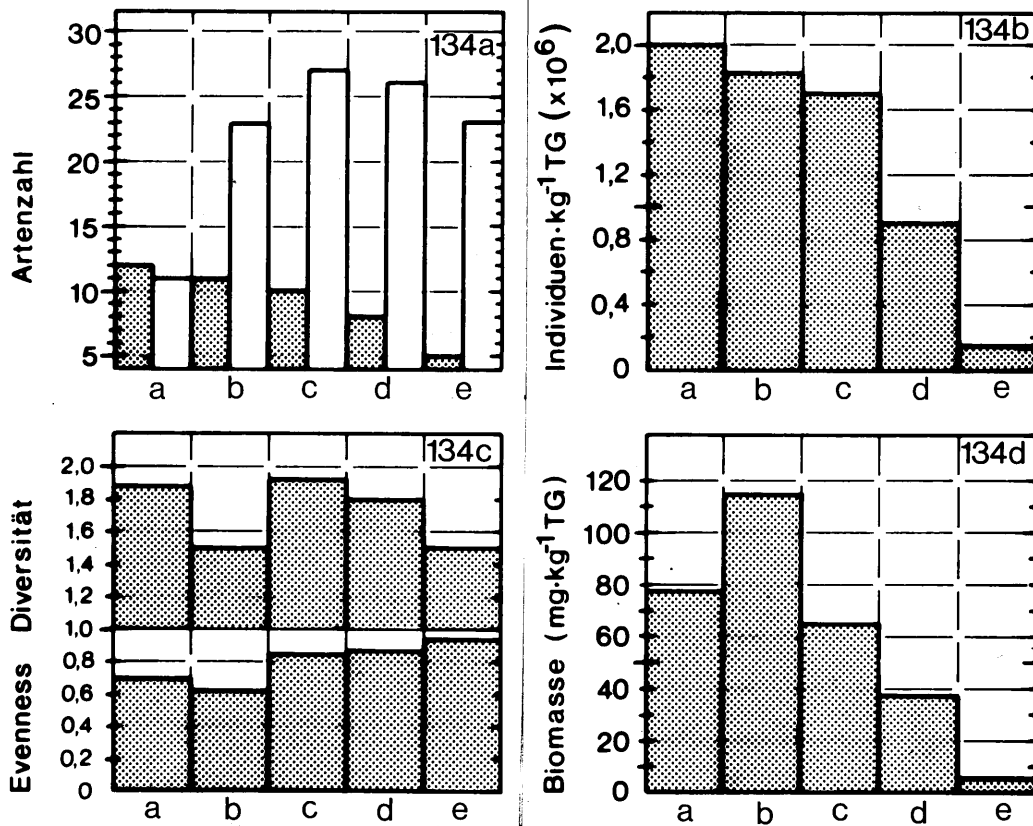


Abb. 134a-d. Artenzahl der Testaceen (grau) und Ciliaten (weiß) (134a), Abundanz (134b), Diversität und Evenness (134c) und Biomasse (134d) der Testaceen in Abhängigkeit von der Bodenverdichtung.

Fig. 134a-d. Relation between the species number of testacea (grey) and ciliates (white) (134a), the abundance (134b), the diversity and evenness (134c), the biomass (134d) of testacea and the soil compaction.

Tabelle 24. Varianzanalyse der Artenzahl der Testaceen

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	52,34	13,08	6,11**
a vs b	1	0,00	0,00	0
ab vs cde	1	21,51	21,51	10,05**
c vs de	1	14,22	14,22	6,64*
d vs e	1	16,66	16,66	7,78*
Versuchsfehler	10	21,39	2,14	
Gesamt	14	73,78		

Tabelle 25. Varianzanalyse der Abundanz der Testaceen

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	7235483,60	1808870,90	9,60**
a vs b	1	56648,17	56648,17	0,30
ab vs cde	1	3535095,21	3535095,21	18,77**
c vs de	1	2787947,56	2787947,56	14,80**
d vs e	1	855792,67	855792,67	4,54
Versuchsfehler	10	1883551,33	188355,13	
Gesamt	14	9119034,94		

Tabelle 26. Varianzanalyse der Biomasse der Testaceen

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	20475,02	5118,76	9,86**
a vs b	1	2177,42	2177,42	4,19
ab vs cde	1	12976,81	12976,81	24,99***
c vs de	1	3781,60	3781,60	7,28*
d vs e	1	1539,20	1539,20	2,96
Versuchsfehler	10	5192,35	519,23	
Gesamt	14	25667,37		

Tabelle 27. Varianzanalyse der Schalenlänge von C.aerophila var. sphagnicola

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	311,82	77,95	2,20
Versuchsfehler	151	5340,77	35,37	
Gesamt	155	5652,59		

Tabelle 28. Varianzanalyse des Schalendurchmessers von Phryganella acropodia

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	73,72	18,43	2,06
Versuchsfehler	104	929,53	8,94	
Gesamt	108	1003,25		

Tabelle 29. Varianzanalyse der Schalenlänge von Trinema complanatum

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	547,18	136,80	2,64*
a vs b	1	116,67	116,67	2,25
ab vs cde	1	63,87	63,87	1,23
c vs de	1	202,41	202,41	3,90
d vs e	1	164,24	164,24	3,17
Versuchsfehler	73	3786,20	51,87	
Gesamt	77	4333,38		

Tabelle 30. Varianzanalyse der Schalenlänge von Trinema lineare

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	188,86	47,22	2,52*
a vs b	1	52,90	52,90	2,80
ab vs cde	1	6,52	6,52	0,35
c vs de	1	122,90	122,90	6,57*
d vs e	1	6,95	6,95	0,37
Versuchsfehler	134	2507,58	18,71	
Gesamt	138	2696,44		

Tabelle 31. Varianzanalyse des Verhältnis von belebten/unbelebten Schalen

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	0,20	0,050	0,89
Versuchsfehler	10	0,56	0,056	
Gesamt	14	0,76		

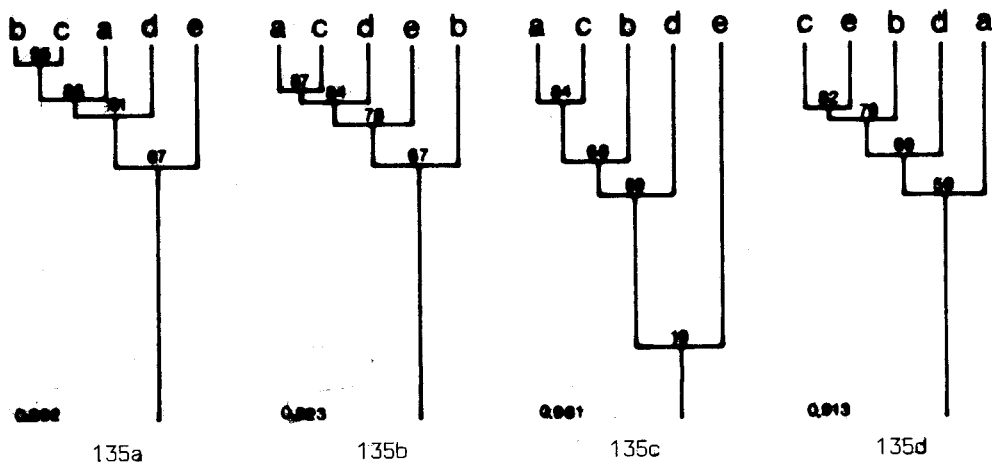


Abb. 135a-d. UPGMA Cluster der Artenidentität, der Dominanzidentität und des BRAY und CURTIS Index der Testaceen und Ciliaten. 135a-c: Artenidentität, Dominanzidentität und BRAY und CURTIS Index der Testaceen. 135d: Artenidentität der Ciliaten. Links unten: "cophenetic correlation coefficient".

Fig. 135a-d. UPGMA cluster analysis of the species identity, the dominance identity and the BRAY and CURTIS index of the testacea and ciliates. 135a-c: species identity, dominance identity and BRAY and CURTIS index of the testacea. 135d: species identity of the ciliates. Lower left corner: cophenetic correlation coefficient.

#### 4.1.3. Ciliaten

Aktive Ciliaten sind nur in den Probenreihen (a), (d) und (e) nachweisbar (Tab. 18). Die qualitative Untersuchung erbringt insgesamt 37 Species (Tab. 32). In (a) treten signifikant weniger Arten auf als in (b) und den 3 Verdichtungsstufen (Abb. 134a,

Tabelle 32. Artenbestand und Artenzahl der Ciliaten in den Proben (a) bis (e)<sup>1</sup>

Nr.	Species	P r o b e n				
		a	b	c	d	e
1	<u>Colpoda aspera</u>	+	+	+	+	+
2	<u>Colpoda henneguyi</u>	+	+	+	+	+
3	<u>Colpoda inflata</u>	+	+	+	+	+
4	<u>Gonostomum affine</u>	+	+	+	+	+
5	<u>Grossglockneria acuta</u>	+	+	+	+	+
6	<u>Nivaliella plana</u>	+	+	+	+	+
7	<u>Colpoda steinii</u>	+	+	+	+	+
8	<u>Perisincirra gellerti</u>	+	+	+	+	+
9	<u>Pseudocyrtolophosis alpestris</u>	+	+	+	+	+
10	<u>Pseudoplatyophrya nana</u>	+	+	+	+	+
11	<u>Colpoda cucullus</u>	+	-	+	-	+
12	<u>Cyclidium glaucoma</u>	-	+	+	+	+
13	<u>Histiculus muscorum</u>	-	+	+	+	+
14	<u>Keronopsis muscicola</u>	-	+	+	+	+
15	<u>Leptopharynx costatus</u>	-	+	+	+	+
16	<u>Sathrophilus muscorum</u>	-	+	+	+	+
17	<u>Gonostomum franzi</u>	-	+	+	-	+
18	<u>Platyophrya vorax</u>	-	+	+	-	+
19	<u>Blepharisma hyalinum</u>	-	+	+	-	-
20	<u>Plagiocampa</u> sp.	-	+	+	-	-
21	<u>Spathidium muscorum</u>	-	+	+	-	-
22	<u>Holosticha sigmoidea</u>	-	+	-	-	+
23	<u>Cyrtolophosis mucicola</u>	-	+	-	-	-
24	<u>Dileptus breviproboscis</u>	-	+	-	-	-
25	<u>Bryometopus pseudochilodon</u>	-	-	+	+	+
26	<u>Protospathidium serpens</u>	-	-	+	+	+
27	<u>Tachysoma perisincirra</u>	-	-	+	+	+
28	<u>Dileptus terrenus</u>	-	-	+	+	-
29	<u>Holosticha adami</u>	-	-	+	+	-
30	<u>Oxytricha setigera</u>	-	-	+	-	-
31	<u>Cyrtolophosis acutus</u>	-	-	-	+	-
32	<u>Perisincirra gracilis</u>	-	-	-	+	-
33	<u>Pseudochilodonopsis mutabilis</u>	-	-	-	+	-



Tabelle 32. Fortsetzung

Nr.	Species	P r o b e n				
		a	b	c	d	e
34	<u>Pseudoplatyophrya terricola</u>	-	-	-	+	-
35	<u>Spathidium muscicola</u>	-	-	-	+	-
36	<u>Urosomoida agilis</u>	-	-	-	+	-
37	<u>Uroleptooides quadrinucleata</u>	-	-	-	-	+
Artenzahl: gesamt		11	23	27	26	23
$\bar{x}$		6	15	17	15	15
Min		6	14	15	11	11
Max		7	16	18	20	20

<sup>1</sup>Legende: Min, Max, minimaler bzw. maximaler Wert der Probenserie;  $\bar{x}$ , arithmetisches Mittel der Probenserie; +, nachgewiesen; -, nicht nachgewiesen.

Tab. 18, 33). Zehn Arten sind in allen Probenserien vorhanden, 5 fehlen nur in (a) (Tab. 32). Hinsichtlich der Artenidentität unterscheidet sich (a) von den übrigen Probenserien sehr deutlich (Abb. 135d).

Tabelle 33. Varianzanalyse der Artenzahl der Ciliaten

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	208,93	52,23	5,29*
a vs b	1	121,50	121,50	12,31**
ab vs cde	1	76,54	76,54	7,76*
c vs de	1	10,89	10,89	1,10
d vs e	1	0,00	0,00	0,00
Versuchsfehler	10	98,67	9,87	
Gesamt	14	307,60		

#### 4.1.4. Rotatorien, Nematoden

Die meisten Rädertiere treten in (a) auf, in (e) sind keine nachweisbar. Die übrigen Werte streuen stark (Tab. 18).

Bei den Nematoden ist die Abundanz in (a) mehr als doppelt so groß wie in (b) (Abb. 133d, Tab. 18). Die orthogonalen Vergleiche der Varianzanalyse zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Kontrollproben (a vs b). Beide unterscheiden sich von den verdichteten Probenreihen (ab vs cde; Tab. 34).

Tabelle 34. Varianzanalyse der Abundanz der Nematoden

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	4	5373,21	1343,30	6,97**
a vs b	1	1816,56	1816,56	9,43*
ab vs cde	1	3090,56	3090,56	16,05**
c vs de	1	459,04	459,04	2,38
d vs e	1	7,04	7,04	0,04
Versuchsfehler	10	1925,43	192,54	
Gesamt	14	7298,63		

#### 4.2. Einfluß des Schneesementes (Ammoniumsulfat) auf die Struktur und Dynamik der Testaceen-, Ciliaten- und Nematodenzönose

##### 4.2.1 Abiotische Faktoren und Vegetation

Sowohl der Wassergehalt als auch der pH des Bodens zeigen keine behandlungsabhängigen Unterschiede (Abb. 136a,b, Tab. 35). Im Gegensatz dazu weist die Vegetation bereits beim ersten Probenahmetermin am 5. Juli (etwa 3 Wochen nach der Düngung) deutliche, leicht an der unterschiedlichen Höhe und Dichte feststellbare,

Tabelle 35. pH-Wert, Wassergehalt (WG), Abundanz (I/kgTG)<sup>2</sup>, Artenzahl (AZb, nur belebte bzw. AZbu, belebte und unbelebte Schalen berücksichtigt), Verhältnis von belebten/unbelebten Schalen, Biomasse (BM in mg/kgTG), Diversität (H), Evenness (E) der Testaceen, Artenzahl (AZ), Abundanz der aktiven (I/kgTG) und Abundanz der Ciliaten nach einer Kulturmethode (I/mL), Abundanz der Rotatorien (R/kgTG) und Abundanz der Nematoden (N/kgTG) bei 3 verschiedenen Ammoniumsulfatkonzentrationen etwa 3, 12 und 17 Wochen nach der Düngung<sup>1</sup>

Datum	Behandlung	pH	WG	T E S T A C E A		C I L I O P H O R A		M E T A Z O A						
				AZb	AZbu	belebt/ I/kgTG	unbelebt/ I/kgTG	BM	H	E	AZ	I/kgTG	I/mL	R/kgTG
5.7.	Kontrolle	3,4	45,7	11	12	1:0,88	16,1	1,979	0,825	13	0	-	23000	529000
	100kg/ha	3,3	55,3	8	11	1:1,03	26,3	1,849	0,889	8	0	-	17000	290000
	400kg/ha	3,3	48,8	10	12	1:0,97	19,1	1,774	0,770	7	0	-	0	297000
	1200kg/ha	3,5	55,2	11	11	1:1,32	46,0	1,884	0,786	11	0	-	0	196000
5.9.	Kontrolle	3,4	55,2	9	13	1:0,84	30,9	1,575	0,717	13	6000	-	11000	346000
	100kg/ha	3,4	45,5	9	12	1:1,06	19,5	1,886	0,859	11	0	-	0	467000
	400kg/ha	3,3	53,5	8	11	1:0,92	18,8	1,607	0,773	13	0	-	11000	473000
	1200kg/ha	3,5	50,6	14	16	1:1,70	31,4	2,102	0,797	8	0	-	40000	182000
18.10.	Kontrolle	3,6	46,5	9	12	1:0,96	24,4	1,707	0,777	7	0	1700	9000	168000
	100kg/ha	3,4	49,1	10	11	1:0,93	18,1	1,636	0,710	8	0	6100	15000	412000
	400kg/ha	3,5	52,5	11	14	1:1,02	23,2	1,766	0,761	8	0	4600	0	457000
	1200kg/ha	3,4	52,8	11	14	1:1,17	37,4	1,826	0,737	12	0	3000	16000	487000

<sup>1</sup>Die Düngung erfolgte am 13.6.1983.

