

Beitr. Naturk. Oberösterreichs	4	3-30	13.12.1996
--------------------------------	---	------	------------

## Taxonomische Untersuchungen über einige Ciliaten (Ciliophora, Protozoa) aus Belebtschlämmen oberösterreichischer Kläranlagen

R. OBERSCHMIDLEITNER<sup>1</sup> & E. AESCHT

**Abstract:** The ciliated protozoa occurring in two sewage treatment plants (Asten near Linz and Offenhausen near Wels, Upper Austria) were investigated by means of life observation, protargol impregnation and morphometrical analysis. Fifty taxa have been found, six of them are new for the activated sludge. From the sewage treatment plant Asten near Linz seven samples were taken in which 37 taxa could be proved, 12 of them were found in freshly sampled activated sludge. One sample of activated sludge and one of periphyton of the settling tank wall was taken from the sewage treatment plant Offenhausen near Wels. Nineteen ciliate species, including typical indicators of a high sludge loading and oxygen deficiency could be proved. One new species (*Gastronauta aloisi* nov. sp.) is described from the activated sludge plant Asten near Linz. The following species are redescribed: *Pseudourostyla cristata* (JERKA-DZIADOSZ 1964) BORROR 1972 and *Diaxonella trimarginata* JANKOWSKI 1979.

### 1. Einleitung

Neben den Bakterien sind Protozoen die abundanz- und artenmäßig am stärksten vertretene Organismengruppe im Belebtschlamm (CURDS 1973; CURDS & HAWKES 1975). Bisher wurden darin 230 Protozoen-Arten gefunden, wovon 160 Ciliaten sind (AUGUSTIN & FOISSNER 1992). Die Ciliaten spielen eine wichtige Rolle, da sie als Weidegänger die Struktur der Flocken günstig beeinflussen und frei suspendierte Bakterien aus dem Schlamm filtern, wodurch der Abfluß klar wird. Ciliatentaxozönosen werden daher schon seit langem zur Beurteilung des Belebtschlammes herangezogen (CURDS 1973; AUGUSTIN & FOISSNER 1989). Viele Taxa sind jedoch noch ungenügend oder gar nicht bekannt, da die Ciliaten des Belebtschlammes erst in den letzten zehn Jahren mit modernen taxonomischen Methoden untersucht und zum Teil einer Revision unterzogen wurden (AESCHT & FOISSNER 1992; AUGUSTIN & FOISSNER 1989, 1992; AUGUSTIN et al. 1987; FOISSNER et al. 1991, 1992, 1994, 1995). Die vorliegende Arbeit ist ein weiterer Beitrag zu dieser Thematik.

---

<sup>1</sup> Auszüge aus der Diplomarbeit am Institut für Zoologie der Universität Salzburg.  
Betreuer: Dr. E. AESCHT, Prof. Dr. W. FOISSNER.

## 2. Standort, Material und Methoden

### 2.1. Standort

#### 2.1.1. Die Kläranlage Asten (nach LENTNER 1984)

Die Kläranlage Asten ist seit Mai 1982 in Betrieb und reinigt das kommunale Abwasser der Stadt Linz und von 22 Umlandgemeinden. Zusätzlich wird das Industrieabwasser der Kokerei der Hütte Linz (Voest-Alpine AG), der Chemie Linz und der Sugana-Zucker Ges.m.b.H. in Enns gereinigt. Das industrielle Abwasser der Chemie Linz wird in einer betriebseigenen hochbelasteten Belebtschlammanlage vorgereinigt. Der hier anfallende Überschussschlamm wird in die Kläranlage Asten eingeleitet, wo er zusammen mit dem Rohschlamm der Vorklärbecken und dem Überschussschlamm der Belebtschlammbecken in die Faulgasbehälter eingebracht wird.

Die Kläranlage Asten ist auf eine Kapazität von 850.000 Einwohnergleichwerten (EGW) ausgelegt. Abflussspitzen werden durch ein 55.000 m<sup>3</sup> fassendes Regenwasserrückhaltebecken aufgefangen. Der maximale Zufluß aus dem Einzugsgebiet, welches nach dem Mischkanalsystem entwässert wird, beträgt 8,8 m<sup>3</sup>/Sek., der Trockenwetterzufluß beträgt 2,2 m<sup>3</sup>/Sek. Vom Einlauf bis zu den Belebungsbecken erfolgt die mechanische Reinigung. Das einlaufende Abwasser wird durch ein Schneckenpumpwerk etwa 4 m gehoben. In einer anschließenden Rechenanlage werden in vier Straßen mit je zwei Rechen die im Abwasser vorhandenen Grobstoffe entfernt. In weiterer Folge ist jeder Straße ein Langsandfang angeschlossen, in dem sich die Fließgeschwindigkeit soweit verringert, daß sich Sandkörner, die größer als 0,2 mm sind, absetzen. Die Sandfänge werden mechanisch gereinigt, der Sand wird mittels Druckluftheber einem Sandklassierer zugeführt. Nach dem Sandfang gelangen die Abwässer über ein Verteilerbecken in zwei runde Vorklärbecken, wo sich nach etwa zwei Stunden Aufenthaltszeit der Großteil der absetzbaren Stoffe als Rohschlamm absetzt.

Nach der Vorklärung folgt die biologische Reinigung (Phosphateliminierung und Nitrifikation sind in dieser Anlage nicht vorhanden). Von den Vorklärbecken werden maximal 4,4 m<sup>3</sup>/Sek. den vier Belebtschlammbecken zugeführt. Die Sauerstoffversorgung zur aeroben Schlammstabilisierung erfolgt mittels Düsenstrahlbelüftung, indem Luft zusammen mit dem vom Nachklärbecken rückgeführten Schlamm eingeblasen wird. Den Belebtschlammbecken folgen acht zylindrische Nachklärbecken in denen sich der Belebtschlamm absetzt. Dieser wird zum Teil in die Belebungsbecken rückgeführt, der Überschussschlamm wird zusammen mit dem Rohschlamm nach Entwässerung in drei Faulgasbehältern zur anaeroben Schlammstabilisierung geleitet. Das überstehende biologisch gereinigte Abwasser wird dem Vorfluter, der Donau, zugeführt. In den Faultürmen wird der Schlamm während einer vierwöchigen Aufenthaltszeit von anaeroben Bakterien (Methanbakterien) stabilisiert. Als Stoffwechselprodukt entsteht Methan, das nach Entschwefelung zum Antrieb der Gasmotoren für die Düsenstrahlbelüftung und zur Stromerzeugung verwendet wird. Die Wärmeenergie der Motoren wird für die Heizung der Faultürme verwendet, da die Faulung nur bei 35°C optimal verläuft. Auf diese Weise wird der Energiebedarf dieser Kläranlage bis zu 80% durch Eigenerzeugung gedeckt.

## 2.1.2. Die Kläranlage Offenhausen (Bezirk Wels Land)

Diese Anlage ist für 2000 EGW ausgelegt und ist etwa zu 50% ausgelastet. Die Kanalisation der Gemeinde entspricht dem Mischkanalsystem. Die Senkgrubenhinhalte und die Fäkalien aus den umliegenden landwirtschaftlichen Betrieben werden gesondert eingeholt, in einem Fäkalienstapelbecken gesammelt und 24 Stunden belüftet, bevor sie dosiert, zusammen mit dem kommunalen Schmutzwasser der Kanalisation, in das Belebungsbecken eingeleitet werden. Es sind zwei Belebungsbecken hintereinandergeschaltet, die intermittierend belüftet werden, bis der Sauerstoffgehalt des jeweiligen Beckens 1,8 mg/l beträgt. Von dort gelangt das Abwasser in ein Nachklärbecken und von dort in den Vorfluter, den Grundbach.

Tab. 1: Probenahmetermine in der Kläranlage Asten und chemische Parameter. A – Ablauf; BB – Belebtschlamm; BSB<sub>5</sub> – biologischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen; CSB – chemischer Sauerstoffbedarf; Kjedadl-N – organischer Stickstoff + NH<sub>4</sub>-N; NH<sub>4</sub>-N – Stickstoffgehalt an Ammoniak; NO<sub>2</sub>-N – Stickstoffgehalt an Nitrit; NO<sub>3</sub>-N – Stickstoffgehalt an Nitrat; η – Wirkungsgrad; pH – pH Wert; PO<sub>4</sub>-P – Phosphorgehalt an Phosphat;  $\bar{x}$  = arithmetisches Mittel; Z – Zulauf.

	pH			CSB mg/l				BSB <sub>5</sub> mg/l				PO <sub>4</sub> -P mg/l			
	Z	BB	A	Z	BB	A	η %	Z	BB	A	η %	Z	BB	A	η %
24.10.94	7,4	7,6	7,6	519	635	123	76	237	215	33	86	2,8	2,2	2,3	18
7.11.94	7,3	7,9	7,7	734	462	100	86	362	180	22	94	2,9	3,1	2,2	24
28.11.94	7,6	7,7	7,8	254	352	77	69	80	140	8	90	2,8	1,2	0,1	96
24.1.95	7,7	7,7	7,5	361	245	95	74	120	70	20	83	2,9	0,7	0,4	86
25.4.95	7,9	8,0	8,0	342	398	109	68	109	103	11	90	1,9	2,7	1,4	26
19.6.95	7,4	7,7	7,8	361	312	142	61	160	135	24	85	2,8	2,2	1,5	46
28.8.95	7,3	7,5	7,4	184	182	51	73	65	70	12	82	0,8	0,7	0,6	25
$\bar{x}$	7,5	7,7	7,7	393	369	99,5	72	162	130	18,5	87	2,4	1,8	1,2	46

Datum	NO <sub>3</sub> -N mg/l			NO <sub>2</sub> -N mg/l			NH <sub>4</sub> -N mg/l			Kjedadl -N		
	Z	BB	A	Z	BB	A	Z	BB	A	Z	BB	A
24.10.94	0,3	0,7	2,7	0	0	0,2	28,1	30,9	8,9	21,3	30,2	8,4
07.11.94	1,0	1,0	6,4	0	0	0,9	25,8	43,7	0,4	23,1	20,2	6,3
28.11.94	0,2	0,8	5,8	0	0	2,0	30,8	37,1	20,7	13,3	18,8	9,7
24.1.95	0,4	0,3	4,2	0	0	0,6	33,3	25,9	15,1	17,8	10,6	7,6
25.4.95	0,2	0,6	10,0	0	0	0,4	35,2	48,9	19,0	15,6	21,1	8,9
19.6.95	0,3	0,3	9,2	0	0	0,2	22,4	35,1	3,3	18,1	16,3	13,4
28.8.95	0,3	4,6	14,4	0	0	0,5	11,2	34,9	2,3	10,2	12,6	5,3
$\bar{x}$	0,4	1,2	7,5	0	0	0,7	26,7	36,6	9,9	17	18,5	8,5

## 2.2. Herkunft und Gewinnung des Materials

### 2.2.1. Probenahme

Zwischen 24.10.1994 und 28.8.1995 wurde siebenmal je eine Probe aus den vier Belebungsbecken der Kläranlage Asten mit einer an jedem Beckenrand installierten handbetriebenen Pumpe entnommen. Da in allen vier Becken sehr ähnliche Verhältnisse vorherrschen, wird nicht auf die Artenzusammensetzung der einzelnen Becken eingegangen.

Die chemischen Parameter (Tab. 1) stammen aus den Protokollen des Instituts für Wasseraufbereitung (IWA); sie werden einmal täglich erhoben. Die Werte zeigen starke Schwankungen in den Ablaufkonzentrationen und in der Abbauleistung. Die geringe Abbauleistung vom CSB deutet auf einen hohen Gehalt an biologisch nicht abbaubaren Substanzen im Zulauf hin. Die hohen Phosphatwerte im Ablauf sind auf die fehlende Phosphateliminierung zurückzuführen. Die hohen Stickstoffwerte im Ablauf sind vermutlich auf die separate Einleitung der Kokereiabwässer der Voest-Alpine AG zurückzuführen, die im Protokoll nicht berücksichtigt werden.

Eine Probe mit stark belastetem Belebtschlamm und eine mit Aufwuchs des Wandbelages (*Oscillatoria*-Rasen) im Nachklärbecken der Kläranlage Offenhausen wurde am 18.4.1995 entnommen. Die chemischen Parameter zeigen eine gute Abbaurrate und niedrige Ablaufwerte (Tab. 2).

