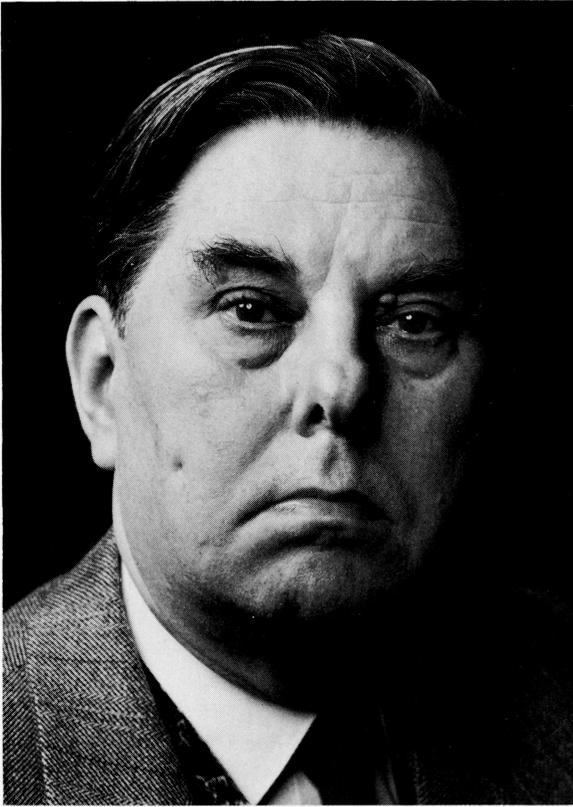


Sonderabdruck aus

Mikrokosmos

Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart



In memoriam

Rolf Keller

Rolf Keller, Seniorchef des Franckh/Kosmos-Verlages, Verleger und Förderer des Mikrokosmos, ist tot. Er starb 71-jährig am 12. Juli 1987.

Rolf Keller war eine der großen Verlegerpersönlichkeiten unseres Jahrhunderts. Sein Vater Walther Keller gründete zusammen mit Euchar Nehmann 1904 die Zeitschrift Kosmos und damit die populär-naturwissenschaftliche Richtung der Franckh'schen Verlagshandlung. Schon 1907 folgte die erste Ausgabe des Mikrokosmos.

1950 trat Rolf Keller die Nachfolge seines Vaters an. Er stand vor Trümmern. Die Verlagsgebäude waren im Krieg zerstört worden, Lager, Manuskripte und Akten waren verbrannt. Mit großem Fleiß und der ihm eigenen Kombination von Traditionsbewußtsein und Neuerungswillen baute er, zusammen mit seinen Partnern, den Verlag innerhalb weniger Jahre wieder auf.

An dieser Stelle sind nicht Rolf Kellers bedeutende verlegerische Leistungen aufzuzählen, auch nicht sein unermüdlicher ehrenamtlicher Einsatz für die Belange des Buchhandels (zweimal war er Vorsteher des Börsenvereins des deutschen Buchhandels, bei seinen Kollegen aus Verlag und Sortiment genoß er höchstes Ansehen). Hier ist zu reden von Rolf Keller, der in seinem Verlag die Mikroskopie und den Mikrokosmos konsequent gefördert hat. Als Georg Stehli, Schriftleiter des Mikrokosmos,

1951 starb, stand es schlecht um die Zeitschrift, die sich schwer tat, den kriegsbedingten Verlust an Auflage und Lesern wieder aufzuholen. Rolf Keller aber entschied, den Mikrokosmos weiterzuführen und Bücher für Mikroskopiker zu verlegen.

Obwohl die Mikroskopie im wieder groß gewordenen Kosmos-Verlag nur ein kleines und spezielles Gebiet sein konnte, verlor er nie sein Interesse daran. 1952 – der Verlag war noch nicht ganz wiederaufgebaut und litt unter großer Raumnot – stellte er ein Zimmer und die notwendige Einrichtung zur Durchführung mikroskopischer Kurse zur Verfügung, wünschte er die Gründung einer ständigen mikroskopischen Arbeitsgemeinschaft. Beide – Kurse und Arbeitsgemeinschaft – existieren heute noch. Rolf Keller lernte das Mikroskopieren bei Georg Stehli, der dem Jungen Privatunterricht gab. Später galten seine privaten Interessen vor allem geschichtlichen Dingen, doch hat er sein altes Winkel-Zeiss-Mikroskop nie vergessen.

Rolf Keller starb, wie er gelebt hatte: arbeitend. Noch zwei Tage vor seinem Tode ließ sich der Schwerstkranke berichten, erkundigte sich nach neuen Plänen, fragte auch nach dem Mikrokosmos. Unser Mikrokosmos hat in Rolf Keller einen Freund und Förderer verloren. Die Söhne aber werden seine Arbeit weiterführen.

Dieter Krauter

Systematisieren von Einzellern: Ein Unterfangen mit Fallstricken

Welcher Mikroskopiker ist nicht von der Formenfülle der Einzeller fasziniert? Und welcher Mikroskopiker ist nicht schon verzweifelt, wenn er versuchte, ein ihm noch unbekanntes Tierchen richtig einzuordnen? Flagellat oder Wimpertier, großer Ciliat oder Strudelwurm? Jeder von uns kennt das Problem, und jeder hat sich auch schon mal geirrt.

Das Systematisieren von Einzellern ist ein sehr wichtiges, aber auch schwieriges Kapitel der Protistologie. Bei flüchtiger Beobachtung und ungenügendem Wissen zur Biologie der jeweiligen Organismen gibt es zahlreiche Möglichkeiten, Fehler zu machen.

Die Autoren dieses Berichtes zeigen einige dieser Fehlerquellen. Auch in der Erforschungsgeschichte der Protozoen war der Weg zur richtigen Erkenntnis bisweilen mit Irrtümern gepflastert.

Jeder, der zum ersten Mal eine Wasserprobe mikroskopiert, wird seine Schwierigkeiten haben, die Organismen den uns bekannten systematischen Kategorien der Pflanzen- und Tierwelt, speziell der

Mikroflora und -fauna zuzuordnen. Die Größe der verschiedenen Organismen variiert in beträchtlichen Grenzen (Bild 1). Übertragen auf unsere makroskopisch sichtbare Welt finden wir ohne weiteres Größenunterschiede wie zwischen Maus und Elefant. Man muß sich das erst einmal vergegenwärtigen, um sich halbwegs zurechtzufinden.

