

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)

Wilhelm FOISSNER, Hans ADAM und Ilse FOISSNER

Zoologisches Institut der Universität Salzburg,
Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg (Austria)

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden die Morphologie, die Infraciliatur und das Silberliniensystem von *Bryometopus pseudochilodon* KAHL, 1932, *Balantidioides dragescoi* nov. spec. und *Kahliella marina* nov. spec. beschrieben. *B. dragescoi* und *K. marina* werden biometrisch charakterisiert, von *K. marina* wird der Morphogenese-Ablauf beschrieben. *B. pseudochilodon* ist ein typischer heterotricher Ciliat. *B. dragescoi* unterscheidet sich durch die einzige kontraktile Vakuole, die nicht in Reihen angeordneten Cilien der linken Körperseite und 2 Mikronuclei von den anderen Arten der Gattung, die revidiert wird. Wir anerkennen 4 Arten: *B. muscicola* (PENARD, 1922), *B. bivacuolata* KAHL, 1932, *B. corbifera* nov. comb. (FRYD-VERSAVEL and TUFFRAU, 1978) und *B. dragescoi* nov. spec. Aufgehoben werden das Genus *Transitella* GELLÉRT, 1950 und *T. lichenicola* GELLÉRT, 1950, die mit *Balantidioides bivacuolata* KAHL, 1932 synonymisiert wird. Daraus folgt die Invalidität der Familie Transitellidae FRYD-VERSAVEL und TUFFRAU, 1978, da KAHL (1932) für die Genera *Reichenowella* und *Balantidioides* die Familie Reichenowellidae errichtete. *K. marina* unterscheidet sich durch die vielen Makronucleus-Fragmente, das Munddach und die im frontalen Bereich zusammenstoßenden Cirrenreihen von den anderen Arten der Gattung. Der Morphogenese-Ablauf ähnelt jenem von *Kahliella acrobates*. Die systematische Stellung der Genera *Kahliella* und *Paraurostyla* wird diskutiert.

SUMMARY

The morphology, infraciliature, and silverline system of *Bryometopus pseudochilodon* KAHL, 1932, *Balantidioides dragescoi* nov. spec., and *Kahliella marina* nov. spec. are described. *B. dragescoi* and *K. marina* are biometrically characterized, and the morphogenesis of *K. marina* is described. *B. pseudochilodon* is a typical heterotrichous ciliate. *B. dragescoi* differs from the other species of this genus, which is revised, by its single contractile vacuole, 2 micronuclei, and the irregularly distributed cilia at the left side of the body. We recognize 4 species: *B. muscicola* (PENARD, 1922), *B. bivacuolata* KAHL, 1932, *B. corbifera* nov. comb. (FRYD-VERSAVEL and TUFFRAU, 1978), and *B. dragescoi* nov. spec. The genus *Transitella* GELLÉRT, 1950 and *T. lichenicola* GELLÉRT, 1950 are suppressed and synonymized with *Balantidioides bivacuolata* KAHL, 1932. Thus, the family Transitellidae FRYD-VERSAVEL and TUFFRAU, 1978 is invalid because KAHL (1932) raised the family Reichenowellidae which includes the genera *Reichenowella* and *Balantidioides*. *K. marina* differs from the other species of this genus by many macronucleus-fragments, a roof-like structure which covers the posterior part of the adoral zone of membranelles, and a "système sécant" in the frontal part of the ventral ciliature. Its morphogenesis is similar to that described in *Kahliella acrobates*. The systematic position of the genera *Kahliella* and *Paraurostyla* is discussed.

Article reçu le 1^{er} février 1982 et accepté par le Comité de lecture le 10 mars 1982.

RÉSUMÉ

Description de la morphologie, de l'infaciliature et du système argyrophile de *Bryometopus pseudochilodon* KAHL 1932, *Balantidioides dragescoi* nov. spec., et *Kahliella marina* nov. spec. Caractérisation biométrique de *B. dragescoi* et *K. marina* et description de la morphogenèse de cette dernière espèce. *B. pseudochilodon* est un Cilié Hétérotriche typique. *B. dragescoi* diffère des autres espèces de ce genre qui fait l'objet d'une révision, par son unique vacuole contractile, deux micronuclei et la distribution irrégulière des cils sur la partie gauche du corps. Quatre espèces sont reconnues : *B. muscicola* (PENARD 1922), *B. bivacuolata* KAHL 1932, *B. corbifera* nov. comb. (FRYD-VERSAVEL et TUFFRAU 1978) et *B. dragescoi* nov. spec. Le genre *Transitella* GELLERT 1950 et *T. lichenicola* GELLERT 1950 sont supprimés et mis en synonymie avec *Balantidioides bivacuolata* KAHL 1922. De ce fait, la famille des Transitellidae FRYD-VERSAVEL et TUFFRAU 1978 se trouve invalidée. KAHL 1932 ayant créé la famille des Reichenowellidae dans laquelle sont inclus les genres *Reichenowella* et *Balantidioides*. *K. marina* diffère des autres espèces du même genre par de nombreux fragments macronucléaires, une structure en forme de toit couvrant la partie postérieure de la zone adorale des membranelles et un système sécant à la partie frontale de la ciliature ventrale. Sa morphogenèse est semblable à celle décrite chez *Kahliella acrobates*. La position systématique des genres *Kahliella* et *Paraurostyla* est discutée.

EINLEITUNG

Unter den heterotrichen Ciliaten finden sich mehrere Taxa, die so wie die Hypotrichida Cirren oder cirren-ähnliche Organellen besitzen : *Condyllostoma* (TUFFRAU, 1967), *Plagiotoma* (ALBARET und GRAIN, 1973), *Phacodinium* (DIDIER und DRAGESCO, 1979) und *Transitella* (FRYD-VERSAVEL und TUFFRAU, 1978). Die nahe Verwandtschaft dieser beiden Großgruppen ist daher gut belegt, kann aber nicht als bewiesen angesehen werden, da echte Zwischenformen bisher nicht entdeckt wurden (CORLISS, 1979). Die hier beschriebenen Arten verdeutlichen diese Entwicklungslinie, die von den typischen Heterotrichida (*Bryometopus*) über eine fortschreitende Polymerisation und Spezialisierung (*Balantidioides*) der somatischen und oralen Infaciliatur vielleicht zu den primitiven Hypotrichida (*Kahliella*) führt.

MATERIAL UND METHODEN

Bryometopus pseudochilodon fanden wir vereinzelt in alpinen Böden der Hohen Tauern (FOISSNER, 1981). *Balantidioides dragescoi* trat im Sommer und Herbst des Jahres 1981 vereinzelt bis häufig im Boden eines intensiv bewirtschafteten Feldes im Tullnerfeld (Niederösterreich) auf. *Kahliella marina* fanden wir in einem mehrere Tage alten Aufguß mit faulenden Laub- und Algenresten von einem Fluttümpel etwa 2 km nördlich von Banyuls-sur-Mer (Frankreich). Zur Kultur der Bodenciliaten diente das Verfahren nach FOISSNER (1982).

Alle Arten wurden einer sorgfältigen Lebendbeobachtung unterzogen. Die Darstellung der Infaciliatur erfolgte mit Protargolsilber nach der bei FOISSNER (1982) beschriebenen Modifikation der Methode von TUFFRAU (1964). Das Silberliniensystem wurde mit der

nassen Versilberungsmethode von CORLISS (1953) imprägniert. *B. pseudochilodon* wurde auch mit der Silbercarbonatmethode von FERNANDEZ-GALIANO (1976) untersucht.

Zur Methodik der biometrischen Auswertung siehe FOISSNER (1982).

ERGEBNISSE

Die in den Tabellen I-III zusammengestellten biometrischen Daten werden in den Beschreibungen nicht mehr gesondert angeführt.

1. *Bryometopus pseudochilodon* KAHL, 1932 (Abb. 1a-j, 18, 19).

Morphologie : Größe *in vivo* etwa $50-80 \times 25-40 \mu\text{m}$. Intra- und Interpopulationsvariabilität der Körperform sehr groß. Sie kann breit bis schlank oval, eiförmig oder orthogonal sein. Hinten breit bis schmal gerundet, seltener leicht zugespitzt, bei einer Population links hinten auffallend stark abgeschrägt (Abb. 1a, c, d, e, j). Ventral annähernd eben, dorsal postoral gering bis stark gewölbt (Abb. 1b). Makronucleus ellipsoid, ungefähr $12 \times 6 \mu\text{m}$ groß, liegt stets links der Medianen unterhalb der adoralen Membranellenzone. 2 etwa $2.5 \times 1.5 \mu\text{m}$ große, dem Makronucleus dicht angeschmiegte Mikronuclei, deren Lage nicht konstant ist. Kontraktile Vakuole im hinteren Körperdrittel, leicht links der Medianen, während der Diastole mit kleinen Hilfsvakuolen (Abb. 1a, f). Entoplasma farblos, durch winzige Granula deutlich getrübt, in den Protargolpräparaten stark vakuolisiert. Nahrungsvakuolen etwa $6 \mu\text{m}$ groß, enthielten Bakterien. Vereinzelt Vakuolen mit kleinen kristallinen Einschlüssen (Abb. 1a). Beweg-

TABELLE I

Biometrische Charakteristik von *Balantidioides dragescoi*. Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen.
 M = Median, n = Stichprobenanzahl, s = Standardabweichung, $s_{\bar{x}}$ = Standardfehler des Mittelwertes,
 V_r = Variabilitätskoeffizient, \bar{x} = arithmetisches Mittel.