Tab. 2: Chemische Parameter der Kläranlage Offenhausen. BSB<sub>5</sub> – Biologischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen; CSB – Chemischer Sauerstoffbedarf; NH<sub>4</sub>-N – Stickstoffgehalt an Ammoniak; NO<sub>3</sub>-N – Stickstoffgehalt an Nitrat; pH – pH Wert; PO<sub>4</sub>-P – Phosphorgehalt an Phosphat.

Parameter	pH	CSB mg/l	BSB <sub>5</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l	Temp °C
Zulauf	7,6	307	320	25,4	1	4,8	8,7
Ablauf	7,3	18	7	0,12	1,6	1,1	9
Abbaurrate in %		94	98	93		77	

### 2.2.2. Kultivierung der Ciliaten

Im frisch entnommenen Belebtschlamm der Kläranlage Asten traten nur sehr wenige Arten auf, was vermutlich auf den hohen Gehalt von biologisch nicht abbaubaren Substanzen aus der Industrie zurückzuführen ist. Aus diesem Grund wurden für die taxonomischen Untersuchungen Schlammkulturen angesetzt. Dazu wurden gläserne Petrischalen mit Leitungswasser oder kohlenstofffreiem Mineralwasser gefüllt und mit etwa 10 ml Belebtschlamm versetzt. Um sauerstoffbedürftigere Arten über längere Zeit zu erhalten, belüfteten wir den restlichen Schlamm in einem 1000 ml Erlenmeyer-Kolben mit einer herkömmlichen Sauerstoffpumpe für Aquarien. Davon wurde wöchentlich eine neue Kultur angesetzt. Zur Förderung des Bakterienwachstums wurde den Kulturen zerdrückte Weizenkörner, Haferflocken oder getrockneter Hühnereidotter zugesetzt.

### 2.3. Verwendete Methoden

Die methodische Vorgangsweise richtet sich nach FOISSNER (1991). Lebende Zellen wurden ohne Deckglas untersucht, um die natürliche Körpergröße und Gestalt unverändert beobachten zu können. Mit Hilfe einer Videoanlage mit Standbildeinrichtung konnten diese Merkmale vom Bildschirm bei 100facher Vergrößerung gezeichnet werden. Die Untersuchung der Ciliatur und der Details im Inneren der Zelle erfolgte

mit Ölimmersion (1000fache Vergrößerung, 1 Okulareinheit = 1  $\mu\text{m}$ ) an mehr oder weniger stark gequetschten Individuen.

Als Färbe- und Präparationstechniken wurden die Methylgrün-Pyronin Färbung, die trockene Versilberung und die Protargolsilberimprägnationen angewendet, die in FOISSNER (1991) zusammenfassend dargestellt sind. Bei den Protargolsilberimprägnationen kam Modifikation A am wenigsten und Modifikation C am häufigsten zum Einsatz.

Alle Zählungen und Messungen erfolgten bei 1000facher Vergrößerung an einem Reichert Polyvar 2 Mikroskop der Firma Leica. Silberimprägnierte Individuen wurden mit Hilfe eines Zeichenapparates an einem Optiphot Mikroskop der Firma Nikon gezeichnet. Die statistische Methodik richtet sich nach SOKAL & ROHLF (1981).

#### **2.4. Determination und Terminologie**

Die in der Tabelle 3 angeführten Arten wurden nach FOISSNER et al. (1991, 1992, 1994, 1995) determiniert. Für einige Arten verwendeten wir Spezialliteratur, die bei den Artbeschreibungen angeführt ist. Die Terminologie richtet sich nach denselben Publikationen.

#### **2.5. Aufbewahrung des Typenmaterials**

Von der in dieser Arbeit neu beschriebenen Art sind 1 Holo- und 2 Paratypuspräparate, von allen wiederbeschriebenen Arten ist je ein Neotypuspräparat in der Sammlung der mikroskopischen Präparate des OÖ. Landesmuseums in Linz/Donau (= LI, internationale Kennzeichnung des Museums) deponiert. Die übrigen Arten sind dort ebenfalls durch Präparate, Fotografien und Videoaufzeichnungen belegt.

### **3. Ergebnisse und Diskussion**

#### **3.1. Faunistik und Bemerkungen zu den nachgewiesenen Arten**

Insgesamt wurden 50 Ciliatentaxa gefunden (Tab. 3). Davon konnten 48 auf Art- und 2 auf Gattungsniveau determiniert werden. Sechs Arten sind für den Belebtschlamm neu (*Diaxonella trimarginata*, *Epicarchesium granulatum*, *Odontochlamys alpestris*, *Pseudourostyla cristata*, *Scyphidia rugosa*, *Vorticella octava*).

Von den 37 in der Kläranlage Asten nachgewiesenen Taxa fanden wir 12 bei jeder Probenahme, davon gehörten 9 zu den peritrichen und 3 zu den hypotrichen Ciliaten. Die Peritrichen waren meist in mittlerer Abundanz, die Hypotrichen in geringer

Abundanz vorzufinden. Typische Anzeiger polysaprober Verhältnisse fehlen vollständig. Die regelmäßig vorkommende Ciliatentaxozönose deutet auf gute Sauerstoffversorgung, hohe Turbulenz und mittlere bis geringe Schlammbelastung hin. Die Begleitzönose von Testaceen (*Arcella* sp.) und bdelloiden Rotatorien zeigen langfristig stabile Verhältnisse und mittleres bis hohes Schlammalter an. Vierzehn Arten konnten erst in den Kulturen nachgewiesen werden.

In der Kläranlage Offenhausen fanden wir 19 Arten, 6 Arten davon nur im Nachklärbecken, 13 Arten traten sowohl im Belebtschlamm, als auch im Nachklärbecken auf. Die sehr arten- und individuenreiche Ciliatentaxozönose im Belebtschlamm war ausgewogen, jedoch traten, bedingt durch die intermittierende Belüftung mit relativ langen Phasen ohne Sauerstoff, typische Vertreter polysaprober Verhältnisse bzw. Faulschlammzeiger mit H<sub>2</sub>S Toleranz auf (*Colpidium* sp., *Dexiostoma campylum*, *Spirostomum teres*, *Parapodophrya soliformis*).

Tab. 3: Artenspektrum der Ciliaten in 2 oberösterreichischen Kläranlagen. B – Belebtschlamm; K. – Tage nach Probenahme, an denen die jeweilige Art in Kultur auftrat; N – Nachklärbecken; + – nachgewiesen; – – nicht nachgewiesen; \* – belüftete Kultur.

Kläranlage	Asten bei Linz								Offenhausen		
	24 10 '94	7 11 '94	28 11 '94	24 1 '95	25 4 '95	19 6 '95	28 8 '95	K	B	N	
<i>Acineria incurvata</i> DUJARDIN 1841	+	+	+	+	+	+	+	14-30	+	+	
<i>Acineria uncinata</i> TUCOLESCO 1962	+	+	+	+	-	-	-	0-14	+	+	
<i>Acineta tuberosa</i> (PALLAS 1766) EHRENBERG 1833	+	+	-	-	-	-	+	0-7 0-30'	-	-	
<i>Amphileptus claparedii</i> STEIN 1867	-	-	-	-	+	-	+	0-14 0-30	-	-	
<i>Amphileptus pleurosigma</i> (STOKES 1884) FOISSNER 1984	-	-	-	-	-	-	+	0-1	-	-	
<i>Aspidisca cicada</i> (MUELLER 1786) CLAPARÈDE & LACHMANN 1858	+	+	+	+	+	+	+	0-14 0-30'	-	-	
<i>Chilodonella uncinata</i> (EHRENBERG 1838) STRAND 1928	-	+	+	+	+	-	-	0-14	+	+	
<i>Chilodontopsis depressa</i> (PERTY 1852) BLOCHMANN 1895	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Cinetochilum margaritaceum</i> (EHRENBERG 1831) PERTY 1849	-	+	+	+	+	-	-	10-20	-	-	
<i>Colpidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	0-1	+	+	
<i>Cyclidium glaucoma</i> MUELLER 1773	+	+	+	+	+	+	+	14-30	-	-	
<i>Dexiostoma campylum</i> (STOKES 1886) JANKOWSKI 1967	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
<i>Diaxonella trimarginata</i> JANKOWSKI 1985	-	-	-	-	-	-	+	0-90	-	-	
<i>Drepanomonas revoluta</i> PENARD 1922	-	+	+	-	-	-	-	10-30	-	-	
<i>Epicarthesium granulatum</i> (KELLICOTT 1887) JANKOWSKI 1985	+	+	+	+	+	+	+	0-10	-	-	
<i>Epistylis balatonica</i> STILLER 1931	+	+	+	+	+	+	+	0-14'	-	-	
<i>Epistylis coronata</i> NUSCH 1970	+	+	+	+	+	+	+	0-14'	-	-	

Tab. 3: Fortsetzung

Kläranlage	Asten bei Linz								Offen hausen		
	24 10 '94	7 11 '94	28 11 '94	24 1 '95	25 4 '95	19 6 '95	28 8 '95	K	B	N	
<i>Epistylis plicatilis</i> EHRENBERG 1831	+	+	+	+	+	+	+	0-14'	-	-	
<i>Epistylis</i> sp.	+	+	-	-	-	-	-	0-14'	-	-	
<i>Euplotes affinis</i> (DUJARDIN 1841) KAHL 1932	+	+	+	+	+	+	+	0-1	-	-	
<i>Euplotes moebiusi</i> KAHL 1932	+	+	+	+	+	+	+	0-14	-	-	
<i>Gastronauta aloisi</i> nov. spec.	+	+	+	-	-	-	-	0-30	-	-	
<i>Glaucoma scintillans</i> EHRENBERG 1830	+	+	+	-	-	-	-	10-30	-	-	
<i>Holophrya discolor</i> EHRENBERG 1833	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Holophrya ovum</i> EHRENBERG 1831	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Litonotus cygnus</i> (MUELLER 1786, FOISSNER, BERGER, BLATTERER & KOHMANN 1995	-	-	-	-	-	-	+	10	-	-	
<i>Litonotus lamella</i> (MUELLER 1773) FOISSNER, BERGER, BLATTERER & KOHMANN 1995	-	-	-	-	-	-	+	14'	-	-	
<i>Litonotus varsaviensis</i> (WRZESNIEWSKI 1866) WRZESNIEWSKI 1870	-	-	-	-	-	+	+	0-1	-	-	
<i>Odontochlamys alpestris</i> FOISSNER 1981	+	+	-	-	-	-	-	0-1	-	-	
<i>Opercularia articulata</i> GOLDFUSS 1820	+	+	+	+	+	+	+	0-7	-	-	
<i>Opercularia asymmetrica</i> (BICZOK 1956) AESCHT & FOISSNER 1992	+	+	+	+	+	+	+	0-14'	-	-	
<i>Opercularia coarctata</i> (CLAPARÈDE & LACHMANN 1858) ROUX 1901	+	+	+	+	+	+	+	0-14'	-	-	
<i>Paramecium caudatum</i> EHRENBERG 1833	+	+	+	+	+	+	+	14-30	+	+	
<i>Parapodophrya soliformis</i> (LAUTERBORN 1908) KAHL 1931	-	-	-	-	-	-	-	0-1	+	+	
<i>Pseudourostyla cristata</i> (JERKA-DZIADOSZ 1964) BORROR 1972	-	-	-	-	-	-	+	0-90	-	-	
<i>Scyphidia rugosa</i> DUJARDIN 1841	+	-	-	-	-	-	-	0-1	-	-	
<i>Spirostomum minus</i> ROUX 1901	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
<i>Spirostomum teres</i> CLAPARÈDE & LACHMANN 1858	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
<i>Stentor coeruleus</i> (PALLAS 1766) EHRENBERG 1831	-	+	+	+	-	-	-	10-30	+	+	
<i>Stentor roeseli</i> EHRENBERG 1835	-	+	+	+	-	-	-	10-30	+	+	
<i>Sterkiella histriomuscorum</i> (FOISSNER, BERGER, BLATTERER & KOHMANN 1991) FOISSNER, BERGER, BLATTERER & KOHMANN 1991	-	+	+	+	+	+	+	3-30	-	-	
<i>Stylonychia pustulata</i> (MUELLER 1786) EHRENBERG 1835	-	-	-	-	-	+	+	4-30	-	-	
<i>Tetrahymena pyriformis</i> -Komplex	+	+	+	+	+	+	+	10-30	-	-	
<i>Tokophrya quadripartita</i> (CLAPARÈDE & LACHMANN 1859) BÜTSCHLI 1889	+	+	+	+	+	+	+	0-14 0-30'	+	+	
<i>Trithigmostoma cucullulus</i> (MUELLER 1786) JANKOWSKI 1967	+	+	+	-	-	-	-	0-14	+	+	
<i>Trithigmostoma srameki</i> FOISSNER 1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Vorticella convallaria</i> -Komplex	+	+	+	+	+	+	+	0-14	-	-	
<i>Vorticella octava</i> -Komplex	+	+	-	-	-	-	-	0-1	-	-	
<i>Zoothamnium procerius</i> KAHL 1935	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
Summe	25	30	26	22	20	19	17		13	19	