Bei unseren Beobachtungen gehen wir mehr oder weniger unbewußt davon aus, daß es sich wohl in den meisten Fällen um Einzeller handeln muß. Aber bei einigen Organismen, die man findet, mag man doch ins Grübeln kommen. Riesige Ciliaten wie beispielsweise *Bursaria truncatella* oder *Spirostomum ambiquum* passen mit ihrer Körpergröße, die immerhin einige Millimeter erreichen kann, nicht in unser Vorstellungsbild, das wir schlechthin von Wimpertieren haben, nämlich daß sie zwischen 100 µm und 300 µm lang sind. Umgekehrt scheinen Ciliatenarten wie *Microdiaphanosoma arcuata* mit einer Körperlänge von ca. 15 µm auf den ersten Blick eher zu den Flagellaten zu gehören (Bild 2). Bei den Flagellaten wiederum gibt es – insbesondere endobiotische – Formen, wie etwa die hypermastigiden Termitenflagellaten, die aufgrund ihrer üp-

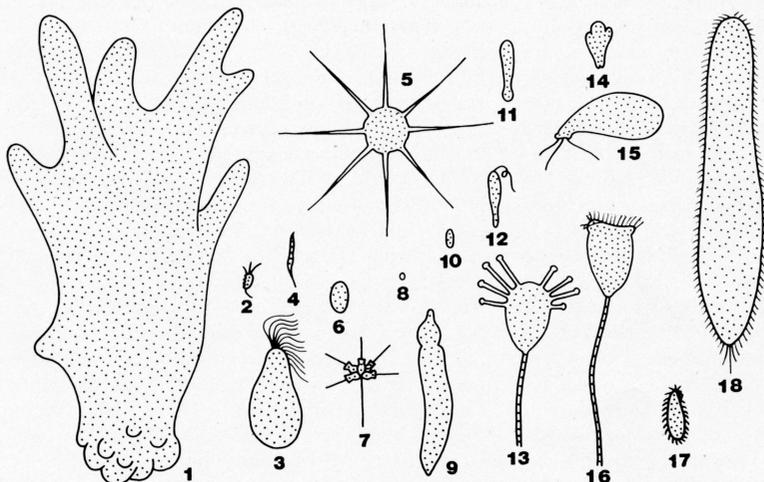


Bild 1: Dimensionsunterschiede bei Einzellern. Die Organismen sind bei ungefähr gleicher Vergrößerung gezeichnet. (C = Ciliat; F = Flagellat; S = Sarcodin; Sp = Sporozoon). 1. *Amoeba* (S); 2. *Trichomonas* (F); 3. *Joenia* (F); 4. *Trypanosoma* (F); 5. *Actinophrys* (S); 6. *Eimeria* (Sp); 7. *Codonosiga* (F); 8. *Microspora* (Sp); 9. *Gregarina* (Sp); 10. *Myxozoa* (Sp); 11. *Saccamoeba* (S); 12. *Euglena* (F); 13. *Discophrya* (C); 14. *Entamoeba* (S); 15. *Trinema* (S); 16. *Vorticella* (C); 17. *Paramecium* (C); 18. *Tetrahymena* (C). (Aus HAUSMANN, 1985).

Bild 3: Der im Darm bestimmter Termitenarten lebende hypermastigide Flagellat *Joeniak* könnte wegen seines mächtigen Geißelschopfes mit einem Wimpertier verwechselt werden. (Foto: S. BRASE und B. WIETIG, Berlin).

pigen Begeißelung als Ciliaten angesehen werden könnten (Bild 3). Schließlich kennen wir bestimmte Wimpertiere, die Suktorien, denen im Adultzustand jegliche Wimper fehlt und die von daher kaum irgendeiner Protistengroßgruppe zugeordnet werden könnten (Bilder 4 und 11). Ihre Zugehörigkeit zu den Ciliaten wird erst dann offenkundig, wenn man genaue Studien zu Struktur und Lebenszyklus betreibt.

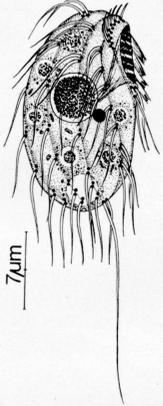
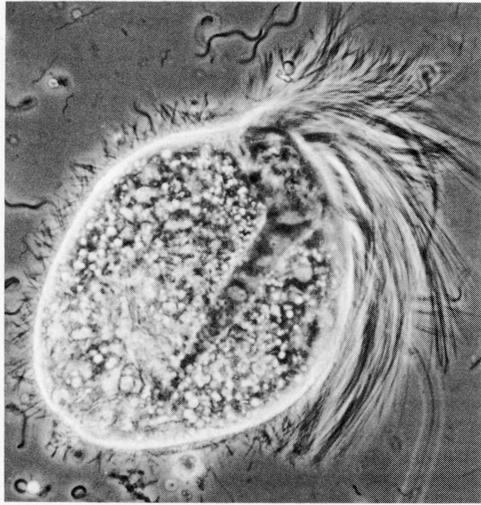


Bild 2: Der Ciliat *Microdiaphanosoma arcuata* gehört mit einer Körperlänge von ca. 15 µm zu den kleinsten bekannten Ciliaten. Er kann wegen seiner geringen Größe im Vitalpräparat sehr leicht mit einem Flagellaten verwechselt werden, zumal er ein langes Caudalcilium trägt, das man auf den ersten Blick für ein Flagellum eines Geißeltierchens halten könnte. (Aus FOISSNER, 1981).