Merkmal	\bar{x}	M	s	$s_{\bar{x}}$	V_r	Extremwerte	n
Länge in μm	76.6	77.0	8.0	1.8	10.4	62 – 93	20
Größte Körperbreite in μm	48.0	47.5	6.6	1.5	13.7	36 – 59	20
Distanz vom anterioren Körperende bis zum proximalen Ende der adoralen Membranellenzone in μm	28.1	28.0	2.4	0.5	8.4	24 – 32	20
Länge der 8. adoralen Membranelle (von oben nach unten gezählt) in μm	6.0	6.0	0.3	0.1	5.5	5.6 – 7	20
Länge des Makronucleus in μm (grober Näherungswert)	67.4	70.0	5.7	1.3	8.5	56 – 80	20
Breite des Makronucleus in μm	6.6	6.8	1.0	0.2	15.1	5.6 – 9.8	20
Durchmesser des Mikronucleus in μm	3.2	3.0	0.4	0.1	13.2	2.8 – 4.2	20
Anzahl der Makronuclei	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1 – 1	20
Anzahl der Mikronuclei	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2 – 2	20
Anzahl der Somakineten mit Cirren	11.3	11.0	0.8	0.2	6.9	10 – 13	20
Anzahl der Cirren der 3. Somakinete rechts des Oralapparates	31.8	32.0	3.0	0.7	9.3	27 – 38	20
Anzahl der Cirren der 11. Somakinete rechts des Oralapparates	17.7	18.0	2.6	0.6	14.6	12 – 22	20
Anzahl der adoralen Membranellen	15.3	15.0	0.6	0.1	4.2	14 – 16	20
Anzahl der Nematodesmen auf der linken Seite des Oralapparates	13.4	14.0	1.1	0.2	8.0	11 – 15	20
Anzahl der Nematodesmen auf der rechten Seite des Oralapparates	15.5	15.5	1.0	0.2	6.6	14 – 18	20
Anzahl der kontraktilen Vakuolen (nach Lebendbeobachtungen !)	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1 – 1	30

TABELLE II

Biometrische Charakteristik von *Kahliella marina*. Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen.
 M = Median, n = Stichprobenanzahl, s = Standardabweichung, $s_{\bar{x}}$ = Standardfehler des Mittelwertes,
 V_r = Variabilitätskoeffizient, \bar{x} = arithmetisches Mittel.

Merkmal	\bar{x}	M	s	$s_{\bar{x}}$	V_r	Extremwerte	n
Länge in μm	144.2	140.0	24.2	6.0	16.8	112 – 182	15
Größte Körperbreite in μm	61.7	61.0	5.3	1.4	8.6	53 – 70	15
Anzahl der Makronucleus-Fragmente	10.5	10.0	2.1	0.5	19.9	8 – 15	15
Länge eines Makronucleus-Fragmentes in μm	10.8	9.8	3.9	1.0	35.6	7 – 22	15
Breite eines Makronucleus-Fragmentes in μm	7.2	7.0	0.9	0.2	12.5	5.6 – 9	15
Anzahl der adoralen Membranellen	66.0	70.0	9.1	2.3	13.8	51 – 76	15
Distanz vom anterioren Körperende bis zum proximalen Ende der adoralen Membranellenzone in μm	68.3	70.0	8.1	2.1	11.9	56 – 84	15
Anzahl der Dorsalkineten	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	3 – 3	15
Anzahl der Cirren der rechten Marginalreihe	41.1	42.0	2.7	0.7	6.6	37 – 46	15
Anzahl der Cirren der linken Marginalreihe	28.9	29.0	3.6	0.9	12.5	23 – 37	15
Anzahl der Cirrenreihen (inclusive der Marginalreihen und der verkürzten Frontalreihen)	12.6	12.0	1.2	0.3	9.9	10 – 15	15
Anzahl der Cirren der 4. Cirrenreihe von links	32.3	33.0	3.4	0.9	10.4	26 – 38	15
Anzahl der verstärkten Frontalcirren	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	3 – 3	15

TABELLE III

Vergleich der bisher beschriebenen *Balantidioides*-Arten. *Transitella* ist synonym mit *Balantidioides*.

Merkmal	<i>Balantidioides muscicola</i> (n. Penard, 1922)	<i>Balantidioides bivacuolata</i> (n. Kahl, 1932)	<i>Transitella lichenicola</i> (n. Gállert, 1950)	<i>Transitella lichenicola</i> (n. Fryd-Versavel und Tuffrau, 1978)	<i>Transitella corbifera</i>	<i>Balantidioides dragescoi</i> nov. spec.
Größe fixierter Individuen in μm	80 – 100 x 60 (in vivo !)	80 – 110 (in vivo !)	70 – 90	80 – 110 x 50 – 80	110 – 150 x 55 – 75	62 – 93 x 36-59
Anzahl der Somakineten mit Cirren	?	?	etwa 20	14	14 – 15	10 – 13
Anzahl der Somakineten mit Cilien	?	?	etwa 10	7	6 – 7	Cilien unregelmäßig angeordnet
Anzahl der adoralen Membranellen	etwa 20 (n. Kahl, 1932)	?	etwa 14	12 – 14	17 – 19	14 – 16
Aufbau der adoralen Membranellen	?	?	?	aus 3 gleich langen Reihen	aus 2 langen und 2 kurzen Reihen	aus 2 langen und 2 kurzen Reihen
Form des Makronucleus	bandartig	wurstartig	wurstartig	wurstartig	bandartig	bandartig
Anzahl der Mikronuclei	1	1	1	1	3 – 4	2
Anzahl der kontraktilen Vakuolen	10 – 20 (n. Kahl, 1932 etwa 20 – 40)	2	2	2	2	1
Lage der kontraktilen Vakuolen	verstreut im Körper	je eine dicht unterhalb des Peristoms und am posterioren Körperende				in der Äquatorialebene

ung langsam, meist gleitend, seltener unter Rotation um die Längsachse.

Infraciliatur mit Protargolsilber schwierig darzustellen, weshalb sie nur bei wenigen Individuen ausreichend klar erkennbar und eine biometrische Charakterisierung nicht möglich war. Die schwierige Imprägnierbarkeit ist darauf zurückzuführen, daß vermutlich durch die Fixierung Extrusome (Protrichocysten?) ausgestoßen werden, die das Tier als 1-3 μm dicke Hülle umgeben, die sich ziemlich stark imprägniert und die Infraciliatur verdeckt (Abb. 1h).

Ungefähr 20 Somakineten, die postoral etwas enger nebeneinander liegen als rechts des Oralapparates und auf der Dorsalseite. Die Kineten rechts des Oralapparates verlaufen praeoral bis zum linken Körperend, der dadurch gering bis deutlich gekerbt wird. Die dem Exkretionsporus der kontraktilen Vakuole benachbarten Somakineten stoßen unterhalb desselben angedeutet V-förmig zusammen. Dicht oberhalb der paroralen Membran eine stark verkürzte Somakinete aus ungefähr 7 Basalkörperpaaren. Auf der Dorsalseite verlaufen die Kineten von rechts oben leicht schräg nach links unten. Cilien etwa 10 μm lang, am ganzen Körper paarig angeordnet. Die Cilien jedes Paares sind fest miteinander verklebt, nur in Präparaten, die mit der Silbercarbonatmethode angefertigt wurden, trennten sie sich (Abb. 18). Etwa 30 Cilienpaare in der 3. Kineten rechts des Oralapparates. Sie stehen im oberen Teil der Somakineten etwas enger hintereinander als im unteren (Abb. 1a, f). Zwischen den Somakineten je 2 feine, argyrophile Fibrillen (Abb. 1g).

Oralapparat im vorderen Drittel schräg bis fast quer zur Körperlängsachse liegend, leicht eingesenkt, im

Umriß lang ellipsoid. Am oberen Mundrand eine Basalkörperreihe mit leicht verklebten Cilien, die die parorale Membran bilden. Am unteren Mundrand die aus etwa 15-20 Membranellen aufgebaute adorale Membranellenzonen, die in einem kurzen Pharynx endet. Die Zone ist in den Protargolpräparaten im unteren Drittel stets eigenartig verbogen, was ein Artefakt sein muß, da diese Verbiegung *in vivo* nicht erkennbar ist. Zwischen paroraler Membran und adoraler Membranellenzonen eine gestreifte, sehr flexible Ektoplasma-lippe, die der von PENARD (1922) bei *B. sphagni* als «une sorte d'opercule» beschriebenen Struktur entspricht.

Silberliniensystem am ganzen Körper ziemlich weitmaschig. Maschen polygonal, ohne erkennbare Orientierung (Abb. 1i, 19).

Artvergleich: Unsere Lebendbeobachtungen stimmen mit jenen von KAHL (1932) überein. Auch er erwähnte die starke Variabilität der Körperform. Da zwischen den verschiedenen Formen viele Übergänge vorhanden sind, meinen wir, daß es sich nicht um verschiedene Arten handelt. Der Aufbau der somatischen und oralen Infraciliatur gleicht jenem anderer *Bryometopus*-Arten (BUTKAMP und WILBERT, 1974; GROLIÈRE, 1975/76; FOISSNER, 1980). *B. pseudochilodon* ähnelt *B. edaphonus* FOISSNER, 1980, jener Art, die BUTKAMP und WILBERT (1974) als *Bryometopus* cf. *pseudochilodon* KAHL, 1932 beschrieben haben. Er unterscheidet sich von diesem durch folgende Merkmale: 1) die adorale Membranellenzonen beginnt weiter oben, 2) mehrere Mikronuclei, 3) eine stark verkürzte Somakinete oberhalb der paroralen Membran, 4) Cilien am ganzen Körper paarig angeordnet (bei *B. edaphonus* sollen sie dorsal einzeln stehen).