### 3.2. Beschreibung der Arten

#### 3.2.1. *Gastronauta aloisi* nov. spec. (Abb. 1-6; Tab. 4)

Ordnung Cytrophorida FAURÉ-FREMIET in CORLISS 1956

Familie Gastronautidae DEROUX 1994

Genus *Gastronauta* BÜTSCHLI 1889

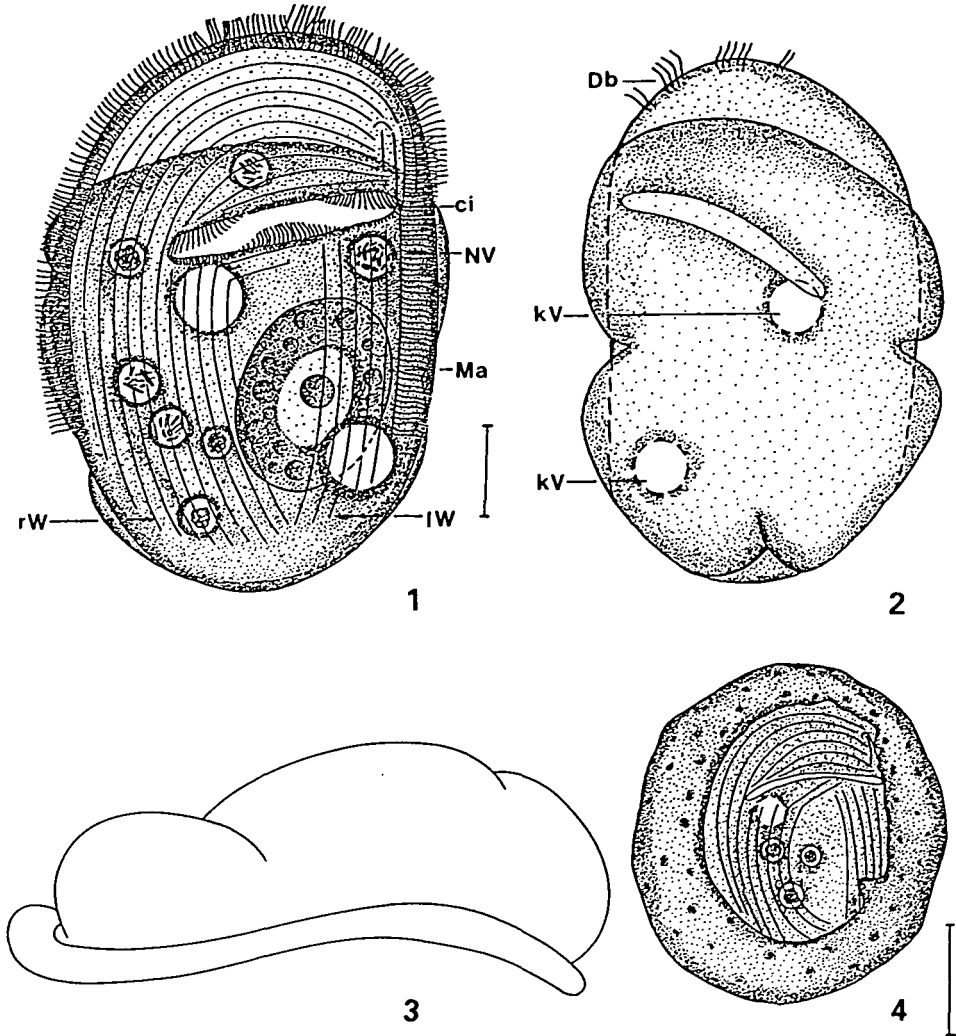


Abb. 1-4: *Gastronauta aloisi* nach Lebendbeobachtung. 1: Ventralansicht. 2: Dorsalansicht. 3: Lateralansicht. 4: Beginnende Encystierung. ci – circumorale Kinete; Db – Dorsalbürste; kV – kontraktile Vakuole; IW – linkes Wimpernfeld; Ma – Makronucleus; NV – Nahrungsvakuole; rW – rechtes Wimpernfeld. Maßstrich = 10  $\mu$ m.



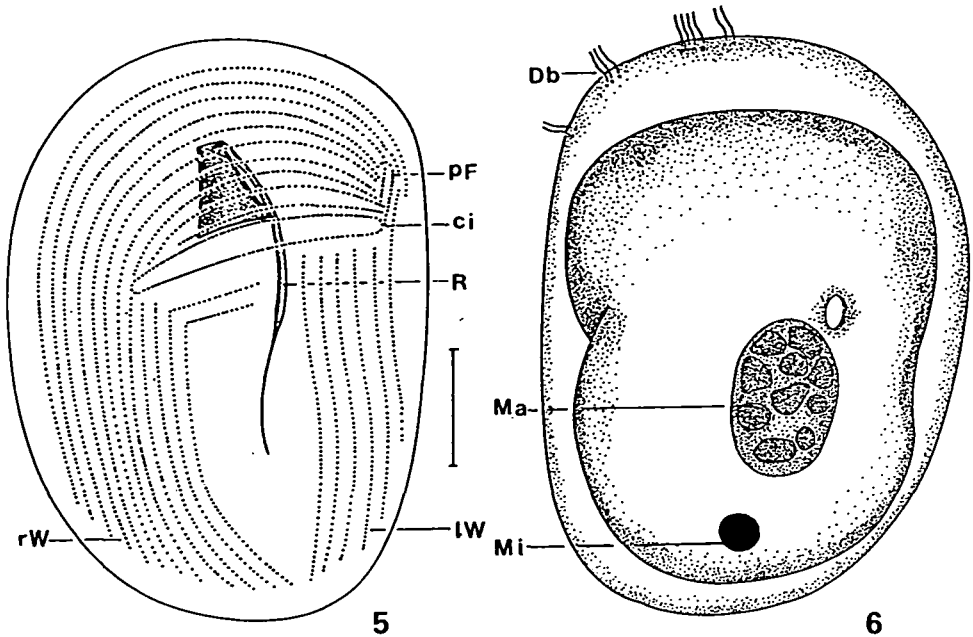


Abb. 5, 6: *Gastronauta aloisi* nach Protargolimpregnation. 5: Ventralansicht. 6: Dorsalansicht. ci – circumorale Kinetide; Db – Dorsalbürste; lW – linkes Wimpernfeld; Ma – Makronucleus; Mi – Mikronucleus; pF – praeorale Fragmente; R – Reuse; rW – rechtes Wimpernfeld. Maßstrich = 10  $\mu\text{m}$ .

**Diagnose:** In vivo 50-70 x 40  $\mu\text{m}$ . Körperform ellipsoid, mit wimpernfreiem postoralem Feld, 5-7 linken, 11-13 rechten und 2-4 praeoralen Kinetiden. Die zwei innersten Kinetiden des rechten postoralen Feldes biegen vorne nach links. Dorsalbürste am vorderen Rand in 3-5 Gruppen zu je 2-6 Cilien.

**Locus typicus:** Belebtschlamm der Kläranlage Asten bei Linz, Oberösterreich, Austria, N 48° 14', O 14° 24'.

**Dedikation:** Diese neue Art widme ich meinem Vater Alois Oberschmidleitner als Dank für die Unterstützung meines Studiums.

**Beschreibung:** Form breit ellipsoid, dorsoventral abgeflacht, rechte Seite stärker konvex als linke, akontraktile, aber sehr flexibel. Dorsalhöcker mit Furchen und Rillen. Ventralseite konkav, anterior flacher als posterior. Makronucleus in Körpermitte, ellipsoid mit Zentralkörper und hyaliner Region innen, Chromatin im Randbereich (in vivo und nach Protargolimpregnation erkennbar, Abb. 1). Zwei kontraktile Vakuolen, vordere hinter dem rechten Ende der Mundöffnung, hintere im posterioren Bereich des linken postoralen Feldes. Exkretionsporen mit Ölimmersion in vivo oder nach Protargolimpregnation erkennbar. Porus der vorderen kontraktilen Vakuole zwischen 2. und 3. innerer Kinetide des rechten postoralen Feldes, Porus der hinteren zwischen 3. und 4. innerer Kinetide des linken postoralen Feldes. Intervall zwischen zwei Kontraktionen bei vorderer Vakuole 17-22 Sek. ( $\bar{x}$  = 19, n = 6), bei hinterer 37-41 Sek. ( $\bar{x}$  = 39, n = 6).

Circumorale Wimperreihe schmal elliptisch, umfaßt deutlich mehr als die Hälfte der Körperbreite. Cilien bilden membranartige Struktur. Reuse trichterförmig, stark anteriad geneigt, biegt im vorderen Sechstel nach hinten (Abb. 5). Dorsal in vivo und nach Protargolimprägung zylinderartige Struktur erkennbar. Cytoplasma farblos. Bewegung langsam gleitend, thigmotaktisch. Encystiert unter Deckglasdruck innerhalb weniger Minuten.

Tab. 4: Morphometrische Daten von *Gastronauta aloisi* (obere Zeile) und *G. derouxi* (untere Zeile; aus BLATTERER & FOISSNER 1992). Alle Angaben basieren auf protargolimprägnierten Individuen. CV – Variationskoeffizient in %; M – Median; Max – Maximum; Min – Minimum; n – Anzahl der untersuchten Exemplare; SD – Standardabweichung (n-1); SE – Standardfehler;  $\bar{x}$  – arithmetisches Mittel. Messungen in  $\mu\text{m}$ .

Parameter	$\bar{x}$	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Körperlänge	45,3	46,2	5,1	1,2	11,2	36	53	18
	61,4	60,0	7,2	1,7	11,6	48	77	17
Körperbreite	34,7	33,6	3,8	0,9	10,9	29	47	18
	37,9	36,0	4,6	1,1	12,0	31	46	17
Abstand zwischen linkem und rechtem Wimperfeld	11,1	10,8	2,4	0,6	21,4	8	15	18
	8,3	8,0	1,4	0,4	17,5	6	11	17
Abstand vom anterioren Ende bis zur circumoralen Wimperreihe	14,7	14,4	1,4	0,3	9,9	12	17	18
	16,9	17,0	1,8	0,4	10,7	13	20	17
Länge der circumoralen Wimperreihe	22,7	22,5	2,1	0,5	9,3	19	27	18
	21,5	21,0	1,9	0,5	8,9	18	27	17
Breite der circumoralen Wimperreihe	2,4	2,4	0,2	0,1	10,3	2	3	18
	3,1	3,0	0,3	0,1	9,8	2	4	17
Länge des Makronucleus	14,6	14,7	2,4	0,6	16,1	12	20	18
	17,4	18,0	2,0	0,5	11,3	14	21	17
Breite des Makronucleus	9,3	9,3	1,3	0,3	13,7	7	12	18
	10,5	10,0	1,1	0,3	10,1	8	13	17
Länge des Mikronucleus	2,7	2,4	0,5	0,1	18,9	2	4	18
	3,3	3,5	0,3	0,1	10,0	3	4	17
Breite des Mikronucleus	2,6	2,4	0,4	0,1	15,9	2	4	18
	3,2	3,0	0,3	0,1	9,3	3	4	17
Anzahl der somatischen Kineten des rechten Wimperfeldes	12,2	12,0	0,5	0,1	4,1	11	13	18
	11,0	11,0	0,0	0,0	0,0	11	11	17
Anzahl der somatischen Kineten des linken Wimperfeldes	6,0	6,0	0,3	0,1	5,6	5	7	18
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der postoralen Kineten des rechten Wimperfeldes	5,2	5,0	0,5	0,1	9,7	4	6	18
	5,1	5,0	0,0	0,0	0,0	5	6	17
Anzahl der postoralen Kineten des linken Wimperfeldes	6,0	6,0	0,3	0,1	5,6	5	7	18
	5,1	5,0	0,0	0,0	0,0	5	6	17
Anzahl der praeoralen Kineten	3,1	3,0	0,5	0,1	14,7	2	4	18
	4,1	4,0	0,0	0,0	0,0	4	5	17
Anzahl der praeoralen vertikalen Fragmente	2,0	2,0	0,6	0,1	28,9	1	3	18
	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3	3	17
Anzahl der Dorsalbüstengruppen	3,6	3,0	0,7	0,2	19,3	3	5	18
	5,8	6,0	0,6	0,1	9,8	5	7	17
Anzahl der Cilien der Dorsalbürste	11,9	12,0	1,7	0,4	14,1	9	15	18
	13,5	13,0	1,2	0,3	8,8	12	16	17

