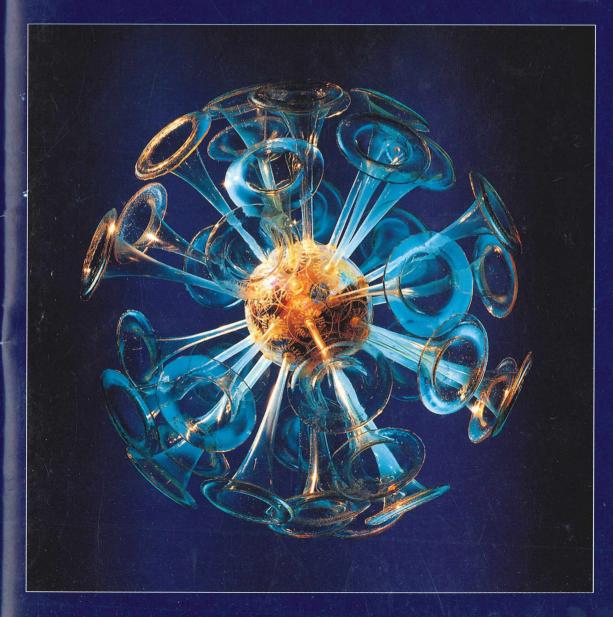
DM 23 · ÖS 175 · SFR 23

E 20582

# MIKROKOSMOS



Jena Stuttgart Lübeck Ulm November 1998 87. Jahrgang Heft 6 ISSN 0026-3680



# WIKROKOSMOS Zeitschrift für Mikroskopie Herausgegeben von Klaus Hausmann (Berlin)

Redaktionsassistentin: Gundula Walz (Potsdam)

Mitteilungsorgan für Arbeitskreis Mikroskopie im Freundeskreis Botanischer Garten Köln, Arbeitskreis Mikroskopie im Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen, Berliner Mikroskopische Gesellschaft e.V., Deutsche Mikrobiologische Gesellschaft Stuttgart, Mikroskopische Vereinigung Hamburg, Mikrobiologische Vereinigung München, Mikrographische Gesellschaft Wien, Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft der Naturwissenschaftlichen Vereinigung Hagen e.V., Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Hannover, Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Mainfranken, Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Stuttgart, Mikroskopische Gesellschaft Zürich.

# Imhelf

## Artikel

- **321** Beobachtungen an zwei Arten der Ciliatengattung *Drepanomonas* Martin Kreutz
- 329 Die Entdeckung einer Milbenfamilie des Urkontinents Gondwana Wolfgang Karg
- **335** Großer Auftritt für kleine Lebewesen Pedro Galliker und seine Modelle von Mikroorganismen Bruno P. Kremer
- **341** Blitzartige Fortbewegung beim Springtierchen Halteria grandinella Werner Nachtigall
- 351 Die kombinierte Anpassung von Camcorder und Spiegelreflexkamera an verschiedene Mikroskop-Typen Erhard Mathias
- **357** Arno Schmidt am Mikroskop Rainer Hendel
- **367** *Stereonema geiseri* im Palmengarten Martin Kreutz und Ernst Hippe
- **369** Plankton der Meere Teil II: Protozoen Rudolf Drews
- **375** Flagellat aus der Flasche: *Rhizidiomyces apophysatus* Ernst Hippe
- 377 Mikro-Einsteiger: Krokus, Alpenveilchen, Schiefblatt Blattdesign aus Licht und Luft Erich Lüthie

# Rubriken

327, 339, 349, 350, 376 Kurze Mitteilungen

333, 363, 374 Nachrichten

356 Mikro-Ufo

380 Aus der Industrie

381 Buchbesprechung

381 Aus den Arbeitsgemeinschaften

383 Mikro-Markt

384 Impressum

Indexed in: Bibliography and Index of Geology (also known as GeoRef)/Biological Abstracts/Chemical Abstracts/Excerpta Medica

NEU! Mehr Informationen zum "MIKROKOSMOS" und anderen Zeitschriften finden Sie im Internet: http://www.gfischer.de

Umschlagabbildung: Discophaera tubifera, ein im Nordatlantik verbreiteter Vertreter der Coccolithoporiden (Haptophyceae) von 150 µm Größe, hat im Modell einen Durchmesser von 24 cm. Modell und Aufnahme: Pedro Galliker. Siehe Artikel B. P. Kremer, S. 335-339.

# Beobachtungen an zwei Arten der Ciliatengattung Drepanomonas

# Martin Kreutz

Die Vertreter der Gattung *Drepanomonas* sind schwer zu finden und zu beobachten. Ihre Bestimmung ist auch nicht einfach mangels entsprechender Literatur. Also eigentlich eine Konstellation, bei der man als Amateur eher zurückhaltend reagiert. Da aber zur Gattung *Drepanomonas* nur so wenige Daten und Beobachtungen vorliegen, können die Beiträge von Amateuren das Wissen über diese Gattung nicht nur bestätigen, sondern auch vervollständigen.

ie Gattung Drepanomonas gehört zur Familie der Microthoraciden. Diese Familie zeichnet sich dadurch aus, daß ihre Vertreter einen besonders festen Cortex besitzen, wodurch ihre Form weitgehend unveränderlich ist. Sie sind alle lateral abgeflacht und sehr klein (< 100 µm). Die Gattung Drepanomonas erkennt man daran, daß der dorsale Körperrand konvex gebogen ist und der ventrale Rand meist gerade oder schwach nach innen gebogen verläuft. Dadurch ergibt sich eine leicht sichel- oder halbmondförmige Gestalt. Die rechte und linke Seite zeigt oft zwei Leisten oder Rippen, die über die gesamte Länge der Zelle verlaufen. Die Mundöffnung ist stets klein und in der Mitte der ventralen Seite gelegen. Insgesamt ist die ventrale Seite kompliziert geformt und lichtmikroskopisch schwer zu erfassen. Drepanomonas bewohnt hauptsächlich den Boden. In Gewässern ist die Gattung selten zu finden (Foissner, 1995). Dort besiedelt sie hauptsächlich den Bodenschlamm.

# Zwei Arten im gleichen Lebensraum

Hier werden zwei Arten beschrieben, die von einem Fundort stammen. und von denen eine Art als *Drepanomonas dentata* identifiziert werden konnte (Fresenius, 1858). Die andere Art sieht *D. dentata* ähnlich, ist aber kleiner als diese und hat andere, deutlich abweichende Merkmale (Abb. 1). Sie konnte mit der vorhandenen Literatur nicht zugeordnet werden und wird daher hier als *Drepanomonas* spec. bezeichnet.

Der Fundort der beiden Arten ist ein nordwestlich von Konstanz gelegener Braunwassertümpel mit einem durchschnittlichen pH-Wert von 5.2–5.6. Dort treten beide Arten parallel in den obersten Schichten des Detritus

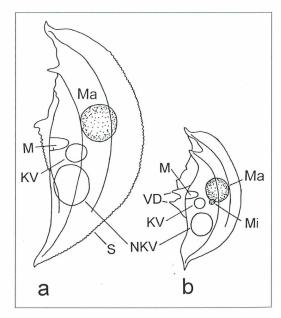


Abb. 1: Schematische Darstellung und Vergleich von *Drepanomonas dentata* (a) und *Drepanomonas* spec. (b) im realen Größenverhältnis von 80 zu 49 µm aus links lateraler Ansicht. VD = Ventraldornen, S = Sägezahnstruktur bei *D. dentata*, KV = kontraktile Vakuole, M = Mundöffnung, Ma = Makronukleus, Mi = Mikronukleus, NKV = nicht kontraktile Vakuole.

mit geringen Populationsdichten (<10 Expl./ml) auf. Das Abundanzmaximum trat im Winter und Frühjahr auf. Das leicht saure Milieu scheint für *Drepanomonas* typisch zu sein, da auch Fresenius *D. dentata* in einem Torfsumpf fand (Fresenius, 1858).