<sup>2</sup>TG, Trockengewicht

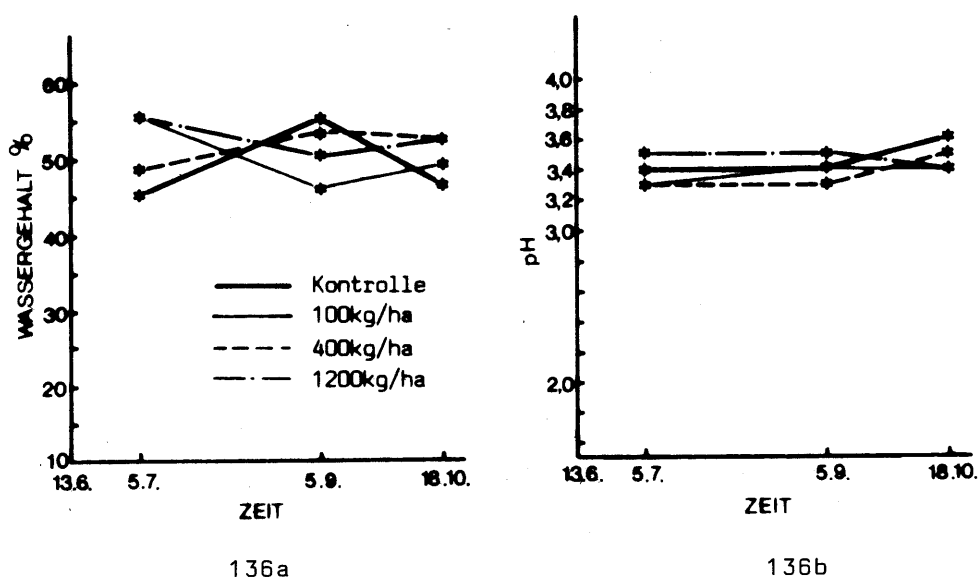


Abb. 136a,b. Dynamik des Wassergehaltes (136a) und pH (136b) bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen.

Fig. 136a,b. Dynamics of the water content (136a) and the pH (136b) at 3 concentrations of ammonium sulfate.

konzentrationsabhängige Differenzen auf.

#### 4.2.2. Testaceen

Die Artenzahl zeigt nur am 5.9. deutliche Unterschiede, wo in der Fläche 1200kg/ha etwa 50% mehr Arten nachweisbar sind als in der Kontrolle und den beiden anderen Versuchsflächen (Abb. 137a, Tab. 35). Das Ergebnis der Varianzanalyse ist jedoch nicht signifikant (Tab. 36). Die quantitative Analyse ergibt am 5.7. in den gedüngten Flächen deutlich höhere Abundanzen als in der Kontrolle. Beim zweiten Probenahmetermin kommt es jedoch durch das Massenvorkommen von Trinema lineare in der Kontrolle zu einer umgekehrten Situation. Am Ende der Vegetationsperiode sind die Abundanzen in allen Behandlungsgruppen etwa gleich (Abb. 137b, Tab. 35). Die statistische Auswertung zeigt, daß die Unterschiede nicht signifikant

sind (Tab. 37). Die Biomasse weist einen der Abundanz ähnlichen Verlauf auf. Sie ist jedoch in der Fläche 1200kg/ha im Durchschnitt um 60% höher als in der Kontrolle und den beiden anderen Flächen. Die Varianzanalyse deutet ebenfalls auf einen echten Unterschied in der Biomasse hin (Abb. 137c, Tab. 35,38). Das Verhältnis von belebten/unbelebten Schalen weicht in der Kontrolle und den Flächen 100 und 400kg/ha zu allen 3 Probenahmezeitpunkten nur geringfügig von 1:1 ab. In der Fläche 1200kg/ha hingegen beträgt der Schalenstatus im Durchschnitt etwa 1:1,4 und liegt damit statistisch signifikant über dem Wert der anderen Proben (Abb. 137e, Tab. 35,39).

Die Diversität, die Evenness, die Arten- und Dominanzidentität und der BRAY und CURTIS Index sind in den Abbildungen 138a-c und der Tabelle 35 dargestellt.

#### 4.2.3. Ciliaten

Die Artenzahlen verlaufen mehr oder minder gegensätzlich zu jenen der Testaceen, zeigen aber ebenfalls keine signifikanten Unterschiede (Abb. 139a, Tab. 35,40). Am 18.10. ergibt die quantitative Auswertung in den gedüngten Flächen deutlich höhere Abundanzen als in der Kontrolle. Die Artenidentität läßt keinen einheitlichen Trend erkennen (Abb. 138d, Tab. 35).

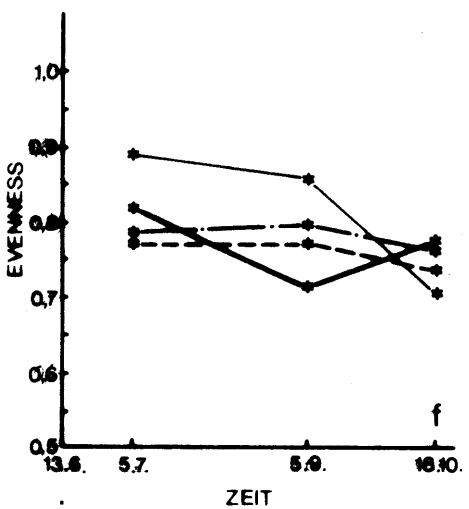
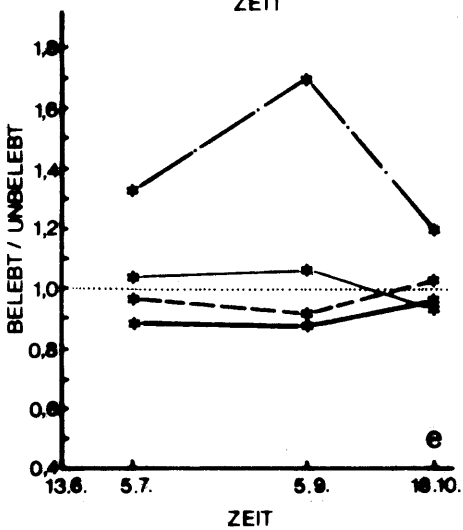
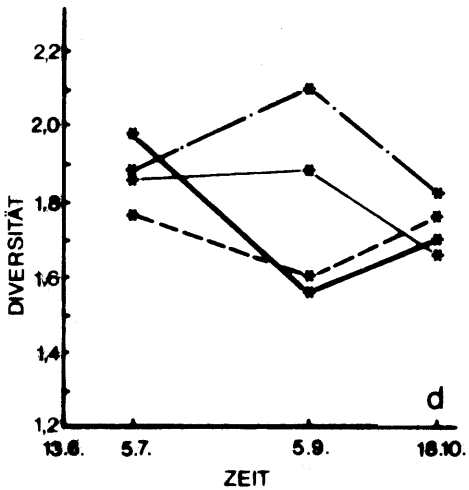
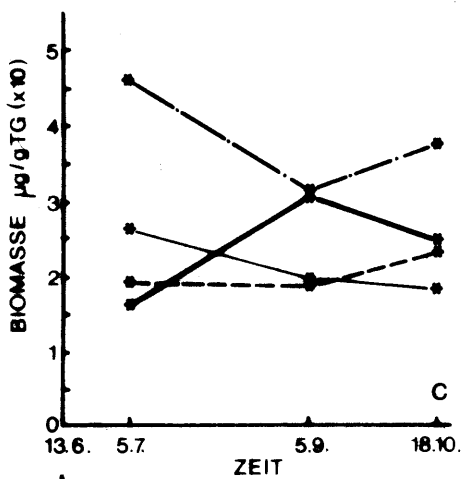
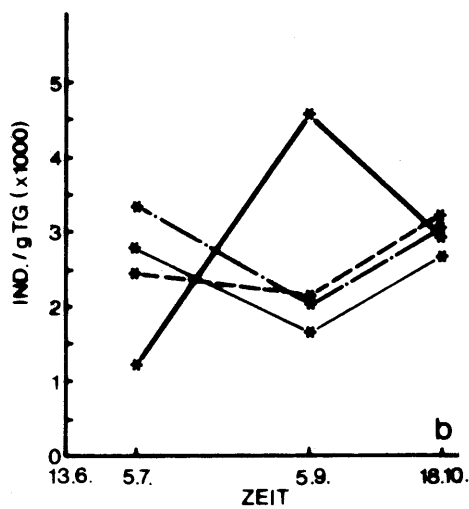
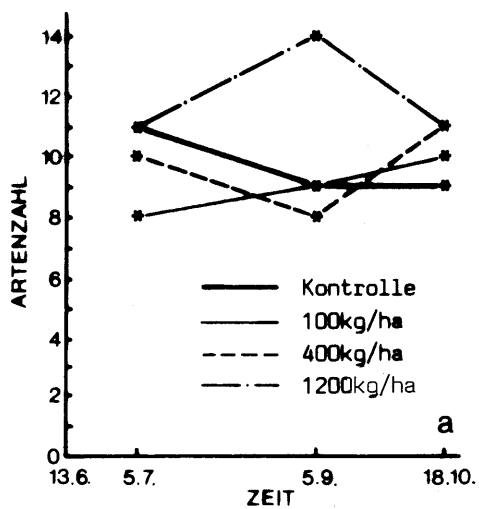
#### 4.2.4. Rotatorien, Nematoden

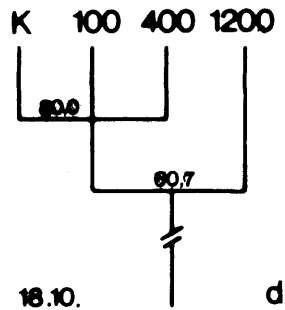
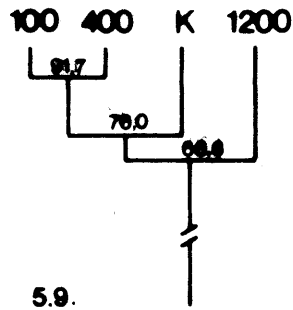
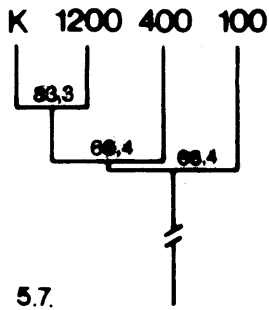
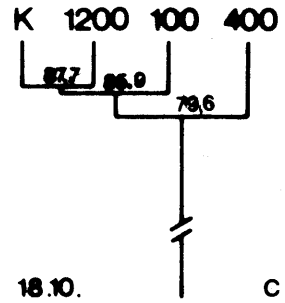
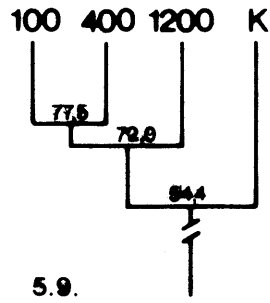
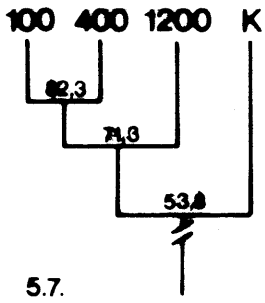
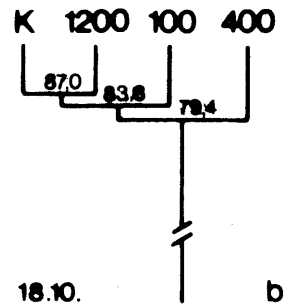
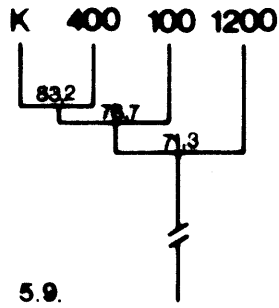
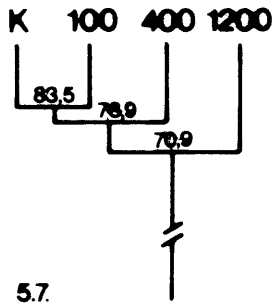
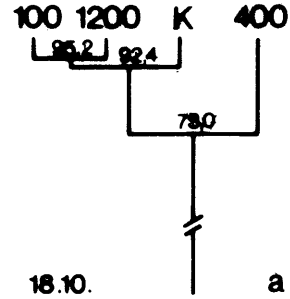
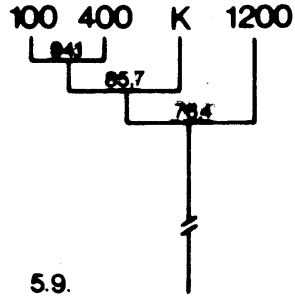
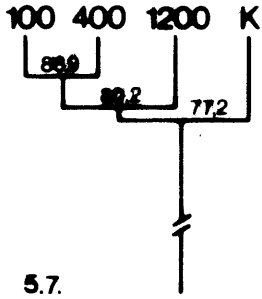
Die Individuendichten der Rädertiere sind in der Tabelle 35

---

Abb. 137a-f. Dynamik der Testaceenzönose bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen. a: Artenzahl. b: Abundanz. c: Biomasse. d: Diversität. e: Schalenstatus. e: Evenness.

Fig. 137a-f. Dynamics of the testacean community at 3 concentrations of ammonium sulfate. a: species number. b: abundance. c: biomass. d: diversity. e: ratio of full/empty tests. f: evenness.





aufgelistet. Die Abundanzen der Nematoden sind in der Abbildung 139b dargestellt. Auffallend ist der deutlich entgegengesetzte Verlauf der Kontrollfläche und der gedüngten Probenahmestellen.

Tabelle 36. Artenzahl der Testaceen bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen und 3 Probenahmeterminen. Randomisierte Blockanlage.

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	3	15,57	5,19	2,05
Datum (Block)	2	0,16	0,08	
Versuchsfehler	6	15,17	2,53	
Gesamt	11	30,90		

Tabelle 37. Abundanz der Testaceen bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen und 3 Probenahmeterminen. Randomisierte Blockanlage.

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	3	611988,25	203979,42	0,17
Datum (Block)	2	623608,67	311804,33	
Versuchsfehler	6	7056913,99	1176152,33	
Gesamt	11	8292460,92		

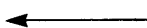


Abb. 138a-d. Dynamik der Arten-, Dominanz- und Arten-Abundanzidentität der Testaceen- und Ciliatenzönose bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen. a-c: Arten-, Dominanz- und Arten-Abundanzidentität der Testaceen. d: Artenidentität der Ciliaten. K, Kontrolle.

Fig. 138a-d. Dynamics of the species-, dominance-, and species abundance identity of the testacean and ciliates communities. a-c: species-, dominance-, and species abundance identity of the testacea. d: species identity of the ciliates. K, control.