Ventral 16-20 Kineten, postoral durch wimpernfrees Feld getrennt. Rechts der Kineten argyrophile Fibrillen (nur nach Protargolimprägung erkennbar). Äußerste Wimpernreihe des linken postoralen Feldes zieht an circumoraler Kineten vorbei und geht, durch eine Lücke getrennt, stets in zweitäußerste Reihe des rechten Feldes über. Rechtes postorales Feld mit 4-6 Kineten, von denen die zwei innersten am vorderen Ende nach links biegen. 6-7 äußere Kineten des rechten Wimpernfeldes ziehen an circumoraler Reihe vorbei und verlaufen parallel dem Vorderrand. Drei praeorale Reihen, deren Länge und Krümmungsgrad von vorne nach hinten abnimmt. Links oberhalb der circumoralen Wimpernreihe zwei vertikale Fragmente; äußeres Fragment beginnt am linken Rand der circumoralen Kineten und biegt vorne um inneres Fragment; vorderer nach rechts biegender Teil der äußeren Kineten scheint manchmal durch weit auseinanderliegende Basalkörper vom hinteren getrennt zu sein (nur nach Protargolimprägung erkennbar). Dorsalciliatur am linken vorderen Rand, aufgeteilt in 3-5 Gruppen mit je 2-6 Cilien.

**Vorkommen und Ökologie:** *Gastronauta aloisi* wurde am 24.10.1994, 7.11.1994 und 28.11.1994 in großer Abundanz im frischen Belebtschlamm der Kläranlage Asten gefunden und hielt sich auch gut in den Schlammkulturen. Eintrockneter Schlamm der Probe vom 7.11.94 wurde nach einer Woche Trocknung wiederbefeuchtet, worauf sich die Population bis zum nächsten Tag massenhaft entwickelte. Bei den späteren vier Probenahmen trat diese Art weder im frischen Belebtschlamm noch in den Kulturen auf.

**Artvergleich:** Die bisher gut bekannten Arten der Gattung *Gastronauta* wurden von BLATTERER & FOISSNER (1992) zusammenfassend dargestellt. Wichtige Artmerkmale sind die Anordnung der ventralen Kineten und die Struktur der Dorsalbürste. *Gastronauta aloisi* hat wie *G. membranaceus* BÜTSCHLI 1889 und *G. derouxi* BLATTERER & FOISSNER 1992 ein postorales wimpernfrees Feld. *Gastronauta clatratus* DEROUX 1976 ist von diesen durch ein vollständig bewimpertes postorales Feld abgegrenzt. Die neue Art unterscheidet sich von *G. membranaceus* und *G. derouxi* dadurch, daß zusätzlich die zweitinnerste Kineten des rechten postoralen Feldes am vorderen Ende nach links umknickt. Die Dorsalbürste ist bei *Gastronauta* in Gruppen oder kurze Wimpernreihen aufgeteilt. Sie besteht bei *G. aloisi* aus durchschnittlich 12 Cilien am Vorderrand, die 3-5 Gruppen mit je 2-6 Cilien bilden. Die Dorsalbürste von *G. derouxi* besteht hingegen aus 5-7 Gruppen. *Gastronauta membranaceus* hat dorsal zwei Wimpernreihen, eine vorne in der Medianen und eine knapp vor dem rechten Ende der circumoralen Wimpernreihe. Bei der von KAHL (1931) bearbeiteten *G. membranaceus* könnte es sich um *G. derouxi* oder um *G. aloisi* handeln, da er 4-5 zarte Dorsalbürsten am vorderen Rand erwähnt. Die Dorsalbürste von *G. clatratus* besteht aus 4 kurzen Reihen, wovon eine anterior, eine posterior und zwei in der Nähe des vorderen linken Randes liegen. Ökologisch ähnelt *G. aloisi* *G. membranaceus*, die im Süß- und Brackwasser vorkommt. MIHAILOWITSCH (1989) fand *G. membranaceus* in 11 Stichproben solebelasteter Fließgewässer mit einem Gehalt von 35-171 mg/l Chlorid und bezeichnete diese Art daher als mäßig salztolerant. *Gastronauta aloisi* wurde dagegen bei einem Chloridgehalt von 171-256 mg/l gefunden. *Gastronauta clatratus* kommt ebenfalls limnisch vor. *Gastronauta derouxi* wurde hingegen erstmals im Boden und in Moos gefunden (BLATTERER & FOISSNER 1992), später auch in einem Fließgewässer, wo sie vermutlich eingeschwemmt wurde (BLATTERER 1994).

NIE & HO (1943) beschrieben *G. fontzoui* von den Kiemen der Süßwassergarnelen *Palaemon nipponensis* und geben eine Größe von 91,5-117,5 x 52-62,2 µm, 6-7 linke und 19-21 rechte ventrale Kineten, sowie eine Cytostombbreite von 40 µm an. Die von ALEKPEROV (1993) im Boden des St. Petersburg Parks in Russland gefundene *G. membranaceus* ist vielleicht eine eigene Art, da er für die Individuen seiner Population mit 180-250 µm Größe, 7 linken und 14 rechten ventralen Kineten angibt.

### 3.2.2. *Pseudourostyla cristata* (JERKA-DZIADOSZ 1964) BORROR 1972 (Abb. 7-18, Tab. 5)

Ordnung Stichotrichida FAURÉ-FREMIET 1961

Familie Pseudourostylidae JANKOWSKI 1979

Gattung *Pseudourostyla* BORROR 1972

1964 *Urostyla cristata* JERKA-DZIADOSZ, Acta Protozool. 2: 123.

1972 *Pseudourostyla cristata* (JERKA-DZIADOSZ 1964) – BORROR, Acta Protozool. 19: 11  
(Errichtung der neuen Gattung mit *P. cristata* als Typusart).

1973 *Pseudourostyla levis* TAKAHASHI, J. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B. 24: 145 (neues Synonym).

1988 *Pseudourostyla levis* TAKAHASHI, J. Protozool. 35: 142 (Morphogenese).

1992 *Pseudourostyla cristata* (JERKA-DZIADOSZ 1964) – EIGNER & FOISSNER, Europ. J. Protistol. 28: 467 (morphometrische Charakterisierung der Typuspopulation).

**Verbesserte Diagnose** (nach Literaturangaben und eigenen Beobachtungen): In vivo 220-450 x 60-180 µm. Zahlreiche 3-5 µm lange, sehr dünne pfeilförmige Trichocysten. 1-2 Buccalcirren. Zwei Frontalcirrenreihen in Form einer Bicornona, obere Reihe etwa 12, untere Reihe etwa 10 Cirren. Midventralreihen aus 17-26 Paaren, beiderseits davon je 4-7 Marginalreihen. Etwa 50 Makronucleus-Teile und 8 Dorsalkineten.

**Beschreibung der Population von Asten:** In vivo 221-324 µm ( $\bar{x}$  = 283,2; M = 286,7; SD = 29,1; SE = 6,5; CV = 10,3; n = 20) x 59-147 µm ( $\bar{x}$  = 87,2; M = 87; SD = 19,2; SE = 4,2; CV = 21,9; n = 20). Gestalt ellipsoid, rechter Rand leicht konvex, linker meist sigmoid, selten gerade, manchmal leicht cephalisiert. Dorsoventral etwa 2:1 abgeflacht, flexibel. Makronucleus-Teile und Mikronuclei ellipsoid, unregelmäßig im Cytoplasma verteilt. Kontraktile Vakuole am linken Körperrand, etwas vor Körpermitte, mit 2 Zuführungskanälen, vorderer oft kürzer als hinterer. Unter der Pellicula etwa 4 µm dicke hyaline Schicht mit zahlreichen Extrusomen (Abb. 7). Ruhende Extrusome 3-5 µm lang, in Seitenansicht pfeilförmig (Abb. 12), in Aufsicht kreisförmig mit zentralem Punkt (Stiel) (Abb. 14, 18), vereinzelt auch im Cytoplasma. Unvollständig ausgeschleuderte Extrusome 4-10 µm lang, mit 1,5-2 µm großen tropfenförmigen Köpfchen distal und verlängertem Stiel proximal (Abb. 15). Vollständig ausgeschleuderte Extrusome fadenförmig, bis 25 µm lang, mit langem dicken und kurzem dünnen Teil (Abb. 16, 17), können dichten Saum um die Zelle bilden. Cytoplasma farblos, mit vielen Nahrungsvakuolen und 5-40 µm großen fettig glänzenden Kugeln. Ernährt sich von Testaceen, Ciliaten (*Tetrahymena pyriformis*, *Sterkiella histriomuscorum*), Pilzhyphen, Phytoflagellaten und Bakterien. Bewegung zügig gleitend oder freischwimmend, um Längsachse drehend.

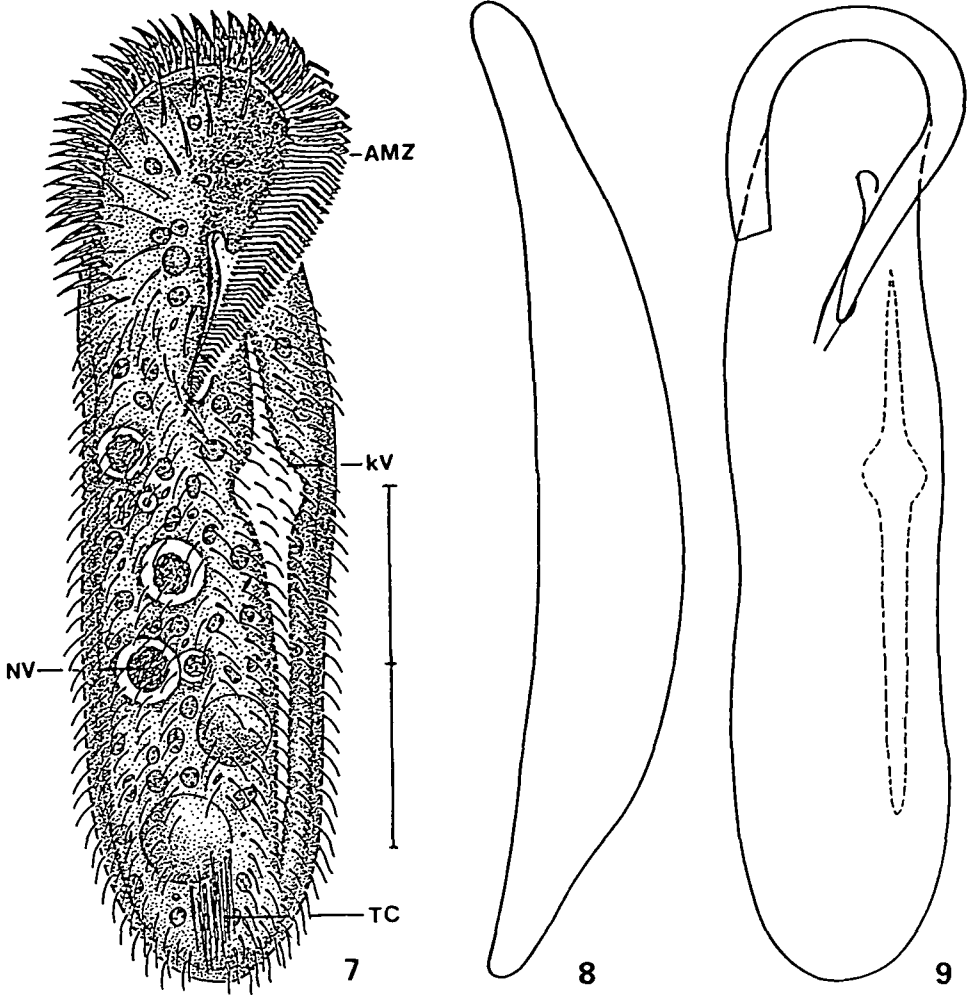


Abb. 7-9: *Pseudourostyla cristata* nach Lebendbeobachtung. 7: Ventralansicht. 8: Lateralansicht. 9: Gestaltvariante. AMZ – adorale Membranellenzone; kV – kontraktile Vakuole; NV – Nahrungsvakuole; TC – Transversalcirren. Teilung des Maßstrichs = 50  $\mu$ m.

