

Morphologie von *Holosticha xanthichroma* sp. n. und die
Variabilität der Infraciliatur in der Gattung *Holosticha*
(*Ciliophora*, *Hypotrichida*)

Erna WIRNSBERGER und Wilhelm FOISSNER

Institut für Zoologie der Universität Salzburg, Hellbrunner Straße 34, A-5020 Salzburg, Austria

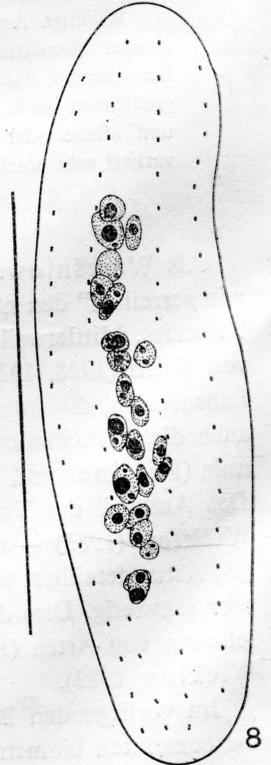
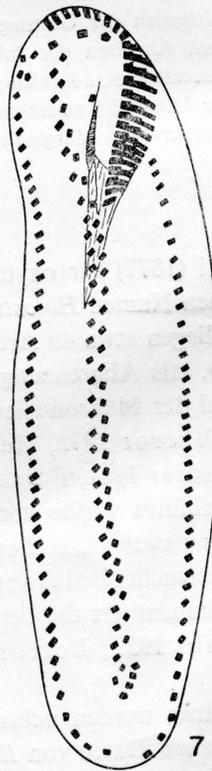
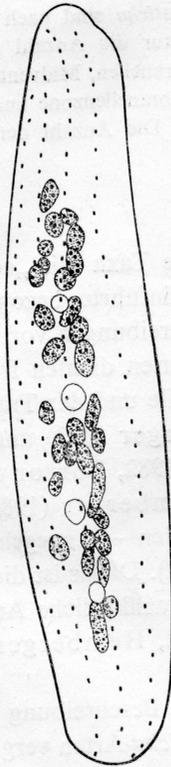
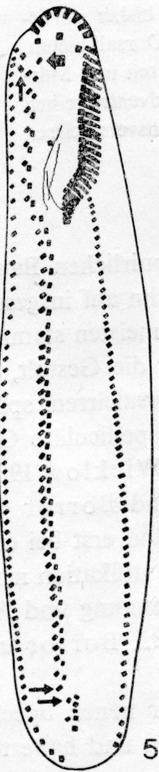
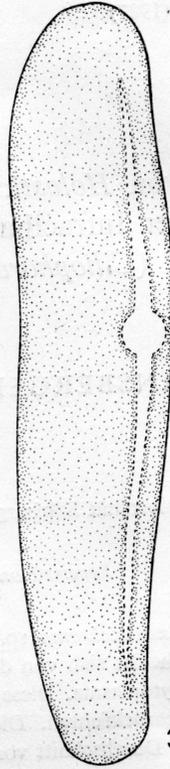
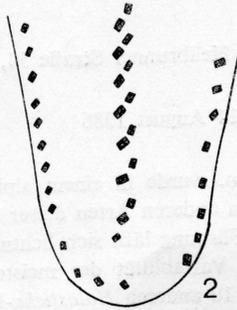
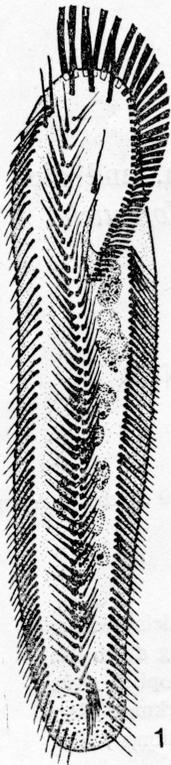
Received on 14 August 1986

Synopsis. *Holosticha xanthichroma* sp. n. wurde in einem alpinen Kleingewässer gefunden und unterscheidet sich von den anderen Arten dieser Gattung durch das diffus gelb gefärbte Cytoplasma. Diese Färbung läßt sich lichtmikroskopisch nicht auf Pigmentgranula zurückführen. Die Variabilität der meisten Merkmale liegt beträchtlich über dem Durchschnitt von 10 anderen *Holosticha*-Populationen; Hinweis auf Zwillingarten.