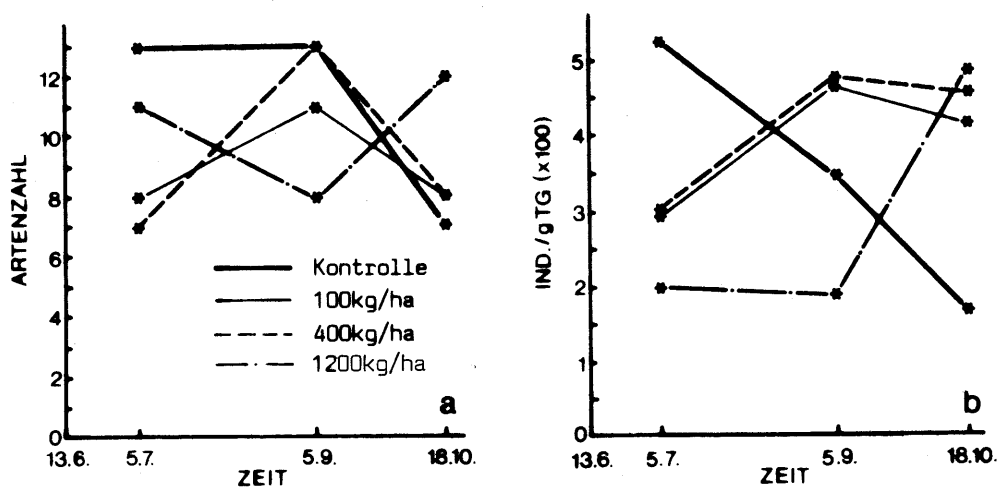


Abb. 139ab. Dynamik der Artenzahl der Ciliaten (a) und der Abundanz der Nematoden (b) bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen.

Fig. 139ab. Dynamics of the species number of the ciliates (a) and the abundance of the nematodes (b) at 3 concentrations of ammonium sulfate.

Tabelle 38. Biomasse der Testaceen bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen und 3 Probenahmeterminen. Randomisierte Blockanlage.

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	3	627,34	209,11	4,78*
K vs 100,400,1200	1	18,20	18,20	0,42
100 vs 400,1200	1	128,53	128,53	2,94
400 vs 1200	1	480,61	480,61	10,99*
Datum (Block)	2	6,09	3,05	
Versuchsfehler	6	262,24	43,71	
Gesamt	11	895,68		

Tabelle 39. Schalenstatus bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen und 3 Probenahmeterminen. Randomisierte Blockanlage.

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	3	0,251	0,084	8,4*
K vs 100,400,1200	1	0,092	0,092	9,20*

Tabelle 39. Fortsetzung

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
100 vs 400,1200	1	0,026	0,026	2,60
400 vs 1200	1	0,134	0,134	13,40*
Datum (Block)	2	0,002	0,001	
Versuchsfehler	6	0,061	0,010	
Gesamt	11	0,314		

Tabelle 40. Artenzahl der Ciliaten bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen und 3 Probenahmeterminen. Randomisierte Blockanlage.

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	3	7,58	2,53	0,32
Datum (Block)	2	12,66	6,33	
Versuchsfehler	6	46,66	7,78	
Gesamt	11	66,91		

Tabelle 41. Abundanz der Nematoden bei 3 Ammoniumsulfatkonzentrationen und 3 Probenahmeterminen. Randomisierte Blockanlage.

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlungen	3	25827,58	8609,19	0,34
Datum (Block)	2	6096,16	3048,08	
Versuchsfehler	6	153911,16	25651,86	
Gesamt	11	185834,91		

#### 4.3. Wirkung von Biosol auf die Testaceen-, Ciliaten- und Nematodenzönose einer Schipiste

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 42 zusammengefaßt. Sowohl die abiotischen Faktoren, wie Wassergehalt und pH-Wert, als auch die

Tabelle 3 . Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse über die Testaceen-, Ciliaten- und Nematodenzönose der mit Biosol behandelten (B) und unbehandelten Schipiste (K). AZ, Artenzahl. Bei den Testaceen sind nur die belebten Schalen berücksichtigt; BM, Biomasse; b/u, Verhältnis von belebten/unbelebten Schalen; I, Individuen; TG, Trockengewicht; WG, Wassergehalt.

Datum	WG		pH		T E S T A C E A						C I L I O P H O R A			N E M A T O D A				
	(% )				I/gTG		b/u		AZZ		BM µg/kgTG		I/gTG		AZ		I/gTG	
	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B
7.6.	28,3	29,3	6,5	6,5	84,9	1:1,75	1:1,16	2	3	2497	2645	3,5	0	12	16	34,9	31,8	
28.7.	22,7	15,4	6,3	6,3	47,3	1:0,75	1:1,25	2	2	2316	2542	0	17,7	16	19	71,2	50,1	
5.9.	37,5	37,3	6,3	6,3	434,0	1:1,26	1:1,00	4	3	4490	1170	8,0	39,8	16	22	213,0	215,3	
18.10.	40,8	43,2	6,1	6,1	101,3	140,8	1:1,16	1:1,37	4	3	3316	2130	8,4	0	17	20	118,2	140,8
$\bar{x}$	32,2	31,3	6,3	6,3	160,7	80,2	1:1,12	1:1,17	3	3	3155	2121	4,9	14,4	15	19	109,1	109,5

Abundanzen der Testaceen, der aktiven Ciliaten und Nematoden und die Artenzahl, der Schalenstatus und die Biomasse der Testaceen lassen keinen statistisch signifikanten Einfluß dieser Dünge- und Rekultivierungsmaßnahme erkennen. Nur die, mittels Kultur- methode ermittelte Artenzahl der Ciliaten ist in der, mit Biosol behandelten Fläche signifikant höher als in der Kontrolle (Tab.43).

Tabelle 43. Artenzahl der Ciliaten einer Biosol-behandelten und unbehandelten Schipiste. Gepaarte Beobachtungen.

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F
Behandlung	1	32,00	32,00	32,0*
Datum (Block)	3	30,5	10,16	
Versuchsfehler	3	3,00	1,00	
Gesamt	7	65,50		

## 5. DISKUSSION

### 5.1. Bodenverdichtung

Die mit den Verdichtungskammern vorgenommenen Volumsverkleinerungen (Sackungsverdichtung; HARTGE, 1965; SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1979) von ca. 10% (c), 30% (d) und 50% (e) führen zu starken Änderungen der Lagerungsdichte (max. +75% in (e)). HOFMANN und PFITSCHER (1982) geben für Schipisten und Wanderwege Lagerungsdichten an, die um ca. 20% größer sind als jene von landwirtschaftlich genutzten Almweiden. Der funktionale Zusammenhang von Bodendichte und Porenvolumen (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1979) führt mit steigender Lagerungsdichte zu einem abnehmenden Porenanteil, der jedoch in (e) noch immer 81% des Wertes von (a) beträgt (Tab. 18). Diese statistisch nicht nachweisbare Abnahme entsteht durch die

Verringerung des Sekundär- und Grobporenanteils. Die gleichen Lagerungsdichten in (b) und (c) ergeben sich offensichtlich durch Inhomogenitäten des Bodens. Die Unterschiede im Wassergehalt sind deutlich geringer als jene zwischen Almweide und Schipiste (FOISSNER und ADAM, 1980; FOISSNER, FRANZ und ADAM, 1982), was erklärlich ist, da auf den planierten Schipisten die wasserspeichernde Humusschicht fehlt, während sie im vorliegenden Experiment verdichtet wurde. Der von FOISSNER, FRANZ und ADAM (1982) und VERGEINER, LAMINGER, JAITNER-KNADEN und BAYER (1982) festgestellte pH-Anstieg mit zunehmendem Störungseinfluß ist auch hier auffallend (Tab. 18, 23), bei FOISSNER, FRANZ und ADAM (1982) allerdings sicher zum Teil durch Aufkalkung verursacht (PEER und FOISSNER 1985). Neben den vielen Faktoren die den pH-Wert beeinflussen (z.B. Kationenbelag, Anwesenheit von Karbonaten und leicht löslichen Salzen, Basensättigung, Redoxpotential und CO<sub>2</sub>-Partialdruck; SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1979; HAGVAR und ABRAHAMSEN, 1980) könnte das durch den verringerten Porenanteil eingeschränkte oder verhinderte Pflanzenwachstum und die damit verbundene fehlende Nachlieferung von organischer Substanz eine Ursache für den Anstieg des pH-Wertes sein.

Der festgestellte starke Rückgang der Artenzahl der Testaceen mit zunehmendem Störungseinfluß ist auch auf Schipisten mehr oder minder auffallend und betrifft vor allem Arten, die bereits bei ungestörten Verhältnissen selten sind (Tab. 19; FOISSNER und ADAM, 1980; FOISSNER, FRANZ und ADAM, 1982; VERGEINER, LAMINGER, JAITNER-KNADEN und BAYER, 1982). Größere Formen, wie Nebela spp. und Plagiopyxis spp., die auch Indikatoren für stark sauren Humus sind, kommen nur in den unverdichteten Proben mit dem niedrigsten pH-Wert vor (SCHÖNBORN, 1973; LAMINGER, GEISLER-MORODER, SIESS, SPISS und SPISS, 1980). FOISSNER, FRANZ und ADAM (1982) finden aber ein gleiches Durchschnittsvolumen der Testaceen und Ciliaten auf Almweide und Schipiste. Die Abundanzen der kleinen Arten (z.B. Trinema lineare, Euglypha laevis) gehen weniger stark zurück als die der großen Formen (z.B. Centropyxis aerophila var. sphagnicola).

Dazu paßt die Beobachtung, daß von den 4 vermessenen Arten immerhin eine in den stark verdichteten Proben (d) und (e) signifikant kleiner ist als in (c). Daraus kann gefolgert werden, daß durch die Bodenverdichtung kleinere Arten bzw. kleine Individuen einer Art relativ weniger beeinflußt werden als große.

Deutlicher als der Artenverlust ist die Abnahme der Abundanz, die bezogen auf das Trockengewicht zwischen (a) und (d) 55% und zwischen (a) und (e) 92% beträgt. Nach verschiedenen Autoren schwankt sie zwischen 70% und 90% (FOISSNER und ADAM, 1980: 70% in 0 - 5cm; LAMINGER, GEISLER-MORODER, STIESS, SPISS und SPISS, 1980: 90% in 0 - 2cm; FOISSNER, FRANZ und ADAM, 1982: 90% in 0 - 5cm; VERGEINER, LAMINGER, JAITNER-KNADEN und BAYER, 1982: 85% in 0 - 2cm). Bei der Umrechnung der Individuendichte auf  $m^2$  und folglich unter Berücksichtigung der Lagerungsdichte kommt es zu etwas weniger ausgeprägten Werten von 34% zwischen (a) und (d) und 87% zwischen (a) und (e). COUTEAUX (pers. Mitt.) ermittelt für den Auflagehorizont eines Weges eine um ca. 30% geringere Testaceendichte ( $I/m^2$ ) als in der Referenzfläche. In den darunterliegenden Horizonten findet sie jedoch im gestörten Bereich mehr Individuen als im ungestörten, wie das auch schon FOISSNER und ADAM (1980) auf Schipisten beobachtet wird, später allerdings weniger stark ausgeprägt (FOISSNER, FRANZ und ADAM, 1982). Einen Artenverlust stellt COUTEAUX (pers. Mitt.) aber nicht fest.

Der verringerte Sekundär- und Grobporenanteil verbunden mit dem vermindertem Wassergehalt dürften wesentliche Ursachen für die Verarmung der Testaceengemeinschaft sein (BAMFORTH, 1973; LOUSIER, 1974a,b; SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1979). Der mit zunehmendem Störungseinfluß im Mittel größer werdende Anteil von unbelebten Schalen ist offensichtlich ebenfalls die Folge des geänderten Wasserhaushaltes und einer reduzierten biologischen Aktivität (FOISSNER und ADAM, 1980; LOUSIER und PARKINSON, 1981; FOISSNER, FRANZ und ADAM, 1982; VERGEINER, LAMINGER, JAITNER-KNADEN und BAYER, 1982).

Die Abundanzen der aktiven Ciliaten sind wie erwartet sehr

gering (FOISSNER, 1981a). FOISSNER und ADAM (1980) und FOISSNER, FRANZ und ADAM (1982) finden im Störungszentrum einer planierten Schipiste mehr aktive Ciliaten als in den unbeeinflussten Almflächen. Dieser Trend zeigt sich auch in diesem Experiment (Tab. 18). Es besteht also Grund zu der Annahme, daß die in natürlichen alpinen Böden mit sehr geringer Abundanz vorkommenden aktiven Ciliaten auf einen "störenden" Faktor (z.B. Bodenverdichtung) positiv reagieren, worauf auch neuere Ergebnisse von FOISSNER (1985) hinweisen. Die mit der Kulturmethode (!) ermittelten, gegenüber (a) mehr als doppelt so hohen Artenzahlen in den Probenreihen (b) bis (e) zeigen, daß die Ciliaten zumindest qualitativ auf den Kammerfaktor und nicht auf die Verdichtung reagieren. Das bringt auch die Artenidentität zum Ausdruck (Abb. 135d, Tab. 32). Die Ursache für diese auffallende Reaktion auf einen "scheinbar" unbedeutenden Einfluß (Kammerfaktor) ist mir nicht bekannt. Zweifellos sind bei der Interpretation dieser Resultate die methodischen Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Artenspektren zu beachten. Es kann mit Recht angenommen werden, daß innerhalb des sehr kleinen Versuchsareals keine wesentlichen Unterschiede in der Artenzahl bestehen. Offensichtlich werden durch die Kulturmethode die Ciliaten in gestörten Böden (Kammerfaktor) mehr in ihrer Entwicklung gefördert als in ungestörten. Die Werte zwischen den Proben (b) bis (e) sind nur wenig verschieden und lassen keine Abhängigkeit von der Bodenverdichtung erkennen, was einen deutlichen Unterschied zu den Testaceen darstellt (Abb. 134a, Tab. 25,33). FOISSNER und ADAM (1980) und FOISSNER, FRANZ und ADAM (1982) stellen zwischen Almweide und verdichteter Schipiste ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Artenzahl fest, doch lassen sich die verschiedenen Biotope mit der Artenidentität auftrennen (FOISSNER und PEER, 1985). Im Vergleich zu den Testaceen scheinen die Ciliaten empfindlicher, aber weniger differenziert auf einen Störfaktor zu reagieren. Dies bedarf jedoch weiterer Untersuchungen.

Wenig ausgeprägt ändert sich die Besiedlungsdichte der Rädertiere, was sich mit den Ergebnissen von FOISSNER, FRANZ und ADAM (1982) deckt. Das Fehlen dieser Gruppe in (e) könnte auf die starke Reduktion von besiedelbaren Hohlräumen zurückzuführen sein. Die Abundanz der Nematoden in der ungestörten Probe (a) zeigt eine gute Übereinstimmung mit den Werten aus früheren Untersuchungen (FOISSNER, FRANZ und ADAM, 1982). Die von ihnen ermittelte Individuendichte für die planierte Schipiste liegt mit ca. 87 000I/kgTG in der selben Größenklasse wie die für (d) und (e) bestimmten Werte (140 000 und 120 000I/kgTG). Die Nematoden reagieren also auf die Bodenverdichtung und die damit verbundenen Änderungen des abiotischen Faktorengefüges mit einer signifikanten Abnahme der Abundanz (Tab. 34; ELLIOT, ANDERSON, COLEMAN und COLE, 1980). Der signifikante Einfluß des Kammerfaktors läßt sogar vermuten, daß sich bereits geringste Veränderungen auswirken, was einer Kombination der Reaktionen der Protozoen gleichkommt.

## 5.2. Schneesement (Ammoniumsulfat)

Die angewandten Konzentrationen führen bei einer einmaligen Düngung zu keiner Veränderung des pH, was vermutlich auf das Pufferungsvermögen dieses sauren Bodens zurückzuführen ist. RUCKENBAUER (1982) betont aber, daß es bei wiederholter Anwendung von Ammoniumsulfat zu einer weiteren Versauerung kommen kann.