Adorale Membranellenzone etwa 40% der Körperlänge, greift bis in Höhe der Frontoterminalcirren nach rechts über. Längste Basen 15  $\mu$ m, Cilien der adoralen Membranellen etwa 12  $\mu$ m. Buccalhöhle sehr schmal, rechts von unscheinbarer Lippe begrenzt. 1-2 Buccalcirren, hinterer meist größer, inserieren in Höhe der Überkreuzung von par- und endoraler Membran. Frontalcirren in Form einer Bicornia angeordnet, obere Reihe meist um zwei Cirren länger. Zwei Frontoterminalcirren zwischen posteriorem Ende der oberen Frontalcirrenreihe und anteriorem Ende der rechten Midventralreihe (Abb. 10). Rechte Midventralreihe endet anterior etwa in Höhe des



Tab. 5: Fortsetzung

Parameter	$\bar{x}$	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Anzahl der linken Frontalcirren	9,9	10,0	1,3	0,3	13,3	8	12	24
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der rechten Frontal- und Midventralcirren	34,0	35,0	2,7	0,6	8,0	28	38	24
	34,5	35,0	5,1	1,8	14,9	27	44	8
Anzahl der linken Frontal- und Midventralcirren	31,4	32,0	2,8	0,6	9,1	25	35	24
	31,6	31,0	4,9	1,6	15,6	25	41	9
Anzahl der Cirrenpaare in der Midventralreihe	21,5	22,0	2,4	0,5	11,0	17	26	24
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der Reihen rechts der Midventralreihe	4,4	4,0	0,5	0,1	11,2	4	5	23
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der Reihen links der Midventralreihe	5,1	5,0	0,5	0,1	10,4	4	6	23
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der Cirren der äußersten rechten Marginalreihe	28,0	28,0	8,5	1,8	30,5	15	42	22
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der Cirren der innersten rechten Marginalreihe	26,9	30	6,8	1,4	25,3	10	36	23
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der Cirren der äußersten linken Marginalreihe	8,3	6,0	5,2	1,1	63,2	2	20	23
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der Cirren der innersten linken Marginalreihe	34,3	34,0	2,9	0,6	8,4	29	40	23
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der Ventralcirren	3,0	3,0	0,6	0,1	19,2	2	4	24
	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der Transversalcirren	7,6	7,5	1,4	0,3	18,9	5	10	24
	9,7	10,0	1,6	0,3	16,1	6	12	21

Beobachtungen zum Ausschleudern der Extrusome: Die Extrusome explodieren nach Behandlung mit Methylgrün-Pyronin, Hämatoxilin, nach Fixierung mit Sublimat-Formalin Gemisch und nach plötzlichem starken Deckglasdruck. Dabei verlängert sich der Stiel und wird breiter. Distal bildet sich ein tropfenförmiges Köpfchen, das die Pellicula durchstößt. Bei unvollständig ausgestoßenen Extrusomen erkennt man oft die Köpfchen noch unterhalb der Pellicula, die Stiele bleiben in der Zelle verankert. Dieses Stadium ist besonders gut an protargol-imprägnierten Zellen, die mit Sublimat-Formalin Gemisch fixiert wurden, zu beobachten. Bei Behandlung mit Methylgrün-Pyronin und Hämatoxilin explodieren die Extrusome vollständig.

Vorkommen und Ökologie: *Pseudourostyla cristata* wurde von JERKA-DZIADOSZ (1964) in einem Tümpel bei Krolikarnia (Typuspopulation), einem Teich in Sadyba und im Fluß Jeziorka in Polen gefunden. Weitere Fundorte sind Reisfelder bei Hiroshima (TAKAHASHI 1973), der Teich des Nara Saho Women's College (SUGANUMA 1973) in Japan und der See Montezuma's Well im Norden von Arizona, USA (GRIM & MANGANARO 1985). Unsere Population entwickelte sich in einer

Kultur mit unverdünntem Belebtschlamm aus Asten, der nach der Probenahme drei Tage lang belüftet worden war. BLATTERER (persönliche Mitteilung) fand *P. cristata*, wenn auch wenig frequent, im Sediment, Aufwuchs und in Moosen oberösterreichischer Flüsse.

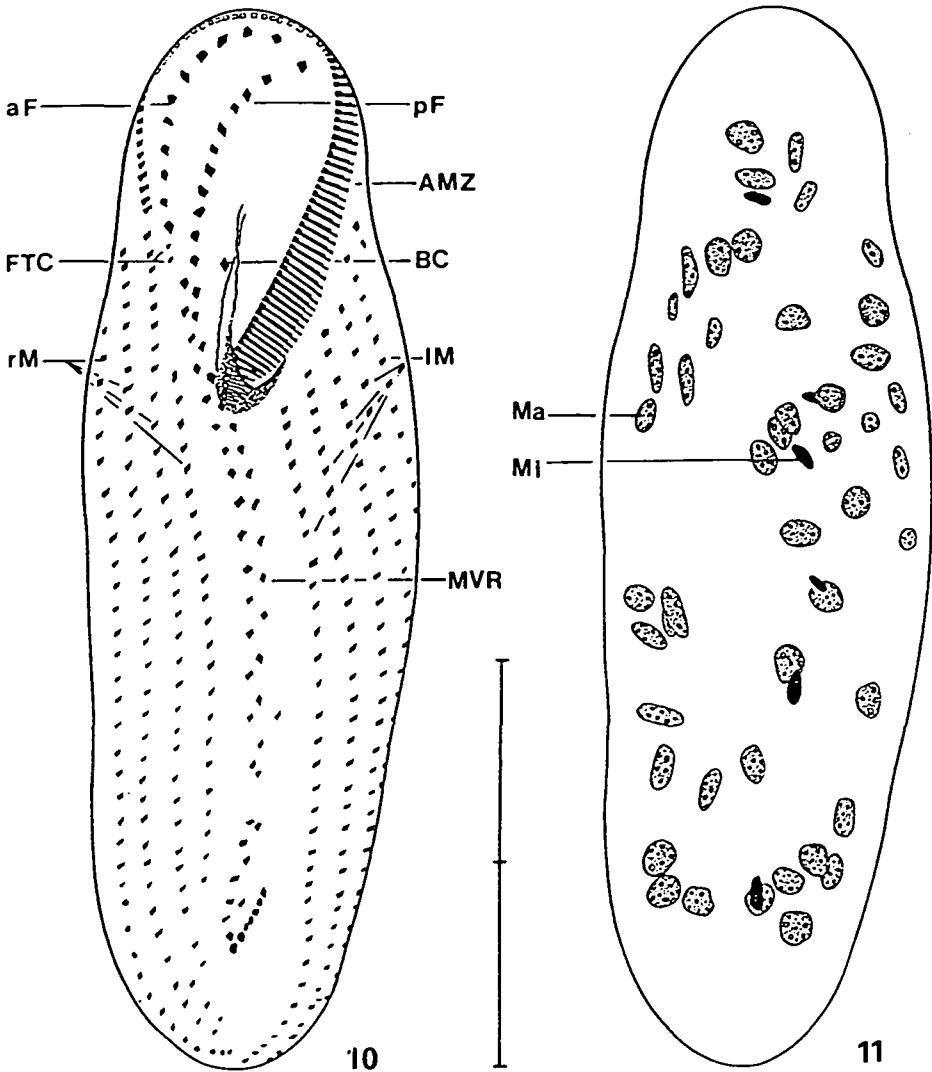


Abb. 10, 11: *Pseudourostyla cristata* nach Protargolimprägnation. 10: Ventralansicht. 11: Anordnung der Macronuclei. aF – Obere Frontalcirrenreihe; AMZ – adorale Membranellenzone; BC – Buccalcirren; FTC – Frontoterminalcirren; IM – linke Marginalreihen; Ma – Makronucleus; Mi – Mikronucleus; MVR – Midventralreihen; pF – untere Frontalcirrenreihe; rM – rechte Marginalreihen. Teilung des Maßstrichs = 50  $\mu$ m.



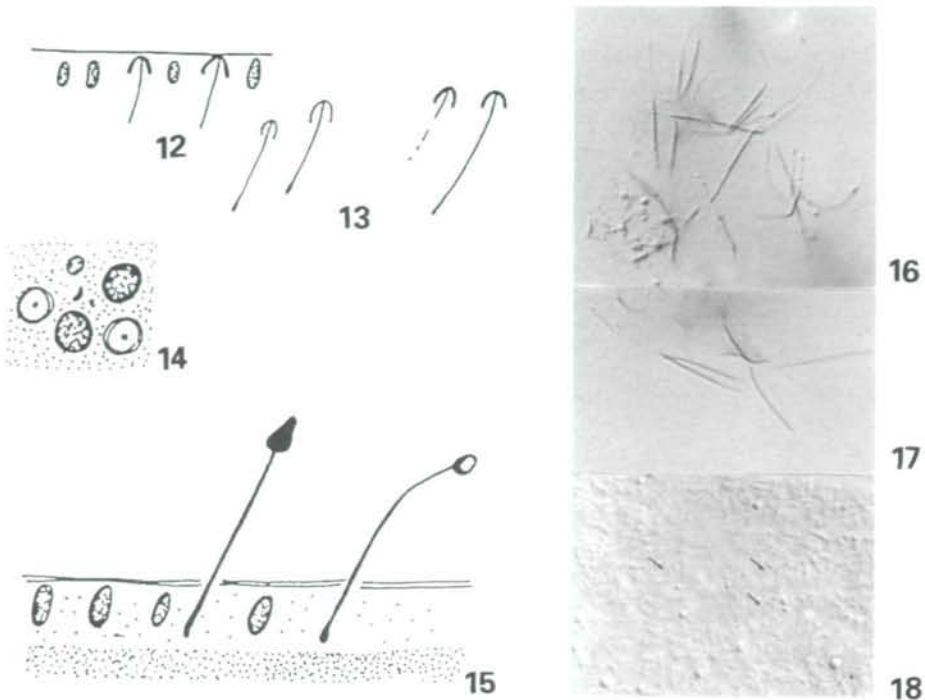


Abb. 12-18: Extrusome von *Pseudourostyla cristata* nach Lebendbeobachtung (12, 14, 18) und nach Methylgrün-Pyronin Färbung (13, 15-17). 12: Lage der ruhenden Extrusome unter der Pellicula. 13: Extrusome mit verlängertem Stiel in Seitenansicht. 14, 18: Ruhende Extrusome in Aufsicht. 15: Lateralansicht unvollständig ausgestoßener Extrusome. 16-17: Seitenansicht vollständig ausgestoßener Extrusome.

**Artvergleich:** Unsere Beobachtungen stimmen weitgehend mit jenen der Originalbeschreibung von JERKA-DZIADOSZ (1964) überein. Unterschiede finden sich in der Körpergröße und der Anzahl der ventralen Cirrenreihen.

JERKA-DZIADOSZ beschreibt *P. cristata* als 300-450 x 120-180 µm groß und mit je sieben Cirrenreihen beiderseits der Midventralreihen. Manche Fotografien von JERKA-DZIADOSZ zeigen jedoch Zellen mit weniger als 7 Reihen (JERKA-DZIADOSZ 1968, Abb. 5; JERKA-DZIADOSZ 1972, Abb. 1, 3, 4). EIGNER & FOISSNER (1992), die die Typuspopulation nachträglich morphometrisch untersuchten, machen zwar keine Angaben über die Anzahl der ventralen Cirrenreihen, ihre Messungen der Körpergröße sind jedoch mit jenen unserer Population nahezu ident (Tab. 5). BORROR zeichnet, ohne eigene Daten hinzuzufügen, *P. cristata* einerseits mit 6 linken und 5 rechten (BORROR 1972), andererseits mit je 4 linken und rechten Marginalreihen (BORROR 1979). GRIM & MANGANARO (1985) geben für Ihre Population, die sie licht- und elektronenmikroskopisch untersuchten, eine Länge von 200-300 µm, sowie 4-6 linke und 4 rechte Reihen an.