Nicht nur die Größe und Struktur, sondern auch das Verhalten von Einzellern kann Anlaß zur Verwirrung geben. So wird der längliche, bis zu einem Millimeter große Ciliat *Homalozoon vermiculare* beispielsweise sicherlich nicht auf Anhieb als Wimpertier angesehen (Bild 5). Man ist wohl eher dazu geneigt, in ihm ein wurmförmiges Metazoon, etwa einen länglichen Strudelwurm, zu erkennen. Eine



derartige Ansicht wird dadurch gestützt, daß diese Wimpertiere sich hauptsächlich am Boden aufhalten und sich dort kriechend-schlängelnd fortbewegen. Erst die genauere Analyse wird belegen, daß *Homalozoon* ein abgeplatteter Ciliat ist, der nur auf der dem Substrat zugewandten Seite bewimpert ist. Problematisch wird es bisweilen, wenn man mikroskopisch kleine Organismen sieht, die offenbar vielzellige Tiere auffressen. Man mag dazu tendieren, anzunehmen, daß Vielzeller nur von anderen Vielzellern vertilgt werden können. Dem ist aber gar nicht so. Der Ciliat *Loxophyllum meleagris* (Bild 6) beispielsweise bevorzugt als Nahrung Rädertiere.

Wir müssen also, wenn wir uns in den Mikrokosmos begeben, unsere am Makrokosmos gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen etwas zurückstellen und sehr genau, möglichst unvoreingenommen beobachten, wobei wir allerdings den Vorteil

Bild 4: Der auf den Kiemenplättchen des Flohkrebses *Gammarus* lebende Suctor (Sauginfusor) *Dendrocometes paradoxa* läßt in seinem Adultzustand kaum den Schluß zu, daß es sich hier um einen Ciliaten handelt. (Aus HAUSMANN, 1985).



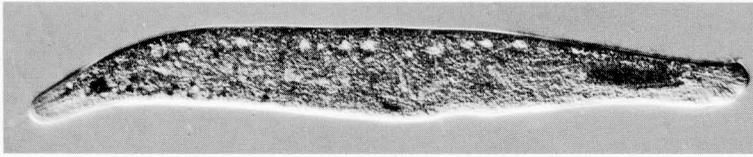


Bild 5: Der gymnostome Ciliat *Homalozoon vermiculare* erinnert an ein wurmförmiges Metazoon. Die Ciliatennatur dieses Einzellers wird erst bei genauer Beobachtung klar.

haben, zu wissen, daß es neben den Vielzellern die Einzeller gibt, daß Einzeller bisweilen recht komplex gebaut sind und daß sie Dimensionen erreichen können, die wir einem Protisten eigentlich nicht zutrauen.

Wie anders war doch da die Situation, als – mit Hilfe der Mikroskopie – zum ersten Mal bewußt einzellige Lebewesen in die Erfahrungswelt der Menschen eindringen. Die damaligen Forscher hatten verständlicherweise große Schwierigkeiten; nichts lag näher, als die aus dem Makrokosmos bekannten Fakten auf den Mikrokosmos zu projizieren und dort alles wiederzufinden, was man im Grunde ja schon kannte. Es war eben alles nur erheblich kleiner. Daraus resultierten dann Werke wie zum Beispiel „Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen“ von EHRENBURG (1838), eine außerordentlich beachtliche Leistung für die damalige Zeit. Wir sollten uns heute nicht wundern, wenn wir in den alten Schriften lesen können, daß selbstverständlich alle Infusorien eine innere Anatomie aufweisen, die der der Metazoen entspricht und die durch reichhaltige Organsysteme gekennzeichnet ist. Das spiegelt lediglich den Kenntnisstand der damaligen Epoche wider.

Immerhin mußte die Fachwelt bis 1838/39 auf die Aussagen von SCHWANN und SCHLEIDEN warten, die ganz klar feststellten, daß die Grundeinheit der botanischen wie zoologischen Lebewelt die Zelle mit dem ihr eigenen Aufbau ist. Zu akzeptieren, daß es Lebewesen gibt, die zu ungeheuer vielfältigen Leistungen befähigt sind, aber dabei nur aus einer einzigen Zelle bestehen, bedeutete noch einen gewaltigen Schritt weiter hinaus über die gewohnten Grenzen.

Zurückkommend auf unsere eigenen Erfahrungen beim Betrachten von Wasserproben sollten wir daher nicht den Mut sinken lassen, sondern versuchen, mit den heute zur Verfügung stehenden Nachschlagewerken (z. B. HAUSMANN & PATTERSON, 1983; STREBLE & KRAUTER, 1985) uns so weit wie möglich Klarheit über die vorliegenden Geschöpfe zu verschaffen.

Es gibt natürlich noch viel diffizilere Fußangeln als nur die Verwirrung durch die Dimensionen oder

die Verwechslung bestimmter Einzeller mit Vielzellern. Man kennt speziell unter den Wechseltierchen, den Sarcodinen, Arten, die je nach Daseinsform ganz unterschiedlich aussehen können. Dazu gehören beispielsweise Amöben aus der Gattung *Vannella*. Diese Formen bewegen sich als abgeflachte, durch ein großes lappiges Pseudopodium und einen cytoplasmatischen Höcker gekennzeichnete Organismen auf dem Substrat (Bild 7). Werden diese Tiere – aus welchen Gründen auch immer – vom Substrat losgerissen und dabei sozusagen vom benthischen in das planktische Dasein versetzt, verändert sich die Morphologie völlig. Aus den ehemals abgeplatteten Sarcodinen werden sternförmige Einzeller, die zahlreiche, das Schweben unterstützende Pseudopodien ausstrecken, eine Morphologie, die mit der Ausgangsform nichts mehr gemeinsam hat (Bild 7). Bei erneutem Kontakt mit dem Substrat erfolgt eine Umkehrung der Ereignisse. Da darf es nicht verwundern, wenn diese beiden Zustandsformen in früheren Zeiten jeweils ihren eigenen wissenschaftlichen Namen zugewiesen bekamen.