# Unterscheidungsmerkmale der Arten

Die Beschreibung von *D. dentata* in der Literatur ist eher dürftig. Es gibt nur recht ungenaue Zeichnungen und Beschreibungen von Fresenius (1858) und Penard (1922). Deshalb wurde versucht, *D. dentata* detailliert zu untersuchen, was jedoch durch seine Seltenheit am Fundort erschwert wurde. Dagegen kam die Art *D.* spec., welche offensichtlich noch

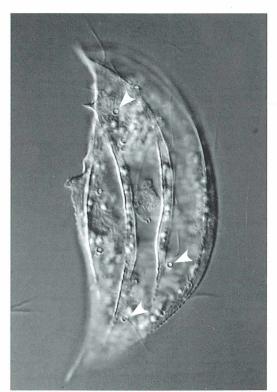


Abb. 2: *D. dentata* lebend, links laterale Ansicht. Das Exemplar ist 78 µm lang. Man erkennt die Sägezahnstruktur am dorsalen Rand und am mittleren Ventraldorn. Die Pfeilköpfe markieren die Grübchen, aus denen die Cilien entspringen. 1150×.

nicht beschrieben wurde, etwa um den Faktor 10 häufiger vor, weshalb an dieser Art wesentlich genauere Untersuchnungen durchgeführt werden konnten.

# Äußeres Erscheinungsbild

Der offensichtlichste Unterschied zwischen den beiden Arten ist in der Größe zu sehen (Abb. 1, 2, 3). So ist *D*. spec. 43–55 μm lang (Ø49.4 μm, N = 20) und 13–17 μm dick (Ø14.7 μm, N = 20). Dagegen ist *D*. dentata mit 76–82 μm Körperlänge etwa um den Faktor 1.6 größer. Dabei ist er 33–36 μm breit und 12–15 μm dick, also auch wesentlich flacher und schlanker als *D*. spec. Diese Größe stimmt mit der Längenangabe von 67–72 μm für *D*. dentata durch Fresenius (1858) gut überein. Bei beiden Arten verlaufen auf der linken und rechten Körperseite jeweils 2 Lei-

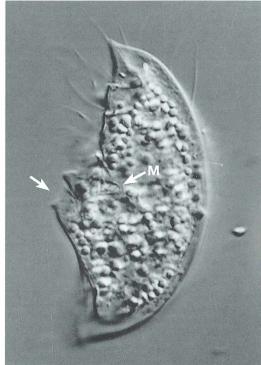


Abb. 3: *D.* spec. lebend aus links lateraler Ansicht. Das Exemplar ist 48 µm lang. Der charakteristische ventrale Doppelzahn liegt im Fokus (Pfeil). M = Mundöffnung. 1770×.

sten (Abb. 1, 2, 3), an deren Flanken die Cilien aus kleinen Gruben entspringen (Abb. 2). Den dorsalen "Rückenkiel" könnte man als 5. Leiste betrachten. Bei *D. dentata* ist an diesem Rückenkiel eine feine, aber deutliche Zähnung zu beobachten (Abb. 1, 2), die auch schon von Fresenius (1858) gesehen wurde und die bei *D.* spec. fehlt.

# Die Gestaltung der Ventralseite als Bestimmungsmerkmal

Der panzerartige Cortex ist bei *Drepanomo*nas rechts und links über der ventralen Seite vorgezogen und bildet dort dornenartige Vorsprünge. Diese Vorsprünge sind auf beiden Seiten anders gestaltet, wodurch *Drepanomo*nas eine kompliziert gestaltete Ventralseite er-

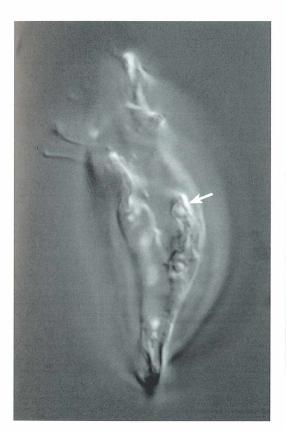


Abb. 4: Ansicht der kompliziert gestalteten Ventralseite von *D.* spec. Der Pfeil kennzeichnet die Lage der Mundöffnung. 2130×.

hält, die lichtmikroskopisch schwer zu erkennen ist, wie eine ventrale Ansicht von D. spec. zeigt (Abb. 4, 11c). Die Dornen entstehen dort, wo die seitlichen Leisten ventral verlängert werden (Abb. 1, 11). Zusätzlich haben sich bei diesen beiden Arten in der Mitte der ventralen Seite um das Mundfeld herum weitere Dornen bzw. Zähne gebildet, die für die Zuordnung wichtig sind. Fresenius konnte bei D. dentata "eine bauchige Vortreibung mit einem kleinen Zähnchen" sehen und "ein gleiches Zähnchen unterhalb der Spitze befindlich". Genau diese Strukturierung erkennt man in Abbildung 2. Mit der Ölimmersion erkennt man zusätzlich, wie der Dorn in der Mitte der Ventralseite in einer sägezahnartigen

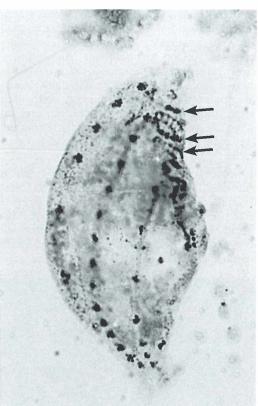


Abb. 5: Silberimprägnierung nach Klein von *D.* spec.. Die Basalkörper der Cilien werden versilbert. Man erkennt, wo die Cilien an den Flanken der Leisten entspringen. Die drei praeoralen Wimpernreihen des Oralapparates sind durch Pfeile markiert. 1800×.

Struktur zum Hinterende hin ausläuft (Abb. 1, 2). Dieser Dorn liegt auf der linken Seite. Die Verlängerung der ventral liegenden Leiste auf der linken Seite bildet das "Zähnchen unterhalb der Spitze" (Abb. 1, 2). Dagegen zeigt D. spec. nicht nur einen mittig gelegen Dorn, sondern einen charakteristischen Doppelzahn auf der linken Seite (Abb. 1, 3). Die Strukturierung der Ventralseiten ist also bei beiden Arten signifikant unterschiedlich. Die Mundöffnung stellt bei beiden Arten eine U-förmige Einbuchtung in der ventralen Mitte dar (Abb. 1, 3), in der man bei hohen Vergrößerungen eine Membranelle schlagen sieht.

#### Innerer Aufbau

In den Nahrungsvakuolen beider Arten waren ausschließlich Bakterien zu finden. Sie werden durch 3 praeorale Wimpernreihen herbeigestrudelt, welche oberhalb der Mundöffnung liegen und typisch für die Gattung *Drepanomonas* sind (Foissner, 1979). Diese praeoralen Wimpernreihen, kann man meist erst durch eine Silberimprägnierung sichtbar machen (Abb. 5), welche auch sehr gut die Ursprünge und Zahl der Cilien auf den Längsleisten darstellt.

Der Makronukleus ist bei beiden Arten kugelförmig und hat bei *D*. spec. einen Durchmesser von 7–8 μm (Abb. 6) und bei *D*. dentata 9–10 μm (Abb. 7). Im Unterschied zu *D*. dentata konnte bei *D*. spec. jedoch eindeutig ein kugelförmiger Mikronukleus mit einem

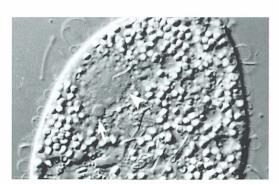


Abb. 6: Stark gequetschtes Exemplar von *D.* spec. aus ventraler Ansicht. Deutlich ist der runde Makronukleus (Pfeilspitze) und der Mikronukleus (Pfeil) zu erkennen. 1420×.

Durchmesser von 2–3 µm beobachtet werden, der dem Makronukleus angelagert ist (Abb. 6).

Die kontraktile Vakuole liegt immer dicht unterhalb der Mundöffnung und entleert sich am dorsal liegenden Rand der Mundöffnung. Bei D. spec. hat sie während der Diastole einen Durchmesser von 5 µm und pulsiert dreibis viermal pro Minute.