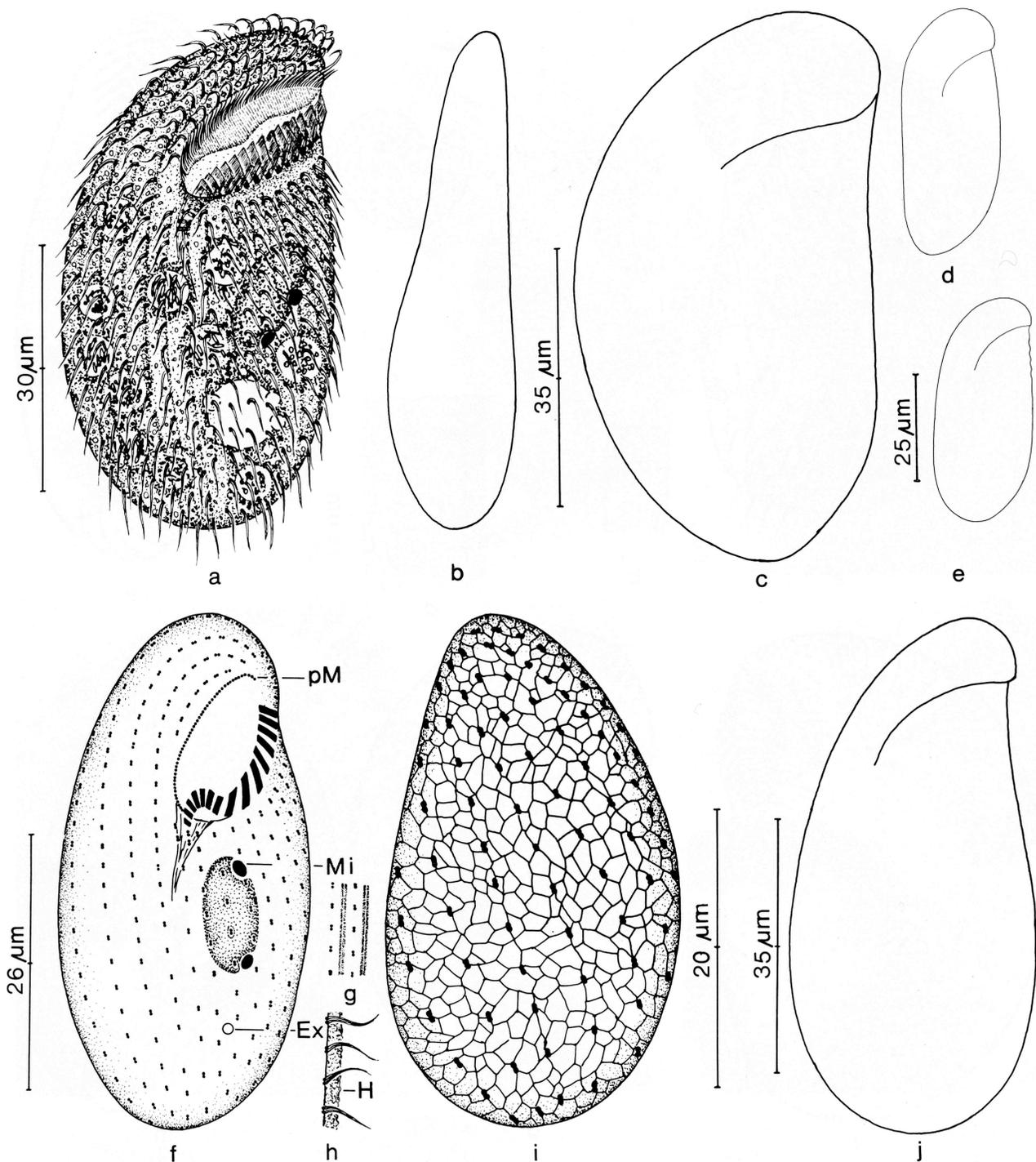


ABB. 1a-j. — *Bryometopus pseudochilodon* nach Lebendbeobachtungen (a-e, j), Protargolimprägung (f, g, h) und nasser Silberimprägung (i). a: Ventralansicht. b: Seitenansicht. c-e, j: Variabilität der Körperform. f: Infraciliatur der Ventralseite. Ex = Exkretionsporus der kontraktiven Vakuole, Mi = Mikronucleus, pM = parorale Membran. g: Teil der Pellicula. Zwischen je 2 Somakineten befinden sich 2 argyrophile Fibrillen. h: Teil der Pellicula im optischen Schnitt. Auf ihr befindet sich eine dünne Hülle (H). i: Infraciliatur und Silberliniensystem der Dorsalseite.

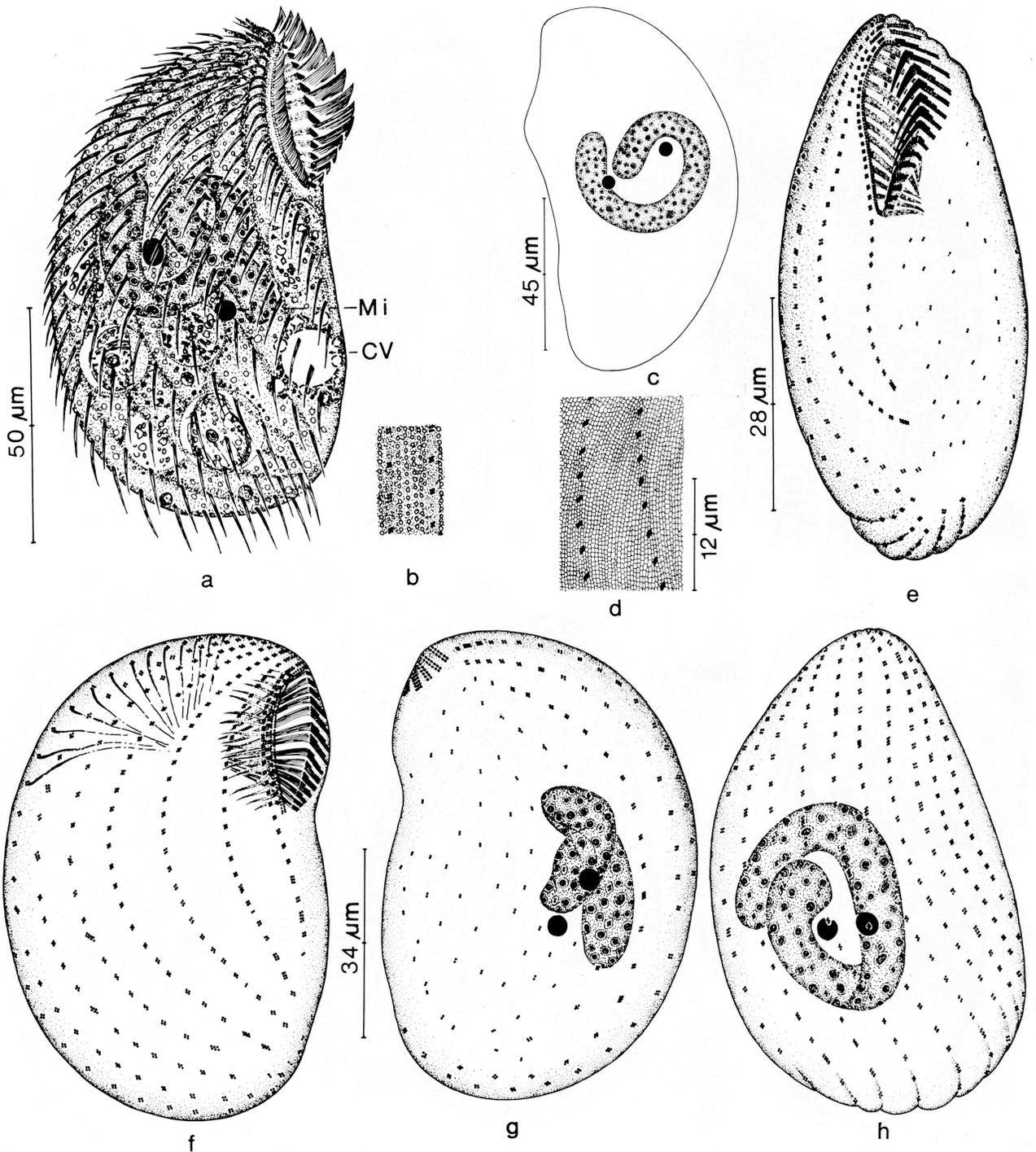


ABB. 2a-h. — *Balantidioides dragescoi* nach Lebendbeobachtungen (a, b, c), nasser Silberimpragnation (d) und Protargol-impragnation (e-h). a: rechts laterale Ansicht. CV = kontraktile Vakuole, Mi = Mikronucleus. b: Teil der Pellicula in Aufsicht. Dicht unter ihr befinden sich Reihen winziger Granula. c: Körperform und Kernapparat eines schlanken Individuums. d: Teil des Silberliniensystems der rechten Seite. e: Infraciliatur der Ventralseite. f-g: Infraciliatur der rechten und linken Seite. h: Infraciliatur der Dorsalseite.

2. *Balantidioides dragescoi* nov. spec. (Abb. 2a-1, 4-11, Tab. I, III).

Diagnose: *In vivo* etwa $50-120 \times 30-70 \mu\text{m}$ große, breit ovale *Balantidioides* mit durchschnittlich 11 Somakineten und 15 adoralen Membranellen. Makronucleus bandförmig, 2 kugelförmige Mikronuclei. 1 kontraktile Vakuole. Ventral und links lateral unregelmäßig angeordnete Cilien. Terricol.

Die Art benennen wir zu Ehren von Herrn Professor Dr. Jean DRAGESCO, der grundlegende Studien zur Taxonomie der Ciliaten durchgeführt hat.

Locus typicus: Mäßig häufig im Boden eines intensiv bewirtschafteten Feldes in der Nähe von Zwentendorf (Niederösterreich).