Die statistisch nicht signifikanten Unterschiede der quantitativen Untersuchung der Testaceenzönosen sind auf die annähernd gleichen durchschnittlichen Abundanzen der 4 Behandlungen zurückzuführen ( $\bar{x}_{\text{Kontrolle}} = 2916 \text{ Ind/gTG}$ ;  $\bar{x}_{100} = 2379$ ;  $\bar{x}_{400} = 2533$ ;  $\bar{x}_{1200} = 2870$ ). Die "deutlichen" Differenzen zwischen der Kontrolle und den behandelten Proben von 5.7. und 5.9. kommen wegen der unterschiedlichen Vorzeichen bei der Varianzanalyse nicht zur Wirkung (Abb. 137b, Tab. 37). Der entgegengesetzte



Verlauf von Kontroll- und gedüngten Flächen wird hauptsächlich durch Abundanzschwankungen der in allen Proben dominanten Art Trinema lineare verursacht. Vermutlich kommt es unmittelbar nach der Ammonsulfatbehandlung zu einer Störung der Populationsdynamik die erst nach mehreren Generationen wieder ausgeglichen werden kann. Darauf weisen auch andere Parameter, wie Artenzahl, Biomasse, Diversität und Evenness, Schalenstatus, Dominanzidentität und BRAY und CURTIS Index hin. Sie weisen beinahe einheitlich am Ende der Vegetationsperiode die geringsten Unterschiede auf, was auf eine weitgehende "Normalisierung" der Verhältnisse bei den einzelnen Behandlungen schließen läßt (Abb. 137a-f, 138bc).

Die im Durchschnitt um etwa 60% höhere Testaceenbiomasse in der Fläche 1200kg/ha wird durch die stets etwas höheren Dominanzwerte der im Vergleich zu den anderen dominanten Formen (z.B. T. lineare, E. rotunda, Schoenbornia spp.) voluminösen Centropyxis aerophila var. sphagnicola verursacht. Ein Grund dafür könnte ein höheres Nahrungsangebot in Form von nitrifizierenden Bakterien und einer stärker entwickelten Rhizosphäre sein. CHARDEZ, DELECOUR und WEISSEN (1972) finden C. aerophila var. sphagnicola nur in 7 von 12 mit N oder NPK behandelten Bodenproben, was auf keine Bevorzugung stickstoffreicher Standorte schließen läßt. Sie ermitteln außerdem für die mit Harnstoff gedüngte Fläche nach 3 Jahren einen Abundanz- und Biomasserückgang um etwa 2/3 gegenüber der Kontrolle. Wegen der unterschiedlichen Düngerform und Einwirkungsdauer ist jedoch ein Vergleich der Daten nicht möglich. Der signifikant veränderte Schalenstatus bei Anwendung von 1200kg/ha dürfte ebenfalls auf die höhere Dominanz von C. aerophila var. sphagnicola zurückzuführen sein (Abb. 137e, Tab. 39). LOUSIER und PARKINSON (1981) stellen nämlich fest, daß xenosomale Schalen langsam und einer linearen Funktion folgend abgebaut werden, während bei Formen mit Idiosomen ein exponentieller Abbau für eine relativ rasche Zerstörung der Schalen sorgt. Außerdem muß bei Zönosen, in denen

hauptsächlich kleine Arten (T.lineare, E.rotunda, Schoenbornia spp.) dominieren mit einer beträchtlichen Unterschätzung der Abundanz der leeren Schalen und damit des Schalenstatus gerechnet werden. Trotz dieser mehr oder minder auffallenden Veränderungen der Dominanzverhältnisse führt die Behandlung zu keinem regelmäßigen Ausfall oder Auftreten einer Art, was sich auch deutlich in den relativ hohen und keinen einheitlichen Trend zeigenden Artenidentitäten äußert (Abb. 138a). CHARDEZ, DELECOUR und WEISSEN (1972) stellen in mit Harnstoff behandelten Böden nach einer Einwirkungsdauer von drei Jahren einen leichten Artenrückgang fest.

Ähnlich wie bei den Testaceen sind auch bei den Ciliaten die Veränderungen der Artenzahlen gering, die Kurven beider Taxozönosen verlaufen jedoch mehr oder minder deutlich entgegengesetzt. Dieses schon seit längerem bekannte antagonistische Verhalten wird von den verschiedenen Autoren auf unterschiedliche Ursachen zurückgeführt (SCHÖNBORN, 1967, 1973; FOISSNER und ADAM, 1981). Die relativ hohen und vor allem sehr uneinheitlichen Artenidentitäten weisen ebenfalls auf nur geringfügige Veränderungen der Lebensbedingungen hin. Das steht im Gegensatz zu den Ergebnissen des Verdichtungsexperimentes, wo sich bereits geringste und scheinbar unbedeutende Veränderungen der Habitats (Kammerfaktor) signifikant auswirken (Tab. 33). Die quantitativen Unterschiede in den Proben vom 18. Oktober 1983 können vermutlich auf ein gesteigertes Bakterienwachstum in den behandelten Kulturen zurückgeführt werden, da hier mehr abbaubare organische Substanz in Form von Wurzeln zur Verfügung steht. Da jedoch die Variabilität innerhalb der Behandlungen nicht bekannt ist, kann dieser Befund statistisch nicht abgesichert werden (Tab. 35). KASI VISWANATH und PILLAI (1977) stellen in landwirtschaftlich genutzten Böden nach Anwendung von Superphosphat höhere Abundanzen fest als in der Kontrolle. Während die Individuendichten der Ciliaten positiv

mit den Superphosphatkonzentrationen korrelieren, bleiben die Werte der Bakterien, Aktinomyceten und Pilze aber unverändert.

Auf die Nematodenzönose dürfte der Schneesement zumindest anfänglich (5. Juli) toxisch wirken. (Abb. 139b). Dafür spricht auch die Beobachtung, daß die Abundanzen in den beiden schwach gedüngten Flächen bereits zwischen dem ersten und zweiten Probenahmetermin ansteigen, während sie in der Fläche 1200kg/ha bis zum 5. September unverändert niedrig bleibt. Langanhaltende, einheitlich gerichtete quantitative Veränderungen scheinen aber auch bei der Nematodenzönose nicht aufzutreten. Das ist aus dem nichtsignifikanten F-Wert der Varianzanalyse ersichtlich. (Tab. 41).

### 5.3. Biosol

Der Pistenbereich auf dem sich das Versuchsareal befindet wird jährlich durch "zusätzliche Düngemaßnahmen" (Vollkorn, Hüttenabwässer) seitens der Bergbahngesellschaft "behandelt". Unter der Annahme, daß die Kontrolle und die Biosolfläche gleiche Konzentrationen dieser zusätzlichen Behandlung erhalten haben, können die Ergebnisse dieser Pilotstudie als "Biosoleffekt" interpretiert werden.

Die Abundanzen der Testaceen zeigen nur am 5. September deutliche Unterschiede (Tab. 42). Wie beim Schneesementexperiment kommt es auch hier in der Kontrolle durch ein relativ starkes Populationswachstum von Trinema lineare, eine Art die nach SCHÖNBORN (1983) dem "produktiven PMA-Typ (Produktion - Mortalität - Abundanz)" zuzuordnen ist, zu einer zehnfach höheren Abundanz als in der Biosolfläche. Ob dieser Anstieg unmittelbar mit der Zunahme des Wassergehaltes zusammenhängt ist ungewiß, da in der Biosolfläche die Abundanz gegenüber dem Vortermin (28. Juli) unverändert ist (Tab. 42). Auch die übrigen Parameter der Testaceenzönose lassen keinen Biosoleffekt erkennen. Die ermittelten Werte stimmen aber gut mit den Ergebnissen

anderer Untersuchungen überein (FOISSNER und ADAM, 1980; FOISSNER, FRANZ und ADAM, 1982).

Bei den Ciliaten treten in den Biosolkulturen im Durchschnitt um 4 Arten mehr auf als in der Kontrolle. So kommt Euplotes muscicola in allen 4, Vorticella astyliformis in 3 Biosolproben aber in keiner Kontrollprobe vor. Pseudoplatyophrya nana tritt dagegen nur in 3 Kontrollproben auf. Diese relativ deutlichen und vor allem einheitlichen Unterschiede in der Artenzahl könnten auf günstigere Nahrungsverhältnisse in den Biosolproben zurückzuführen sein. Denn der aus ca. 70% organischer Substanz bestehende Dünger und die gesteigerte Produktion pflanzlicher Biomasse tragen sicher zur Erhöhung der in Schipisten sehr geringen mikrobiologischen Aktivität bei (HOFMANN und PFITSCHER, 1982; NASCHBERGER und KÖCK, 1983). Da sich die meisten Ciliaten-Arten überwiegend von Bakterien ernähren könnte dies zur Excystierung einiger zusätzlicher Arten führen (FOISSNER, 1981). Die Nematoden scheinen zumindest in quantitativer Hinsicht in Biosol gedüngten Pisten keine günstigeren Lebensbedingungen vorzufinden als in "unbehandelten" Schipisten.

## 6. Zusammenfassung, Abstract

Im taxonomischen Teil werden die Morphologie und die Infraciliatur von 8 kinetofragminophoren, 1 peritrichen und 4 polyhymenophoren terricolen Ciliaten beschrieben: Pseudoholophrya terricola nov.gen., nov.spec., Enchelyodon nodosa nov.spec., Enchelys multinucleata nov.comb., Fuscheria terricola nov.spec., Phialina binucleata nov.spec., Protospathidium serpens, Spathidium muscicola, Spathidium muscorum, Telotrochidium cylindricum, Parakahliella macrostoma nov.gen., Histiculus muscorum, Tachysoma hyalina nov.spec. und Tachysoma perisincirra. Alle Arten werden biometrisch charakterisiert. Von P.terricola, E.nodosa, F.terricola und P.macrostoma werden je 2 Populationen mit verschiedenen statistischen Tests verglichen. Von vier H.muscorum Populationen wird mit einem multiplen Testverfahren und mit dem "coefficient of racial likeness" die phänetische Ähnlichkeit ermittelt. Beide Methoden ergeben eine abnehmende Ähnlichkeit mit zunehmender geographischer Distanz. Die Familie Pseudoholophryidae nov.fam. ist durch eine monokinetale somatische Infraciliatur und ein engmaschiges Silberliniensystem gekennzeichnet. Sie wird in die Ordnung Haptorida gestellt. Das erste Merkmal unterscheidet sie von der Familie Enchelyidae, das zweite von der Familie Holophryidae. Die Gattung Parakahliella nov.gen. ist durch den Besitz von Caudalcirren und mehr als einer linken und einer rechten Marginalreihe charakterisiert. Die Errichtung der Gattung Pseudokahliella nov.gen. wird durch das Merkmalspaar "evolvierte Frontalciliatur und hohe Dominanz der somatischen Infraciliatur" gerechtfertigt. Von folgenden Arten wird die Morphogenese beschrieben: F.terricola, P.serpens, S.muscorum, P.macrostoma, H.muscorum und T.perisincirra. Die Stomatogenese der drei kinetofragminophoren Arten verläuft telokinetal. Sie beginnt mit einer Proliferation von Basalkörpern an jenen Kineten, welche die

Dorsalbürste tragen. Bei F. terricola kommt es nur zu einer Durchtrennung der Somakineten, bei P. serpens bilden sich dikinetale Kinetenfragmente, die sich nach rechts drehen aber nicht von den Kineten des Opisthe lösen. Bei S. muscorum lösen sich die Kinetenfragmente und bilden die vollständig von den Somakineten getrennte periorale Kinete. Die Morphogenese von P. macrostoma zeigt folgende Besonderheiten: a) Das Primordium entsteht aus den 3. vordersten Cirrus der kurzen Frontalreihe, was eine Homologie mit dem Cirrus III/2 der Oxytrichiden andeutet. b) Die Cirren von Primordium IV wandern posteriad und bilden die linke Frontoventralreihe der Interphaseindividuen. Diese Übereinstimmungen im Teilungsmodus deuten auf eine nahe Verwandtschaft der Kahliellidae und Oxytrichidae. c) Es werden je 2 linke und rechte Marginalreihen gebildet. Ein Teil der parentalen Marginalciliatur bleibt in den Post-Teilern erhalten. d) Die Dorsalkineten 4 und 5 bleiben als "neue Dorsalkinete 4" erhalten. Die Morphogenese von H. muscorum verläuft ähnlich wie jene von Stylonychia und Oxytricha. Die Homonomie von Dorsalkineten und Marginalreihen wird diskutiert.

Im ökologischen Teil wird über den Einfluß der Bodenverdichtung, des Schneesementes und eines Pilzmycels (Biosol) auf die Struktur bzw. Dynamik der Testaceen-, Ciliaten- und Nematodenzönose berichtet.

Bodenverdichtung: Das Volumen der obersten Bodenschicht (0-5cm) einer Almweide wird mittels einer speziellen Kammer um 10%(c), 30% (d) und 50% (e) verringert. Die unbeeinflusste Almweide ist die Referenzprobe (a). Probe (b) dient zur Bestimmung des Kammerfaktors. Die Kammern werden 3 Monate an der selben Stelle exponiert. Die Testaceen reagieren auf die zunehmende Bodenverdichtung mit einem Verlust der rezendenten Arten und einer kontinuierlichen Abnahme der Abundanz. Centropyxis aerophila var. sphagnicola ist in (a) bis (d), Trinema lineare in (e) die häufigste Species. Die Artenzahl und die Abundanz zeigen eine negative Korrelation mit der Lagerungsdichte. Der

Schalenstatus nimmt von (a) nach (e) zu. Trinema lineare ist in (e) signifikant kleiner als in (c). Daraus ist zu folgern, daß durch die Bodenverdichtung kleinere Arten und kleine Individuen einer Art weniger beeinflußt werden als größere. Die meisten aktiven Ciliaten treten in (d) auf. Qualitativ läßt sich ein signifikanter Einfluß des Kammerfaktors nachweisen (Kulturmethode). Zwischen (b) bis (e) treten jedoch keine Unterschiede auf. Die Nematoden verhalten sich quantitativ ähnlich wie die Testaceen. Der pH-Wert zeigt eine signifikante positive Korrelation mit der Lagerungsdichte. Die Verringerung des Porenvolumens und des Wassergehaltes dürften die wesentlichen Ursachen für die Veränderungen der Zönosen sein. Die Resultate dieses Experimentes stimmen weitgehend mit den feldökologischen Befunden an Schipisten überein. Terrestrische Protozoen sind daher brauchbare Bioindikatoren. Die Ciliaten scheinen empfindlicher, aber weniger selektiv auf die Bodenverdichtung zu reagieren als die Testaceen.

Schneezement: Am 13. Juni 1983 werden 3 Flächen einer Almweide mit 100kg Ammoniumsulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) /ha, 400kg/ha und 1200kg/ha behandelt. Proben werden am 5. Juli, 5. September und 18. Oktober entnommen. Testaceen: Die Artenzahl zeigt keine signifikanten Unterschiede. Die Abundanzen der gedüngten Flächen sind ähnlich und unterscheiden sich am 5. Juli und 5. September deutlich von der Kontrolle. Das Ammoniumsulfat führt zu einer Störung der Populationsdynamik, die erst gegen Ende der Vegetationsperiode wieder ausgeglichen wird. Obwohl die durchschnittlichen Abundanzen aller Proben etwa gleich sind, ist die Biomasse in der Fläche 1200kg/ha im Durchschnitt um 60% höher. Dieser signifikante Anstieg wird durch etwas höhere Dominanzwerte der voluminösen C.aerophila var. sphagnicola hervorgerufen. Diese Art dürfte auch für den signifikant höheren Schalenstatus in dieser Probe verantwortlich sein, da xenosomale Schalen wesentlich langsamer abgebaut werden als solche mit Idiosomen. Ciliaten: Die quantitativen Veränderungen sind uneinheitlich

und nicht signifikant. Am 18. Oktober sind die Abundanzen in den gedüngten Flächen 2-3 mal höher als in der Kontrolle. Nematoden: Am 5. Juli sind die Abundanzen in den gedüngten Flächen, vermutlich infolge einer anfänglichen toxischen Wirkung deutlich niedriger als in der Kontrolle. Am Ende der Vegetationsperiode treten aber in den gedüngten Proben 3 mal so hohe Werte auf wie in der Kontrolle. Diese Studie zeigt, daß "normale" Ammoniumsulfatkonzentrationen keinen Einfluß auf die Bodenprotozoen haben. Hohe Konzentrationen bewirken quantitative Veränderungen des Microedaphons.