Ähnliche Probleme können auftreten, wenn Einzeller komplizierte Lebenszyklen aufweisen, in denen Stadien durchlaufen werden, die morphologisch kaum irgendwelche Ähnlichkeiten miteinander aufweisen. Als Beispiel ist der Lebenszyklus des Ciliaten *Eufolliculina uhligi* dargestellt (Bild 8), (MULISCH, 1985). Hier sind die beiden Extremformen der festsitzende, in einem selbstgebauten Gehäuse lebende, durch zwei große Peristomflügel mit kompliziertem Mundapparat charakterisierte Adultus (erwachsenes Tier) und der wurmförmige, bewegliche Schwärmer mit nur einer relativ kleinen

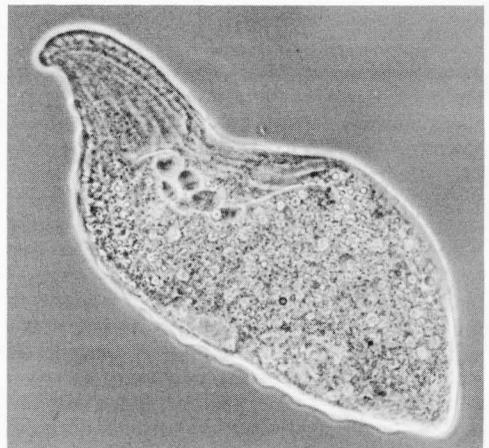
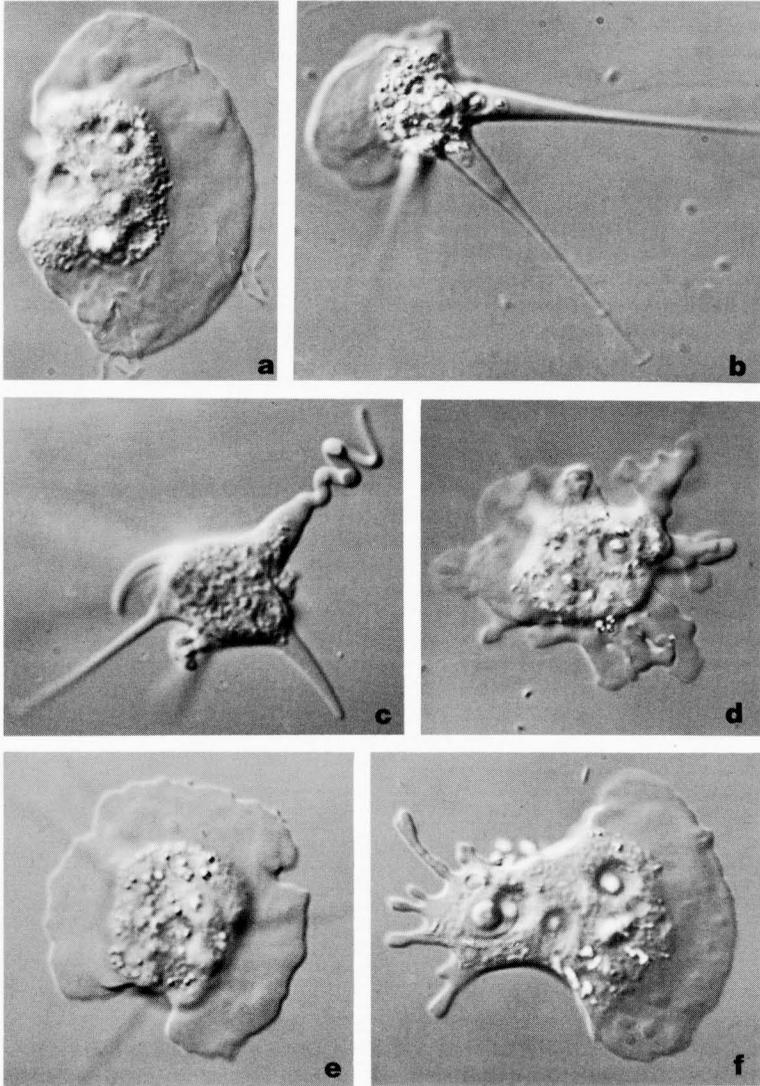


Bild 6: Der mit dem Trivialnamen „Wallendes Blatt“ (STREBLE & KRAUTER, 1985) bezeichnete Ciliat *Loxophyllum meleagris* ernährt sich vorzugsweise von Rotatorien.

Bild 7: Die Sarcodinen (Amöben) der Gattung *Vannella* sind Meister der Körperveränderung. Als Kriechform sind sie durch ein großes, lappiges Pseudopodium gekennzeichnet (a). Bei Verlust des Bodenkontaktes gehen sie in eine sogenannte Radiosa-Form mit strahlig angeordneten, spitz auslaufenden Pseudopodien über (b, c). Bei erneutem Bodenkontakt wird über verschiedene Zwischenstadien (d, e, f) wieder die Ausgangsform erreicht (a). (Fotos: N. HÜLSMANN, Berlin)



apikalen Membranellenspirale ohne Mund. Es nimmt nicht Wunder, daß manch einer in Unkenntnis der Biologie dieser Wimpertiere diese beiden Formen für jeweils eine andere Art hält. Von vielzelligen Organismen sind uns daja auch etliche Beispiele bekannt, bei denen unterschiedliche Phasen des Lebenszyklus mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Namen belegt wurden. Erst später hat man festgestellt, daß es sich zum Beispiel bei den Medusen und Polypen bestimmter Nesseltiere um ein und dasselbe Tier handelt.

Stellen wir diese möglicherweise extrem und als Ausnahme erscheinenden Beispiele hinten an, mit denen vielleicht hauptsächlich Anfänger zu kämpfen haben. Wir können auch Fälle verfolgen, in denen ausgewiesene Fachleute gründlich in die Irre gingen. Einige Beispiele:

Im Jahre 1877 beschrieb der berühmte Testaceen-Forscher LEIDY aus Amerika eine neue beschaltete Amöbe, die er *Diffugia cratera* nannte. In seinem 1879 erschienenen Hauptwerk „Die Süßwasser-Rhizopoden von Nordamerika“ bildete er die Art ab und gab eine ausführliche Beschreibung mit dem Hinweis, daß er den Bewohner des Gehäuses nie gesehen habe. Außerdem merkte er an, daß das Gehäuse vielleicht gar nicht eine beschaltete Amöbe (Testacea) beherberge, sondern einen Ciliaten aus der Gattung *Tintinnus*. Kurz darauf teilte VORCE (1881) mit, daß er rasch schwimmende Gehäuse beobachtet habe, aber beim Bewohner keine Wimpern sehen konnte, weshalb er über die systematische Zugehörigkeit dieses Organismus auch keine genaueren Angaben machen könne als LEIDY. Wenige Jahre später erkannten IMHOF (1885) und