Wichtige Art-Kriterien der Gattung *Holosticha* sind nach den bisher vorliegenden biometrischen Analysen der Infraciliatur die Anzahl der Dorsalkineten, Buccalcirren, Parabuccalcirren, adoralen Membranellen, Midventralcirren und Marginalcirren sowie die Länge der adoralen Membranellenzone und Midventralreihen und offene oder überkreuzte Marginalreihen. Die Anzahl der Transversalcirren variiert sehr stark.

Als Wrześniowski (1877) für oxytrichide Taxa mit „continuirlichen Bauchwimperreihen“ den neuen Namen *Holosticha* einführte, bezog er ihn auf insgesamt 7 Species. Mittlerweile liegen etwa 49 Artbeschreibungen vor, die meisten stammen von Kahl (1928, 1932). Als Abgrenzungskriterien dienten früher die Gestalt, der Lebensraum, die Anzahl der Makronucleus-Teile und der Transversalcirren, später auch die Infraciliatur (Borror 1972, Hemberger 1982) und subpelliculäre Granula (Foissner und Didier 1981, Foissner 1982, Borror und Wicklow 1983). Das Ausmaß der Variabilität wurde von Hemberger (1982) und Borror und Wicklow (1983) — ohne statistische Kennzahlen — angegeben und erst bei einigen Arten detailliert untersucht (Foissner 1982). Daher ist die Identifikation meist sehr schwierig. Dies dokumentiert die beinahe willkürliche Anerkennung und Ablehnung von Arten (Kahl 1932; Borror 1972, Hemberger 1982, Borror und Wicklow 1983).

Im vorliegenden Beitrag werden neben der Beschreibung einer neuen Species die bekannten biometrischen Daten von *Holosticha*-Arten verglichen und bewertet.



Material und Methoden

Holosticha xanthichroma fanden wir im Uferbereich eines alpinen Weidetümpels auf der Schloßalm bei Bad Hofgastein. Die Körperform ist nach Präparaten gezeichnet, die nicht mit einem Deckglas bedeckt waren. Später wurden die Tiere durch leichten Deckglasdruck festgelegt und mit dem Ölimmersionsobjektiv im Hellfeld untersucht. Die Imprägnation der Infraciliatur erfolgte mit Protargolsilber nach der Methode von Foissner (1982). Die entsprechenden Zeichnungen sind mit einem Zeichenapparat angefertigt und nur sehr wenig schematisiert. Die statistischen Kennzahlen richten sich nach Foissner (1982).

Terminologie nach Kahl (1932). Neuere Vorschläge von Borrer (1972, 1979) und Borrer und Wicklow (1983) erscheinen uns eher verwirrend (z.B. nennt Borrer den I. Frontalcirrus 1972 Buccalcirrus, später dann Paroralcirrus). Wir anerkennen jedoch, daß eine differenziertere Bezeichnung der Cirren erforderlich ist und nennen daher die Cirren zwischen den Buccalcirren und Midventralreihen (in Anlehnung an Borrer und Wicklow 1983) Parabuccalcirren. Jene Cirren zwischen Transversalcirren und zickzack-förmig angeordneten Midventralreihen bezeichnen wir als Ventralcirren.

Ergebnisse und Diskussion

Beschreibung von *Holosticha xanthichroma* sp. n.

(Abb. 1. 1–8, Tabelle 1)

Diagnose: *In vivo* etwa $110\text{--}220 \times 26\text{--}45 \mu\text{m}$ große, leicht kontraktile, linealische *Holosticha*, deren Plasma gelb gefärbt ist. Midventralreihen unverkürzt. Vier Dorsalkineten. Durchschnittlich 28 ellipsoide Makronucleus-Teile.

Locus typicus: Selten am Ufer eines perennen, leicht verschmutzten Weidetümpels auf der Schloßalm bei Bad Hofgastein (1950 m ü. d. M.), Bundesland Salzburg, Austria.