Biosol: Kein Parameter der Testaceen- und Nematodenzönosen der Biosolfläche unterscheidet sich signifikant von der Kontrolle. Nur die Artenzahl der Ciliaten ist in der mit Biosol behandelten Fläche signifikant höher als in der Kontrolle. Vermutlich ist eine gesteigerte mikrobielle Aktivität und damit ein erhöhtes Nahrungsangebot dafür verantwortlich.

#### Abstract

"Taxonomy and ecology of testacea and ciliates (Protozoa) of alpine pastures and ski runs in the Gasteiner Tal (Salzburg)".

Taxonomy: The morphology and infraciliature of 8 kinetofragminophoran, 1 peritrichous, and 4 polyhymenophoran soil ciliates are described: Pseudoholophrya terricola nov.gen., nov.spec., Enchelyodon nodosa nov.spec., Enchelys multinucleata nov.comb., Fuscheria terricola nov.spec., Phialina binucleata nov.spec., Protospathidium serpens, Spathidium muscicola, Spathidium muscorum, Telotrochidium cylindricum, Parakahliella macrostoma nov.gen., Histiculus muscorum, Tachysoma hyalina nov.spec., and Tachysoma perisincirra. All species are characterized biometrically. Two



populations of P.terricola, E.nodosa, F.terricola and P.macrostoma are compared by different statistical methods. The phenetic resemblance of 4 alpine populations of H.muscorum is assessed on the basis of 29 characters by means of both a multiple comparison procedure and the coefficient of racial likeness. Both methods give a good reflection of the geographical distances of their sample sites. The new family, Pseudoholophryidae nov.fam., is characterized by a monokinetal somatic infraciliature and a very narrow-meshed silverline system. It is placed to the order Haptorida. The first character separates it from the Enchelyidae, the second from the Holophryidae. The kahliellid genus Parakahliella nov.gen. is characterized unequivocally by the presence of caudal cirri and more than one right and left marginal row. The evolved frontal ciliature and the high dominance of the somatic cortical pattern are the characters which justify the establishment of a further, presumably ancestral kahliellid genus, Pseudokahliella nov.gen. The morphogenesis of F.terricola, P.serpens, S.muscorum, P.macrostoma, H.muscorum, and T.perisincirra is described. The stomatogenesis of the kinetofragminophoran species proceeds telokinetal. It commences with a proliferation of kinetosomes at those kineties which bear the brosse. In F.terricola only the separation of the kineties takes place. In P.serpens the kinetofragments turn to the right but - in contrast to S.muscorum - they do not separate from the somatic kineties. The morphogenesis of P.macrostoma reveals the following peculiarities: a) The primordium III originates from the third anteriormost cirrus of the short frontal row, suggesting a homology with the cirrus III/2 of the oxytrichids. b) The cirri of primordium IV migrate in a posteriad direction, forming the left fronto-ventral row of non-dividers. These conformities in pattern formation imply a rather close lineage of the Kahliellidae and Oxytrichidae. c) Each two right and left marginal cirral rows are developed and fragments

of the parental left marginal ciliature are preserved in post-dividers. d) The parental dorsal kineties 4 and 5 are conserved as "new kinety 4". Morphogenesis of H. muscorum is similar to that in Stylonychia and Oxytricha. Homonymy of the dorsal kineties and marginal rows is proposed.

Ecology: The effects of soil compaction, ammonium sulphate (it is used to stabilize the snow cover of ski runs), and Biosol (a fungal mycelium which is used as organic fertilizer) on the structure and dynamics of the testacean, the ciliate, and the nematode community are examined. Soil compaction: The upper 5 cm of soil of an alpine pasture are compacted at 10% (c), 30% (d), and 50% (e). The control (a) is the undisturbed alpine pasture. Sample (b) is used to determine the effect of the chamber. The chambers are exposed for 3 months at the same sites. The testacea react by a loss of the infrequent species and a continuous decrease of their abundance. Centropyxis aerophila var. sphagnicola is most abundant in (a) to (d), whereas Trinema lineare is most frequent in (e). Both species number and abundance are significantly negative correlated with bulk density. The part of empty tests increases from (a) to (e). Trinema lineare is significantly smaller in (e) than in (c). This suggests that smaller species and smaller specimens of a species are relatively less influenced than larger ones. Active ciliates are most abundant in (d). The qualitative investigations (culture method!) show a significant effect of the compaction chamber. But there are no differences from (b) to (e). Concerning the abundance the nematodes react similar as the testacea. The pH is significantly positive correlated with the bulk density. However, the reduced pore space and moisture content seem to be responsible for most changes of the communities. These results are comparable with field studies on ski runs. Thus terrestrial protozoa are useful bioindicators. The ciliates appear to react more sensitively but less selectively

than the testacea to the soil compaction. Ammonium sulphate ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ): On June 13, 1983, 3 sites of an alpine pasture are treated with 100 (1), 400 (2), and 1200 (3) kg/ha. On July 5, Sep. 5, and Oct. 18 samples are taken. Testacea: There are no significant differences in the species number. The abundances are always rather similar at the fertilized sites, but show inverse dynamics to the control (c). Although all sites share equal abundances on the average, the biomass is 60% higher in (3) than at the other sites. The significant increase is due to the higher dominance of C.aerophila var. sphagnicola, a larger species. This species seems also to be responsible for the significant higher ratio of full/empty tests in (3), since particle tests disappear slower than platelet tests. Ciliata (culture method): Qualitative changes are inconspicuous and independent from the concentration. On Oct. 18, the abundances at the treated sites are 2-3 times higher than at (c). Nematoda: On July 5, they show a remarkable decrease, perhaps due to a toxic effect of the fertilizer, but on Oct. 18 the values are three times higher in the treated sites. This study suggests that "normal" concentrations of ammonium sulphate do not effect the soil protozoa. Only high amounts of this fertilizer cause changes in the community structure of the micro-edaphon. Biosol: There are no significant differences in the testacean and nematode communities. Only the species number of the ciliates is significantly higher in the Biosol site than in the untreated ski run. Presumably an increased microbial activity and hence a higher trophic potential is responsible.

7. Literaturverzeichnis

- ADAMS J.A., A.S. ENDO, L.H. STOLZY, P.G. ROWLANDS und H.B. JOHNSON:  
Controlled experiments on soil compaction produced by off-  
road vehicles in the Mojave desert, California. J. appl. Ecol.  
19, 167-175 (1982 ).
- ADAMS J.A., L.H. STOLZY, A.S. ENDO, P.G. ROWLANDS und H.B. JOHNSON:  
Desert soil compaction reduces annual plant cover. Calif.  
Agric. 36, 6-7 (1982 ).
- ATCHLEY W.R., E.V. NORDHEIM, F.C. GUNSETT und P.L. CRUMP: Geo-  
metric and probabilistic aspects of statistical distance  
functions. Syst. Zool. 31, 445-460 (1982).
- BADANY N. und K.E. SCHÖNTHALER: Untersuchungen über die Wirkung  
von Produkten zur Erosionshemmung unter besonderer Berück-  
sichtigung der Hochlagenbegrünung. Z. Vegetationstechnik 6,  
41-44 (1983).
- BAMFORTH S.S.: Population dynamics of soil and vegetation  
protozoa. Amer. Zool. 13, 171-176 (1973).
- BEHAN M.J.: The suitability of commercially available grass  
species for revegetation of Montana ski area. J. Range Manag.  
36, 565-567 (1983).
- BERGER H., W. FOISSNER und H. ADAM: Morphology and morphogenesis  
of *Fuscheria terricola* n.sp. and *Spathidium muscorum* (Cilio-  
phora: Kinetofragminophora). J. Protozool. 30, 529-535 (1983a).
- BERGER H., W. FOISSNER und H. ADAM: Experimental studies about  
the effects of soil compaction on the structure of the  
testacean and ciliate community. J. Protozool. 30, 49A (1983 b).
- BERGER H., W. FOISSNER und H. ADAM: Taxonomie, Biometrie und  
Morphogenese einiger terricoler Ciliaten (Protozoa: Ciliophora).  
Zool. Jb. Syst. 111, 339-367 (1984).
- BERGER H., W. FOISSNER und H. ADAM: Protozoologische Untersuchungen  
an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). IV.

- Experimentelle Studien zur Wirkung der Bodenverdichtung auf die Struktur der Testaceen- und Ciliatentaxozönose. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern (1985a, im Druck).
- BERGER H., W. FOISSNER und H. ADAM: Effects of ammonium sulphate  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_2)$  on soil testacea, ciliates, and nematodes. J. Protozool. (1985b, im Druck).
- BERGER H., W. FOISSNER und H. ADAM: Morphological variation and comparative analysis of morphogenesis in *Parakahliella macrostoma* nov.gen. and *Histiculus muscorum* (Ciliophora, Hypotrichida). Protistologica (1985c, im Druck).
- BERGER J.: Quantification of ciliophoran species descriptions: an appeal to reason. Trans. Amer. Micros. Soc. 97, 121-126 (1978).
- BLACKWELL P.S. und B.D. SOANE: A method of predicting bulk density changes in field soils resulting from compaction by agricultural traffic. J. Soil. Sci. 32, 51-65 (1981).
- BORROR A.C.: Redefinition of the Urostylidae (Ciliophora, Hypotrichida) on the basis of morphogenetic characters. J. Protozool. 26, 544-550 (1979).
- BORROR A.C. und B.J. WICKLOW: The suborder Urostylina Jankowski (Ciliophora, Hypotrichida): morphology, systematics and identification of species. Acta Protozool. 22, 97-126 (1983).
- BRADBURY P.C. und L.S. OLIVE: Fine structure of the feeding stage of sorogenic ciliate, *Sorogena stoianovitchae* gen.n., sp.n. J. Protozool. 27, 267-277 (1980).
- BRAY J.R. und J.T. CURTIS: An ordination of the upland forest communities in southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27, 325-349 (1957).
- BUITKAMP U.: The morphogenesis of *Oxytricha agilis* Engelmann (Ciliata, Hypotrichida). Acta Protozool. 14, 67-74 (1975).
- BUITKAMP U.: Die Ciliatenfauna der Savanne von Lamto (Elfenbeinküste). Acta Protozool. 16, 249-276 (1977a).

- BUITKAMP U.: Über die Ciliatenfauna zweier mitteleuropäischer Bodenstandorte (Protozoa, Ciliata). *Decheniana* 130, 114-126 (1977b).
- BÜRGER O.: Nuevos estudios sobre protozoos chilenos del agua dulce. *An. Univ. Chile* 122, 137-204 (1908).
- CANARACHE A., I. COLIBAS, M. COLIBAS, I. HOROBEANU, V. PATRU, H. SIMOTA und T. TRANDAFIRESCU: Effect of induced compaction by wheel traffic on soil physical properties and yield of maize in Romania. *Soil & Till. Res.* 4, 199-213 (1984).
- CERNUSCA A.: Ökologische Veränderungen im Bereich von Schipisten. In: *Das österreichische Schirecht* (SPRUNG R. und B. KÖNIG eds.) 81-150; Universitätsverlag Wagner. Innsbruck, 1977.
- CERNUSCA A. (ed.): Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteiner Tal. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern, Band 2, 1978.
- CHARDEZ D., F. DELECOUR und F. WEISSEN: Évolution des populations thecamoebiens de sols forestiers sous l'influence de fumures artificielles. *Rev. Écol. Biol. Sol* 9, 185-196 (1972).
- CORLISS J.O.: Silver impregnation of ciliated protozoa by the Chatton-Lwoff technic. *Stain. Tech.* 28, 97-100 (1953).
- CORLISS J.O.: Evolutionary trends in patterns of stomatogenesis in the ciliate protozoa. *J. Protozool.* 20 (Suppl.), 97-100 (1973).
- CORLISS J.O.: The ciliated protozoa. Characterization, classification and guide to the literature. 455 Seiten. Pergamon Press. Oxford, 1979.
- DRAGESCO J.: Ciliés mésopsammiques littoraux. Systématique, morphologie, écologie. *Trav. Stat. Biol. Roscoff (N.S.)* 12, 1-356 (1960).
- DRAGESCO J.: Observations sur quelques ciliés libres. *Arch. Protistenk.* 109, 155-206 (1966).
- DRAGESCO J.: Ciliés libres du Cameroun. 141 Seiten. *Ann. Fac.*

- Sci. Yaoundé. Yaoundé, 1970.
- DRAGESCO J. und A. DRAGESCO-KERNEIS: Ciliés muscicoles nouveaux ou peu connus. Acta Protozool. 18, 401-416 (1979).
- DRAGESCO J., F. IFTODE und G. FRYD-VERSAVEL: Contribution à la connaissance de quelques ciliés holotriches rhabdophores; I. Prostomiens. Protistologica 10, 59-76 (1974).
- ELLIOT. E.T., R.V. ANDERSON, D.C. COLEMAN und C.V. COLE: Habitable pore space and microbial trophic interactions. Oikos 35, 327 bis 335 (1980).
- FARRIS J.S.: On the cophenetic correlation coefficient. Syst. Zool. 18, 279-285 (1969).
- FERNANDEZ-GALIANO D.: Silver impregnation of ciliated protozoa: procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. Trans. Amer. Micros. Soc. 95, 557-560 (1976).
- FERNANDEZ-LEBORANS G. und A. MARTIN-GONZALEZ: Morphological characteristics of four species of ciliates gymnostomata (Prorodon hispanicus sp.nov., Holophrya matritensis sp.nov., Holophrya castellanum sp.nov. and Perispira ovum). Ann. Stat. Biol. Besse-en-Chandesse 15, 221-230 (1981).
- FLEURY A. und G. FRYD-VERSAVEL: Aspects de la morphogenese chez Kahliella (Cilié hypotriche). Protistologica 18, 135-145 (1982).
- FLEURY A. und G. FRYD-VERSAVEL: Unite et diversite chez les hypotriches (Protozoaires ciliés). I - Approche morphogenetique par l'etude de quelques formes peu differenciees. Protistologica (1984, im Druck).
- FOISSNER W.: Opisthnectidae (Ciliata, Peritrichida) nov.fam. und Revision der Genera Telotrochidium (KENT) und Opisthnecta (FAURE-FREMIET). Protistologica 11, 395-414 (1975).
- FOISSNER W.: Erfahrungen mit einer trockenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung argyrophiler Strukturen bei Protisten. Verh. zool. bot. Ges. Wien 115, 68-79 (1976).
- FOISSNER W.: Revision der Genera Astylozoon (ENGELMANN) und