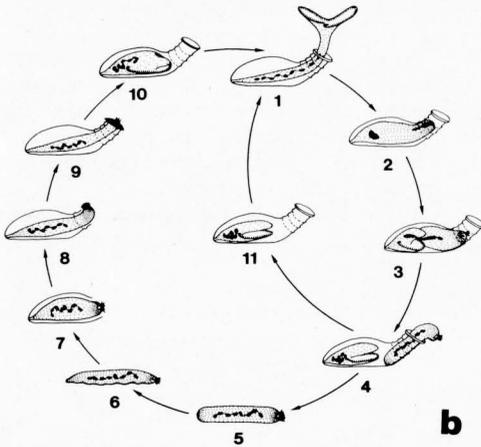
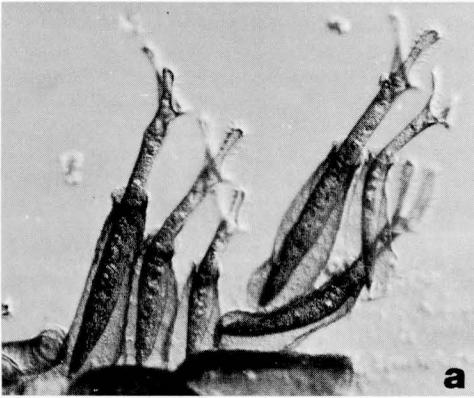


Bild 8: Der marine, heterotriche Ciliat *Eufolliculina uhligi*, der durch ausgeprägte Peristomflügel in entsprechenden Proben auffällt, lebt im ausdifferenzierten Zustand in einem selbstgebauten Gehäuse (a). Im Verlaufe seines Lebenskreislaufes wird ein Schwärmer ausgebildet (b, 4–9), der kaum Ähnlichkeit mit dem Adulttier (b, 1) aufweist. (Aus MULISCH, 1985).

ENTZ (1885) fast gleichzeitig, aber unabhängig voneinander, daß das Gehäuse tatsächlich von einem planktischen Ciliaten bewohnt wird. IMHOF (1855) versetzte es in die damals nur aus dem Meer bekannte Gattung *Codonella*. ENTZ (1885) gab ihm, obgleich er die Identität mit der von LEIDY beschriebenen *Diffflugia cratera* nicht bezweifelte, unglücklicherweise einen eigenen Namen: *Codonella lacustris*, unter welchem die Art später in vielen Veröffentlichungen geführt wurde. Nach der Prioritätsregel der Zoologischen Nomenklatur muß sie aber *Codonella cratera* (LEIDY, 1877) IMHOF, 1885 heißen. Noch weiter kompliziert wurde dieser Fall dadurch, daß IMHOF in der oben angeführten Veröffentlichung eine weitere neue Tintinnide aus Schweizer Seen beschrieb, die er so wie ENTZ (1855) *Codonella lacustris* nannte. Damit war ein objektives Homonym geschaffen, das übrigens nomenklatorisch bis heute noch nicht berichtigt ist.

Die Art von IMHOF (1885) und viele andere später beschriebene Arten, Varietäten und Formen aus Süßwasser-Seen der ganzen Welt werden heute lediglich als Ökotypen von *Codonella cratera* angesehen und daher mit dieser synonymisiert. Neuere Untersuchungen zeigten nämlich, daß das Gehäuse dieser Art sehr variabel ist (BERNATZKY, FOISSNER & SCHUBERT 1981; FOISSNER & WILBERT, 1979).

Diese Irrtümer werden verständlich, wenn man sich die rasterelektronenmikroskopischen Abbildungen ansieht. Nur mit Hilfe des Bewohners ist zu entscheiden, welches der Gehäuse, deren Wand oft mit Diatomeen (Kieselalgen) belegt ist, zu der Amöbe und welches zum Ciliaten gehört (Bild 9). Wir haben gerade dargestellt, wie aus einem Rhizopoden ein Ciliat wurde. Noch Erstaunlicheres ist dem Glockentierchen *Ophrydium versatile* geschehen. Wohl viele Mikroskopiker haben am Ufer von Seen und Kleingewässern schon walnuß- bis kindskopfgroße grüne Gallertkugeln bemerkt (Bild 10). Sie liegen teils bewegungslos am Boden, teils schaukeln sie sanft im Wellenschlag. Will man sie greifen, entschlüpfen sie leicht den Fingern, ähnlich wie Froschlaich. Diese grünen Schleimkugeln wurden lange Zeit von den Botanikern als Alge gehandelt. Ja, sie scheinen schon LINNE (1761) bekannt gewesen zu sein, der ihnen den Namen *Ulna pruniformis* gab. Noch 1850 beschreibt sie der berühmte Algenforscher KUTZING als Alge unter dem Namen *Trichocystes gigantea* und DE TONI führt sie im Jahr 1907 noch in seinem Algenbestimmungsbuch an (KEISSLER, 1909). Freilich hatte schon viel früher, nämlich im Jahre 1786 einer der Begründer der Protozoologie, der Däne OTTO FRIEDRICH MÜLLER (1730–1784) erkannt, daß es sich um einen tierischen Organismus handelt und ihn *Vorticella versatile* genannt. MÜLLER hielt die Gallertkugeln freilich noch für Eierhäufchen des Ciliaten.

Ähnlich Absonderliches vertrat um das Jahr 1800 der Naturforscher SCHRANK, der die Gallertkugeln *Linza pruniformis* (nach der Stadt Linz in Oberösterreich) nannte und die ihr Gehäuse und die Kolonie verlassenden und sich an den Wänden des Sammelglases festsetzenden Ciliaten mit Bienenschwärmen verglich, die sich neue Häuser bauten, aber eine demokratische Regierungsform hätten (weil sie keine Kolonien mehr bildeten)! Die erste genauere Darstellung gab dann EHRENBURG (1838), was aber, wie oben angeführt, den Irrtum noch lange nicht aus der Welt schaffte. Heute ist diese Art schon sehr genau bekannt (FOISSNER, ADAM & FOISSNER, 1984; HAUSMANN & OSTWALD, 1987; SCHNEIDER 1972; WINKLER & CORLISS, 1965).