# Die nicht kontraktile Vakuole

Allen Vertretern dieser Gattung ist gemein, daß sie eine große, nicht kontraktile Vakuole unterhalb der Mundöffnung besitzen, die jedoch meist erst bei erhöhtem Deckglasdruck sichtbar wird. Sie scheint an der Verdauung bzw. Ausscheidung der aufgenommenen Bakterien betei-

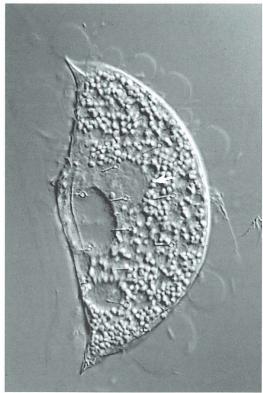


Abb. 7: Leicht gequetschtes Exemplar von D. dentata aus links lateraler Ansicht. Der Makronukleus ist durch einen Pfeil gekennzeichnet. 1030×.



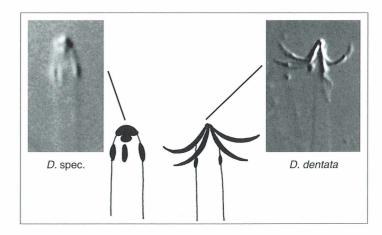
Abb. 8: Stark gequetschtes Exemplar von D. spec., in dem man gut die spindelförmigen, 3 µm langen Trichocysten erkennen kann (Pfeilspitzen). 1750×.

ligt zu sein. In der nicht kontraktilen Vakuole von *D. dentata* konnten Bakterien gefunden werden und Foissner (1995) gibt die Lage des Exkretionsporus bei *D. revoluta* in Höhe dieser Vakuole auf der Ventralseite an. Die Lage des Exkretionsporus konnte bei *D. dentata* und *D.* spec. nicht direkt beobachtet werden.

# Trichocysten

Die Trichocysten konnten bei beiden Arten gut unter den leistenförmigen Erhebungen des Cortex ausgemacht werden. An D. dentata waren die Trichocysten bereits Gegenstand eingehender elektronenmikroskopischer Untersuchungen, da ihr Feinbau von den Trichocysten anderer Ciliaten abweicht und sie somit eine Sonderstellung einnehmen (Prelle, 1966; Hausmann und Mignot, 1975). Bei D. spec. sind sie drei um lang und spindelförmig (Abb. 8). Nach dem Ausstoßen (meist durch Deckglasdruck induziert) erkennt man eine harpunenartige Spitze mit vier hochbrechenden Verdickungen unterhalb einer ebenfalls hochbrechenden Spitze auf einem hyalinen Schaft (Abb. 9). Bei D. dentata dagegen sitzen am Ende eines ca. 80 µm langen hyalinen Schafts vier Haken mit einer Länge von 7-8 µm, die in Ausstoßrichtung gebogen sind (Abb. 9). Diese Struktur wird auch durch die elektronenmikroskopischen Untersuchungen an ausgestoßenen Trichocysten bestätigt (Hausmann und Mignot, 1975). In Abbildung 9 sind beide Trichocystenformen dargestellt. Sie stellen auch ein wichtiges Merkmal für die Zuordnung bei Drepanomonas dar.

Abb. 9: Die ausgestoßenen Trichocysten von *D. dentata* (rechts, 2300×) und *D.* spec. (links, 3400×) als Foto und schematische Zeichnung. Die Trichocysten von *D. dentata* besitzen 4 Haken mit einer Länge von 4–7 µm, die in Ausstoßrichtung gebogen sind. Diese Haken sind bei *D.* spec. reduziert zu wulstigen Erhebungen auf dem hyalinen Schaft der Trichocyste.



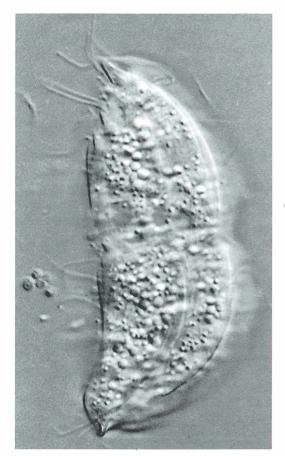


Abb. 10: Zellteilung bei *D.* spec.. Man erkennt, daß die charakteristischen Ventraldornen während der Teilung offensichtlich eingeschmolzen werden. 1830×.

# Fortbewegung und Zellteilung

Drepanomonas schwimmt nur langsam mit einer Geschwindigkeit von 20-30 µm/sec. Dabei rotiert der Ciliat rechts oder links um seine Längsachse. Als Besonderheit konnte festgestellt werden, daß beide Arten nie rückwärts schwimmend beobachtet wurden. Über Konjugation und Teilung liegen zur Gattung Drepanomonas in der Literatur keine Angaben vor. Eine Konjugation wurde auch bei den hier beschriebenen Arten nie beobachtet, obwohl ca. 150 Exemplare von D. spec. über 3 Wochen in einem Mikroaquarium gehalten wurden. Jedoch konnte bei D. spec eine Teilung verfolgt werden (Abb. 10). Dabei hatte es den Anschein, daß während der Teilung die Ventraldornen vorübergehend eingeschmolzen werden. Die Teilungslinie erschien stark vakuolisiert.

Bei D. spec. wurde die Konstanz der Zellform an den 20 Exemplaren überprüft, an denen auch die Vermessung durchgeführt wurde. Die Zellform kann trotz ihrer Kompliziertheit als sehr konstant angesehen werden. Die größten Abweichungen zeigten die beiden Ventraldornen auf der linken Seite. Es war zwar stets der Doppelzahn zu erkennen, wobei der hintere jedoch bei wenigen Exemplaren leicht abgerundet war. Der leichte Aufwärtsschwung der Zellenden fehlte bei einigen Exemplaren, so daß sie einen gleichmäßig halbrunden dorsalen Rand hatten. Aufgrund der Vielzahl der Beobachtungen an der vergleichsweise häufigen Form D. spec., wurde versucht, diese Art in drei Ansichten zu zeichnen (Abb. 11), wobei die ventrale Ansicht (Abb. 11c) nur be-

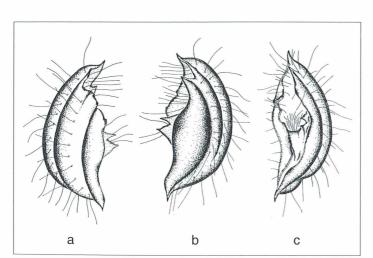


Abb. 11a–c: Zeichnung von D. spec aus rechts lateraler Ansicht (a), links lateraler Ansicht (b) und ventraler Ansicht (c) nach Lebendbeobachtungen und Fotografien. Die Darstellung der ventralen Ansicht kann fehlerbehaftet sein (siehe Text).

dingt richtig ist, da die Ermittlung der genauen Struktur lediglich aufgrund lichtmikroskopischer Beobachtungen äußerst schwierig ist. Von *D. dentata* konnten durch die Seltenheit dieser Art am Fundort keine derartigen Zeichnungen angefertigt werden.

# Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Von den beiden hier beschriebenen Formen der Gattung *Drepanomonas* zeigt die größere Form die beste Übereinstimmung mit der Erstbeschreibung von *D. dentata* durch Fresenius (1858). Die kleinere Art *D.* spec. läßt sich gut von *D. dentata* abgrenzen, insbesondere durch die Ausbildung der Ventralseite (-dornen), dem Vorhandensein eines Mikronukleus und der Form der Trichocysten. Da eine Beschreibung einer Art mit den Merkmalen von *D.* spec. in der Literatur nicht zu finden ist, wurde diese Form eventuell noch nicht beschrieben.

#### Dank

Ich danke Herrn Prof. Dr. W. Foissner für die Begutachtung meines Materials und für die freundlichen Überlassung von Literatur.

#### Literaturhinweise

Foissner, W.: Taxonomische Studien über die Ciliaten des Großglocknergebietes (Hohe Tauern, Österreich). Familien Microthoracidae, Chilodonellidae und Furgasoniidae. Sber. Akad. Wiss. Wien 188, 27–43 (1979).

Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Bd. III: Hymenostomata, Prostomatidae, Nassulida. Informationsber. d. Bayer. Landesamt. f. Wasserw., München 1994.

Fresenius, G.: Beiträge zur Kenntnis mikroskopischer Organismen. Abh. Senckenb. Naturf. Ges. 2, 211–242 (1858).

Hausmann, K., Mignot, J.-P.: Cytologische Studien an Trichocysten. X. Die zusammengesetzten Trichocysten von *Drepanomomas dentata* Fresenius 1858. Protoplasma 83, 61–78 (1975).