- Hastatella (ERLANGER) (Ciliata, Natantina). *Protistologica* 13, 353-379 (1977).
- FOISSNER W.: Das Silberliniensystem und die Infraciliatur der Gattungen Platyophrya Kahl, 1926, Cyrtolophosis Stokes, 1885 und Colpoda O.F.M., 1786: Ein Beitrag zur Systematik der Colpodida (Ciliata, Vestibulifera). *Acta Protozool.* 17, 215-231 (1978a).
- FOISSNER W.: Opisthonecta bivacuolata nov.spec., Telotrochidium cylindricum nov.spec. und Epistylis alpestris nov.spec., drei neue peritriche Ciliaten aus dem Hochgebirge (Hohe Tauern, Österreich). *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 81, 549-565 (1978b).
- FOISSNER W.: Methylgrün-Pyronin: Seine Eignung zur supravitalen Übersichtsfärbung von Protozoen, besonders ihrer Protrichocysten. *Mikroskopie* 35, 108-115 (1979).
- FOISSNER W.: Colpodide Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus alpinen Böden. *Zool. Jb. Syst.* 107, 391-432 (1980a).
- FOISSNER W.: Taxonomische Studien über die Ciliaten des Großglocknergebietes (Hohe Tauern, Österreich). I. Familien Holo-phryidae, Prorodontidae, Plagiocampidae, Colepidae, Enchelyidae und Lacrymariidae nov.fam. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 84/B, 49 bis 85 (1980b).
- FOISSNER W.: Die Gemeinschaftsstruktur der Ciliatenzönose in alpinen Böden (Hohe Tauern, Österreich) und Grundlagen für eine Synökologie der terricolen Ciliaten (Protozoa, Ciliophora). *Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern* 4, 7-52 (1981a).
- FOISSNER W.: Morphologie und Taxonomie einiger neuer und wenig bekannter kinetofragminophorer Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus alpinen Böden. *Zool. Jb. Syst.* 108, 264-297 (1981b).
- FOISSNER W.: Morphologie und Taxonomie einiger heterotricher und peritricher Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus alpinen Böden. *Protistologica* 17, 29-43 (1981c).
- FOISSNER W.: Ökologie und Taxonomie der Hypotrichida (Protozoa:



- Ciliophora) einiger österreichischer Böden. Arch. Protistenk. 126, 19-143 (1982).
- FOISSNER W.: Die Morphogenese von Urosoma macrostyla (WRZESNIEWSKI, 1870) (Ciliophora: Oxytrichidae). Arch. Protistenk. 127, 413 bis 428 (1983a).
- FOISSNER W.: Morphologie und Morphogenese von Psilotricha succisa (O.F.MÜLLER, 1786) nov. comb. (Ciliophora, Hypotrichida). Protistologica 19, 479-493 (1983b).
- FOISSNER W.: Infraciliatur, Silberliniensystem und Biometrie einiger neuer und wenig bekannter terrestrischer, limnischer und mariner Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus den Klassen Kinetofragminophora, Colpodea und Polyhymenophora. Stapfia 12, 1-165 (1984).
- FOISSNER W.: Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). III. Struktur und Dynamik der Testaceen- und Ciliatenzönose. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern (1985, im Druck).
- FOISSNER W. und H. ADAM: Abundanz, Vertikalverteilung und Artenzahl der terrestrischen Ciliaten und Testaceen einer Almweide und einer Schipiste auf der Schloßalm bei Bad Hofgastein (Österreich). Zool. Anz. 205, 181-187 (1980).
- FOISSNER W. und H. ADAM: Die Gemeinschaftsstruktur und Produktion der terricolen Testaceen (Protozoa, Rhizopoda) in einigen Böden der Österreichischen Zentralalpen (Hohe Tauern, Glocknergebiet). Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern 4, 53-78 (1981).
- FOISSNER W. und H. ADAM: Morphologie und Morphogenese des Bodenciliaten Oxytricha granulifera sp.n. (Ciliophora, Oxytrichidae). Zool. Scr. 12, 1-11 (1983a).
- FOISSNER W. und H. ADAM: Die Morphogenese von Urosomoida agiliformis Foissner, 1982 (Ciliophora, Oxytrichidae). Zool. Anz. 211, 161 bis 176 (1983b).

- FOISSNER W., H. ADAM und I. FOISSNER: Morphologie und Infraciliatur von Bryometopus pseudochilodon KAHL, 1932, Balantidioides dragescoi nov.spec. und Kahliella marina nov.spec. und Revision des Genus Balantidioides PENARD, 1930 (Protozoa, Ciliophora). *Protistologica* 18, 211-225 (1982a).
- FOISSNER W., H. ADAM und I. FOISSNER: Morphologie, Infraciliatur und Silberliniensystem einiger wenig bekannter Scuticociliatida (Protozoa: Ciliophora). *Zool. Jb. Syst.* 109, 443-468 (1982b).
- FOISSNER W., H. FRANZ und H. ADAM: Terrestrische Protozoen als Bioindikatoren im Boden einer planierten Skipiste. *Pedobiologia* 24, 45-56 (1982).
- FOISSNER W. und T. PEER: Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). I. Charakteristik der Taxotope, Faunistik und Autökologie der Testacea und Ciliophora. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern (1985, im Druck).
- FRANZ H.: Ökologie der Hochgebirge. 495 Seiten. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart, 1979.
- FRYD-VERSAVEL G., F. IFTODE und J. DRAGESCO: Contribution a la connaissance de quelques ciliés gymnostomes. II. Prostomiens, pleurostomiens: morphologie, stomatogenèse. *Protistologica* 11, 509-530 (1975).
- GROLIERE C.-A.: Contribution a l'etude des ciliés des sphaignes et des étendues d'eau acides. I - Description de quelques espèces de gymnostomes, hypostomes, hymenostomes et heterotriches. *Ann. Stat. Biol. Besse-en-Chandesse* 10, 265-296 (1975).
- GURLAND J. und R.C. TRIPATHI: A simple approximation for unbiased estimation of the standard deviation. *Am. Statist.* 25, 30 bis 32 (1971).
- HAGVAR S. und G. ABRAHAMSEN: Colonisation by enchytraeidae, collembola and acari in sterile soil samples with adjusted

- pH levels. *Oikos* 34, 245-258 (1980).
- HARTGE K.H.: Formen und Verbreitung der im Boden vorkommenden Verdichtungen. *Z. Pflanzenernähr. u. Bodenkunde* 108, 8-18 (1965).
- HARTGE K.H. und C. SOMMER: Bodenverdichtungen und ihre Beurteilung. *Z. Kulturtech. u. Flurbereinigung* 20, 257-268 (1979).
- HARTLEY H.O.: The maximum F-ratio as a short cut test for heterogeneity of variances. *Biometrika* 37, 308-312 (1950).
- HASHIMOTO K.: Stomatogenesis in resting cysts of Colpodidae. *J. Protozool.* 13, 383-390 (1966).
- HEBERT J.: About the problems of structure in relation to soil degradation. In: Soil degradation (BOELS D., D.B. DAVIES und A.E. JOHNSTON eds. ). 67-72, A.A. Balkema. Rotterdam, 1982.
- HECKMANN K. und J. FRANKEL: Genic control of cortical pattern in *Euplotes*. *J. Exp. Zool.* 168, 11-38 (1968).
- HEMBERGER H.: Revision der Ordnung Hypotrichida STEIN (Ciliophora, Protozoa) an Hand von Protargolimprägnaten und Morphogenesedarstellungen. 296 Seiten. Diss. Math.-Naturwiss. Fak. Univ. Bonn. Bonn, 1982.
- HEMBERGER H.: Neue Gattungen und Arten hypotricher Ciliaten. *Arch. Protistenk.* (1984, im Druck).
- HILDEBRAND E.E.: Der Einfluß der Bodenverdichtung auf die Bodenfunktionen im forstlichen Standort. *Forstwirtschaftliches Centralblatt* 102, 111-125 (1983).
- HOFMANN J. und A. PFITSCHER: Veränderungen der mikrobiellen Aktivität in Böden unter Skipisten und Wanderwegen. *Pedobiologia* 23, 105-111 (1982).
- HORVATH J.v.: Ein neues hypotriches Infusor, *Kahlia acrobates* nov. gen., nov.sp. *Arch. Protistenk.* 77, 424-433 (1932).
- JERKA-DZIADOSZ M.: Cortical development in *Urostyla*. II. The role of positional information and preformed structures in formation of cortical pattern. *Acta Protozool.* 12, 239-274 (1974).

- JERKA-DZIADOSZ M.: Ultrastructural study in development of the hypotrich ciliate Paraurostyla wessei. IV. Morphogenesis of dorsal bristles and caudal cirri. Protistologica 18, 237-251 (1982).
- JERKA-DZIADOSZ M. und J. FRANKEL: An analysis of the formation of ciliary primordia in the hypotrich ciliate Urostyla weissei. J. Protozool. 16, 612-637 (1969).
- KAHL A.: Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), 1. Allgemeiner Teil und Prostomata. In: Die Tierwelt Deutschlands (DAHL F. ed. ). 18, 1-180; Gustav Fischer Verlag. Jena, 1930.
- KAHL A.: Urtiere oder Protozoa I. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), 3. Spirotricha. In: Die Tierwelt Deutschlands (DAHL F. ed. ). 25, 399-650; Gustav Fischer Verlag. Jena, 1932.
- KAHL A.: Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), 4. Peritricha und Chonotricha. In: Die Tierwelt Deutschlands (DAHL F. ed.) 30, 651-864; Gustav Fischer Verlag. Jena, 1935.
- KASI VISWANATH G. und S.C. PILLAI: Influence of superphosphate on soil protozoa. J. Ind. Inst. Sci. 59, 113-120 (1977).
- KÖCK L. und K. HOLAUS: Erste Ergebnisse zur Verbesserung des Pflanzenwuchses auf Schipisten mit Pilzmycel. Z. Vegetationst. 4, 70-73 (1981).
- KÖCK L. und R. SCHNITZER: Quantitative und qualitative Veränderungen der Vegetation durch den Einfluß des Schisports. Z. Vegetationst. 3, 113-119 (1980).
- KUIPERS H.: Processes in physical soil degradation in mechanized agriculture. In: Soil degradation (BOELS D., D.B. DAVIES und A.E. JOHNSTON eds. ), 7-18; A.A.Balkema. Rotterdam, 1982.
- LAMINGER H., K. GEISLER-MORODER, A. SIESS, E. SPISS und B. SPISS: Populationsdynamik terrestrischer Protozoen (Testacea, Rhizopoda) in zentralalpinen Lagen Tirols. I. Untersuchungen sub-

- alpiner Böden im Raum Obergurgel (Tirol/Österreich). Arch. Protistenk. 123, 280-323 (1980).
- LILLIEFORS H.W. The Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. J. Amer. Stat. Assoc. 62, 399 bis 402 (1967).
- LOM J.: The morphology and morphogenesis of the buccal ciliary organelles in some peritrichous ciliates. Arch. Protistenk. 107, 131-162 (1964).
- LOUSIER J.D.: Response of soil testacea to soil moisture fluctuations. Soil Biol. Biochem. 6, 235-239 (1974a).
- LOUSIER J.D.: Effects of experimental soil moisture fluctuations on turnover rates of testacea. Soil Biol. Biochem. 6, 19-26 (1974b).
- LOUSIER J.D. und D. PARKINSON: The disappearance of the empty tests of litter- and soil testate amoebae (Testacea, Rhizopoda, Protozoa). Arch. Protistenk. 124, 312-336 (1981).
- LYNN D.H.: The organization and evolution of microtubular organelles in ciliated protozoa. Biol. Rev. 56, 243-292 (1981).
- LYNN D.H. und J. BERGER: Morphology, systematics, and demic variation of Plagiopyliella pacifica POLJANSKY, 1951 (Ciliata: Philasterina), an entocommensal of stronglylocentrotid echinoids. Trans. Amer. Micros. Soc. 91, 310-336 (1972).
- NASCHBERGER S. und L. KÖCK: Erfahrungen über die Wirkung von Biosol bei der Begrünung von Schipisten. Z. Vegetationst. 6, 33-36 (1983).
- PEARSON K.: On the coefficient of racial likeness. Biometrika 18, 105-117 (1926).
- PEER T. und W. FOISSNER: Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). II. Bodenkundliche Analysen mit besonderer Berücksichtigung der stark belebten Zone. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern (1985, im Druck).

- PETELKAU H. und K. SEIDEL: Kompressibilität von Bodenproben unterschiedlicher Substrate bei stufenweiser uniaxialer Belastung in Abhängigkeit vom Wassergehalt. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. 26, 389-393 (1982).
- PIELOU E.C.: The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theoret. Biol. 13, 133-144 (1966).
- PIELOU E.C.: Mathematical ecology. 385 Seiten. John Wiley & Sons. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, 1977.
- RIDGMAN W.J.: Experiment und Statistik in der Biologie. 239 Seiten. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York, 1981.
- ROHLF F.J. und R.R. SOKAL: Comparing numerical taxonomic studies. Syst.Zool. 30, 459-490 (1981a).
- ROHLF F.J. und R.R. SOKAL: Statistical tables. 219 Seiten. W.H. Freeman & Company. San Francisco, 1981b.
- RUCKENBAUER W.: Mineraldünger. Herstellung, Eigenschaften, Anwendung. 50 Seiten. Beratungsschrift Nr. 9 der Österreichischen Düngerberatungsstelle. Wien, 1982.
- SACHS L.: Angewandte Statistik. 552 Seiten. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1984.
- SCHEFFER F. und P. SCHAFFSCHABEL: Lehrbuch der Bodenkunde. 394 Seiten. F. Enke Verlag. Stuttgart, 1979.
- SCHÖNBORN W.: Taxozönotik der beschalteten Süßwasserrhizopoden. Eine raumstrukturanalytische Untersuchung über Lebensraumerweiterung und Evolution bei der Mikrofauna. Limnologica 5, 159-207 (1967).
- SCHÖNBORN W.: Taxonomisch-faunistische Probleme bei der Besiedlung des Bodens an Hand der beschalteten Amöben (Testacea). Pedobiologia 8, 23-29 (1968).
- SCHÖNBORN W.: Humusform und Testaceen-Besatz. Pedobiologia 13, 353-360 (1973).
- SCHÖNBORN W.: Beziehungen zwischen Produktion, Mortalität und Abundanz terrestrischer Testaceen-Gemeinschaften. Pedobiologia

- 25, 403-412 (1983).
- SCHÖNBORN W., W. FOISSNER und R. MEISTERFELD: Licht- und Raster-  
elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Schalenmorphologie  
und Rassenbildung bodenbewohnender Testaceen (Protozoa: Rhizo-  
poda) sowie Vorschläge zur biometrischen Charakterisierung von  
Testaceen-Schalen. *Protistologica* 19, 553-566 (1983).
- SCHÖNTHALER K.E.: Probleme der Hochlagenbegrünung unter besonderer  
Berücksichtigung von Schipisten, einschließlich vorläufiger  
Versuchsergebnisse. *Z. Vegetationst.* 3, 38-42 (1980).
- SCHÖNTHALER K.E.: Auswirkungen der Anlagen für den Massenschi-  
sport auf die Landschaft - unter besonderer Berücksichtigung  
von Bau und Rekultivierung der Schipisten oberhalb der Wald-  
grenze. 286 Seiten. Habilitationsschrift, Univ. Bodenkultur.  
Wien, 1983.
- SCHWERDTFEGER F.: Synökologie. 451 Seiten. Paul Parey. Hamburg  
und Berlin, 1975.
- SMALL E.B. und D.H. LYNN.: A new macrosystem for the phylum  
Ciliophora Doflein, 1901. *Biosystems* 14, 387-401 (1981).
- SNEATH P.H.A. und R.R. SOKAL: Numerical taxonomy. 573 Seiten.  
W.H. Freeman. San Francisco, 1973.
- SOANE B.D.: Soil degradation attributable to compaction under  
wheels and its control In: Soil degradation (BOELS D., D.B.  
DAVIES und A.E. JOHNSTON eds.) 27-44; A.A. Balkema. Rotter-  
dam, 1982.
- SOKAL R.R.: Statistical methods in systematics. *Biol. Rev.* 40,  
337-391 (1965).
- SOKAL R.R. und F.J. ROHLF: Biometry. 859 Seiten. W.H. Freeman.  
San Francisco, 1981.
- SPATZ G.: Die Beeinflussung des Artengefüges einer Almweide im  
Bereich der Schiabfahrt Stubnerkogel. Veröff. Österr. MaB-  
Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern 2, 335-340 (1978).
- STEBBINS G.L.: Evolutionsprozesse. 229 Seiten. Gustv Fischer Ver-