Morphologie: Körperform ziemlich variabel, meist breit oval, seltener schlank orthogonal, rechter Körperend stets deutlich konvex, linker meist leicht konkav. Anterior schmal, posterior breit gerundet. Etwa 2-3 : 1

abgeflacht. Unter dem Deckglas sehr biegsam und leicht kontraktile (Abb. 2a, c). Makronucleus bandförmig, unregelmäßig verschlungen, *in vivo* ungefähr $8 \mu\text{m}$ breit, Enden leicht keulenartig verdickt, liegt meist etwas oberhalb der Äquatorialebene. Nucleolen zahlreich, kugelförmig. Konstant 2 Mikronuclei in der Nähe des Makronucleus (Abb. 2a, c, g, h, 4). Nur 1 kontraktile Vakuole in bis leicht unterhalb der Äquatorialebene am linken Körperend, während der Diastole treten in ihrer Umgebung kleinere Hilfsvakuolen auf (Abb. 2a). Cytoplasma dicht unterhalb der kontraktilen Vakuole. Die Fäkalien werden als Strom lose zusammenhängender Partikel abgegeben, die in ungefähr $15 \mu\text{m}$ großen, kugelförmigen bis ellipsoiden Defäkationsvakuolen liegen (Abb. 2a). Pellicula durch die Cirrenreihen mäßig bis stark gekerbt, dicht unter ihr zwischen je 2 Somakineten etwa 5 Reihen farblose, ungefähr $0.8 \mu\text{m}$ große Granula (Protrichocysten?) (Abb. 2a, b). Entoplasma farblos, mit sehr vielen, etwa $0.5 \mu\text{m}$ großen Granula, die den Tieren bei kleiner Vergrößerung eine bräunliche Farbe verleihen, und wenigen, ungefähr $5 \mu\text{m}$ großen, leicht gelben, glänzenden Kügelchen. Frißt nur Ciliaten

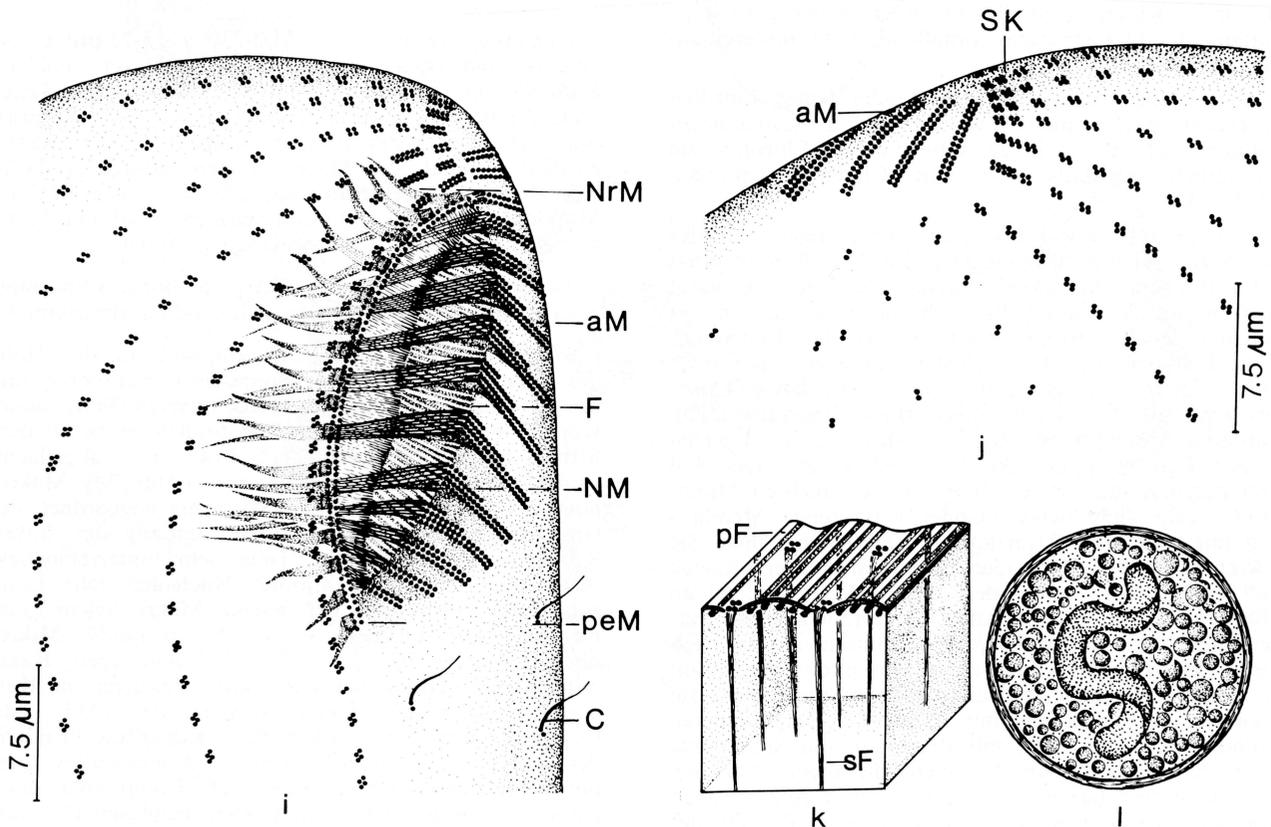


ABB. 2i-1. — *Balantidioides dragescoi* nach Protargolimpregnation (i, j, k) und Lebendbeobachtung (l). i: vorderer Körperabschnitt mit Oralapparat stark vergrößert. aM = adorale Membranellen, C = Cilien der linken Körperseite, F = argyrophile Fibrillen dicht über den Nematodesmen, NM = Nematodesmen der adoralen Membranellen, NrM = Nematodesmen am rechten Mundrand, peM = parorale und endorale Membran. j: Dorsalansicht des vorderen Körperabschnittes. aM = adorale Membranellen, SK = Somakineten der rechten Seite. k: dreidimensionale Rekonstruktion des corticalen Fibrillensystems. pF = parallel zur Körperoberfläche verlaufende Fibrillen. sF = senkrecht zur Körperoberfläche orientierte Fibrillen. l: Cyste.

(*Leptopharynx costatus*, *Colpoda fastigata*, *Pseudochilodonopsis mutabilis*) (Abb. 2a). Bewegung mäßig rasch, gleitend.

Cirren ungefähr 10 µm lang, bilden rechts lateral, dorsal und auf der rechten Hälfte der linken Seite bogenförmige Somakineten, von denen die dem Peristom benachbarten sukzessive verkürzt sind, so daß terminal, wo die Kineten der Dorsalseite auf die Ventralseite übergreifen, eine schwach ausgeprägte Sutura entsteht. Die Kineten der linken Seite sind vorne meist leicht verkürzt bzw. bestehen nur mehr aus Basalkörperpaaren. Ventral und auf der rechten Hälfte der linken Seite ziemlich regellos, manchmal auch angeordnet reihenartig angeordnete Basalkörperpaare, von denen jeweils der anteriore eine etwa 5 µm lange Cilie besitzt. Links neben der adoralen Membranellenzone meist keine Cilien, so daß hier eine mehr oder minder große kahle Fläche entsteht. Cirren meist aus 2 × 2 schräg zur Körperlängsachse orientierten Basalkörpern aufgebaut, dazwischen vereinzelt Cirren, die aus 3 × 2 oder 4 × 2 Basalkörpern bestehen. Bei den ersten 4-6 Kineten rechts des Oralapparates treten vorne stets vergrößerte Cirren mit bis zu 8 × 2 Basalkörpern auf. Bei der 1. Kineten rechts des Peristoms stehen die Cirren entlang des Oralapparates auffallend dicht hintereinander (Abb. 2e-i, 4, 9-11).

Von jedem Cirrus zieht ein Bündel feiner Fibrillen senkrecht nach innen. Zwischen je 2 Somakineten befinden sich etwa 5 lange, subpelliculäre Fibrillen, die vermutlich ebenfalls von den Cirren entspringen (Abb. 2 k).

Oralapparat ventral bis leicht rechts lateral in der anterioren Körperhälfte liegend, im Umriß ausgeprägt spindelförmig. Die adorale Membranellenzone krümmt sich im unteren Abschnitt nach innen, so daß sie in Aufsicht leicht S-förmig erscheint. An den Enden der Zone bestehen die Membranellen, die von vorne nach hinten kürzer werden und etwa 10 µm lange Cilien besitzen, aus 2-3 gleich langen Basalkörperreihen. Im mittleren Abschnitt der Zone bestehen sie aus 2 gleich langen Reihen, 1 um die 1/2 und 1 um etwa 3/4 verkürzten Reihe von Basalkörpern. Am rechten Mundrand 2 sehr dicht nebeneinander verlaufende Membranen mit ungefähr 10 µm langen, verklebten Cilien. Sie beginnen in der Höhe der 3. adoralen Membranelle und enden dicht neben der letzten. Von den beiden Membranen und den adoralen Membranellen entspringen dicke, bis 20 µm lange Nematodesmen, die nach innen konvergieren und nach Protargolimprägung eine sehr auffallende, reusenartige Struktur bilden. Im äußeren, offensichtlich mit Pellicula ausgekleideten Mundbereich sehr viele, mit Protargol und Silbernitrat schwach imprägnierbare Fibrillen, die dicht über den Nematodesmen liegen. So wie bei den Nematodesmen sind die der linken Seite etwas dicker als die der rechten (Abb. 2a, e, i, j, 4-9).

Silberliniensystem am ganzen Körper gitterförmig. Maschen ungefähr 0,5 µm groß, undeutlich quadratisch, zwischen den Somakineten in etwa 20 schräg verlaufenden Reihen angeordnet (Abb. 2d).

Encystierung: Alle Kulturversuche schlugen fehl. Die Tiere encystierten sich innerhalb weniger Tage. Die

Cysten sind farblos, annähernd kugelförmig, 40-60 µm groß und von einer dünnen, außen und innen glatten Membran umgeben. Das Entoplasma ist dicht mit farblosen, kugelförmigen Einschlüssen gefüllt. Der Makronucleus bleibt unverändert erhalten (Abb. 2 l).

Artvergleich: *Balantidioides dragescoi* unterscheidet sich von den bisher bekannten Arten des Genus vor allem durch die einzige kontraktile Vakuole (Tab. III). Da alle anderen Species mehrere kontraktile Vakuolen besitzen, wurden etwa 30 Individuen von *B. dragescoi* auf die Konstanz dieses Merkmals untersucht. Dabei zeigte sich, daß die Anzahl konstant, die Lage aber etwas variabel ist. Auch durch die Anzahl der Mikronuclei und die Anordnung der Cilien der linken Körperseite weicht diese Species deutlich von den anderen ab, so daß die Aufstellung einer neuen Art sicher gerechtfertigt ist.

3. *Kahliella marina* nov. spec. (Abb. 3a-n, 12-17, Tab. II).

Diagnose: *In vivo* etwa 150-230 × 55-75 µm große, anterior und posterior mäßig bis stark verschmälerte *Kahliella* mit durchschnittlich 10 Makronucleus-Teilen und 12 links schräg verlaufenden Cirrenreihen, die praeral zum Teil verkürzt sind, wodurch eine « Naht » entsteht. Frontal- und Marginalcirren deutlich verstärkt. Adorale Membranellenzone zum Teil von einem hyalinen Munddach überdeckt. Durchschnittlich 70 adorale Membranellen, konstant 3 Dorsalkineten. Marin.