Penard, E.: Etudes sur les infusoires d'eau douce. Georg & Cie, Geneve 1922.

Prelle, A.: Ultrastructures corticales du cilie holotriche *Drepanomonas dentata* Fresenius, 1858. J. Protozool. *15*, 517–520 (1968).

*Verfasser:* Dr. Martin Kreutz, Magdeburger Str. 2, D-78467 Konstanz

# Kurze Mitteilung

# Gesucht - gefunden in der Petrischale

Wer Ordnung liebt, ist nur zu faul zum Suchen. Oder er möchte seine Zeit sinnvoller nutzen. Hier ist ein geeigneter Vorschlag zur Zeitersparnis. Wer Proben in der Petrischale beobachten will, z. B. zum vollständigeren Überblick, auch mit direkter Wasserimmersion, möchte oft einen Ort schnell wiederfinden, wenn die Petrischale verschoben oder gar weggestellt war. Voraussetzung dabei ist, daß die ausgeschwenkten Objektive nicht an die Schale stoßen, was mit einem Vierfachrevolver gewährleistet ist oder mit entsprechend niedrigen Petrischalen. Für den Einsatz im Objektführer und solches Finden braucht man einen Halter, den man aus Zeichenkarton ausschneiden und zusammenkleben kann (Abb. 1). Er

besteht in fertigem Zustand aus einem waagerechten offenen Ring (W), der auf dem Mikroskoptisch liegt und unter die Objektträgerbegrenzungen (A, H) greift. Auf ihm steht senkrecht aufgeklebt ein Pappstreifen (S), der die Petrischale umfaßt. Die Maße gelten für Unterschalen von 74 mm Ø außen und 14 mm Höhe, sowie für ein Mikroskop mit dem Schwenkhebel des Objektführers von rechts. Herstellung: Man schneidet eine Kreisscheibe von 90 mm Ø aus, auf der noch ein Kreis von 74 mm Ø aufgezeichnet ist. Weiter schneidet man zwei Streifen 250×12 mm. Diese legt man, längs um 20 mm verschoben, aufeinander und verklebt sie. Dann biegt man sie um das Unterteil einer Petrischale und verklebt sie

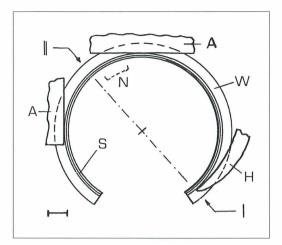


Abb. 1: Halter für Petrischale im Objektführer, Bezeichnungen im Text (Kartondicke bei S übertrieben dick dargestellt). Balken = 10 mm.

in sich zum Ring (S). Auf den 74-mm-Kreis bringt man rundum eine dünne Spur eines kräftigen Klebers auf, setzt den Ring (S) darauf und läßt die Verbindung aushärten. Hiernach schneidet man mit einer Nagelschere die gesamte Kreisfläche innerhalb des Ringes heraus. Dann trennt man den Umfang an zwei außen 50 mm entfernten Stellen auf. In dem mit N bezeichneten Bereich wird die senkrechte Wand um 3 mm niedriger geschnitten, damit man die Schale besser anfassen kann. Auf den Ring (S) kommt außen 5 mm von dem einen Ende eine Strichmarke l, genau gegenüber außen ein Doppelstrich II. Schließlich überzieht man den ganzen Halter (außer der Bodensohle, die auf dem Tisch gleiten soll!) mit Klarlack zur Versteifung und Imprägnierung. Die Petrischalen bekommen außen an der Wand eine Strichmarke.

Einsetzen: Der Halter liegt so auf dem Tisch, daß er nach links und oben mit seinem Ring (S) an die Anschläge des Führers (A) anstößt und der Schwenkhebel (H) so anliegt, daß sein Ende genau bei dem Markierstrich | liegt. Hierbei greift der Rand (W) unter Anschläge und Hebel. Die Schale wird von oben in den Halter eingesetzt und so gedreht, daß ihre Strichmarke mit der Marke fluchtet.

Ablesung: Der Objektführer läßt sich wie üblich bewegen. Für eine gewünschte Stellung kann man die Noniuswerte als x' und y' notieren. Bei der verwendeten Schalengröße erreicht man nicht die ganze Fläche. Für den kleinen Rest muß man sie so drehen, daß ihre Markierung auf die Marke || des Halters zeigt. Dann kann man die Werte x" und y" notieren. Zwischen den Werten für die erste und zweite Stellung gilt eine einfache Umrechnung für Orte, die in beiden Stellungen zu sehen sind. Hierzu ermittelt man einmalig die Noniuswerte für den Schalenmittelpunkt, und zwar mit Hilfe einer runden Papierscheibe, die genau in die Schale paßt, mit einem Nadelstich im Mittelpunkt:  $x_o$  und  $y_o$ . Dann gilt x'' = $2x_0 - x'$  und  $y'' = 2y_0 - y'$  und umgekehrt. So findet man einen notierten Ort auch nach der Drehung wieder.

Man kann einen solchen Halter auch aus Holz oder Metall für ein bestimmtes Mikroskop bauen, aber die gezeigte Lösung ist geräteunabhängig und leicht herzustellen. Insgesamt: ein einfaches und täglich nützliches Hilfsmittel.

E. Hippe, Neu-Isenburg



# Die Entdeckung einer Milbenfamilie des Urkontinents Gondwana

# Wolfgang Karg

Bei der Untersuchung einiger im Boden lebender Milbenfamilien ergaben sich erstaunliche Beziehungen zwischen Mikrokosmos – Makrokosmos. Veränderungen der Kontinente, die sich vor 100–200 Millionen Jahren abspielten, trieben die Entwicklung der Mikrotiere voran. Zugleich wurde deutlich, wie alt die Mikrofauna ist, die heute die oberen Schichten unserer Wald-, Wiesen- und Ackerböden besiedelt. Sie existierten bereits, bevor die Saurier die Erde beherrschten. Ein erster Beitrag über eine Raubmilbenfamilie soll diese Zusammenhänge erhellen.

m Mikrobereich der Milben gibt es nur wenige fossile Funde. Im Vergleich zur Wirbeltierforschung erscheint die Lage geradezu hoffnungslos. Man denke an die Heerscharen der ausgestorbenen Saurier.

## Erste fossile Funde

Immerhin kennen wir einige in Quarzkristall eingebettete Milben aus dem Erdzeitalter des Devon (v. Vitzthum, 1943). Sie lebten vor 380 Millionen Jahren und zeigten alle Merkmale der heutigen Milben (Abb. 1). Ohne Schwierigkeiten lassen sie sich einer heute noch existierenden Familiengruppe zuordnen (Prostigmata). Milben gab es also schon 150 Millionen Jahre früher als die ältesten Saurier. Aber eine Rekonstruktion ihrer Entstehung und Entwicklung anhand von fossilen Funden wie bei den Wirbeltieren ist nicht möglich. Jedoch er-

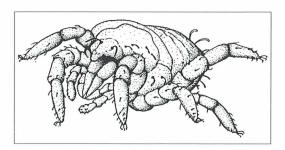


Abb. 1: In Quarz erhalten gebliebene Milbe aus dem Devon vor 380 Millionen Jahren (Familiengruppe Prostigmata), Körperlänge 0,35 mm (nach v.Vitzthum 1943).

gaben sich gleichsam Indizienbeweise für die Entwicklung. Am Beispiel einer Raubmilbenfamilie soll dies erläutert werden. Ursachen und Beweise für die Entwicklung dieser Mikrogruppe stammen aus der Makrowelt der Erdkontinente.