TAKAHASHI (1973) beschrieb *P. levis* als 150-300 x 25-100 µm groß, mit 4 rechten und 5 linken Cirrenreihen und trennte sie wegen der Körpergröße und der Anzahl der ventralen Cirrenreihen von *P. cristata* ab. Die Angaben von TAKAHASHI decken sich jedoch mit den Medianen unserer Population und fallen in den Variationsbereich der bisher bekannten Stämme von *P. cristata*. Darüberhinaus stellt er keine wesentlichen Unterschiede in der Morphogenese beider Arten fest (TAKAHASHI 1988), wir synonymisieren deshalb *P. levis* mit *P. cristata*.

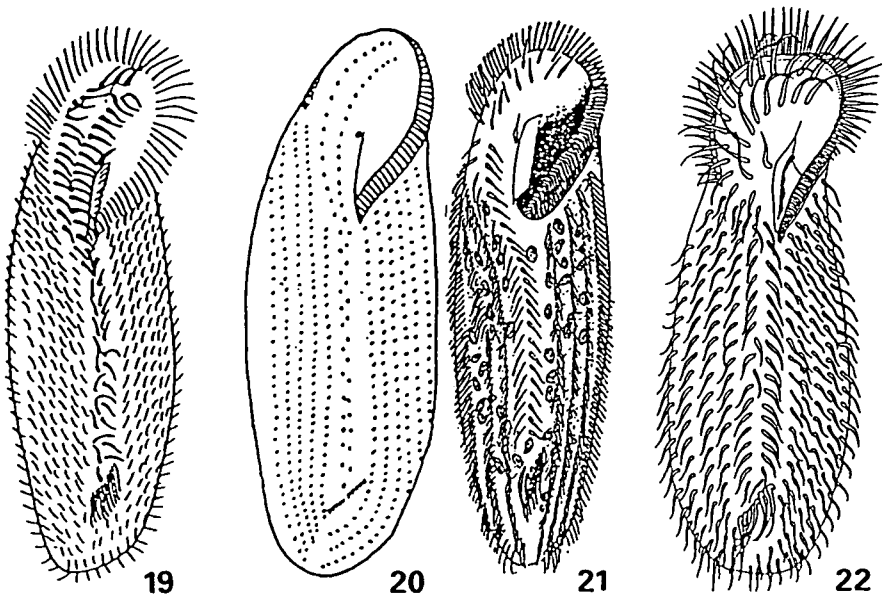


Abb. 19-22: *Pseudourostyla cristata* (19: aus JERKA-DZIADOSZ 1964; 20: aus BORROR 1972; 21: aus BORROR & WICKLOW 1983; 22: aus TAKAHASHI 1973).

Die nunmehr zweite Art der Gattung, *P. franzi* FOISSNER 1987 hat 200-300 Makronucleus-Teile, 7-9 rechte und 8-9 linke Marginalreihen sowie 4 Dorsalkineten und kann daher eindeutig von *P. cristata* getrennt werden.

Die Trichocysten von *P. cristata* nehmen eine Sonderstellung ein (HAUSMANN 1978) und wurden vermutlich wegen ihrer feinen Konturen bei früheren Lebenduntersuchungen übersehen. In protargolimprägnierten Individuen sind sie jedoch sehr auffällig, was schon JERKA-DZIADOSZ (1964), nicht aber TAKAHASHI (1973) feststellte. Auch FOISSNER (persönliche Mitteilung) fand die Extrusome nicht immer angefärbt. Spätere Autoren (SUGANUMA 1973; GRIM & MANGANARO 1985) führten leider keine Lebenduntersuchung durch, sondern beschrieben lediglich die Feinstruktur. Über den Explosionsvorgang gab es bisher keine Beobachtungen.

### 3.2.3. *Diaxonella trimarginata* JANKOWSKI 1979 (Abb. 23-32, Tab. 6)

Ordnung Stichotrichida FAURE-FREMIET 1961

Familie Holostichidae FAURE-FREMIET 1961

Gattung *Diaxonella* JANKOWSKI 1979

1972 *Keronopsis rubra* EHRENBERG 1838 – JERKA-DZIADOSZ & JANUS, Acta Protozool. 10: 249  
(Fehlbestimmung, Beschreibung der Morphologie und Morphogenese).

1979 *Diaxonella trimarginata* JANKOWSKI, Acad. Nauk. SSSR, Zool. Inst. Trudy 86: 83  
(kombinierender Autor).

1983 *Holosticha polystilata* BORROR & WICKLOW, Acta Protozool. 22: 112 (neues Synonym).

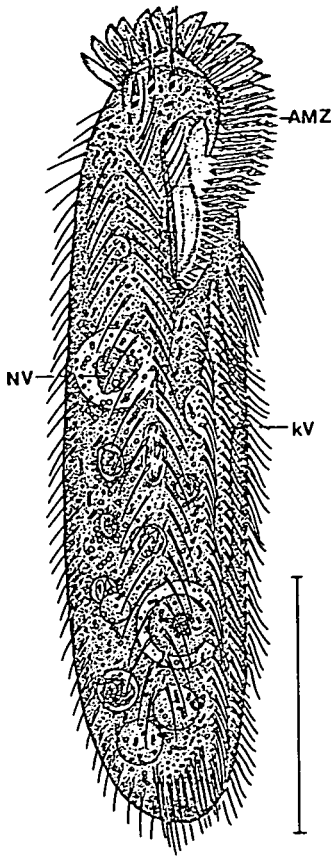
1987 *Trichototaxis* sp. WIRNSBERGER, LARSEN & UHLIG, Europ. J. Protistol. 23: 86 (Einordnung in  
*Trichototaxis* aufgrund zweier linker Marginalreihen).

1991 *Pseudokeronopsis trisinestra* DRAGESCO & DRAGESCO-KERNÉIS, Europ. J. Protistol. 26: 230  
(neues Synonym).

**Verbesserte Gattungsdiagnose:** Holostichidae mit drei verstärkten Frontalcirren, einer Buccalcirrenreihe, einer Parabuccalcirrenreihe. Eine rechte und mehr als eine linke Marginalreihe. Frontoterminal- und Transversalcirren vorhanden.

**Verbesserte Artdiagnose:** In vivo 120-180 x 30-70 µm, mit auffallenden goldgelben corticalen Granula und diffus roter Plasmafärbung. 1 Buccal- und 1 Parabuccalcirrenreihe, 1 rechte und 2-4 linke Marginalreihen. Etwa 150 Makronucleus-Teile und 3-4 Dorsalkineten.

**Wiederbeschreibung:** Gestalt oblong, rechter Rand meist konvex, linker gerade. Vorne etwas weniger breit gerundet als hinten, dorsoventral 2:1 abgeflacht, sehr flexibel. Makronucleusteile zahlreich, kugelig bis ellipsoid, mit kugeligen Chromatinkörpern. Mikronuclei ellipsoid, unregelmäßig im Cytoplasma verteilt (Abb. 28). Buccalhöhle groß und tief, erscheint hell, rechts von breiter Lippe begrenzt. Parorale und endorale Membran aus 2 Kineten, vorne stark nach links gebogen. Pharynxfibrillen in vivo erkennbar, reichen bis in hintere Körperhälfte. Kontraktile Vakuole am linken Körperperrand, mit zwei Zuführungskanälen. 0,5-1,5 µm große, auffallende goldgelbe, corticale Granula, ventral zwischen den Cirrenreihen, lateral und dorsal über gesamte Oberfläche in kurzen Reihen oder unregelmäßig verteilt. Dazwischen kleinere, im Hellfeld rot, im Interferenzkontrast jedoch gelb erscheinende Granula. Granula färben sich mit Methylgrün-Pyronin intensiv purpurrot, explodieren jedoch nicht. Cytoplasma je nach Ernährungszustand unterschiedlich stark rot gefärbt. Gut genährte Individuen intensiv rot gefärbt, mit vielen Nahrungsvakuolen und 5-25 µm großen fettig glänzenden Kugeln. Hungernde Individuen blass und transparent, goldgelbe Färbung der Granula bleibt jedoch erhalten. Ernährt sich von Testaceen (*Arcella* sp.), Ciliaten (*Sterkiella histriomuscorum*, *Tetrahymena pyriformis*), Phytoflagellaten und Bakterien. Bewegung rastlos, rasch gleitend oder freischwimmend, sich um Längsachse drehend.



23

Abb. 23: *Diaxonella trimarginata* nach Lebendbeobachtung. AMZ – adorale Membranellenzone; kV – kontraktile Vakuole; NV – Nahrungsvakuole. Maßstrich = 50  $\mu\text{m}$ .

Adorale Membranellenzone 40% der Körperlänge, greift bis in Höhe der Frontalcirren nach rechts über. Adorale Membranellen kräftig, Cilien etwa 15  $\mu\text{m}$  lang. 5-7 Buccalcirren, rechts davon 4-6 Parabuccalcirren. 3 verstärkte Frontalcirren, etwa 12  $\mu\text{m}$  lang. 2-3 Frontoterminalcirren, in gleicher Höhe wie Frontalcirren. Midventralreihen vom anterioren Ende der Parabuccalcirrenreihe bis vor Transversalcirren. 1 rechte Marginalreihe, mit etwa 9  $\mu\text{m}$  langen Cirren, greift vorne nach dorsal über, setzt sich als stark verkürzte Dorsalkinete fort, endet posterior in der Medianen. 3-4 linke Marginalreihen, äußerste meist verkürzt. Transversalcirren 15  $\mu\text{m}$  lang, überragen hinteren Körperperrand, stark schräg angeordnet. Dorsalcilien in vivo 3-4  $\mu\text{m}$ , meist in drei langen Reihen angeordnet.

Vorkommen und Ökologie: JERKA-DZIADOSZ & JANUS (1972) fanden diese Art im Sommer 1970 in einem Teich bei Sadyba in Warschau und im Frühling 1971 in dem Fluß Jeziorka in der Nähe von Warschau, Polen. BORROR & WICKLOW (1983) beschrieben sie aus einem mit alkalischem Mergel versetzten Schlamm eines Teiches im Lloyd-Cornell Reservat, Mc Lean, New York, USA

und aus einem Süßwasseraquarium in Durham, New Hampshire, USA. Wir entdeckten diese Art zusammen mit *Pseudourostyla cristata* in einer nach der Probenahme drei Tage lang belüfteten Belebtschlammkultur aus Asten. BLATTERER (persönliche Mitteilung) fand sie, wenn auch wenig frequent, im Sediment, im Aufwuchs und in Moosen oberösterreichischer Flüsse, wobei die relative Häufigkeit in Sedimentproben höher war. Von FOISSNER et al. (1995) wird die Art nicht als Indikator eingestuft, jedoch als Anzeiger für oligosaprobe Verhältnisse vorgeschlagen, was auch auf den Fund von DRAGESCO & DRAGESCO-KERNÉIS (1991) im Tanganyika See paßt.

Tab. 6: Morphometrische Daten von *Diaxonella trimarginata*. Alle Angaben basieren auf protargolimprägnierten Individuen. CV – Variationskoeffizient in %; M – Median; Max – Maximum; Min – Minimum; n – Anzahl der untersuchten Exemplare; SD – Standardabweichung (n-1); SE – Standardfehler;  $\bar{x}$  – arithmetisches Mittel. Messungen in  $\mu\text{m}$ .