Aufbewahrungsort des Typenmaterials: Ein Holo- und ein Paraty-
suppräparat sind in der Sammlung der mikroskopischen Präparate des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz (Österreich) deponiert. Als Holotypus ist ein Individuum mit mehreren Transversalcirren festgelegt.

Morphologie: Meist leicht S-förmig gebogen und hinten quer abgestutzt, Vorderende abgerundet (Abb. 1 1, 2). Ungefähr 1.5–2:1 abgeflacht (Abb. 1 4). Makronucleus-Teile *in vivo* $4\text{--}13 \times 3\text{--}4 \mu\text{m}$ groß, längs der Medianen liegend, Übergänge zwischen vielen kleinen und wenigen großen Chromatinkörpern. Meist 3 schwach argyrophile Mikronuclei, *in vivo* $4\text{--}6 \mu\text{m}$ durchmessend (Abb. 1 6, 8). Kontraktile Vakuole etwas vor der Körpermitte am linken Körperend, während der Diastole 2 Zuführungskanäle, die fast die Körperenden erreichen (Abb. 1 3).

Abb. 1 1–8. *Holosticha xanthichroma* nach Lebendbeobachtungen (1, 3, 4) und Protargolimprägnation (2, 5–8). 1 – Ventralansicht. 2 – Posteriore Körperregion ohne Transversalcirren. 3 – Formvariante in Dorsalansicht. 4 – Seitenansicht. 5–8 – Infraciliatur der Ventral- und Dorsal-
seite. Die vorderen Pfeile weisen auf die Frontoterminalcirren und den Parabuccalcirrus, die hinteren auf die Ventralcirren. Maßstriche: $60 \mu\text{m}$

Tabelle 1
Biometrische Charakteristik von *Holosticha xanthichroma*

Merkmal	\bar{x}	M	SD	SE	V	Min	Max	n
Länge in μm	126.2	122.0	24.7	4.9	19.5	90	173	26
Breite in μm	30.9	30.0	4.6	0.9	15.0	25	45	26
Länge eines Ma-Teiles	5.5	5.0	2.5	0.3	45.1	2	10	52
Breite eines Ma-Teiles	2.9	3.0	0.9	0.1	32.1	2	5	52
Länge der AZM in μm	34.5	33.5	6.9	1.4	20.0	22	50	26
Anzahl der Ma-Teile	28.4	28.5	7.7	1.5	27.1	11	42	26
Anzahl der AM	37.0	38.5	6.9	1.4	18.8	21	46	26
Anzahl der RMC	49.4	49.5	12.3	2.4	25.0	26	72	26
Anzahl der LMC	53.5	56.0	12.7	2.5	23.8	32	74	26
Anzahl der RMVC	41.2	40.0	10.4	2.0	25.3	20	62	26
Anzahl der LMVC	41.7	41.0	10.4	2.0	24.9	22	65	26
Anzahl der FC	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	3	3	26
Anzahl der BC	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1	1	26
Anzahl der PBC	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1	1	26
Anzahl der FTC	2.0	2.0	0.3	0.1	14.0	1	3	26
Anzahl der TC	4.0	4.0	1.9	0.4	48.2	0	6	26
Anzahl der DK	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	4	4	26
Länge : Breite	4.1	4.4	0.7	0.1	16.5	3	6	26
Länge : Länge der AZM	3.7	3.7	0.5	0.1	13.4	3	5	26

Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. AM – adorale Membranellen, AZM – adorale Membranellenzone, BC – Buccalcirren, DK – Dorsalkineten, FC – Frontalcirren, FTC – Frontoterminalcirren, LMC – linke Marginalcirren, LMVC – linke Midventralcirren, M – Median, Ma – Makronucleus, Max – Maximum, Min – Minimum, n – Anzahl der untersuchten Individuen, PBC – Parabuccalcirren, RMC – rechte Marginalcirren, RMVC – rechte Midventralcirren, SD – Standardabweichung, SE – Standardfehler des Mittelwertes, TC – Transversalcirren, V – Variabilitätskoeffizient, \bar{x} – arithmetisches Mittel.