- lag. Stuttgart, New York, 1980.
- TUFFRAU M.: L'origine du primordium buccal chez les ciliés hypotriches. *Protistologica* 5, 227-237 (1969).
- TUFFRAU M.: Une nouvelle famille d' hypotriches, Kahliellidae n.fam., et ses consequences dans la repartition des Stichotrichina. *Trans. Amer. Micros. Soc.* 98, 521-528 (1979).
- VERGEINER J., H. LAMINGER, C. JAITNER-KNADEN und H. BAYER: Populationsdynamik terrestrischer Protozoen (Testacea, Rhizopoda) in zentralalpiner Lagen Tirols. II. Untersuchungen gestörter und relativ ungestörter Böden im Raume Patsch (Tirol, Österreich). *Arch. Protistenk.* 126, 173-201 (1982).
- WALLENGREN H.: Zur Kenntnis der vergleichenden Morphologie der hypotrichen Infusorien. *Bih. K. Svenska. Vetensk. Akad. Handl.* 26, 1-31 (1900).
- WENZEL F.: Die Ciliaten der Moosrasen trockener Standorte. *Arch. Protistenk.* 99, 70-141 (1953).
- WENZEL F.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Ciliatengattung Spathidium (S.stammeri n.sp.). *Zool. Anz.* 163, 209-216 (1959).
- WILBERT N.: Taxonomische Untersuchungen an Ophrydium versatile O.F.MÜLLER, 1786 (Ciliophora, Peritrichida). *Arch. Protistenk.* 119, 54-59 (1977).
- WIRNSBERGER E., W. FOISSNER und H. ADAM: Morphological, biometrical, and morphogenetical comparison of the closely related species Stylonychia vorax and S.pustulata (Ciliophora: Oxytrichidae). *J. Protozool.* (1985a, im Druck).
- WIRNSBERGER E., W. FOISSNER und H. ADAM: Cortical pattern in non-dividers, dividers, and reorganizers of an Austrian population of Paraurostyla weissei (Ciliophora, Hypotrichida): a comparative morphological and biometrical study. *Zool. Scr.* (1985b, im Druck).
- WOLDA H.: Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia* 50, 296-302 (1981).



ANHANG A

Programm zur Berechnung von  $\bar{x}$ ,  $s$ ,  $s_{\bar{x}}$ ,  $V$ , Min, Max, M und  $D_{\max}$ . Geeignet für TI-59 von Texas Instruments.

	Speicherplatz		036 01	1
			037 02	2
	Tastenkod		038 42	STO
	Tastenfolge		039 08	8
			040 43	RCL
000 76	2nd Lbl		041 03	3
001 11	A	Löschen	042 85	+
002 36	2nd Pgm		043 01	1
003 01	1		044 01	1
004 71	SBR		045 95	=
005 25	CLR		046 42	STO
006 47	2nd CMs		047 09	9
007 01	1		048 69	2nd OP
008 01	1		049 27	27
009 42	STO		050 43	RCL
010 07	07		051 07	7
011 01	1		052 32	$x \geq t$
012 42	STO		053 43	RCL
013 10	10		054 09	9
014 25	CLR		055 67	2nd x=t
015 91	R/S		056 00	00
016 72	STO 2nd Ind		057 95	95
017 07	7		058 73	RCL 2nd Ind
018 69	2nd OP		059 07	7
019 27	27		060 32	$x \geq t$
020 78	2nd $\Sigma$ +		061 73	RCL 2nd Ind
021 01	1		062 08	8
022 94	+/-		063 77	2nd $x \geq t$
023 49	2nd Prd		064 00	00
024 10	10		065 72	72
025 43	RCL		066 73	RCL 2nd Ind
026 03	3		067 07	7
027 61	GTO		068 63	2nd Exc 2nd Ind
028 00	00		069 08	8
029 15	15		070 72	STO 2nd Ind
030 76	2nd Lbl		071 07	7
031 12	B	Sortieren	072 69	2nd OP
032 01	1		073 28	28
033 00	0		074 43	RCL
034 42	STO		075 08	8
035 07	07			

076 32	$x \geq t$	124 73	RCL 2nd Ind
077 43	RCL	125 07	7
078 09	9	126 61	GTO
079 67	2nd x=t	127 01	01
080 00	00	128 54	54
081 85	85	129 43	RCL
082 61	GTO	130 03	3
083 00	00	131 55	$\rightarrow$
084 58	58	132 02	2
085 43	RCL	133 85	+
086 07	7	134 01	1
087 85	+	135 00	0
088 01	1	136 95	=
089 95	=	137 42	STO
090 42	STO	138 07	7
091 08	8	139 85	+
092 61	GTO	140 01	1
093 00	00	141 95	=
094 48	48	142 42	STO
095 43	RCL	143 08	8
096 11	11 Anzeige von "Min"	144 53	(
097 91	R/S	145 73	RCL 2nd Ind
098 69	2nd OP	146 07	7
099 39	39	147 85	+
100 73	RCL 2nd Ind	148 73	RCL 2nd Ind
101 09	09 Anzeige von "Max"	149 08	8
102 91	R/S	150 54	)
103 01	1	151 55	$\rightarrow$
104 32	$x \geq t$	152 02	2
105 43	RCL	153 95	=
106 10	10	154 42	STO Speicherung und An-
107 67	2nd x=t	155 07	7 zeige von "M"
108 01	01	156 91	R/S
109 29	29	157 01	1
110 53	(	158 01	1
111 43	RCL	159 42	STO
112 03	3	160 08	8
113 85	+	161 73	RCL 2nd Ind
114 01	1	162 08	8
115 54	)	163 66	2nd Pause
116 55	$\rightarrow$	164 66	2nd Pause
117 02	2	165 69	2nd OP
118 85	+	166 28	28
119 01	1	167 73	RCL 2nd Ind
120 00	0	168 08	8
121 95	=	169 32	$X \geq t$
122 42	STO	170 00	0
123 07	7	171 67	2nd X=t

172 01	01	219 55	→
173 77	77	220 43	RCL
174 61	GTO	221 03	3
175 01	01	222 34	$\sqrt{x}$
176 61	61	223 95	= Anzeige von " $s_{\bar{x}}$ "
177 25	CLR	224 91	R/S
178 91	R/S	225 71	SBR
179 76	2nd Lbl	226 18	2nd C' Berechnung von "V"
180 13	C Berechnung von " $\bar{x}$ "	227 55	→
181 29	2nd CP	228 71	SBR
182 43	RCL	229 13	C
183 00	0	230 65	x
184 67	2nd x=t	231 01	1
185 01	01	232 00	0
186 91	91	233 00	0
187 43	RCL	234 95	=
188 04	4	235 91	R/S Anzeige von "V"
189 92	INV SBR	236 76	2nd Lbl Befehl zur Anzeige
190 91	R/S	237 16	2nd A' der letzten eingege-
191 79	2nd $\bar{x}$	238 43	RCL benen Zahl
192 42	STO	239 07	7
193 04	4	240 75	-
194 92	INV SBR	241 01	1
195 91	R/S Anzeige von " $\bar{x}$ "	242 95	=
196 76	2nd Lbl	243 42	STO
197 18	2nd C' Berechnung von " $s$ "	244 08	8
198 29	2nd CP	245 73	RCL 2nd Ind Anzeige der letz-
199 43	RCL	246 08	8 ten eingegebenen
200 00	0	247 91	R/S Zahl
201 67	2nd x=t	248 22	INV
202 02	02	249 78	2nd $\Sigma$ +
203 08	08	250 43	RCL
204 43	RCL	251 08	8
205 05	5	252 42	STO
206 92	INV SBR	253 07	07
207 91	R/S	254 01	1
208 22	INV	255 94	+/-
209 79	2nd $\bar{x}$	256 49	2nd Prd
210 42	STO	257 10	10
211 05	5	258 43	RCL
212 24	CE	259 03	3
213 92	INV SBR Anzeige von " $s$ "	260 61	GTO
214 91	R/S	261 00	00
215 76	2nd Lbl Berechnung von " $s_{\bar{x}}$ "	262 15	15
216 15	E	263 76	2nd Lbl Berechnung von
217 71	SBR	264 14	D " $D_{\max}$ "
218 18	2nd C'	265 43	RCL

266 03	3	314 07	7
267 42	STO	315 95	=
268 06	6	316 50	2nd  x
269 35	1/x	317 32	$x \geq t$
270 42	STO	318 43	RCL
271 10	10	319 08	8
272 71	SBR	320 77	2nd $x \geq t$
273 13	C	321 03	03
274 71	SBR	322 26	26
275 18	2nd C'	323 32	$x \geq t$
276 25	CLR	324 42	STO
277 01	1	325 08	8
278 01	1	326 43	RCL
279 95	=	327 10	10
280 42	STO	328 44	SUM
281 00	0	329 07	07
282 25	CLR	330 43	RCL
283 42	STO	331 07	7
284 07	7	332 75	-
285 42	STO	333 43	RCL
286 08	8	334 09	9
287 53	(	335 95	=
288 53	(	336 50	2nd  x
289 73	RCL 2nd Ind	337 32	$x \geq t$
290 00	0	338 43	RCL
291 75	-	339 08	8
292 43	RCL	340 77	2nd $x \geq t$
293 04	4	341 03	03
294 54	)	342 46	46
295 55	+/-	343 32	$x \geq t$
296 43	RCL	344 42	STO
297 05	5	345 08	08
298 54	)	346 01	1
299 36	2nd Pgm	347 00	0
300 14	14	348 85	+
301 11	A	349 43	RCL
302 36	2nd Pgm	350 06	6
303 14	14	351 95	=
304 12	B	352 32	$x \geq t$
305 94	+/-	353 43	RCL
306 85	+	354 00	0
307 01	1	355 67	2nd x=t
308 95	=	356 03	03
309 42	STO	357 64	64
310 09	9	358 01	1
311 94	+/-	359 44	SUM
312 85	+	360 00	00
313 43	RCL	361 61	GTO

362 02	02	367 42	STO
363 87	87	368 03	3
364 43	RCL	369 43	RCL
365 10	10	370 08	8 Anzeige von "D <sub>max</sub> "
366 35	1/x	371 91	R/S

Programminstruktionen

Schritt	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Rechner einschalten	Ein/Aus	0
2	Eingabe der Speicherbereichsverteilung	7	2nd OP 17 399.69
3	Löschen	CLR	0
4	Programmspeicher auf 000 00 stellen	RST	0
5	Rechner auf LEARN Modus schalten	LRN	000 00
6	Eingabe des Programms	2nd Lbl	001 00
		A	002 00
		⋮	⋮
		8	371 00
		R/S	372 00
7	LEARN Modus ausschalten	LRN	0
8	Programm auf Magnetkarte aufzeichnen (sh. Betriebsanleitung)		
9	Vorbereiten für Dateneingabe	A	0
10	Eingabe von $x_1$ (z.B. $x_1=2,3$ )	2,3	R/S 1.
11	Eingabe von $x_2$ (z.B. $x_2=7,4$ )	7,4	R/S 2.
12	Eingabe von $x_3$ (z.B. $x_3=3,6$ )	3,6	R/S 3.
.	.	..	.
19	Eingabe von $x_{10}$ (z.B. $x_{10}=6,6$ )	6,6	R/S 10.
20	Berechnung von Min	B	1,6
21	Berechnung von Max	R/S	7,4
22	Berechnung von M	R/S	3,95

23	Auflisten der Werte von MIN --- Max		R/S	1,6 2,0 .. 7,4 0
24	Berechnung von $\bar{x}$		C	4,38
25	Berechnung von s		2nd C'	2,154..
26	Berechnung von $s_{\bar{x}}$		E	0,681..
27	Berechnung von V		R/S	49,20...
28	Berechnung von $D_{\max}$		D	0,1699..
29	Vorbereiten für neue Dateneingabe		A	0
30	Eingabe von $x_1$ (12,7)	12,7	R/S	1.
.	.	.	.	.
40	Eingabe von $x_{11}$ (13,6)	136	R/S	11.
	! Falsches $x_{11}$ wurde eingegeben			
41	Anzeige des falschen $x_{11}$		2nd A'	136
42	Löschen des falschen $x_{11}$		R/S	10.
43	Eingabe des richtigen $x_{11}$	13,6	R/S	11.
44	Eingabe von $x_{12}$ .....			

#### Anmerkungen zum Programm

- Das Programm funktioniert nur mit dem eingebautem Standard Software Modul.
- Der Stichprobenumfang darf maximal 59 sein.
- Die Berechnung der Stichprobenkennwerte kann in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden. Ausnahme: Vor der Berechnung von  $D_{\max}$  (Taste "D") müssen die Werte sortiert werden, d.h. "Min" (Taste "B") berechnet werden.
- Wird während der Eingabe der x-Werte die Taste 2nd A' gedrückt, so MUSS darauffolgend R/S betätigt werden, egal ob der eingegebene x-Wert falsch oder richtig ist. Anschließend wird das "richtige x" normal mit R/S eingegeben.
- Bei der Eingabe wird nach R/S immer n angezeigt. n ist im Speicher 3 enthalten und kann jederzeit über RCL03 abgerufen werden.

- Die Kennwerte Min, Max und M sollen sofort nach der Anzeige notiert werden, da deren erneute Berechnung gleich lang dauert wie beim ersten mal. Sie können jedoch nach der erstmaligen Berechnung aus folgenden Speichern abgerufen werden: Min...RCL11; Max...RCL (10+n), z.B. n=5 RCL15; M kann über die Tastenfolge GTO 103 R/S ermittelt werden.
- Mit A werden die eingegebenen Daten gelöscht und der Rechner auf die nächste Dateneingabe vorbereitet.
- Beispiel zur Kontrolle des Programms

$x_1 = 12,3$	Min = 6,3
$x_2 = 19,0$	Max = 19,0
$x_3 = 7,5$	M = 12,3
$x_4 = 6,3$	$\bar{x} = 12,36$
$x_5 = 16,7$	s = 5,551396221
	$s_{\bar{x}} = 2,482659864$
	V = 44,91420891
	$D_{\max} = 0,209336969$

- Die Rechenzeit für Min und  $D_{\max}$  ist von "n" abhängig.

Stichprobenumfang n	Zeit bis zur Anzeige von	
	Min	$D_{\max}$
5	20sec	35sec
10	1min	1min10sec
15	2min10sec	1min40sec
30	8min30sec	3min15sec
59	33min!	6min30sec

Kritische Werte für den KOLMOGOROV - SMIRNOV Anpassungstest (aus LILLIEFORS, 1967)

TABLE 1. TABLE OF CRITICAL VALUES OF  $D$

The values of  $D$  given in the table are critical values associated with selected values of  $N$ . Any value of  $D$  which is greater than or equal to the tabulated value is significant at the indicated level of significance. These values were obtained as a result of Monte Carlo calculations, using 1,000 or more samples for each value of  $N$ .