Locus typicus: Mäßig häufig in einem Flutttümpel etwa 2 km nördlich von Banyuls-sur-Mer (Frankreich).

Morphologie: Körperumriß ellipsoid, in der Höhe des Munddaches stets am breitesten, nach vorne und hinten mehr oder minder stark verschmälert, linker Körperperrand bei der adoralen Membranellenzone schalenförmig aufgewölbt (Abb. 3a). Etwa 3:1 abgeflacht, ventral stark konkav, dorsal konvex (Abb. 3e). Makronucleus-Fragmente undeutlich C-förmig angeordnet, der lange Bogen des C liegt immer entlang des linken Körperperrandes. Form der Teile sehr unterschiedlich, meist aber ungefähr ellipsoid. Nucleolen sehr klein, zahlreich. Vermutlich bei jedem Makronucleus-Fragment ein kugelförmiger, etwa 1,5 µm großer Mikronucleus (Abb. 3g). 2 vielleicht durch einen Kanal miteinander verbundene kontraktile Vakuolen in Körpermitte nahe des linken Körperperrandes (Abb. 3d). Cytopyge subterminal, am linken Körperperrand. Entlang der Cirrenreihen winzige, farblose, subpelliculäre Granula (Protrichocysten?) (Abb. 3c). Entoplasma dicht gefüllt mit ungefähr 0,5 µm großen, farblosen Granula, wodurch die Tiere bei kleiner Vergrößerung bräunlich erscheinen. Posterior eine Anhäufung 1-5 µm großer, farbloser, glänzender Einschlüsse und vereinzelt bis 10 µm große, hakenförmige Kristalle. Nahrungsvakuolen mit Algen und Ciliaten (*Vorticella* sp., *Cyclidium* sp.) (Abb. 3a). Bewegung langsam, kriechend.

Cirren kräftig, normale etwa 10 µm, verstärkte 15-20 µm lang, stets in der in den Abbildungen 3f,g

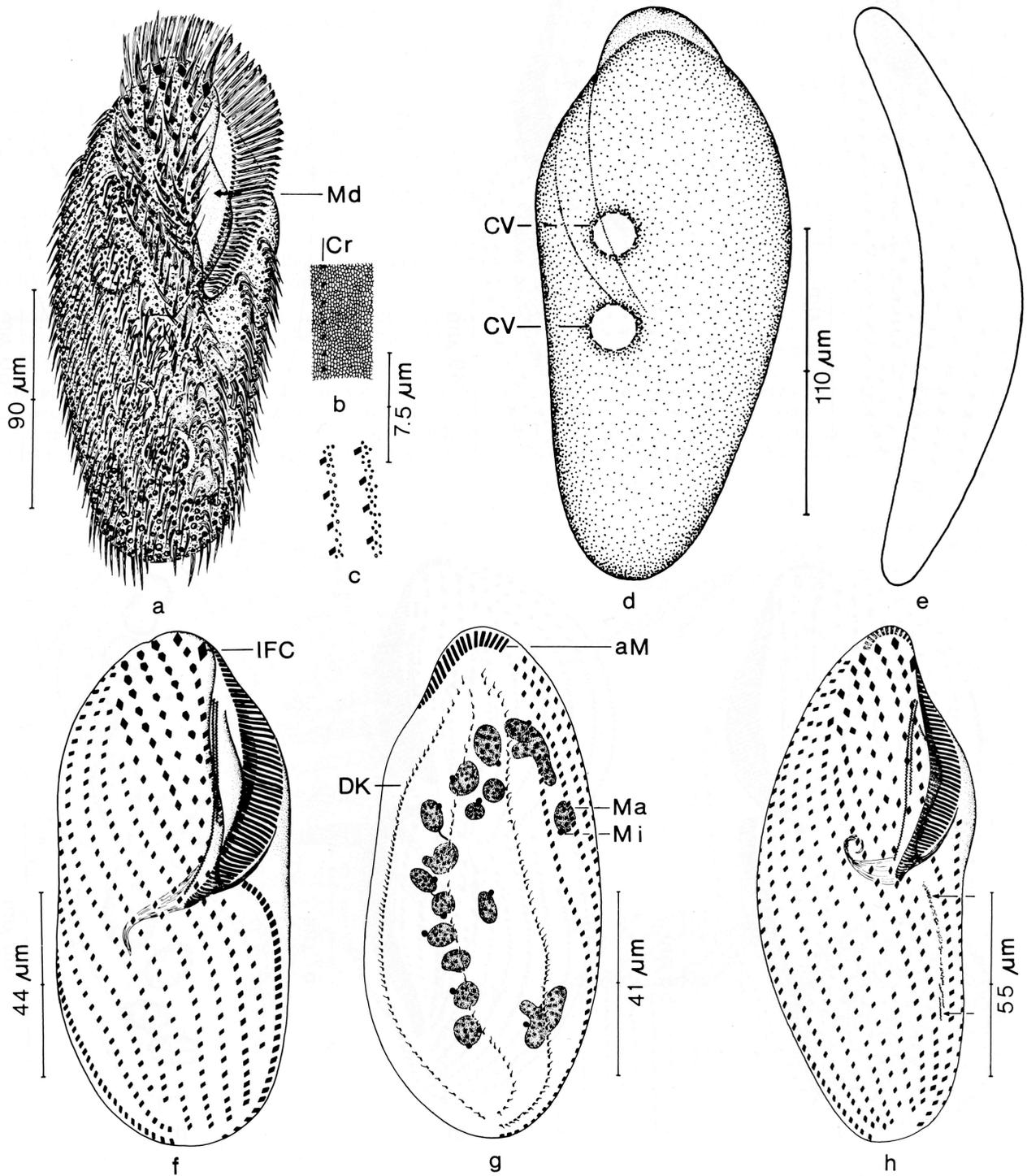


ABB. 3a-h. — *Kalliella marina* nach Lebendbeobachtungen (a, c, d, e), nasser Silberimprägation (b) und Protargolimprägation (f, g, h). a: Ventralansicht. Md = Munddach. b: Teil des Silberliniensystems der Ventralseite. Cr = Cirrenreihe. c: Teil der Pellicula in Aufsicht. Dicht neben den Cirrenreihen befinden sich winzige Granula. d: Dorsalansicht. CV = kontraktile Vakuolen. e: Seitenansicht. f: Infraciliatur der Ventralseite. IFC = linker Frontalcirrus. g: Infraciliatur der Dorsalseite. aM = adorale Membranellen, DK = Dorsalkineten, Ma = Makronucleus-Fragment, Mi = Mikronucleus. h: sehr frühes Stadium der Morphogenese. Die Pfeile weisen auf das Oralprimordium.