# Eigenartige Raubmilben

Bei weltumfassenden Milbenstudien fanden sich immer wieder Raubmilbengattungen, die sich keiner bekannten Familie zuordnen ließen. Die Männchen der Gattungen zeigten aber die gleichen sehr speziellen Geschlechtsorgane. Zur Befruchtung der Weibchen übertragen sie mit Hilfe der zangenartigen Mundwerkzeuge, der Cheliceren, Spermienpakete (Spermatophoren) in die Geschlechtsöffnung der Weibchen. Dazu haben die Männchen an der Innenseite des beweglichen Endgliedes der Cheliceren fingerförmige Auswüchse. Die Länge des Spermatophorenüberträgers ist bei den einzelnen Gattungen unterschiedlich (Abb. 2). Bei der Gattung Hunteracarus endet der Überträger sogar mit einem langen Haken (Abb. 2g). Eine Überraschung ergab die Herkunft der so gekennzeichneten Gattungen. Sie leben heute in den südlichen Teilen von Südamerika und Afrika, auf Inseln der Antarktis, in Australien und Malaysia (Abb. 3). Diese Teile der Erde bildeten in Urzeiten das Gondwanaland. Vor etwa 200 Millionen Jahre gab es auf der Erdkugel nur 2 Hauptkontinente, im Norden den Großkontinent Laurasia und im Süden das Gondwanaland (Abb. 4a). Die eigenartige Verbreitung der Milbenfamilie war auf die frühere

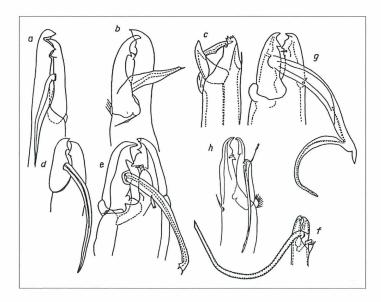


Abb. 2: Abwandlung der Formen des Spermatophorenträgers bei den Männchen verschiedener Gattungen der neuen Familie: a Pulchraplaga, b Leptolaelaps, c Evansolaelaps, d Ayersacarus, e Australocheles, f Cerambylaelaps, g Hunteracarus, h Indutolaelaps (nach Karg, 1991, 1997).

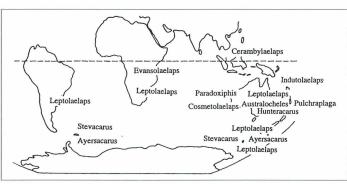


Abb. 3: Vorkommen der Gattungen aus der neuen Milbenfamilie Leptolaelapidae auf Teilen der ehemaligen Gondwana-Landmasse.

Existenz dieses Urkontinentes zurückzuführen. Die verwandten Gattungen stammten offensichtlich von einer Urform ab, die in Urzeiten das Gondwanaland besiedelte.

Die Mikrotiere leben in den feinen Hohlräumen der oberen Bodenschichten. Die Bedingungen in dieser schützenden Bodendecke sind bis auf den heutigen Tag sehr ähnlich, so daß Nachkommen bis zur Gegenwart überlebten.

# Das Gondwanaland spaltet sich auf

Im Erdzeitalter der Juraperiode vor 150 Millionen Jahren begann sich das Gondwanaland aufzuspalten: Die Antarktis, Australien und Neuseeland entstanden. Teile verbanden sich mit dem heutigen Südamerika und Afrika, die damals noch einen einheitlichen Kontinent

bildeten (Abb. 4b). Ein Teil des Gondwanalandes driftete weit nach Norden und wurde zum indischen Subkontinent. Trennung und neue Bedingungen bewirkten jetzt die Herausbildung neuer Arten und Gattungen. Wir wissen, daß sich durch die dauerhafte Teilung und Isolierung von Populationen (Fortpflanzungsgemeinschaften) die Erbanlagen der getrennten Gruppen unterschiedlich weiterentwickeln.

Bemerkenswert erscheint das weit verstreute Vorkommen der Gattungen Leptolaelaps. Wahrscheinlich steht diese Gattung der Urform noch am nächsten. In der Tat zeigen die Arten dieser Gattung zahlreiche ursprüngliche Merkmale (Abb. 5a). Der Körper ist z. B. gleichmäßig mit kurzen nadelförmigen Haaren bedeckt. Bei Arten anderer Gattungen entwickelten sich groteske Formen (Abb. 5b). Vor

Abb. 4: Verteilung der Erdkontinente zu verschiedenen Zeiten: a Vor etwa 200 Millionen Jahren gab es 2 große Kontinente, Laurasia und Gondwana. b Vor 100–150 Millionen Jahren spaltete sich der Südkontinent Gondwana auf (kombinierte Darstellung nach Hohl, 1980; Miller, 1983; Sedlag und Weinert, 1987).

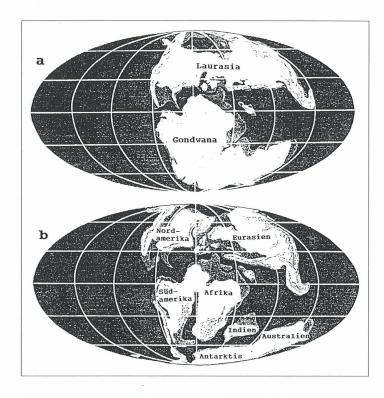
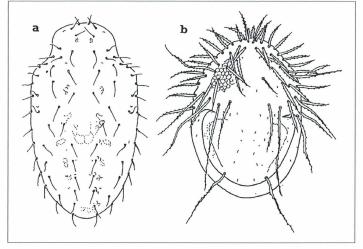


Abb. 5: Rückenbehaarung bei 2 Gattungen der neuen Familie: a mehr ursprünglich bei Leptolaelaps, b sehr abgewandelt bei Cosmetolaelaps.



allem der Spermatophorenträger des Männchens hat noch einen einfachen kurzen Finger (Abb. 3b). Bei den Männchen der übrigen Gattungen entwickelten sich schrittweise abnorme Formen (Abb. 3a, 3c–h).

Durch den Zerfall des Gondwanalandes spaltete sich also die Urform auf. Bekannt sind bisher elf Gattungen. Sie wurden zur Familie Leptolaelapidae zusammengefaßt. Natürlich müssen wir annehmen, daß ein großer Teil der Arten durch die Vereisung der Antarktis vernichtet wurde. Vorher war dieser Kontinent ein grünes, mit Kräutern und Holzgewächsen bedecktes Land.



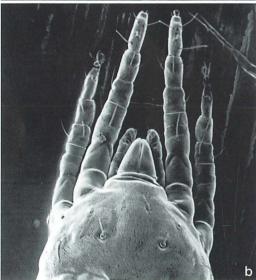


Abb. 6: Heute lebende Milbe aus der Familiengruppe Prostigmata (*Tydeus caudatus*), Körperlänge 0,3 mm. a Rückenseite, b Vorderkörper. Der Körper hat sich wenig gegenüber dem Urahnen verändert (REM-Aufnahmen: W. Karg, G. Casperson, Kleinmachnow).

# Flora und Geologie

Zu bemerken wäre, daß auch einige noch existierende Pflanzenfamilien dieselbe Verbrei-

tung aufweisen wie die entdeckte Raubmilbenfamilie. Man spricht in der Botanik von der Gondwana-Flora. Der Zusammenhang mit dem Urkontinent wird durch fossile Funde aus Kohlevorkommen in den Ländern, die einmal zum Gondwanakontinent gehörten, belegt (Sedlag und Weinert, 1987). Bestätigungen für die frühere Existenz des Urkontinentes liefern geologische Befunde von übereinstimmenden Gesteinsschichten mit eingelagerten Pflanzenarten in der Antarktis, in Argentinien, Südamerika, Afrika, Australien, Malaysia und Indien.

#### Resümee

Die Entwicklung der Raubmilbenfamilie Leptolaelapidae läßt sich nach den bekannten Indizien und biologischen Gesetzmäßigkeiten folgendermaßen nachzeichnen: Vor etwa 200 Millionen Jahren zu Beginn der Juraperiode trennte sich von der allumfassenden Landmasse (Pangaea), die zum Ende des Altertums der Erde bestand, die südliche Hälfte ab. Es entstand der Gondwanakontinent.

Die Population der Raubmilben begann sich getrennt zu entwickeln. Sie breitete sich über den ganzen Kontinent aus. Die Urform sah den Arten der heute bestehenden Gattung Leptolaelaps ähnlich. Das Gondwanaland bestand etwa 50 Millionen Jahre. Zeitweise herrschte ein gemäßigtes Klima mit Jahreszeiten. Dann überzogen Gletscher das Innere des Landes. Es folgten trockene, heiße Perioden, schließlich ein feuchtwarmes Klima. Durch verschiedene Bedingungen spaltete sich die Raubmilbenpopulation in mehrere Arten auf, eine Urgattung entstand.