Sample Size $N$	Level of Significance for $D = \text{Max }  F^*(X) - S_N(X) $				
	.20	.15	.10	.05	.01
4	.300	.319	.352	.381	.417
5	.285	.299	.315	.337	.405
6	.265	.277	.294	.319	.364
7	.247	.258	.276	.300	.348
8	.233	.244	.261	.285	.331
9	.223	.233	.249	.271	.311
10	.215	.224	.239	.258	.294
11	.206	.217	.230	.249	.284
12	.199	.212	.223	.242	.275
13	.190	.202	.214	.234	.268
14	.183	.194	.207	.227	.261
15	.177	.187	.201	.220	.257
16	.173	.182	.195	.213	.250
17	.169	.177	.189	.206	.245
18	.166	.173	.184	.200	.239
19	.163	.169	.179	.195	.235
20	.160	.166	.174	.190	.231
25	.149	.153	.165	.180	.203
30	.131	.136	.144	.161	.187
Over 30	$\frac{.736}{\sqrt{N}}$	$\frac{.768}{\sqrt{N}}$	$\frac{.805}{\sqrt{N}}$	$\frac{.886}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.031}{\sqrt{N}}$



ANHANG B

NNSDC-Methode zur Feststellung der geographischen Variabilität am Beispiel von Histiculus muscorum.

1. Ermittlung der Rohdaten für 29 Merkmale bei 4 Populationen (P1-P4).
2. Die 4 Stichproben eines jeden Merkmals, die den gleichen Stichprobenumfang n haben müssen, werden mit dem parameterfreien multiplen Test nach NEMENYI (SACHS 1984) verglichen.

z.B. Länge

Tabelle a

Population		E i n z e l w e r t e														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P1	Länge	85	85	80	88	82	85	76	72	76	83	80	86	86	82	80
	Ränge	<u>56</u>	<u>56</u>	<u>45,5</u>	<u>60</u>	<u>51</u>	<u>56</u>	<u>34</u>	<u>30</u>	<u>34</u>	<u>54</u>	<u>45,5</u>	<u>58,5</u>	<u>58,5</u>	<u>51</u>	<u>45,5</u>
P2		66	52	77	82	70	80	78	66	78	80	71	82	79	65	78
		<u>14</u>	<u>1</u>	<u>37</u>	<u>51</u>	<u>24,5</u>	<u>45,5</u>	<u>40</u>	<u>14</u>	<u>40</u>	<u>45,5</u>	<u>28,5</u>	<u>51</u>	<u>42</u>	<u>11,5</u>	<u>40</u>
P3		77	76	70	68	65	61	80	70	62	77	82	70	70	75	69
		<u>37</u>	<u>34</u>	<u>24,5</u>	<u>17,5</u>	<u>11,5</u>	<u>7,5</u>	<u>45,5</u>	<u>24,5</u>	<u>10</u>	<u>37</u>	<u>51</u>	<u>24,5</u>	<u>24,5</u>	<u>31,5</u>	<u>20</u>
P4		60	75	70	61	61	69	66	59	61	67	68	69	60	57	71
		<u>4,5</u>	<u>31,5</u>	<u>24,5</u>	<u>57,5</u>	<u>7,5</u>	<u>20</u>	<u>14</u>	<u>3</u>	<u>7,5</u>	<u>16</u>	<u>17,5</u>	<u>20</u>	<u>4,5</u>	<u>2</u>	<u>28,5</u>

Summe der Ränge: P1 = 735,5; P2 = 485,5; P3 = 400,5; P4 = 208,5

- 2.1 Es liegen 4 Populationen mit je 15 Beobachtungen vor.
- 2.2 Den 60 Beobachtungswerten der vereinigten Stichprobe werden Rangordnungszahlen zugeordnet; die kleinste Beobachtung erhält den Rang 1, die größte den Rang 60 (4x15). Gleich großen Beobachtungswerten werden mittlere Ränge zugeteilt.
- 2.3 Die mittleren Ränge werden den Einzelwerten in der Tabelle a zugeordnet.
- 2.4 Berechnung der Summe der Ränge für jede Population.
- 2.5 In einer Matrix werden alle möglichen Rangsumme-Differenzen gebildet. (Tab.b)
- 2.6 Ist die berechnete Differenz eines Populationspaares gleich groß oder größer als der für ein gewähltes Signifikanzniveau und die Werte n (=15) und k (=4) der Tabelle 180 (s.S. 157,158) zu entnehmende kritische Wert D, dann

besteht zwischen den beiden Populationen ein echter Unterschied. Ist die Differenz kleiner, so kann an der Gleichheit der Populationen in diesem Merkmal nicht gezweifelt werden. In der Tabelle 180 von SACHS (1984) auf Seite 421 sind die Wahrscheinlichkeiten  $P=0,05$  und  $P=0,01$  vertauscht!

Tabelle b

Population		P1	P2	P3
	Rangsumme	735,5	485,5	400,5
P2	485,5	250*		
P3	400,5	335**	85	
P4	208,5	527**	277*	192

kritische Werte:  $D_{0,1}(4,15)=219,1$ ;  $D_{0,05}(4,15)=245,7$ ;  $D_{0,01}(4,15)=297,8$   
 $k = 4 =$  Anzahl der Populationen;  $n = 15 =$  Stichprobenumfang

3. Die Schritte 2.1 - 2.6 werden für alle 29 Merkmale wiederholt.
4. Anschließend wird die Anzahl der nicht signifikant verschiedenen Merkmale für jedes Populationspaar und Signifikanzniveau ermittelt. Aus der rechten Spalte von Tab. 12 resultieren folgende 3 Matrizen:

	$\alpha = 10\%$				$\alpha = 5\%$				$\alpha = 1\%$			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
P1	X	20	16	16	X	24	<u>16</u>	19	X	26	21	20
P2	68,9	X	27	23	82,7	X	28	24	89,6	X	28	27
P3	55,2	93,1	X	27	<u>55,2</u>	96,5	X	29	72,4	96,5	X	29
P4	55,2	79,3	93,1	X	65,5	82,7	100	X	68,9	93,1	100	X

Im rechten oberen Dreieck stehen die "Anzahl der nicht signifikant verschiedenen Merkmale". Z.B. unterscheiden sich die Populationen P1/P3 bei einem  $\alpha = 5\%$  in 16 Merkmalen nicht signifikant voneinander. Das sind 55,2% der 29 Merkmale (siehe P1/P3 im unteren Dreieck dieser Matrix).

5. Diese Matrizen können mittels Clusteranalyse (z.B. UPGMA; SNEATH und SOKAL, 1973) in ein Phänogramm umgewandelt werden. Das Ergebnis für die 4 Populationen von H. muscorum zeigt die Abb. 117a-c.

Kritische Werte für den multiplen Vergleich nach NEMENYI (aus SACHS, 1984)

Tabelle 180. Kritische Differenzen  $D$  für die Einwegklassifizierung: Vergleich aller möglichen Paare von Behandlungen nach Nemenyi.  $P=0,10$  (zweiseitig) (aus Wilcoxon, F. and Roberta A. Wilcox: Some Rapid Approximate Statistical Procedures, Lederle Laboratories, Pearl River, New York 1964, pp. 29-31)

n	k = 3	k = 4	k = 5	k = 6	k = 7	k = 8	k = 9	k = 10
1	2,9	4,2	5,5	6,8	8,2	9,6	11,1	12,5
2	7,6	11,2	14,9	18,7	22,5	26,5	30,5	34,5
3	13,8	20,2	26,9	33,9	40,9	48,1	55,5	63,0
4	20,9	30,9	41,2	51,8	62,6	73,8	85,1	96,5
5	29,0	42,9	57,2	72,1	87,3	102,8	118,6	134,6
6	37,9	56,1	75,0	94,5	114,4	134,8	155,6	176,6
7	47,6	70,5	94,3	118,8	144,0	169,6	195,8	222,3
8	58,0	86,0	115,0	145,0	175,7	207,0	239,0	271,4
9	69,1	102,4	137,0	172,8	209,4	246,8	284,9	323,6
10	80,8	119,8	160,3	202,2	245,1	288,9	333,5	378,8
11	93,1	138,0	184,8	233,1	282,6	333,1	384,6	436,8
12	105,9	157,1	210,4	265,4	321,8	379,3	438,0	497,5
13	119,3	177,0	237,1	299,1	362,7	427,6	493,7	560,8
14	133,2	197,7	264,8	334,1	405,1	477,7	551,6	626,6
15	147,6	219,1	293,6	370,4	449,2	529,6	611,6	694,8
16	162,5	241,3	323,3	407,9	494,7	583,3	673,6	765,2
17	177,9	264,2	353,9	446,6	541,6	638,7	737,6	837,9
18	193,7	287,7	385,5	486,5	590,0	695,7	803,4	912,8
19	210,0	311,9	417,9	527,5	639,7	754,3	871,2	989,7
20	226,7	336,7	451,2	569,5	690,7	814,5	940,7	1068,8
21	243,8	362,2	485,4	612,6	743,0	876,2	1012,0	1149,8
22	261,3	388,2	520,4	656,8	796,6	939,4	1085,0	1232,7
23	279,2	414,9	556,1	702,0	851,4	1004,1	1159,7	1317,6
24	297,5	442,2	592,7	748,1	907,4	1070,2	1236,0	1404,3
25	316,2	470,0	630,0	795,3	964,6	1137,6	1314,0	1492,9

Tabelle 180, Fortsetzung:  $P=0,05$  (zweiseitig)

n	k = 3	k = 4	k = 5	k = 6	k = 7	k = 8	k = 9	k = 10
1	3,3	4,7	6,1	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5
2	8,8	12,6	16,5	20,5	24,7	28,9	33,1	37,4
3	15,7	22,7	29,9	37,3	44,8	52,5	60,3	68,2
4	23,9	34,6	45,6	57,0	68,6	80,4	92,4	104,6
5	33,1	48,1	63,5	79,3	95,5	112,0	128,8	145,8
6	43,3	62,9	83,2	104,0	125,3	147,0	169,1	191,4
7	54,4	79,1	104,6	130,8	157,6	184,9	212,8	240,9
8	66,3	96,4	127,6	159,6	192,4	225,7	259,7	294,1
9	78,9	114,8	152,0	190,2	229,3	269,1	309,6	350,6
10	92,3	134,3	177,8	222,6	268,4	315,0	362,4	410,5
11	106,3	154,8	205,0	256,6	309,4	363,2	417,9	473,3
12	120,9	176,2	233,4	292,2	352,4	413,6	476,0	539,1
13	136,2	198,5	263,0	329,3	397,1	466,2	536,5	607,7
14	152,1	221,7	293,8	367,8	443,6	520,8	599,4	679,0
15	168,6	245,7	325,7	407,8	491,9	577,4	664,6	752,8
16	185,6	270,6	358,6	449,1	541,7	635,9	732,0	829,2
17	203,1	296,2	392,6	491,7	593,1	696,3	801,5	907,9
18	221,2	322,6	427,6	535,5	646,1	758,5	873,1	989,0
19	239,8	349,7	463,6	580,6	700,5	822,4	946,7	1072,4
20	258,8	377,6	500,5	626,9	756,4	888,1	1022,3	1158,1
21	278,4	406,1	538,4	674,4	813,7	955,4	1099,8	1245,9
22	298,4	435,3	577,2	723,0	872,3	1024,3	1179,1	1335,7
23	318,9	465,2	616,9	772,7	932,4	1094,8	1260,3	1427,7
24	339,8	495,8	657,4	823,5	993,7	1166,8	1343,2	1521,7
25	361,1	527,0	698,8	875,4	1056,3	1240,4	1427,9	1617,6

Schranken für Nemenyi-Vergleiche

Tabelle 180; Fortsetzung:  $P=0,01$  (zweiseitig)

n	k = 3	k = 4	k = 5	k = 6	k = 7	k = 8	k = 9	k = 10
1	4,1	5,7	7,3	8,9	10,5	12,2	13,9	15,6
2	10,9	15,3	19,7	24,3	28,9	33,6	38,3	43,1
3	19,5	27,5	35,7	44,0	52,5	61,1	69,8	78,6
4	29,7	41,9	54,5	67,3	80,3	93,6	107,0	120,6
5	41,2	58,2	75,8	93,6	111,9	130,4	149,1	168,1
6	53,9	76,3	99,3	122,8	146,7	171,0	195,7	220,6
7	67,6	95,8	124,8	154,4	184,6	215,2	246,3	277,7
8	82,4	116,8	152,2	188,4	225,2	262,6	300,6	339,0
9	98,1	139,2	181,4	224,5	268,5	313,1	358,4	404,2
10	114,7	162,8	212,2	262,7	314,2	366,5	419,5	473,1
11	132,1	187,6	244,6	302,9	362,2	422,6	483,7	545,6
12	150,4	213,5	278,5	344,9	412,5	481,2	551,0	621,4
13	169,4	240,6	313,8	388,7	464,9	542,4	621,0	700,5
14	189,1	268,7	350,5	434,2	519,4	606,0	693,8	782,6
15	209,6	297,8	388,5	481,3	575,8	671,9	769,3	867,7
16	230,7	327,9	427,9	530,1	634,2	740,0	847,3	955,7
17	252,5	359,0	468,4	580,3	694,4	810,2	927,8	1046,5
18	275,0	391,0	510,2	632,1	756,4	882,6	1010,6	1140,0
19	298,1	423,8	553,1	685,4	820,1	957,0	1095,8	1236,2
20	321,8	457,6	597,2	740,0	885,5	1033,3	1183,3	1334,9
21	346,1	492,2	642,4	796,0	952,6	1111,6	1273,0	1436,0
22	371,0	527,6	688,7	853,4	1021,3	1191,8	1364,8	1539,7
23	396,4	563,8	736,0	912,1	1091,5	1273,8	1458,8	1645,7
24	422,4	600,9	784,4	972,1	1163,4	1357,6	1554,8	1754,0
25	449,0	638,7	833,8	1033,3	1236,7	1443,2	1652,8	1864,6

### Lebenslauf

Ich wurde am 25. August 1958 in Steyr (Oberösterreich) geboren. Mein Vater, Johann BERGER ist Justizwachebeamter, meine Mutter, Maria BERGER ist Hausfrau.

Von 1964 bis 1968 besuchte ich die Volksschule, von 1968 bis 1972 die Hauptschule in Garsten in Oberösterreich.

Am 27. Mai 1977 maturierte ich an der Höheren Technischen Bundeslehranstalt Steyr, Abteilung für elektrische Nachrichtentechnik und Elektronik. Anschließend war ich bis September 1978 bei der Firma bmd (Büromaschinen für Datenerfassung und -aufbereitung Vertriebsges. m. b. H.) Neuzeug, Oberösterreich als Computer-Techniker tätig.

Im Oktober 1978 begann ich das Studium für Zoologie und Botanik an der Universität Salzburg. Seit Jänner 1984 bin ich halbtätig bei der Hydrologischen Untersuchungsstelle Salzburg als Hydrobiologe angestellt.

Meine akademischen Lehrer waren die Professoren Dr. Hans ADAM, Dr. Gerhard CZIHAK, Dr. Dietrich FÜRNKRANZ, Dr. Oswald KIERMAYER, Dr. Alois LAMETSCHWANDTNER, Dr. Egon POHL, Dr. Kurt POHLHAMMER, Dr. Hans-Bernd STRACK, Dr. Roman TÜRK und Dipl.-Ing. Dr. Heinrich WAGNER, die Dozenten Dr. Wilhelm FOISSNER, Dr. Alfred GOLDSCHMID, Dr. Paul HEISELMAYER, Dr. Werner HOFMANN und Dr. Robert PATZNER und die Assistenten Dr. Ursula ALBRECHT-LAMETSCHWANDTNER, Dr. Gustav BERNROIDER, Dr. Anton BREITFUSS, Dr. Karin GERBER, Dr. Roland PETER, Dr. Erwin ROVAN, Dr. Peter SIMONSBERGER, Dr. Walter STROBL und Dr. Helga-Johanna ÜBLAGGER.