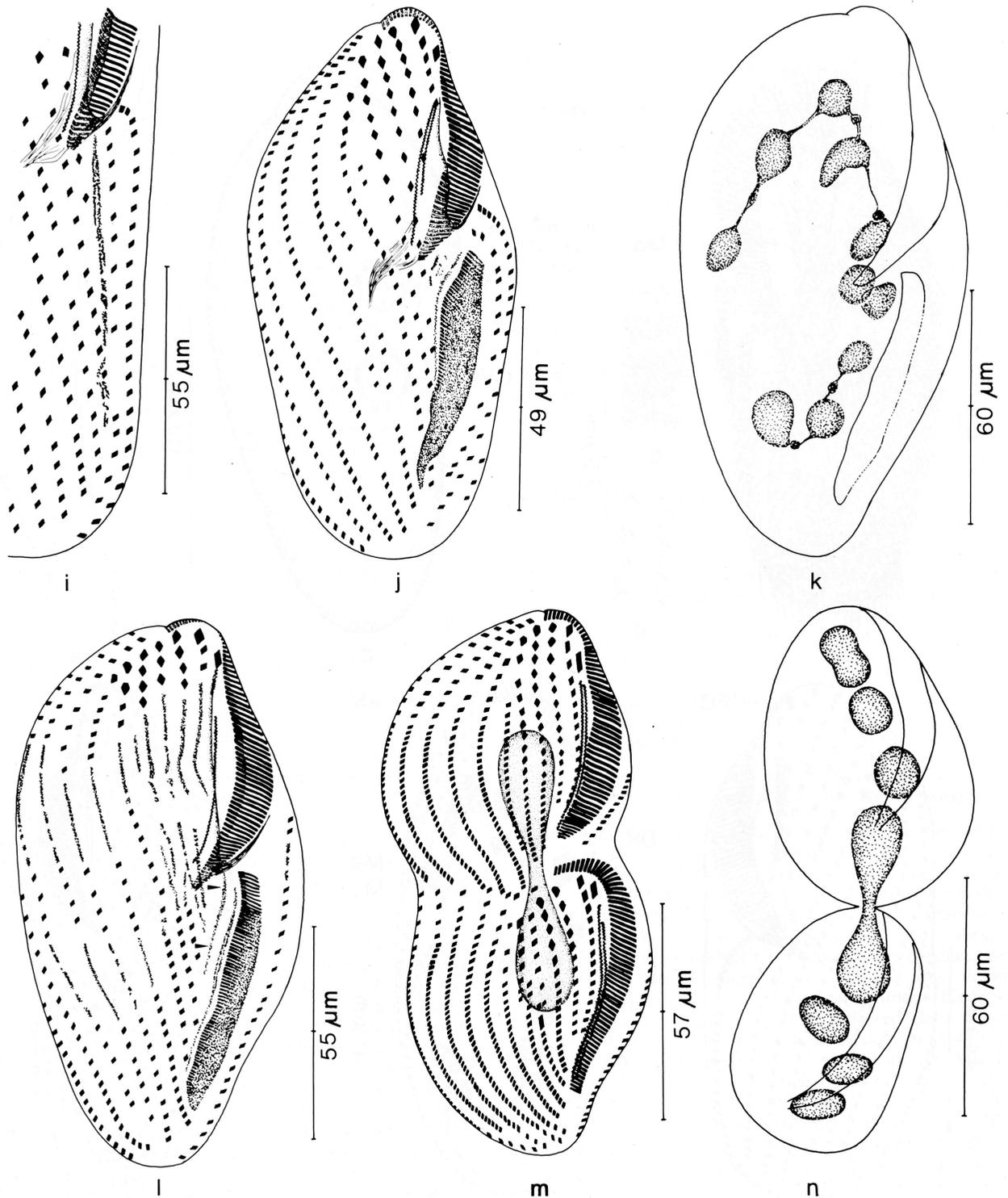
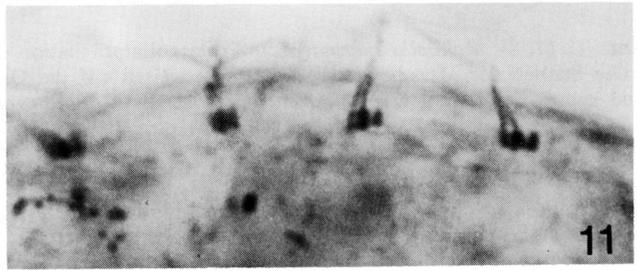
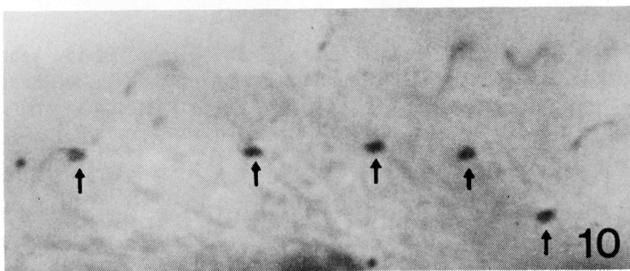
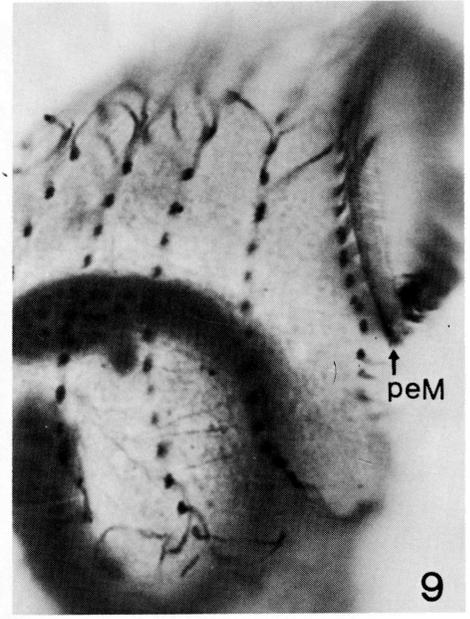
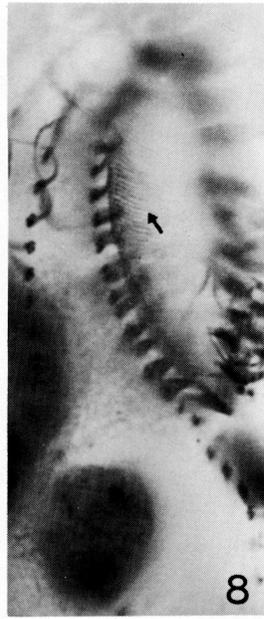
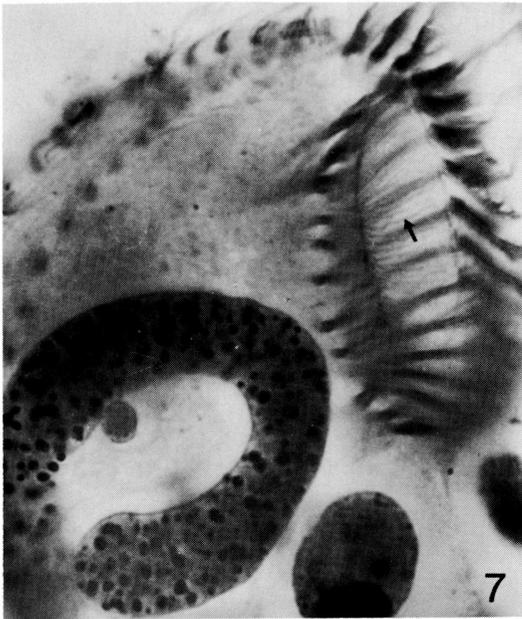
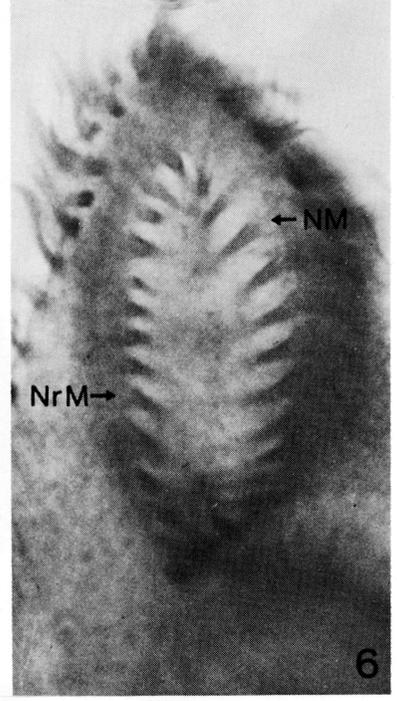
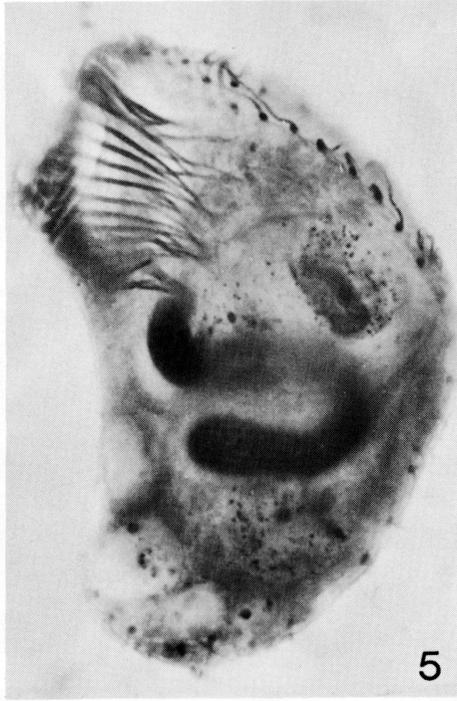
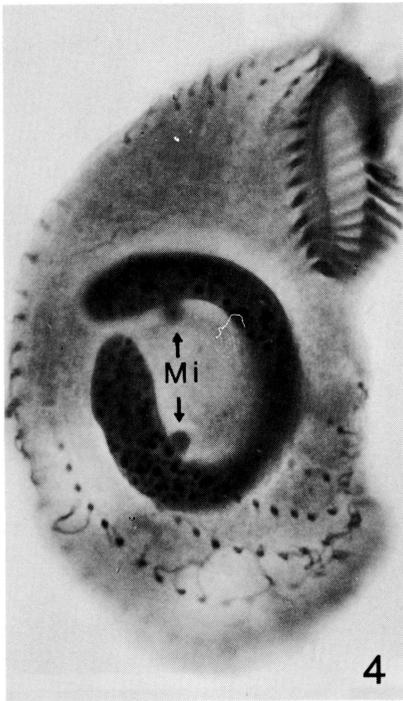


ABB. 3i-n. — *Kahliella marina*. Morphogenese der Infraciliatur und des Kernapparates nach Protargolimprägung. i,j: sehr frühes und frühes Stadium. k,l: mittleres Stadium. Die Pfeile weisen auf die Anlage des linken Frontalcirrus. m,n: spätes und sehr spätes Stadium. Nähere Erklärungen im Text.

ABB. 4-11. — *Balantidioides dragescoi* nach Protargolimprägung. 4-5: Infraciliatur der rechten und linken Seite. Mi = Mikronuclei. 6: Ventralansicht des Oralapparates. NM = Nematodesmen der adoralen Membranellen, NrM = Nematodesmen am rechten Mundrand. 7-8: Ein Individuum in verschiedenen Ebenen fotografiert, um den Aufbau des Oralapparates zu verdeutlichen. Die Pfeile weisen auf feine argyrophile Fibrillen. 9: Infraciliatur der rechten Seite im vorderen Körperabschnitt. peM = parorale und endorale Membran. 10: Teil der Infraciliatur der linken Seite. Die Pfeile weisen auf die Basalkörper der Cilien. 11: Somakinete der rechten Seite stärker vergrößert. Die aus 4-6 Basalkörpern aufgebauten Cirren sind erkennbar.