Vor 100 bis 150 Millionen Jahren in der Jura und Kreidezeit (zur Zeit der Saurier), zerfiel das Gondwanaland schrittweise. Die Arten der Urgattung gerieten in sehr abweichende Umweltbedingungen. Auch Tiere einer Art wurden getrennt und entwickelten sich unterschiedlich weiter. Es entstanden dadurch neue Arten und Artengruppen. Wir fassen die heute noch lebenden Artengruppen jeweils in einer Gattung zusammen. Die verschiedenen Gattungen bilden die Raubmilbenfamilie Leptolaelapidae. Zur Zeit kennen wir 11 Gattungen mit insgesamt 42 Arten. Ihre Entstehung hat 200 Millionen Jahre in Anspruch genommen, wobei sicher ist, daß ein Großteil der Arten und Gattungen in der wechselvollen Geschichte unterging, zum Teil unter dem Eis der Antarktis begraben liegt.

In der Zeit vom ersten Milbenfund bis zur Gegenwart hat die Gesamtgruppe der Milben viele tausend Arten hervorgebracht. Vergleicht man aber die fossile Art aus dem Devon (Abb. 1) mit einer heute lebenden Art aus derselben Familiengruppe (Prostigmata), so stellt man wenige Unterschiede fest (Abb. 6). Es wird deutlich: Die Milben sind eine urweltlich anmutende Tiergruppe geblieben.

#### Literaturhinweise

Hohl, R.: Die Entwicklungsgeschichte der Erde. Brockhaus Nachschlagewerk Geologie, Brockhaus Verlag, Leipzig 1981.

Karg, W.: The integration of morphologic, biogeographic and palaeogeographic studies to reveal the phylogeny of predatory mites. In: F. Dusbábek & V. Bukva, (eds): Modern Acarology. Academia, Prague, and SPB Academic Publishing by, The Hague, Vol. 2, 121-127 (1991).

Karg, W.: Die Raubmilbenfamilie Leptolaelapidae Karg (Acarina, Parasitiformes), Acarologia, 38, 207–218 (1997).

Miller, R.: Driftende Kontinente. Der Planet Erde, Time-Life Books B.V., Amsterdam 1983. Sedlag, U., Weinert, E.: Biogeographie, Artbildung,

Evolution - Wörterbücher der Biologie. Gustav Fischer Verlag, Jena 1987.

v. Vitzthum, H.: Acarina. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs, 5. Bd. 5. Buch. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1943.

Verfasser: Prof. Dr. Wolfgang Karg, Hohe Kiefer 152, D-14532 Kleinmachnow

# Maghright



Wieder trafen sich in der letzten Aprilwoche 1998, schon zum 6. Male, über 20 Mikroskopiker aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, um in der Jugendbildungsstätte auf dem Wohldenberg ihrem Hobby zu fröhnen. Sehr erfreulich war, daß 7 "Neue" dabei waren, die den Kreis derer, die sich mit diesem interessanten Gebiet beschäftigten, vergrößerten und auch neue Anregungen mitbrachten. Wie in den vergangenen Jahren stand das Mikroskopier-Treffen, dem Wunsche des Initiators Karl Brügmann entstprechend, wieder unter dem Motto "Histologie von pflanzlichen und tierischen Geweben".

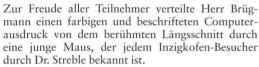
Zu diesem Thema hatte Herr Brügmann viele botanische und zoologische Mikrotomschnitte zum Weiterverarbeiten vorbeitet, darunter auch einige Kunststoffschnitte von solchen Pflanzengeweben, die mit der Paraffintechnik nicht ohne Artefakte zu schneiden sind. Bei den in Epoxidharz eingebetteten Schnitten wurde das Einbettungsmedium herausgelöst, so daß anschließend die bekannten Färbungen (z. B. Astrablau/Safranin) angewendet werden konnten. Sehr einfach war das Verarbeiten von Schnitten, die in Glycolmethacrylat (GMA) eingebettet waren, da hierbei der Kunststoff nicht entfernt wurde. Gefärbt wurden diese Schnitte mit Toluidinblau, was eine kontrastreiche Darstellung brachte, obwohl nach der Differenzierung die verbleibende Kunststoffmatrix leicht mitgefärbt war, was aber die Betrachtung nicht besonders stört.

Die bei den Paraffinschnitten angewendeten Färbungen wurden um die Etzold-Färbung erweitert, die aufgrund ihrer einfachen Handhabung in Kursen große Verbreitung gefunden hat. Ein kleiner Nachteil ist, daß die Differenzierung der einzelnen Farbkomponenten nicht so gut gelingt wie bei einer Sukzedanfärbung, bei der die einzelnen Farbstoffe nacheinander angewendet werden.

Die bewährte modifizierte Azan-Färbung mit Kernechtrubin brachte bei den tierischen/menschlichen Gewebeschnitten und besonders bei einer kleinen Forelle im Längsschnitt wieder sehr gute Resultate.



Abb. 1: Teilnehmer des Wohldenberg-Treffens 1998.



So wurde die histologische Präparatesammlung der Wohldenberg-Teilnehmer wieder um etliche Exemplare reicher. Zum festen Bestandteil der Wohldenberg-Treffen gehört die Herstellung eines Dünnschliffs. Herr Latz hatte hierfür einen Gesteinsschliff vorbereitet, diesmal einen Nephrinsyenit, der sowohl im Stein als auch im Dünnschliff interessante Strukturen ausweist. Nach intensiver Schleifarbeit hatte jeder Teilnehmer ein sehr schönes Präparat, das sicher auch zu Hause noch viel Freude bereiten wird.

Als Exkursionsziel stand die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover auf dem Programm. Nach den einleitenden Worten von Herrn Dr. Müller wurden in zwei Gruppen verschiedene Abteilungen - besonders interessierte natürlich die Herstellung der Dünnschliffe - besichtigt. Dabei fiel sehr positiv auf, daß die Damen und Herren der unterschiedlichen Arbeitsbereiche nicht mit Auskünften und Erfahrungshinweisen geizten, so daß alle Teilnehmer etwas für ihr Hobby mitnehmen konnten. Das große Angebot an Informationen konnte bis zum Mittag nicht bewältigt werden, so daß nach einer Mittagspause, die die geistige Aufnahmefähigkeit auffrischte, das Programm fortgesetzt wurde. Nicht nur für geologisch interessierte Teilnehmer war der Besuch in der BGR ein tolles Erlebnis, auch die Ästhetiker kamen auf ihre Kosten, als sie live im Mikroskop bizarre Kristalle wachsen sehen konnten.

Ein Tag war dem Plankton unter der bewährten Leitung von Michael Butkay gewidmet. Diesmal waren die Fänge nicht so reichhaltig, weil das naßkalte Wetter besonders die Entwicklung des Phytoplanktons behindert hatte. Trotzdem fand das geschulte Auge von Michael Butkay manch schönes Exemplar, das dann über das Video-Mikroskop alle Teilnehmer erfreute. Als Vergleich konnten Proben aus Nordsee-



Abb. 2: Lebhafte Diskussionen im Mikroskopier-

wasser untersucht werden, das Karl-Heinz Eggert aus Wilhelmshaven mitgebracht hatte. Leider hatte die mikroskopische Qualität durch die zu lange Aufbewahrung in Gläsern doch schon gelitten.

Die Abende wurden frei gestaltet durch Dia-Vorführungen (Herklotz und Latz) und durch angeregte Diskussionen, bei denen immer wieder die Mikroskopie alle anderen Themen dominierte. Donnerstagabend ist Grillen mit Einbecker Mai-Bockbier schon zur Tradition geworden. Gleichzeitig läuft die große Tauschbörse, wo jeder noch seine Ausrüstung vervollständigen kann.

Nach einem kleinen Test am Samstag vormittag und der Schlußaussprache mit Manöverkritik ging das Treffen zuende. Friedrich Thormann bedankte sich bei Karl Brügmann für die große Mühe, die er bei den umfangreichen Vorbereitungen hatte, und sprach dem Wunsch aller Teilnehmer aus, im April 1999 beim 7. Mikroskopier-Treffen auf dem Wohldenberg wieder dabeizusein.