Parameter	$\bar{x}$	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Körperlänge	153,6	150	27,0	6,2	17,6	93	198	19
Körperbreite	55,0	56	10,9	2,5	19,8	33	71	19
Länge der adoralen Membranellen	57,3	56	8,9	2,0	15,5	40	76	19
Länge eines Makronucleusteils	4,7	5	1,5	0,3	32,0	2	9	19
Breite eines Makronucleusteils	2,9	3	0,9	0,2	30,1	2	5	19
Breite eines Mikronucleus	2,5	2	0,8	0,2	30,7	2	4	11
Anzahl der adoralen Membranellen	35,9	36	2,7	0,6	7,4	31	40	19
Anzahl der Makronucleusteile	143,6	150	24,6	5,6	17,1	110	185	19
Anzahl der Mikronuclei	5,3	5	1,1	0,3	20,0	4	7	11
Anzahl der Frontalcirren	2,7	3	0,5	0,1	17,3	2	3	19
Anzahl der Buccalcirren	5,8	6	0,5	0,1	9,0	5	7	19
Anzahl der Parabuccalcirren	5,1	5	0,7	0,2	13,6	4	6	19
Anzahl der Frontoterminalcirren	2,2	2	0,4	0,1	16,9	2	3	19
Anzahl der Cirrenpaare in der Midventralreihe	23,1	24	2,3	0,5	10,1	18	27	19
Anzahl der Cirren der rechten Marginalreihe	44,8	45	5,0	1,1	11,1	34	54	19
Anzahl der linken Marginalreihen	3,8	4	0,4	0,1	10,8	3	4	19
Anzahl der Cirren der ersten linken Marginalreihe	30,7	31	3,2	0,7	10,4	24	36	19
Anzahl der Cirren der zweiten linken Marginalreihe	27,0	27	2,1	0,6	7,7	24	31	12
Anzahl der Cirren der dritten linken Marginalreihe	21,2	21	1,8	0,5	8,6	17	24	12
Anzahl der Cirren der vierten linken Marginalreihe	6,5	6	4,7	1,4	72,3	0	13	12
Anzahl der Ventralcirren	3,1	3	0,3	0,1	9,9	3	4	19
Anzahl der Transversalcirren	7,3	7	0,7	0,2	10,0	6	9	19
Anzahl der Dorsalcilienreihen	3,2	3	0,4	0,1	12,2	3	4	16

Artvergleich und systematische Stellung: JERKA-DZIADOSZ & JANUS (1972) beschrieben erstmals die Morphologie und Morphogenese dieser Art und bestimmten sie als *Keronopsis rubra* EHRENBERG 1838. JANKOWSKI (1979) untersuchte diese Art offensichtlich nicht selbst, da er keine neuen Daten hinzufügte. Aufgrund der 2-3 linken Marginalreihen errichtete er für *Keronopsis rubra* sensu JERKA-DZIADOSZ & JANUS (1972) die neue Gattung und Art *Diaxonella trimarginata*. BORROR & WICKLOW (1983) synonymisierten die Art von JERKA-DZIADOSZ & JANUS (1972) mit der von ihnen neu errichteten *Holosticha polystilata*. DRAGESCO & DRAGESCO-KERNÉIS (1991) beschrieben dieselbe Art als *Pseudokeronopsis trisinestra* neu. Unsere Population paßt sehr gut auf diese drei Beschreibungen, Unterschiede existieren lediglich in der Anzahl der linken Marginalreihen. JERKA-DZIADOSZ & JANUS (1972) und BORROR & WICKLOW (1983) zählten 2-3 linke Marginalreihen.

*Pseudokeronopsis trisinestra* weist wie die Individuen unserer Population zusätzlich eine verkürzte vierte linke Marginalreihen auf. Die Anzahl der linken Marginalreihen würde zwar gut zu *Trichototaxis* STOKES 1891 passen, jedoch sprechen die drei verstärkten Frontalcirren und die Parabuccalcirrenreihe dem entgegen. STOKES (1891) gibt bei der Gattungsdiagnose von *Trichototaxis* die Frontalcirren „in two curved, sub-parallel series“ an, was auf eine Bicornia deuten würde, und KAHL (1932) gibt für die Typusart *Trichototaxis stagnatilis* STOKES 1891 (Abb. 32): „Frontalcirren, nicht von den Frontalreihen differenziert“ an. Da *Keronopsis rubra* sensu JERKA-DZIADOSZ & JANUS (1972) jedoch verstärkte Frontalcirren aufweist, und keine Frontalreihen im Form einer Bicornia hat, gehört diese Art nicht in die Gattung *Trichototaxis*, wie WIRNSBERGER et al. (1987) vorschlugen. Eine Zuordnung zu *Holosticha* erscheint uns ebenfalls nicht gerechtfertigt, da außer BORROR & WICKLOW (1983) niemand eine Art dieser Gattung mit mehr als einer linken Marginalreihe gemeldet hat. Die Parabuccalcirrenreihe und die 2-4 linken Marginalreihen sprechen auch gegen eine Zugehörigkeit zu *Pseudokeronopsis*, da diese Gattung Frontalcirren in Form einer Bicornia und nur eine linke Marginalreihe hat. Aufgrund der hier angeführten Unterschiede bekräftigen wir die Gattung *Diaxonella* JANKOWSKI 1979. Demnach erachten wir *Holosticha polystilata* BORROR & WICKLOW 1983 und *Pseudokeronopsis trisinestra* DRAGESCO & DRAGESCO-KERNÉIS 1991 als Synonyme von *Diaxonella trimarginata*.

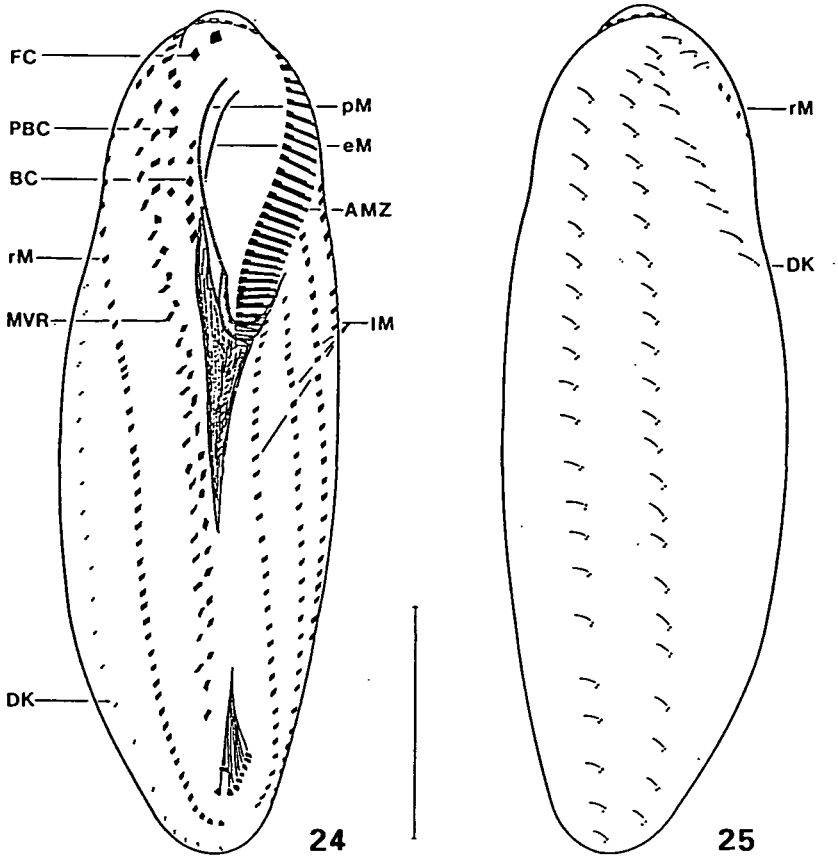


Abb. 24, 25: *Diaxonella trimarginata* nach Protargolimprägung. 24: Ventralansicht. 25: Dorsalansicht. AMZ – adorale Membranellenzone; BC – Buccalcirrenreihe; DK – Dorsalkinete; eM – endorale Membran; FC – Frontalcirren; IM – linke Marginalreihen; MVR – Midventralreihen; PBC – Parabuccalcirrenreihe; pM – parorale Membran; rM – rechte Marginalreihe. Maßstrich = 50  $\mu$ m.

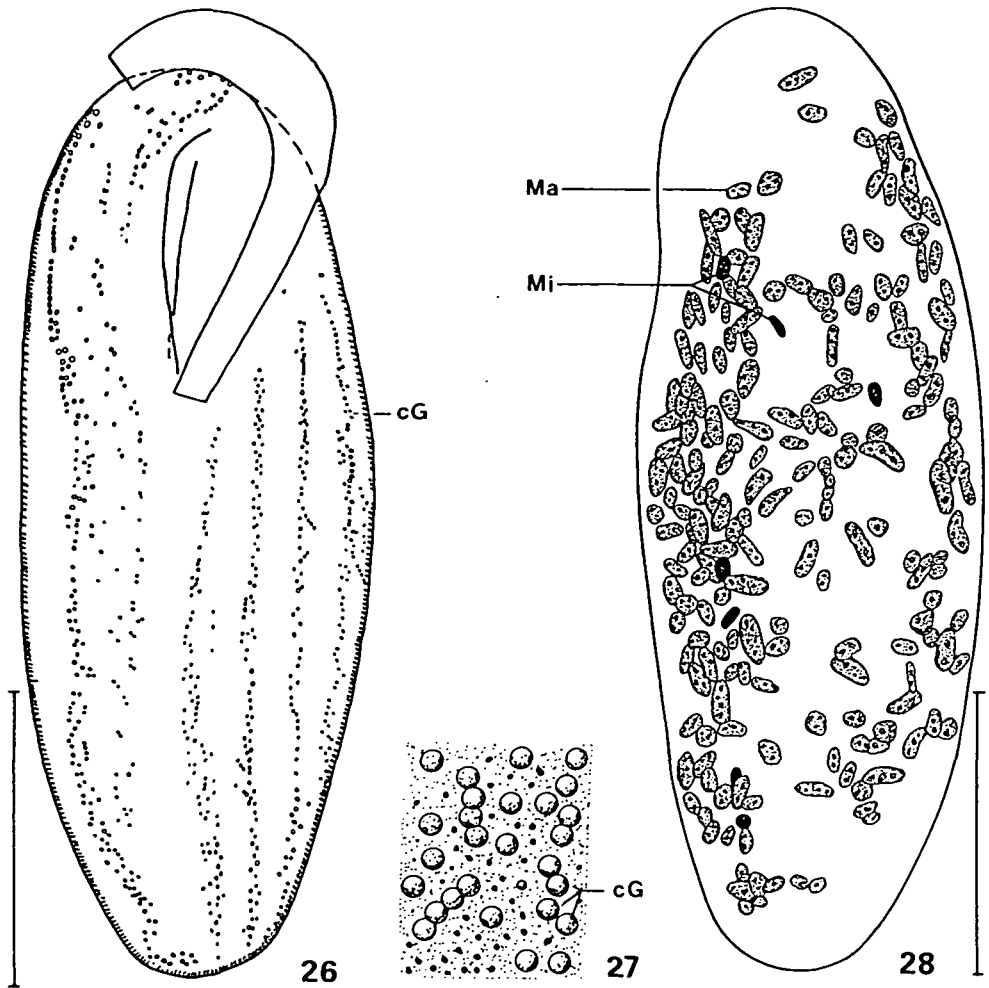


Abb. 26-28: *Diaxonella trimarginata* nach Protargolimprägung. 26: Anordnung der subpelliculären Granula auf der Ventralseite. 27: Detail der Pellicula mit subpelliculären Granula. 28: Anordnung der Makro- und Mikronucleusteile. cG – corticale Granula Ma – Makronucleus; Mi – Mikronucleus. Maßstrich = 50  $\mu\text{m}$ .



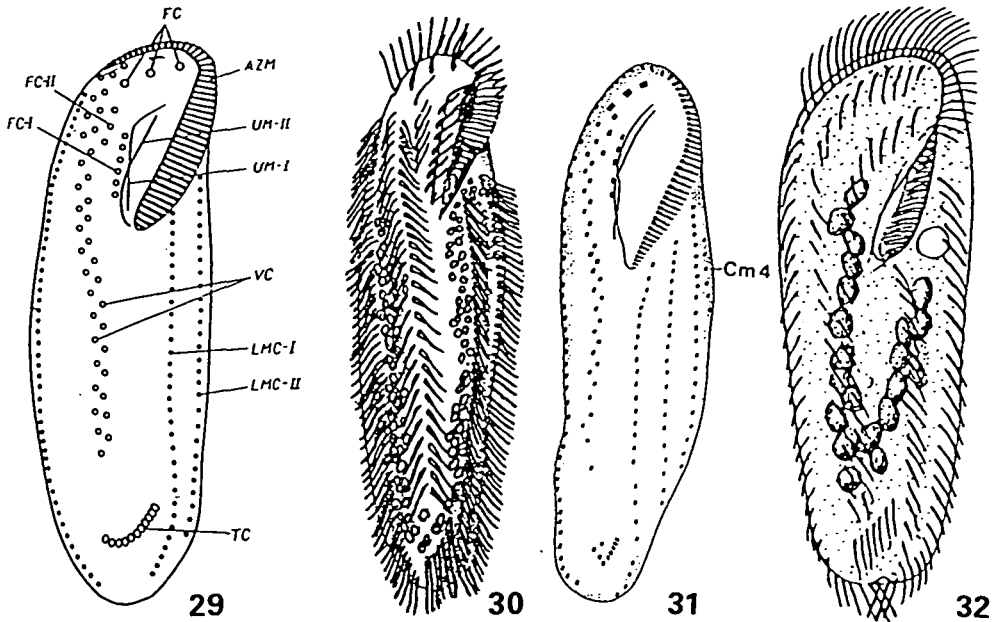


Abb. 29-32: *Diaxonella trimarginata* (29: aus JERKA-DZIADOSZ & JANUS 1972; 30: aus BORROR & WICKLOW 1983, Synonym *Holosticha polystilata*; 31: aus DRAGESCO & DRAGESCO-KERNÉIS 1991, Synonym *Pseudokeronopsis trisinestra*) und *Trichototaxis stagnatilis* (32: aus STOKES 1891). AZM – adorale Membranellzone; Cm4 – äußerste linke Marginalreihe; FC – Frontalcirren; FC-I – Buccalcirren; FC-II – Parabuccalcirren; LMC-I – Innere linke Marginalreihe; LMC-II – Äußere linke Marginalreihe; TC – Transversalcirren; UM-I – parorale Membran; UM-II – endorale Membran; VC – Ventralcirren.