Bringt man eine kleine Kolonie oder einen winzigen Teil einer großen Kugel in einem Tropfen Wasser unter das Mikroskop, erkennt man zuerst nur eine formlose grüne Masse. Wartet man einige Minuten, beginnt sich der „Schleim“ zu organisieren. Langsam erheben sich aus der Kugel Tausende winziger graziler Gestalten, die man bei genauer Beobach-

tung leicht als peritriche Ciliaten identifiziert (Bild 10). Jedes der stark kontraktile Individuen sitzt in einem kleinen Schleimgehäuse und ist voll von symbiontischen Algen, sogenannten Zoochlorellen. Sie verursachen die Grünfärbung der Kolonien. Nach der Teilung bildet jedes Individuum ein eigenes Gehäuse, das an das des Vorgängers angebaut wird, so daß alle Individuen der Kolonie auf einem sehr dünnen, dichotom verzweigten Stiel sitzen. So entstehen schließlich die riesigen Gallertkugeln.

Lange Zeit war unbekannt, daß die Sauginfusorien Wimpertiere sind. Das ist nicht erstaunlich, da ja, wie eingangs erwähnt, den adulten („erwachsenen“) Individuen das für die ganze Gruppe Ciliophora so charakteristische Wimpernkleid fehlt. Statt dessen besitzen sie viele „Saugröhren“, mit denen sie andere Ciliaten einfangen und fressen (Bilder 4 und 11). Den Ciliaten-Charakter dieser seltsamen Organismen erkennt man lichtmikroskopisch am Vitalpräparat im Grunde nur während ihrer Fortpflanzung, bei der sie bewimperte, mundlose Schwärmer bilden (Bild 12). Dies und die Fortpflanzung der Infusorien waren zur Zeit von STEIN (1818–1885), der in Prag lehrte, noch wenig be-

kannt. STEIN, der sich mit seinem grandiosen Hauptwerk (1859–1867) „Der Organismus der Infusionstiere“ für immer in die Geschichte der Einzellerkunde eingeschrieben hat, verfocht lange Zeit die sogenannte Acinetentheorie, der zufolge die Suktorien nur Fortpflanzungszustände anderer Ciliaten, besonders von Vorticellen, sein sollten. Er hatte nämlich beobachtet, daß sich im Innern von Vorticellen und anderen Ciliaten Kugeln („Embryonen“ = „Acineten“) bildeten, die ausschwärmten. Aus diesen Schwärmern sollten dann die adulten Vorticellen etc. entstehen.

STEIN hat aber die angenommene Entwicklung dieser Schwärmer nie vollständig beobachten können. Seine Theorie fand Anhänger, noch mehr aber Gegner. Schließlich schrieb die Pariser Akademie der Wissenschaften im Jahr 1855 eine Preisfrage nach der Fortpflanzung der Infusorien aus. Sie wurde von den Forschern CLAPAREDE und LACHMANN in ihrer Dissertation (!) gelöst. Sie erkannten, daß die Acineten nichts anderes als Suktorien waren (CLAPAREDE & LACHMANN 1858–1861), die vielfach parasitisch leben. Später wurden einige der besagten Acineten auch als parasitische Pilze entlarvt, von denen viele Einzeller geplagt werden. Die Zoospo-

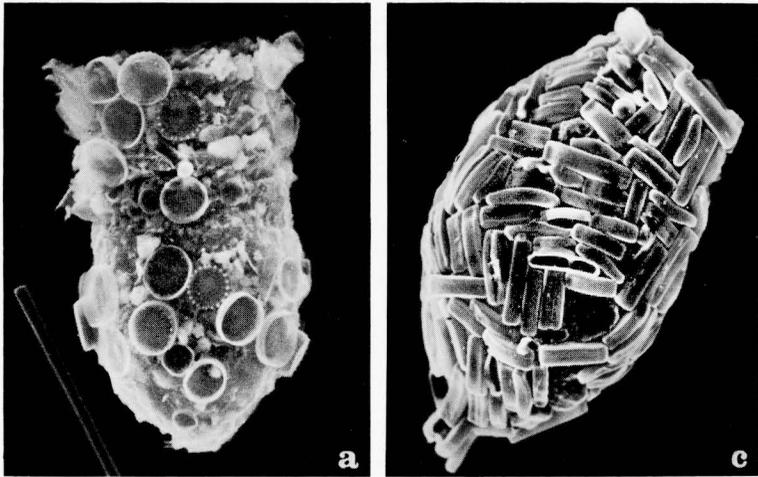
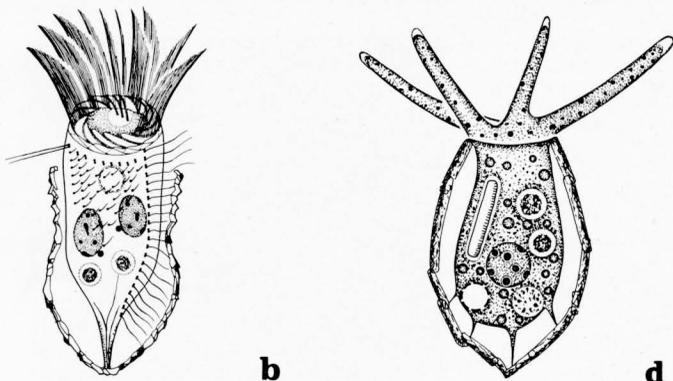


Bild 9: Die Gehäuse von *Codonella cratera* (a) und *Diffugia* spec. (c) sehen in der Grundkonstruktion recht ähnlich aus, wie es das Raster-Elektronenmikroskop zeigt. Sandkörner und Kieselalgen sind wesentliche Bauelemente der Schalenwandung. Bei der Lebendbeobachtung wird jedoch klar, daß im *Codonella*-Gehäuse ein Ciliat (b) und im *Diffugia*-Gehäuse eine Amöbe lebt (d).