Mikroskopiker, die sich für die Treffen auf dem Wohldenberg interessieren, können sich an folgende Anschrift wenden: Karl Brügmann, Sonnenweg 33, 30171 Hannover, (0511) 8133333.



# Großer Auftritt für kleine Lebewesen Pedro Galliker und seine Modelle von Mikroorganismen

Bruno P. Kremer

Modelle sind nachgestaltete Abbilder der Wirklichkeit und dienen der Veranschaulichung von Strukturen oder Zusammenhängen, die sonst nicht ohne weiteres erkennbar sind. Solche Übersetzungshilfe leisten auf einzigartige Weise auch die Nachbauten mikroskopisch kleiner Lebewesen, die der Schweizer Biologe, Filmemacher und Mikroskopiker Dr. Pedro Galliker aus modernen Werkstoffen fertigt. Mehr noch: Seine Modelle aus Wegwerfmaterialien bewahren die grazile Eleganz der winzigen Originale.

odellbildungen leisten überall dort Übersetzung, schaffen Vereinfachung und erleichtern Begreifbarkeit, wo das Original in seinen wichtigsten Struktur- und Funktionsbeziehungen nicht direkt erfaßbar ist. Oft verkleinert das anschauliche Modell den Abbildungsmaßstab. Es reduziert beispielsweise eine tonnenschwere Diesellok auf einladende Spielzeuggröße. In der Mikroskopie ist es dagegen eher nötig, das Maßstabsverhältnis umzukehren. Chemiker vergrößern beispielsweise die atomaren Bausteine der Materie vereinfachend und über mehrere Zehnerpotenzen hinweg zu verschiedenfarbigen Kugeln und stecken daraus bunte Raummodelle von Makromolekülen zusammen. Für den Biologen hat fast jeder Lehrmittelanbieter stark vergrößerte Blütenmodelle und andere vollplastische Wiedergaben organismischer Baupläne im Programm.

Modellhaft vergrößerte Einzeller oder maßstäbliche Nachbauten anderer mikroskopisch kleiner Lebewesen sind dagegen auch in sehr gut sortierten Lehrmittelangeboten eher eine Rarität. Ab und zu kann man in bedeutenden naturkundlichen Museen detailgetreu rekonstruierte Halb- oder Vollplastiken beispielsweise von Insekten bewundern, die wie umgesetzte rasterelektronenmikroskopische Bilder wirken, tatsächlich jede einzelne Chitinborste lagerichtig zeigen und damit oft das Bizarre der Gesamterscheinung nachhaltig betonen. Sofern solche Inszenierungen überhaupt Kleinlebewesen vorstellen, beschränkt sich die museale Praxis häufig auf vergrößerte Schattenrisse oder Konturbilder.

# Transparente Welten

Jedem "tümpelnden" Mikroskopiker ist die keineswegs selbstverständliche Tatsache vertraut, daß viele wasserlebende Kleinorganismen nahezu durchsichtig sind. Nur deswegen ist beinahe ungehinderte Einsichtnahme in anatomische Details möglich, etwa die Beobachtung der pulsierenden Vakuolen von Wimpertieren, des knetenden Kaumagens der Rädertiere oder des zuckenden Herzens der Wasserflöhe. Sofern die Kleinstorganismen nicht zu den Algen gehören, die mit ihren Pigmenten das Sonnenlicht einfangen und dessen Energie zum Stoffaufbau einsetzen, ist Farbigkeit für Planktonlebewesen offenbar kein Gewinn. Durchsichtigkeit garantiert in den Freiwasserräumen, aber auch beim Aufenthalt auf festen Oberflächen ein hohes Maß an Tarnung und Unsichtbarkeit oder im Verein damit eine rasche, unerkannte Flucht. Bezeichnenderweise sind auch nicht nur die sogenannten Holoplankter, die ihren gesamten Lebenszyklus im Freiwasserraum durchlaufen, weitgehend transparent, sondern auch diejengen Formen, die nur während der frühen Entwicklungsstadien planktisch leben, darunter beispielsweise die Larven von großen Zehnfußkrebsen (Hummer) oder die zarten Frühstadien von Knochenfischen (Dorsch). Das gilt selbst für die wagenradgroßen Medusen, die im Getreibsel der Meere kaum auffallen, weil sie nahezu transparent sind und nur wie ein schwacher Schatten wirken. Auch die Benennung mancher wasserlebender Kleintiere betont diese eigenartige Durchsichtigkeit. Beispiele dafür

sind das Glasrädertier *Epiphanes* sp., der Glasstrudelwurm *Mesostoma ehrenbergi* oder der Glaskrebs *Leptodora kindtii*. Eine der wenigen Mückenlarven, die sich räuberisch ernähren, die Büschelmücke *Chaoborus crystallinus*, ist lediglich mit dunklen Facettenaugen ausgerüstet und zeigt analog zur transparenten Meduse ansonsten sehr klare Verhältnisse.

## Glasmodelle

Vor der Einführung moderner Werkstoffe, die plastisches Arbeiten bei genügender Detailtreue und Maßstäblichkeit erlauben, war leicht schmelzbares, verschiedenfarbiges oder nach der Formung mit Proteinfarben bemaltes Glas lange Zeit das Material der Wahl. Um die Jahrhundertwende arbeitete beispielsweise in Dresden-Holsterwitz eine Glasbläserwerkstatt, die sich im Laufe der Zeit auf Glasmodelle spezialisierte. Im Jahre 1863 bekam Leopold Blaschka, ein besonders von wirbellosen Meerestieren faszinierter Glasbläser, einen ersten Auftrag für das Dresdner Naturkundemu-



Abb.1: Im Modell-Format 37×10×10 cm ist das Pantoffeltier (*Paramecium caudatum*) "begreifbar" geworden. Alle Modelle und Aufnahmen: Pedro Galliker, Andermatt.



Abb. 2: Die Kopfpartie des Teleskop-Rädertiers (*Philodina gregarina*) ist im Modell 225fach nachvergrößert.

seum. Die von seinem Sohn Rudolf gefertigten naturgetreuen Glasmodelle mariner Nacktschnecken fanden nicht nur in Fachkreisen weithin Aufmerksamkeit. Ab 1890 brauchten sich Vater und Sohn Blaschka um mangelnde Aufträge und sicheren Absatz ihrer Glaskunst nicht mehr zu sorgen - sie arbeiteten jetzt fast nur noch im Auftrag von Professor Goodale für die botanischen Sammlungen der berühmten Harvard-Universität in Boston/Massachussetts: Die erhaltene, einzigartige Sammlung gläserner Blaschka-Blumen im Botanischen Museum dieser Universität ist auch heute noch eine besondere Attraktion (Schultes und Davies, 1992). An diesen Blaschka-Modellen überzeugt neben ihrer Schönheit und künstlerischen Perfektion vor allem die wissenschaftliche Genauigkeit.

# Plastisch und elastisch

Glas ist zwar ein wunderbarer Werkstoff, wie allein die aus amorphem Silikat aufgebauten Kieselschalen der Diatomeen ausweisen, und bei sachgemäßer Behandlung auch hinreichend haltbar, aber in der technischen Handhabung ziemlich schwierig. Auf der anderen Seite verbindet man mit dem Begriff Glas besondere Materialeigenschaften wie Starre oder Sprödigkeit, die so bei den meisten Lebewesen mit selbsttragend stabilen Zell- oder Gewebestrukturen nicht bestehen. Dagegen vereinigen manche moderne Kunststoffe beide Eigenschaften sie sind einerseits dünn und hinreichend transparent, auf der anderen Seite aber auch elastisch verformbar und kommen damit weitverbreiteten biologischen Gerüstsubstanzen viel näher als das starre Glas. Chitin ist beispielsweise ein solcher bewundernswerter Naturstoff, der von hauchdünn und glasklar bis panzerdick und bunt gefärbt in vielen Versionen im Einsatz ist. Chemisch gesehen sind die modernen Kunststoffe wie auch das Chitin organische Polymere, in denen die gleichen oder sehr ähnliche Grundbausteine unter Kettenbildung aneinandergereiht und verknüpft wurden. Weit verbreitet sind beispielsweise PET (Polyethylenterephthalat = Polyester), PVC (Polyvinylchlorid), PE (Polyethylen) oder PS (Polystyrol). Man nennt sie auch Thermoplaste, weil sie unter Wärmeeinwirkung weich und verformbar sind und beim Abkühlen erstarren.