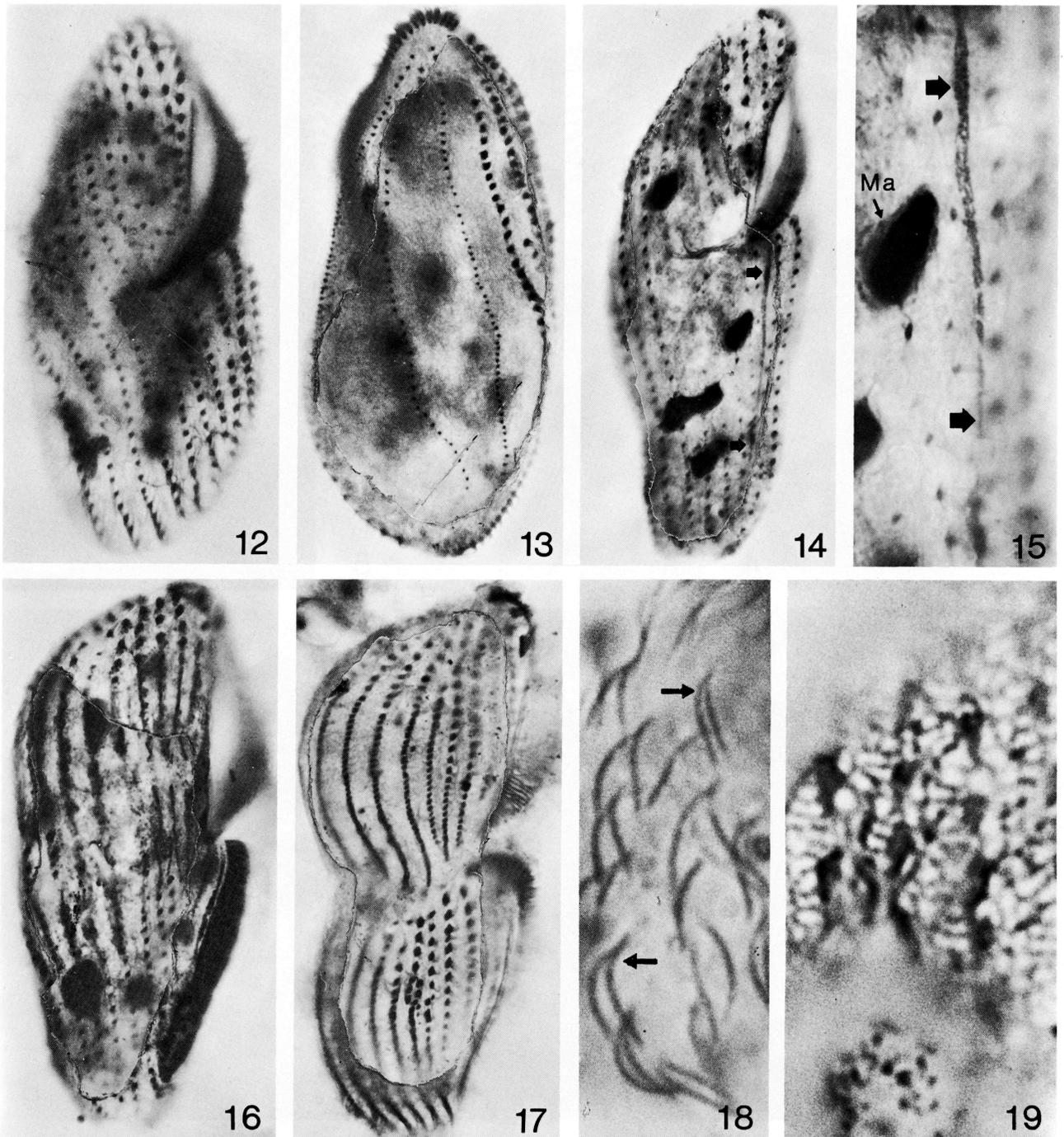


ABB. 12-17. — *Kahlia marina* nach Protargolimprägung. 12-13: Infraciliatur der Ventral- und Dorsalseite. 14-15: sehr frühe Stadien der Morphogenese. Die Pfeile weisen auf die Oralprimordien. Ma = Makronucleus-Fragment. 16-17: mittleres und spätes Stadium der Morphogenese. ABB. 18-19. — *Bryometopus pseudochilidon*. 18: Cilienpaare (Pfeile) nach Silbercarbonatimprägung. 19: Teil der Infraciliatur und des Silberliniensystems nach nasser Silberimprägung.

dargestellten Weise angeordnet. Sehr selten treten Unregelmäßigkeiten auf, zum Beispiel einzelne Cirren zwischen je 2 Reihen (Abb. 3j). Links 1-2 Marginal-

reihen mit meist leicht verstärkten Cirren. Sie beginnen links neben der adoralen Membranellenzone und enden beim posterioren Pol. Rechts vermutlich ebenfalls 1-

2 Marginalreihen. Ventralfläche vollständig von den schräg angeordneten Cirrenreihen bedeckt, von denen die 2-3 rechten und die Marginalreihen in der vorderen Körperhälfte auf die Dorsalseite übergreifen, wo sie sich von vorne nach hinten verkürzen. Rechts des Oralapparates 2-4 verkürzte Cirrenreihen, die in der Höhe des Mundeinganges enden. Cirren der 5-6 rechten Reihen frontal deutlich verstärkt, an sie stoßen in sehr spitzem Winkel die übrigen Cirrenreihen, wodurch die charakteristische « Naht » entsteht. Am vorderen Körperperrand 3 deutlich verstärkte Frontalcirren, von denen der linke isoliert steht, die beiden anderen bilden den Beginn der 2 rechten Cirrenreihen. Transversal und Caudalcirren weder in der Interphase noch während der Morphogenese nachweisbar. Dorsalkineten annähernd meridional verlaufend, aus sehr dicht hintereinander liegenden Basalkörperpaaren aufgebaut, von denen jeweils der vordere Basalkörper eine etwa 2 µm lange, ziemlich steife Cilie besitzt (Abb. 3a,f,g, 12,13).

Basen der adoralen Membranellen in der Mitte der Zone etwa 10 µm lang, aus 2 langen und 1 kurzen Reihe von Basalkörpern aufgebaut. Adorale Membranellenzone mächtig entwickelt, im unteren Abschnitt zum Teil von einem hyalinen, ziemlich kräftigen, viertelkreisförmigen Vorsprung der Pellicula (« Munddach ») überdeckt, der am rechten Mundrand entspringt. Der frontale Teil der Zone verläuft hinter einem halbkreisförmigen, hyalinen Vorsprung der Ventralfläche. Parorale und endorale Membran aus je 2 nahe nebeneinander liegenden Basalkörperreihen aufgebaut, liegen am rechten Mundrand unter dem Munddach. Endorale Membran posterior verkürzt, die parorale beginnt etwas unterhalb des linken Frontalcirrus und reicht bis zum Ende der adoralen Membranellenzone (Abb. 3a,f,g, 12,13).

Silberliniensystem am ganzen Körper gitterförmig. Maschen etwa 0.5-0.7 µm groß, meist polygonal, selten leicht längs orientiert (Abb. 3b).

Artvergleich: Die vielen Makronucleus-Fragmente, das Munddach und die besondere Anordnung der Fronto-Ventralcirren trennen *Kahliella marina* von den bei KAHL (1932), BORROR (1972) und HEMBERGER (1981) angeführten *Kahliella*- und *Paraurostyla*-Arten.

Morphogenese: Alle abgebildeten Stadien wurden bei mindestens 2 Individuen gesehen. Die Morphogenese beginnt mit der Proliferation von Basalkörpern zwischen der ersten durchlaufenden Ventralreihe und den linken Marginalreihen (Abb. 3h,14). Das Primordialfeld vergrößert sich und erstreckt sich schließlich von der adoralen Membranellenzone bis in die Nähe des posterioren Körperendes. Es ist in viele unregelmäßige Segmente gegliedert (Abb. 3i, 15). Aus dem Primordialfeld entsteht die adorale Membranellenzone des hinteren Tochtertieres. Rechts sondern sich die Anlagen der paroralen und endoralen Membran und die Primordien des linken Frontalcirrus und der beiden rechten Ventralreihen ab (Abb. 3j). Ein mittleres Teilungsstadium zeigen die Abbildungen 3k,l und 16. Die adorale Membranellenzone und die parorale und endorale Membran des hinteren Tochtertieres sind fast vollständig ausgebildet. Die Anlagen des linken Frontalcirrus und der verkürzten Ventralreihen erscheinen als lange Zonen

ungeordneter Basalkörper. Die Cirren der Ventral und Marginalreihen sind zum Teil zu Anlagen umgebildet. Die Makronucleus-Fragmente bilden Brücken aus und beginnen zu kondensieren. Sehr späte Teilungsstadien zeigen die Abbildungen 3m,n und 17. Die Ciliatur der Tochtertiere ist vollständig ausgebildet und der kondensierte Makronucleus beginnt sich noch vor der Trennung der Tochtertiere durch mehrere Teilungen zu fragmentieren.

DISKUSSION

1. Gattung *Bryometopus* KAHL, 1932.

Bryometopus ist nach unseren Beobachtungen ein typischer heterotricher Ciliat. Sein Silberliniensystem ähnelt jenem der Gattung *Thylakidium*, was darauf hinweist, daß diese 2 Genera nahe verwandt sind und vielleicht in einer eigenen Familie zusammengefaßt werden können (FOISSNER, 1980).

2. Revision der Gattung *Balantidioides* PENARD, 1930 in KAHL, 1930.

Den ursprünglichen Gattungsnamen, *Balantidiopsis* PENARD, 1922, änderte KAHL (1930) wegen Praeokkupation mit Einverständnis von PENARD. KAHL (1932) fand nicht nur *B. muscicola* (PENARD, 1922) wieder sondern beschrieb auch die neue Art *B. bivacuolata*. Für diese und die von ihm entdeckte Gattung *Reichenowella* errichtete er die Familie Reichenowellidae KAHL, KAHL, 1932.

GELLÉRT (1950) beschrieb unter dem Namen *Transitella lichenicola* eine neue Gattung und eine neue Art, von der bereits auf den ersten Blick erkennbar ist, daß sie mit *Balantidioides bivacuolata* identisch ist. Die *in vivo* erkennbaren Genus- und Speciescharakteristika (Bau und Lage des Oralapparates, Anordnung der Somakineten, Lage und Anzahl der kontraktilen Vakuolen, Form des Makronucleus, Anzahl der Mikronuclei, Biotop) stimmen so weitgehend überein, daß bei unvoreingenommener Betrachtung kein Zweifel über die Synonymie entstehen kann (Tab. III). Zudem hat GELLÉRT (1950) die von KAHL (1932) errichtete Art offensichtlich übersehen, da er sie und die Gattung *Balantidioides* nicht diskutierte. Daß PENARD (1922) und KAHL (1932) den eigenartigen Aufbau der Somakineten aus kleinen Cirren und den Reusenapparat, den übrigens GELLÉRT (1950) ebenfalls unvollständig darstellte, nicht erkannten, ist verständlich, da diese Besonderheiten nur nach Silberimprägation gut sichtbar werden. Auch wir und WENZEL (1953) sahen die nach Protargolimprägation so auffallenden Nematodesmen bei den lebenden Tieren nicht. Wir heben daher das Genus *Transitella* GELLÉRT, 1950 und die Species *T. lichenicola* GELLÉRT,

1950 auf und synonymisieren sie mit *Balantidioides bivacuolata* KAHL, 1932.