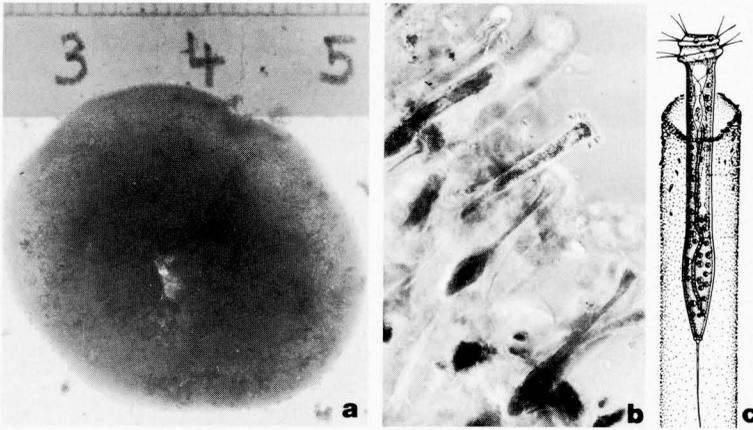


Bild 10: Die großen Gallertkugeln von *Ophrydium eutrophicum* lassen, wenn man sich nicht auskennt, kaum den Schluß zu, daß es sich hierbei um Einzeller handeln könnte (a). Jedoch zeigt sich bereits bei schwacher mikroskopischer Vergrößerung ganz klar, daß Ciliaten diese bemerkenswerte Einzellerkolonie aufbauen (b, c).

ren dieser Pilze und auch manche Suktorien durchbrechen die Pellicula ihrer Wirte und schwärmen dann aus.

Angesichts der immer drückenderen Beweislast zog STEIN (1867) seine Acinetentheorie schließlich zurück: „Die Acineten können somit nicht in den Entwicklungskreis der Vorticellinen ... gehören“. Ein wissenschaftlich und menschlich achtungsgebietender Schritt, zu dem sich andere berühmte Protozoologen, darunter C. G. EHRENBERG (1795–1876) nie haben aufraffen können. EHRENBERG verfocht Zeit seines Lebens, daß die Rädertiere zu den Infusorien gehörten und daß die Ciliaten über „Sexualdrüsen“, „Augen“, „Mägen“ etc. verfügten. Alle gegenteiligen Beweise deutete er um oder nahm sie schlichtweg nicht zur Kenntnis.

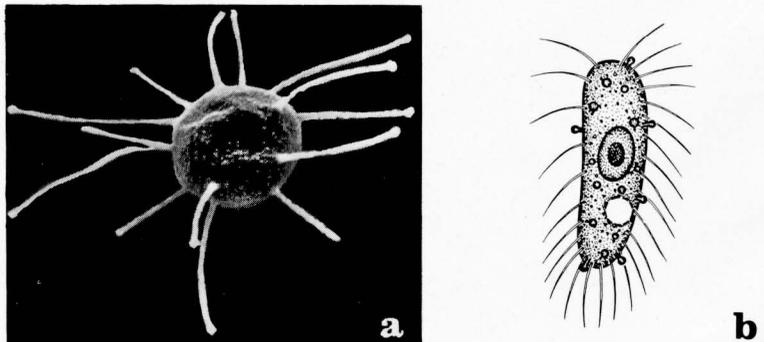
Diesen Bericht möchten wir damit schließen, noch einmal auf drei Punkte deutlich hinzuweisen: Zum einen sollte man beim Wunsch der Einordnung der in Proben vorgefundenen Organismen nicht einem flüchtigen Eindruck folgen und eine vorschnelle Eingruppierung der beobachteten Lebewesen vornehmen. Man sollte sich stets einer sehr großen Formen- und Größenvariationsbreite unter den mikroskopisch kleinen Organismen bewußt sein. Zum anderen darf man nie vergessen, daß je nach den äußeren Gegebenheiten oder je nach Stadium

im Lebenszyklus ein und derselbe Organismus ganz unterschiedlich aussehen kann. Schließlich sollte man sich – abgesehen von ganz klar definierten Fällen – nicht dazu verleiten lassen, Bruchstücke von Gehäusen oder Skeletten leichtfertig ganz speziellen Tierarten zuzuschreiben, wenn man nicht die Gelegenheit hatte, den Bewohner dieser Gehäuse bzw. den Träger der vorgefundenen Skelette zu studieren.

Literaturhinweise:

1. BERNATZKY, G., FOISSNER, W. und SCHUBERT, G.: Rasterelektronenmikroskopische und biometrische Untersuchungen über die Variabilität der Form, Struktur und Größe des Gehäuses einiger limnischer Tintinnina (Protozoa, Ciliophora). Zool. Scr. 10, 81–90, 1981.
2. CLAPAREDE, E. et LACHMANN, J.: Etudes sur les infusories et les rhizopodes. Mém. Inst. natn. génév. 5, 1–260, 6, 261–482, 7, 1–291, 1858–1861.
3. EHRENBERG, C. G.: Die Infusionstierchen als vorkommene Organismen. Leipzig 1838.
4. ENTZ, G. SR.: Zur näheren Kenntnis der Tintinniden. Mitt. zool. Stn. Neapel 6, 185–216, 1885.
5. FOISSNER, W.: Morphologie und Taxonomie einiger heterotricher und peritricher Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus alpinen Böden. Protistologica 17, 29–43, 1981.
6. FOISSNER, W.: Beitrag zur Kenntnis der Bodenciliaten (Protozoa: Ciliophora) des Himalaja. Zool. Jb. Syst. 113, 45–53, 1986.
7. FOISSNER, W. und WILBERT, N.: Morphologie, Infraciliatur und Ökologie der limnischen Tintinnina: Tintin-

Bild 11: Das adulte Individuum des Sauginfusers *Podophrya* spec. ist durch viele lange Freßtentakeln gekennzeichnet, durch die Nahrung aufgenommen wird (a). Nur der Suktorien-Schwärmer, hier dargestellt am Beispiel von *Sphaerophrya terricola*, besitzt das für Ciliaten typische Wimpernkleid (b). (a Foto: I. FOISSNER, Salzburg; b aus FOISSNER, 1986).