Pellicula sehr weich und biegsam, entlang der Cirrenreihen kreneliert. Entoplasma auffallend gelb gefärbt (erscheint bei kleiner Vergrößerung bräunlich), manchmal mit mäßig vielen, am Hinterende gehäuft, $2\ \mu\text{m}$ großen, dunklen Einschlüssen. Nahrungsvakuolen mit Diatomeen und undefinierbarem Inhalt. Ständig in Bewegung, schwimmt gleitend oder kriecht wurmartig über das Substrat.

Adorale Membranellenzone etwa $1/4$ körperläng, Pharynxfibrillen sehr fein und lang, Buccalfeld klein, nicht auffallend eingesenkt. Parorale und endorale Membran sehr kurz, leicht gebogen (Abb. 1 5, 7). Drei gering verstärkte Frontalcirren, 1 zarter Buccalcirrus, 1 leicht verstärkter Parabuccalcirrus, 2 weit nach rechts gerückte Frontoterminalcirren. Midventralreihen beginnen knapp unter dem 3. Frontalcirrus, ziehen leicht S-förmig bis vor die Gruppe der Ventral- und Transversalcirren. Transversalcirren kurz, überragen den hinteren Körperend nicht, in sehr steiler Reihe, bei 22 von 79 Individuen (28%) fehlten sie (Abb. 1 2). Marginalreihen hinten offen, rechte am posterioren Körperende mehr oder weniger deutlich gebogen (Abb. 1 5, 7). 1–2 der 4 Dorsalkineten anterior oder posterior mehr oder weniger stark verkürzt (Abb. 1 6, 8). Vielleicht 1–3 aus wenigen Cilien aufgebaute Caudalcirren.

Artvergleich: Von allen bisher bekannten Arten dieser Gattung unterscheidet sich *Holosticha xanthichroma* durch das auffallend gelb gefärbte Plasma, wobei

die eigene Kenntnis vieler anderer hypotricher Ciliaten ein optisches Artefakt ausschließt. Möglicherweise ist diese diffuse Färbung auf feinste Pigmentgranula zurückzuführen, die lichtmikroskopisch nicht auflösbar sind. Hinsichtlich der Infraciliatur ähnelt *H. xanthichroma* sehr *H. grisea* Kahl, 1932, *H. violacea* Kahl, 1928 und einer *Keronopsis monilata* Variante von Kahl (1932; Seite 577, Abb. 1), die wegen der Frontalciliatur vermutlich zur Gattung *Holosticha* gehört. Dies unterstützt die bereits früher dargelegte Auffassung (Foissner und Adam 1983, Borrer und Wicklow 1983), daß neuere Bestrebungen, die Artbeschreibung von hypotrichen Ciliaten auf die Darstellung der Infraciliatur und des Kernapparates zu reduzieren, unrichtig sind.

Aus den Variabilitätskoeffizienten von 8 „geläufigen“ Merkmalen mehrerer *Holosticha*-Arten wird deutlich, daß *H. xanthichroma* mit Variabilitätskoeffizienten zwischen 15% und 25% beträchtlich über dem Durchschnitt der anderen Species liegt, was auf Zwillingarten hindeutet (Tabelle 2).

Tabelle 2

Variabilitätskoeffizienten in der Gattung *Holosticha* im Vergleich zu jenen von 34 verschiedener hypotricher Ciliaten-Arten

Species	Länge	Breite	AZML	AM	RMC	LMC	RMVC	LMVC
<i>H. adami</i> (Foissner 1982)	16.1	16.0	11.8	11.8	12.5	12.6	14.0	14.2
<i>H. multistilata</i> (Foissner 1982)	13.1	10.8	11.0	9.2	10.0	11.5	9.8	11.9
<i>H. muscorum</i> (Foissner 1982)	10.2	18.6	10.9	12.6	10.9	22.0	12.5	17.0
<i>H. similis</i> (Foissner und Didier 1981)	13.8	10.3	11.9	12.2	20.0	15.2	11.3	11.3
<i>H. sylvatica</i> (Foissner 1982)	6.9	13.4	7.3	4.4	10.7	9.4	14.3	14.3
<i>H. sigmoidea</i> P1 (Foissner 1982)	11.2	16.0	5.6	13.0	14.2	15.8	8.8	9.8
(Foissner 1984) P2	7.5	11.7	5.0	5.0	8.8	15.9	13.7	16.6
(Foissner 1984) P3	13.8	9.8	8.6	4.2	9.2	9.5	10.8	10.8
<i>H. tetracirrata</i> P1 (Foissner 1982)	6.0	17.4	8.1	2.9	5.6	10.9	12.6	8.1
P2	12.6	13.2	9.7	2.8	8.3	9.3	11.9	14.1
<i>H. xanthichroma</i> \bar{x} 11 <i>Holosticha</i> -P	19.5	15.0	20.0	18.7	25.0	24.0	25.3	25.0
\bar{x} 42 hypotriche P (Foissner 1982)	11.9	13.8	10.0	8.8	12.3	14.2	13.2	13.9
	11.5	13.6	9.5	7.3	10.1	11.0	—	—

Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. AM — adorale Membranellen, AZML — Distanz anteriores Körperende bis zur letzten AM, LMC — linke Marginalcirren, LMVC — linke Midventralcirren, P — Population, RMC — rechte Marginalcirren, RMVC — rechte Midventralcirren, \bar{x} — arithmetisches Mittel.

Variabilität in der Gattung *Holosticha*

Foissner (1982, 1984) charakterisierte zahlreiche hypotriche Ciliaten biometrisch und betonte, daß der Variabilitätskoeffizient (Standardabweichung durch Mittelwert in Prozent) auf lange Sicht eine ausgezeichnete Möglichkeit bietet, die

konstanten oder wenig variablen Merkmale einer Art oder einer bestimmten Gruppe herauszufinden. Innerhalb der *Hypotrichida* ergaben die Anzahl der Dorsalkineten, der Buccal-, Frontal- und Marginalcirren sowie die Anzahl der adoralen Membranellen und die Länge der adoralen Membranellenzone eine geringe Variabilität, wodurch diese Merkmale für die Feinsystematik eine große Bedeutung erlangen, zumal sie eine sehr geringe Uniformität aufweisen.

Wie verhält es sich nun mit der Variabilität dieser Merkmale innerhalb der Gattung *Holosticha*? Die Anzahl der Dorsalkineten ist bei den bisher untersuchten Arten und Populationen weitgehend konstant: 3 bei *H. adami*, *H. multistilata* und *H. muscorum*; 4 bei *H. sigmoidea* (3 Populationen), *H. tetracirrata* (3 Populationen; vgl. Foissner 1982, Buitkamp und Wilbert 1984) und *H. xanthichroma*; 5 bei *H. sylvatica* und 6 bei *H. similis* (Foissner 1982, 1984, Foissner und Didier 1981). Die Anzahl der Buccalcirren ist bei den monocirraten Species (z. B. *H. xanthichroma*, *H. sylvatica*) fast konstant (bei *H. similis* fehlt er manchmal, $\bar{x} = 0.6$), bei den polycirraten Arten (z. B. *H. multistilata*) sehr variabel (Foissner 1982). Bemerkenswert ist, daß bei den polycirraten Taxa die Buccalcirren nie einzeln vorkommen oder fehlen. Daher kann mit diesem Merkmal *Holosticha* in 2 Gruppen aufgetrennt werden: Arten mit 0 bis 1 oder 2 bis vielen Buccalcirren. Genauer sollten in Zukunft die Cirren im Frontalabschnitt beachtet werden, da es vielleicht Arten gibt, die außer den üblichen 3 vorderen verstärkten Frontalcirren und einem (Buccalcirrus) keine oder mehrere Parabuccalcirren zwischen den Midventralreihen und Buccalcirren aufweisen. Die Parabuccalcirren sind ihrer morphogenetischen Herkunft nach eindeutig von den Midventralcirren zu unterscheiden (z. B. *H. multistilata* in Hemberger 1982). Zur Zeit werden sie biometrisch zu uneinheitlich behandelt (Foissner 1982, 1984). Eine ähnliche Situation besteht bei den Ventralcirren vor den Transversalcirren. Obwohl sie durch ihre Position innerhalb der Cirrenanlagen bei der Morphogenese differenziert werden können, ist ihre Unterscheidung beim Interphase-Individuum oft nicht eindeutig möglich. Derzeit werden sie meist den Midventralcirren zugezählt. Ein wenig brauchbares Merkmal für *Holosticha*-Arten ist die Anzahl der Transversalcirren, die häufig sehr hohe Variabilitätskoeffizienten haben (z.B. 44% bei *H. tetracirrata* (Foissner 1982) und 48.2% bei *H. xanthichroma*). Die Anzahl der adoralen Membranellen und die Länge der adoralen Membranellenzone sind auch in dieser Gattung wenig variabel und daher für die Charakterisierung der Arten besonders wichtig (Foissner 1982).