FRYD-VERSAVEL und TUFFRAU (1978) führten eine sehr sorgfältige Neubeschreibung von *Transitella lichenicola* durch und wiesen auf Beziehungen zu *Balantidioides* hin. Dennoch anerkannten sie die Gattung *Transitella* und errichteten die Familie Transitellidae. Da sie so wie GELLÉRT (1950) keine wesentlichen Unterschiede zwischen den General *Transitella* und *Balantidioides* angeben, ist beim derzeitigen Stand der Kenntnisse die Familie Transitellidae FRYD-VERSAVEL und TUFFRAU, 1978 invalid und ein jüngeres synonym der Familie Reichenowellidae KAHL, 1932. Die Infraciliatur von *Reichenowella* ist bisher nicht bekannt. Daher ist es möglich, daß diese Gattung eine eigene Familie benötigt und die von FRYD-VERSAVEL und TUFFRAU (1978) errichtete Familie später wieder valid wird. FRYD-VERSAVEL und TUFFRAU (1978) stützen ihre Entscheidung auf die Vermutung, daß KAHL (1932) eine von ihm beobachtete Species fälschlich mit *B. muscicola* (PENARD, 1922) identifizierte. Dies kann zwar nicht ausgeschlossen werden, da PENARD (1922) die Art ziemlich oberflächlich darstellte und ihre Organisation verkannte, ist aber sehr wenig wahrscheinlich, da so wesentliche Merkmale wie Körperform, Größe, Form des Makronucleus, Anzahl und Lage der kontraktiven Vakuolen und Biotop weitgehend übereinstimmen. KAHL (1932, p. 434-435) betonte dies nachdrücklich und daher besteht kein schwerwiegender Grund, an seiner Determination zu zweifeln.

CORLISS (1979) stellte *Transitella* zu den Phacodiniidae und *Balantidioides* zu den Reichenowellidae. Da wir mit FRYD-VERSAVEL und TUFFRAU (1978) darin übereinstimmen, daß *Balantidioides* (*Transitella*) eine eigene Familie benötigt, verbleibt in der Familie Phacodiniidae CORLISS, 1979 nur mehr das Genus *Phacodinium* PROWAZEK, 1900.

Nach den bisher vorliegenden Untersuchungen (PENARD, 1922; KAHL, 1932; GELLÉRT, 1950; WENZEL, 1953; FRYD-VERSAVEL und TUFFRAU, 1978) und eigenen Beobachtungen (Tab. I) sind bei der Gattung *Balantidioides* folgende Merkmale wenig variabel und daher für die Speciesdiagnose wichtig: 1) Lage und Anzahl der kontraktiven Vakuolen, 2) Anzahl der Mikronuclei, 3) Form des Makronucleus, 4) Aufbau der adoralen Membranellen, 5) Anordnung der Cilien der linken Körperseite. Die Körpergröße, die Körperform und die Anzahl der Somakineten und adoralen Membranellen sind bei den bis jetzt bekannten Arten sehr ähnlich. Nach den oben angeführten Kriterien anerkennen wir 4 Species (Tab. III): *B. muscicola* (PENARD, 1922), *B. bivacuolata* KAHL, 1932, *B. corbifera* nov. comb. (FRYD-VERSAVEL und TUFFRAU, 1978) und *B. dragoscoi* nov. spec.

3. Gattung *Kahliella* CORLISS, 1960.

Die Einordnung der hier als *Kahliella marina* beschriebenen Species kann nicht als gesichert gelten, da die Fronto-Ventralciliatur Ähnlichkeiten mit jener der Gat-

tung *Paraurostyla* aufweist, insbesondere hinsichtlich der deutlich differenzierten Frontalcirren und der mehr oder minder gut ausgebildeten Marginalreihen. Hinsichtlich der Morphogenese ähneln sich die Genera *Kahliella* und *Paraurostyla* leider so stark, daß danach keine klare Zuordnung möglich ist (TUFFRAU, 1969; BORROR, 1979; HEMBERGER, 1981). Nach den von HEMBERGER (1981) gegebenen Diagnosen sind diese beiden Gattungen, die er in die Familie Amphisiellidae stellt, nicht zu trennen. BORROR (1979) vermutet dagegen, daß *Kahliella* in die Spirofilidae einzureihen ist, da der Morphogenese-Ablauf Ähnlichkeiten mit *Hypotrichidium* aufweist. *Paraurostyla* stellt er dagegen zu den Oxytrichidae. In Anbetracht dieser einander sehr widersprechenden Ansichten halten wir es derzeit für das Beste, der vermutlich ebenfalls künstlichen, aber sehr klaren Einteilung von TUFFRAU (1979) zu folgen, der in die Familie Kahliellidae TUFFRAU, 1979 jene Genera und Species stellt, die keine Transversalcirren besitzen. Obwohl wir den Morphogenese-Ablauf von *K. marina* nicht in allen Einzelheiten verfolgen konnten, ist daraus ersichtlich, daß er sehr ähnlich jenem ist, den TUFFRAU (1969) bei *K. acrobates* beobachtet hat. Das und die fehlenden Transversalcirren sind die Grundlage unserer Einordnung.

Der schräge Verlauf der Cirrenreihen und die eigenartige Naht im frontalen Abschnitt könnten die Errichtung einer neuen Gattung rechtfertigen. Wir sind aber der Meinung, daß die Aufspaltung bei den Hypotrichida ohnehin schon so weit gegangen ist, daß viele Arten, selbst bei Kenntnis ihrer Morphogenese, nicht mehr sicher in das System eingeordnet werden können (vgl. FOISSNER, 1982).

DANKSAGUNG

Mit dankenswerter finanzieller Unterstützung des MaB-6 Programms der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz. Der Meeresbiologischen Station in Banyuls-sur-Mer (Frankreich) danken wir für die Überlassung eines Arbeitsplatzes.

LITERATUR

- ALBARET J.-L. et GRAIN J. (1973). — L'ultrastructure de *Plagiotoma lumbrici* DUJARDIN (Cilié Hétérotrophe). *Protistologica*, **9**, 221-234.
- 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.

- BUITKAMP U. und WILBERT N. (1974). — Morphologie und Taxonomie einiger Ciliaten eines kanadischen Präriebodens. *Acta Protozool.*, **13**, 201-210.
- CORLISS J. O. (1953). — Silver impregnation of ciliated protozoa by the Chatton-Lwoff technic. *Stain Tech.*, **28**, 97-100.
- CORLISS J. O. (1960). — The problem of homonyms among generic names of ciliated protozoa, with proposal for several new names. *J. Protozool.*, **7**, 269-278.
- CORLISS J. O. (1979). — The ciliated protozoa. Characterization, classification and guide to the literature 2nd ed. Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt, 455 pp.
- DIDIER P. et DRAGESCO J. (1979). — Organisation ultrastructurale du cortex de *Phacodinium metchnikoffi* (Cilie Hétérotriche). *Protistologica*, **15**, 33-42.
- FERNANDEZ-GALIANO D. (1976). — Silver impregnation of ciliated protozoa: procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, **95**, 557-560.
- FOISSNER W. (1980). — Taxonomische Studien über die Ciliaten des Großglocknergebietes (Hohe Tauern, Österreich). IX. Ordnungen Heterotrichida und Hypotrichida. *Ber. Nat. Med. Ver. Salzburg*, **5**, 71-117.
- FOISSNER W. (1981). — Die Gemeinschaftsstruktur der Ciliatenzönose in alpinen Böden (Hohe Tauern, Österreich) und Grundlagen für eine Synökologie der terricolen Ciliaten (Protozoa, Ciliophora). *Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern*, **4**, 7-52.
- FOISSNER W. (1982). — Ökologie und Taxonomie der Hypotrichida (Protozoa: Ciliophora) einiger österreichischer Böden. *Arch. Protistenk.*, **126**, 19-143.
- FRYD-VERSAVEL G. et TUFFRAU M. (1978). — Compléments à la connaissance du genre *Transitella* GELLÉRT 1950. *Protistologica*, **14**, 91-98.
- GELLÉRT J. (1950). — Espèces transitoires d'infusoires du minimum de biotop aquatique. *Hidrol. Közl.*, **30**, 121-126, 158 (in ungarisch mit französischer Zusammenfassung).
- GROLIÈRE C.-A. (1975/76). — Contribution à l'étude des cilies des sphaignes et des étendues d'eau acides. I. — Description de quelques espèces de Gymnostomes, Hypostomes, Hymenostomes et Hétérotriches. *Annls. Sta. Biol. Besse-en-Chandesse*, **10**, 265-297.
- HEMBERGER H. (1981). — Revision der Ordnung Hypotrichida STEIN (Ciliophora, Protozoa) an Hand von Protargolpräparaten und Morphogenesedarstellungen. *Diss. Math.-Naturwiss. Fak. Univ. Bonn*. 294 pp.
- KAHL A. (1930). — Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 1. Allgemeiner Teil und Prostomata. In DAHL, F., Hgb., *Die Tierwelt Deutschlands*, G. Fischer, Jena, Teil, **18**, 1-180.
- KAHL A. (1932). — Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 3. Spirotricha. In DAHL, F., Hgb., *Die Tierwelt Deutschlands*, G. Fischer, Jena, Teil, **25**, 399-650.
- PENARD E. (1922). — Etudes sur les infusoires d'eau douce. Georg et Cie, Genève, 331 pp.
- PROWAZEK S.V. (1900). — Protozoenstudien II. *Arch. Zool. Inst. Univ. Wien*, **12**, 243-300.
- TUFFRAU M. (1964). — Quelques variantes techniques de l'imprégnation des ciliés par le protéinate d'argent. *Arch. Zool. exp. gén.*, **104**, 186-190.
- TUFFRAU M. (1967). — Les structures fibrillaires somatiques et buccales chez les ciliés hétérotriches. *Protistologica*, **3**, 369-394.
- TUFFRAU M. (1969). — L'origine du primordium buccal chez les ciliés hypotriches. *Protistologica*, **5**, 227-237.
- TUFFRAU M. (1979). — Une nouvelle famille d'hypotriches, Kahliliellidae n. fam., et ses conséquences dans la répartition des Stichotrichina. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, **98**, 521-528.
- WENZEL F. (1953). — Die Ciliaten der Moosrasen trockener Standorte. *Arch. Protistenk.*, **99**, 70-141.