#### 4. Zusammenfassung

Die Ciliatenfauna von zwei oberösterreichischen Kläranlagen (Asten bei Linz, Offenhausen bei Wels) wurde anhand von Lebendbeobachtungen, Protargolimpregnationen und morphometrischen Analysen untersucht. Insgesamt werden 50 Ciliatentaxa nachgewiesen, 6 davon erstmals im Belebtschlamm (*Diaxonella trimarginata*, *Epicarchesium granulatum*, *Odontochlamys alpestris*, *Pseudourostyla cristata*, *Scyphidia rugosa*, *Vorticella octava*). Aus der Kläranlage Asten bei Linz (850.000 EGW) wurden 7 Proben entnommen. 37 Ciliatentaxa konnten darin nachgewiesen werden, davon 12 bei jeder Probenahme im frischen Belebtschlamm: 9 peritriche (*Epicarchesium granulatum*, *Epistylis* sp., *Epistylis balatonica*, *E. coronata*, *E. plicatilis*, *Opercularia articulata*, *O. asymmetrica*, *O. coarctata*, *Vorticella convallaria*), 3 hypotriche Arten (*Aspidisca cicada*, *Euplotes affinis*, *Euplotes moebiusi*) und ein Suctor (*Tokophrya quadripartita*). Die Ciliatengemeinschaft deutet auf eine geringe bis mittlere Schlammbelastung hin. Aus der Kläranlage Offenhausen bei Wels (2000 EGW) wurde je eine Probe mit Belebtschlamm und eine von der Wand des Nachklärbeckens entnommen. Es konnten 19 Ciliatentaxa nachgewiesen werden, darunter typische Anzeiger hoher Schlammbelastung und Sauerstoffarmut, wie *Colpidium* sp., *Dexiostoma campylum*, *Spirostomum teres*, *Parapodophrya soliformis*.

Eine neue Art, *Gastronauta aloisi* nov. sp., wird aus der Kläranlage Asten beschrieben. Sie unterscheidet sich von den anderen 4 Arten der Gattung dadurch, daß die zwei innersten Kineten des rechten postoralen Feldes nach links biegen und die Dorsalciliatur aus 3-5 Gruppen von 2-6 Cilien am Vorderrand besteht. Folgende Arten wurden wiederbeschrieben: *Pseudourostyla cristata* (JERKA-DZIADOSZ 1964) BORROR 1972 und *Diaxonella trimarginata* JANKOWSKI 1979. Bei *Pseudourostyla cristata* werden die Extrusome erstmals in vivo dargestellt, und der Explosionsvorgang nach Methylgrün-Pyronin-Färbung beschrieben. *Pseudourostyla levis* TAKAHASHI 1973 wird mit *P. cristata* synonymisiert. Die Art *Diaxonella trimarginata* wird bekräftigt und eine verbesserte Gattungs- und Artdiagnose vorgeschlagen. *Holosticha polystilata* BORROR & WICKLOW 1983 und *Pseudokeronopsis trisinestra* DRAGESCO & DRAGESCO-KERNÉIS 1991 werden mit *Diaxonella trimarginata* synonymisiert.

## 5. Danksagung

Für die Bereitstellung von Literatur und für seine lehrreiche Kritik bin ich Herrn Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Foissner zu besonderem Dank verpflichtet. Spezieller Dank gilt Herrn Mag. Hubert Blatterer, der mein Interesse für diese Arbeit weckte und mir oft mit Rat zur Seite stand. Dank auch an Herrn Dr. Reichl, Dipl.-Ing. Hohegger und den Mitarbeitern des Institutes für Wasseraufbereitung in Asten, die mir während und nach der Probenahme immer für Informationen zur Verfügung standen.

## 6. Literatur

- AESCHT E. & W. FOISSNER (1992): Biology of a high-rate activated sludge plant of a pharmaceutical company. — Arch. Hydrobiol. **90**: 207-251.
- ALEKPEROV I.K. (1993): Free-living ciliates in the soil of St. Petersburg parks (Protozoa). — Zool. Syst. Rossica **2**: 13-28.
- AUGUSTIN H. & W. FOISSNER (1989): Morphologie einiger Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus dem Belebtschlamm. — Lauterbornia **1**: 38-59.
- AUGUSTIN H. & W. FOISSNER (1992): Morphologie und Ökologie einiger Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus dem Belebtschlamm. — Arch. Protistenk. **141**: 243-283.
- AUGUSTIN H., FOISSNER W. & H. ADAM (1987): Revision of the genera *Acinertia*, *Trimyema* and *Trochiliopsis* (Protozoa, Ciliophora). — Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Zool.) **52**: 197-224.
- BLATTERER H. (1994): Die Ciliaten oberösterreichischer Fließgewässer mit besonderer Berücksichtigung der südlichen Inn-Zubringer. — Kataloge OÖ. Landesmuseum N. F. **71**: 149-163.
- BLATTERER H. & W. FOISSNER (1992): Morphology and infraciliature of some cyrtophorid ciliates (Protozoa, Ciliophora) from freshwater and soil. — Arch. Protistenk. **142**: 101-118.
- BORROR A.C. (1972): Revision of the Order Hypotrichida (Ciliophora, Protozoa). — J. Protozool. **19**: 1-23.
- BORROR A.C. (1979): Redefinition of the Urostylidae (Ciliophora, Hypotrichida) on the basis of morphogenetic characters. — J. Protozool. **26**: 544-550.

- BORROR A.C. & B.J. WICKLOW (1983): The suborder *Urostylina* JANKOWSKI (Ciliophora, Hypotrichida): Morphology, systematics and identification of species. — *Acta Protozool.* 22: 97-126.
- CURDS C.R. (1973): The role of protozoa in the activated sludge process. — *Amer. Zool.* 13: 161-169.
- CURDS C.R. & H.A. HAWKES (1975): Ecological aspects of used-water treatment Vol. I: The organisms and their ecology. Acad. Press, London: 1-414.
- DRAGESCO J. & A. DRAGESCO-KERNÉIS (1991): Free living ciliates from the costal area of Lake Tanganyika (Africa). — *Europ. J. Protistol.* 26: 216-235.
- EIGNER P. & W. FOISSNER (1992): Divisional morphogenesis in *Bakuella pampinaria* and reevaluation of the classification of the urostylids (Ciliophora, Hypotrichida). — *Europ. J. Protistol.* 28: 460-470.
- FOISSNER W. (1987): Neue und wenig bekannte hypotriche und colpodide Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus Böden und Moosen. — *Zool. Beitr. N. F.* 31: 187-282.
- FOISSNER W. (1991): Basic light and scanning electron microscopic methods for taxonomic studies of ciliated protozoa. — *Europ. J. Protistol.* 27: 313-330.
- FOISSNER W., BERGER H. & F. KOHMANN (1992): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems - Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida. — *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 5/92*: 1-502.
- FOISSNER W., BERGER H. & F. KOHMANN (1995): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band IV: Gymnostomatea, *Loxodes*, Suctorina. — *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/95*: 1-540.
- FOISSNER W., BLATTERER H., BERGER H. & F. KOHMANN (1991): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea. — *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/91*: 1-478.
- FOISSNER W., BLATTERER H., BERGER H. & F. KOHMANN (1994): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. — *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/94*: 1-548.
- GRIM J.N. & C.A. MANGANARO (1985): Form of the extrusomes and secreted material of the ciliated protozoon *Pseudourostyla cristata*, with some phylogenetic interpretation: A light, scanning electron, and transmission electron microscopic study. — *Trans. Am. Microsc. Soc.* 104: 350-359.
- HAUSMANN K. (1978): Extrusive organelles in protists. — *Int. Rev. Cyt.* 52: 197-276.
- JANKOWSKI A.W. (1979): Revision of the order Hypotrichida STEIN, 1859. Generic catalogue, phylogeny, taxonomy. — *Akad. Nauk. SSSR, Zool. Inst. Trudy* 86: 46-85 (in Russisch).
- JERKA-DZIADOSZ M. (1964): *Urostyla cristata* (Urostylidae, Hypotrichida): the morphology and morphogenesis. — *Acta Protozool.* 2: 123-130.

- JERKA-DZIADOSZ M. (1968): Study on resorption of ciliature in *Urostyla* (Hypotricha). — Acta Protozool. 5: 359-372.
- JERKA-DZIADOSZ M. (1972): Cortical development in *Urostyla*. I. Comparative study on morphogenesis in *U. cristata* and *U. grandis*. — Acta Protozool. 10: 73-110.
- JERKA-DZIADOSZ M. & I. JANUS (1972): Localization of primordia during cortical development in *Keronopsis rubra* (EHRBG., 1838) (Hypotrichida). — Acta Protozool. 10: 249-268.
- KAHL A. (1931): Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 2. Holotricha außer den im 1. Teil behandelten Prostomata. — Tierwelt Dtl. 21: 181-398.
- KAHL A. (1932): Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 3. Spirotricha. — Tierwelt Dtl. 25: 399-650.
- LENTNER G. (1984): Die Kläranlage Linz. — Österr. Ing. & Archit. Z. 129: 241-242.
- MIHAJLOWITSCH B. (1989): Taxonomische und ökologische Untersuchungen an Ciliaten (Protozoa, Ciliophora) in solebelasteten Fließgewässern. — Diss. Univ. Bonn: 1-291, 33 Seiten Anhang.
- NIE D. & Y.L. HO (1943): Notes on some epizoic infusoria from the freshwater shrimp *Palaemon nipponensis*. — Sinensia, Nauking 14: 143-149.
- SOKAL R.R. & F.J. ROHLF (1981): Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. 2nd ed. — Freeman, San Francisco: 1-859.
- STOKES A.C. (1891): Notes of new infusoria from fresh waters of the United States. — J. Roy. Micr. Soc. Jahr 1891: 697-704.
- SUGANUMA Y. (1973): Electron microscopy of the trichocyst in *Urostyla cristata*, a hypotrichous ciliate. — J. Electr. Microsc. 22: 347-352.
- TAKAHASHI T. (1973): Mating types and two conjugation types of *Pseudourostyla levis*. — J. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B. 24: 145-163.
- TAKAHASHI T. (1988): Reorganization in amiconucleates with defective mouth of the ciliate *Pseudourostyla levis*. — J. Protozool. 35: 142-150.
- TAKAHASHI T. & M. SUHAMA (1991): Regeneration of amiconucleate fragments in the hypotrichous ciliate *Pseudourostyla levis*. — Europ. J. Protistol. 26: 308-318.
- WIRNSBERGER E., LARSEN H.F. & G. UHLIG (1987): Rediagnosis of closely related pigmented marine species of the genus *Pseudokeronopsis*. — Europ. J. Protistol. 23: 76-88.

Anschrift der Verfasser: Mag. Roland OBERSCHMIDLEITNER und Dr. Erna AESCHT,  
Biologiezentrum des OÖ. Landesmuseums,  
J.-W.-Klein-Straße 73, 4040 Linz/Dornach, Austria.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [0004](#)

Autor(en)/Author(s): Oberschmidleitner , Aeschl [Wirnsberger] Erna

Artikel/Article: [Taxonomische Untersuchungen über einige Ciliaten \(Ciliophora, Protozoa\) aus Belebtschlämmen oberösterreichischer Kläranlagen. 3-30](#)