Eine weitere Gruppenbildung ist mit der Länge der Midventralreihen möglich: sie reichen entweder bis zu den Ventralcirren oder sind mehr oder weniger stark verkürzt. Die Variabilität dieses Merkmals ist mit etwa 8–15% niedrig genug, um es taxonomisch verwerten zu können. Auch hinsichtlich der Marginalreihen lassen sich zumindest zwei Gruppen unterscheiden: bei einer sind sie hinten offen (z.B. *H. xanthichroma*), bei der anderen überkreuzt (z. B. *H. muscorum* in Foissner 1982). Das Ausmaß der Variabilität der Anzahl der Marginalcirren liegt in der Größenordnung jener der Midventralcirren.

DANKSAGUNG

Mit dankenswerter finanzieller Unterstützung des „Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Projekt P 5886“. Frau Karin Bernatzky danken wir für die fototechnische Assistenz.

SUMMARY

Holosticha xanthichroma nov. spec. occurred in a small alpine pool and differs from the other members of the genus by its yellow coloured cytoplasm. This colour is not caused by lightmicroscopically recognizable pigment granules. The variability of most characters of *H. xanthichroma* is considerably higher than the mean of those from 10 other populations of *Holosticha* spp. May be it is a complex of sibling species.

A comparison of the available biometrical data suggests that the following characters of the infraciliature are especially useful for *Holosticha* species: number of dorsal kineties, buccal cirri, parabuccal cirri, midventral cirri, marginal cirri, adoral membranelles; length of adoral zone of membranelles and midventral rows; crossed or open marginal rows.

LITERATUR

- 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. und Wicklow B. J. 1983: The suborder *Urostylina* Jankowski (Ciliophora, Hypotrichida): morphology, systematics and identification of species. Acta Protozool., 22, 97–126.
- Buitkamp U. und Wilbert N. 1974: Morphologie und Taxonomie einiger Ciliaten eines kanadischen Präriebodens. Acta Protozool., 13, 201–210.
- Foissner W. 1982: Ökologie und Taxonomie der *Hypotrichida* (Protozoa: Ciliophora) einiger österreichischer Böden. Arch. Protistenk., 126, 19–143.
- Foissner W. 1984: Infraciliatur, Silberliniensystem und Biometrie einiger neuer und wenig bekannter terrestrischer, limnischer und mariner Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus den Klassen *Kinetofragminophora*, *Colpodea* und *Polyhymenophora*. Stapfia (Linz), 12, 1–165.
- Foissner W. und Adam H. 1983: Morphologie und Morphogenese des Bodenciliaten *Oxytricha granulifera* sp. n. (Ciliophora, Oxytrichidae). Zool. Scr., 12, 1–11.
- Foissner W. und Didier P. 1981: Morphologie und Infraciliatur einiger kinetofragminophorer und hypotricher Ciliaten aus den Fließgewässern von Besse-en-Chandesse (Frankreich). Annl. Stn. biol. Besse-en-Chandesse, 15, 254–275.
- Hemberger H. 1982: Revision der Ordnung *Hypotrichida* Stein (Ciliophora, Protozoa) an Hand von Protargolpräparaten und Morphogenesedarstellungen. Diss. Univ. Bonn, 1–294.
- Kahl A. 1928: Die Infusorien (Ciliata) der Oldesloer Salzwasserstellen. Arch. Hydrobiol., 19, 50–123.
- Kahl A. 1932: Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 3. *Spirotricha*. Tierwelt Dtl., 25, 399–650.
- Wrzeźniowski A. 1877: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Z. wiss. Zool., 29, 267–323.