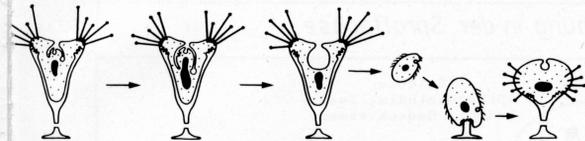


Bild 12: Metamorphose beim Suktur *Acineta*. Das adulte Tier gebiert einen bewimperten Schwärmer, der nach einer gewissen Schwärmzeit auf einem geeigneten Substrat unter Einschmelzung der Cilien den für die sessile Lebensweise typischen Stiel formt und Freßtentakeln auswachsen läßt. (Nach C. F. BARDELE, Tübingen).

nidium fluviatile STEIN, *Tintinnidium pusillum* LENTZ, *Tintinnopsis cylindrata* DADAY und *Codonella cratera* (LEIDY) (Ciliophora, Polyhymenophora). *J. Protozool.* 26, 90–103, 1979.

8. FOISSNER, W., ADAM, H. und FOISSNER, I.: Morphologie und Infraciliatur von *Ophrydium eutrophicum* FOISSNER, 1979 und *Ophrydium versatile* (O. F. MÜLLER, 1786) (Ciliophora, Peritrichida). *Ber. Nat.-Med. Ver. Salzburg* 7, 43–54, 1984.
9. HAUSMANN, K.: *Protozoologie*. Thieme, Stuttgart 1985.
10. HAUSMANN, K. und OSTWALD, H.: Ein koloniebildendes Wimpertier: *Ophrydium versatile*. *Mikrokosmos* 76, 129–133, 1987.
11. HAUSMANN, K. und PATTERSON, D. J.: *Taschenatlas der Einzeller*. Franckh, Stuttgart 1987.
12. IMHOF, O. E.: Notiz bezüglich der *Diffugia cratera* LEIDY, *Zool. Anz.* 8, 293–294, 1885.
13. KEISSLER, K. v.: Über das Vorkommen eigentümlicher

„Schleimkugeln“ in unseren Alpenseen. *Mitt. Sect. Naturk. öst. TourKlubs* 21, 65–66, 1909.

14. LEIDY, J.: Remarks on the american species of *Diffugia*. *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.*, Jahr 1877, 306–308.
15. LEIDY, J.: *Freshwater rhizopods of North America*. *U.S. Geol. Surv. Terr.* 12, 1–324, 1879.
16. LINNAEUS, C.: *Systema Naturae*. Holmiae 1761.
17. MULISCH, M.: Die Flaschentierchen (Folliculiniden). Interessante Bewohner des Meeres. *Mikrokosmos* 74, 39–44, 1985.
18. MÜLLER, O. F.: *Animalcula infusoria fluviatilia et marina, quae detexit, systematice descripsit et ad vivum delineari curavit*. Hauniae 1786.
19. SCHNEIDER, H.: Eine aufwuchsbildende Wimpertierkolonie: *Ophrydium versatile*. *Mikrokosmos* 61, 356–358, 1972.
20. STEIN, F.: *Der Organismus der Infusionstiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet*. I. und II. Abteilung. Leipzig 1859 und 1867.
21. STREBLE, H. und KRAUTER, D.: *Das Leben im Wassertropfen*. 7. Aufl., Franckh, Stuttgart 1985.
22. VORCE, C. M.: Is it *Tintinnus*? *Am. month. microsc. J.* 2, 223–224, 1881.
23. WINCKLER, R. H. and CORLISS, J. O.: Notes on the rarely described, green colonial protozoan *Ophrydium versatile* (O. F. M.) (Ciliophora, Peritrichida). *Trans. Am. Microsc. Soc.* 84, 127–137, 1965.

Verfasser: Prof. Dr. K. Hausmann, Institut für Allgemeine Zoologie, Freie Universität Berlin und Berliner Mikroskopische Gesellschaft e.V., Königin-Luise-Straße 1–3, 1000 Berlin 33.
 Prof. Dr. W. Foissner, Zoologisches Institut, Universität Salzburg, Hellbrunner Straße 34, A-5020 Salzburg, Österreich.

Wilfried Probst

Leitgewebe beim Haarmützenmoos und bei verschiedenen Farnpflanzen

Anordnung und Bau der Leitbündel sind innerhalb der Samenpflanzen verhältnismäßig einheitlich. Weit größer ist die Vielfalt des Leitgewebes bei den Farnpflanzen. Diese Pflanzengruppe eignet sich deshalb sehr gut für eine vergleichende Untersuchung von Leitgewebetypen. Dabei können Hypothesen zur stammesgeschichtlichen Entwicklung der Gefäßpflanzen diskutiert werden.

Ausgehend von den Urfarnen (Klasse Psilophytatae bzw. Abteilung Psilophyta) hat sich bei der stammesgeschichtlichen Entwicklung der verschiedenen Gruppen der Gefäßpflanzen nicht nur die äußere Gestalt verändert, sondern auch der histologische Aufbau. Diese Veränderungen werden besonders deutlich in der Verteilung und im Bau der Leitgewebe in der Sproßachse.

Von dem ursprünglichen Typus der Urfarne, deren Gabelspitze ein zentrales Leitbündel enthielten, lassen sich mindestens vier verschiedene Entwicklungslinien ableiten, die sich jeweils wieder in verschiedene Seitenlinien aufspalten. Die Theorie, die sich mit der phylogenetischen Abwandlung der Leitgewebe beschäftigt, wird „Stelärtheorie“ genannt (von griech. *stela* = Säule). Sie geht auf VAN TIEGHEIM und DOULIOT (1886) und SCHOUTE (1902) zurück und wurde von ZIMMERMANN (1959, 1965, 1969) weiter ausgebaut.

Im Laufe der Entwicklung einer Pflanze wird zunächst das sogenannte Protoxylem angelegt. Bei der weiteren Differenzierung entstehen dann in Nachbarschaft zu diesen ersten Wasserleitungsbahnen weitere Wasserleitungsgefäße, das sogenannte Metaxylem. Vom Protoxylem unterscheidet es sich meistens durch den größeren Durchmesser der

Typen der Leitbündel-Anordnung in der Sproßachse