Obwohl "Kunst"stoffe überwiegend aus den gleichen Elementen aufgebaut sind wie natürli-

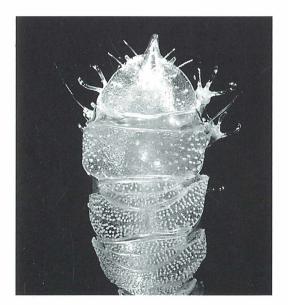


Abb. 3: Das Bärtierchen *Bryodelphax parvulus* ist eine recht kleine Art. Mit 1700facher Vergrößerung nimmt es im Modell die Abmessungen 35×30×17 cm ein.

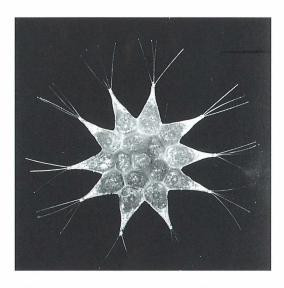


Abb. 4: Auch beim 5000fach vergrößerten Modell einer Zackenradalge (Pediastrum simplex) kamen nur alltägliche Kunststoffmaterialien zum Einsatz.

che Polymere, sind sie als künstliche Kohlenwasserstoffabkömmlinge für die Umwelt nicht selten ziemlich problematisch. Andererseits weisen sie so viele technische Vorzüge auf, daß sie aus den meisten Bereichen des modernen Lebens nicht mehr wegzudenken sind. Trotzdem haftet den Begriffen Kunststoff oder Plastik etwas Minderwertiges an, vielleicht weil sie relativ leicht, vergleichsweise preiswert und dazu auch in großen Mengen herzustellen sind. Als billige Einwegartikel landen sie meist massenhaft im Müll.

#### Kunstwerke aus Kunststoffen

Angesichts der leichten Verfügbarkeit, stofflichen Vielseitigkeit und im Vergleich zum Glas besseren Verarbeitungsmöglichkeit der modernen Kunststoffe kam Pedro Galliker auf eine zündende Idee. Es begann 1986 bei den Dreharbeiten seines preisgekrönten Films "So leben Mikroorganismen", in dem die Explosion der Nesselkapseln eines Grünen Süßwasserpolypen gezeigt werden sollen. Dieser komplizierte Vorgang ist nur im Trick bzw. Modell darstellbar. So kamen damals Glas-Bauteile zum Ein-

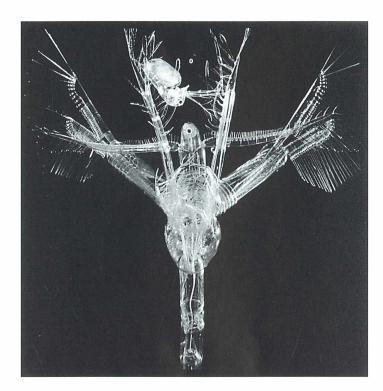


Abb. 5: Obwohl nur 150fach vergrößert, mißt das mit Beute dargestellte Männchen des Glaskrebses *Leptodora kindtii* im Modell 150×120×50 cm.

satz, aber auch schon Kunststoffgranulat und Plastikschlauch. Das Trickfilm-Experiment fand großen Anklang – für den Beobachter erscheint der Modelltrick wie ein filmisches Dokument der Realität.

Seither hat Pedro Galliker seine Arbeitstechnik stetig verbessert, doch die Werkzeuge sind einfach geblieben - Messer, Schere, Kleinbohrer und Föhn. Aus allerhand alltäglichem Verbrauchs- und Abfallgut wie Flaschen, Luftpolsterfolien und Plastikschläuchen modelliert er seine Objekte. Mit Hilfe von Klebstreifen, Nylonfäden und Zweikomponenten-Klebern werden die Bauteile zuammengefügt und fixiert. In zeitaufwendiger, Geschick und Ausdauer fordernder Arbeit entstehen so aus den alltäglichen Polymeren stark vergrößerte und dennoch hauchzart wirkende Modelle von Mikroorganismen. Die Alge aus Acryl oder die Protozoen aus PVC wirken keineswegs so wie herkömmliche Schulmodelle. Vielmehr weisen die wunderschön anzusehenden, handwerklich perfekten Gebilde eine spezifische künstlerische Qualität auf. Die Kunst aus Kunststoff zeigt – ins rechte Licht gerückt – die faszinierende Transparenz, die dem Mikroskopiker auch bei seinen Streifzügen in der durchsichtigen Welt des Wassertropfens begegnet. In der Natur ist es der Job vieler Mikroorganismen, häßlichen Müll zu zerlegen. Bei Pedro Galliker nimmt die Sache einen anderen Verlauf: Hier entstehen aus häßlichem Müll ästhetisch ansprechende Modelle von Mikroorganismen.

## Brücke zwischen den Bildern

Das Lichtmikroskop zeigt lebende Objekte in ihren Bewegungen und in der ihnen eigenen Farbe und Transparenz. Die Wellenlänge des dabei verwendeten Lichtes setzt dem optischen Auflösungsvermögen physikalische Grenzen und beschränkt damit auch den erkennbaren Detailreichtum. Das Rasterelektronenmikroskop (REM) liefert mit seinen sehr kurzwelligen Elektronenstrahlen eine hohe Auflösung bei gleichzeitig enormer Tiefenschärfe. Es bildet jedoch nur tote Objekte ab, und zwar ausschließlich in Graustufen ohne jede Transparenz. Farbe gibt es hier nicht – es sei denn, man würde ein REM-Bild nachträglich colorieren. Pedro Gallikers Kunststoffmodelle schaffen hier nicht nur einen ästhetischen, sondern auch einen dokumentarischen Brückenschlag, denn

sie kombinieren die passende Farbgebung und Durchsichtigkeit der lichtmikroskopischen Beobachtung mit dem Detailreichtum und der Räumlichkeit eines REM-Bildes. Jetzt werden Objekte aus der Mikrowelt auch außerhalb des Mikroskops erlebbar.

Nun sind – wie die Erfahrungen aus Museum oder Schule zeigen – Anfassen, Befühlen, Ertasten oder Begreifen offenbar sehr elementare Bedürfnisse. Auch hier leisten Pedro Gallikers Kunststoffmodelle von Kleinlebewesen Bemerkenswertes, denn sind sie so stabil und berührungsfreundlich, daß sie eine tastende Hand ohne weiteres ertragen.

Gerade der letztere Aspekt scheint besonders hervorhebenswert. Für den Mikroskopiker ist es selbstverständlich, sehenden Auges in die wässrige Welt der bizarren Gestalten vorzudringen. Für sehbehinderte Menschen eröffnet dagegen nur der taktile, fühlende Umgang mit den vorlagetreuen Kunststoffmodellen einen hilfreichen Zugang in die anregenden Formengefüge der kleinen Abmessungen.

Dr. Pedro Galliker (Rössligasse 6, CH-6490 Andermatt) sei an dieser Stelle für seine Aus-

künfte und die Bereitsstellung der Bilder herzlich gedankt.

#### Literaturhinweise

Emsley, J.: Parfum, Portwein, PVC... Chemie im Alltag. Wiley-VCH, Weinheim 1997.

Galliker, P.: Modelle von Mikroorganismen. Natur und Museum 122, 292–299 (1992).

Kückelhaus, H.: Fassen, Fühlen, Bilden. Gaia-Verlag, Köln 1975.

Müller, F.: Kunststoffe kennen und bearbeiten können. Verlag des Schweizerischen Vereins für Handarbeit und Schulreform, Liestal 1989.

Schultes, R. E., Davis, W. A.: The Glass Flowers at Harvard. Museum Press of the Harvard University, Boston 1992.

Schwammer, H.: Kostbarkeiten aus Glas. Neue Museumskunde 27, 276–278 (1984).

Sommer, U.: Algen, Quallen, Wasserfloh. Die Welt des Planktons. Springer, Heidelberg 1996.

Für Surfer im Internet: http://www.leica.com/stereomic-ch/application/waterdro.htm

Verfasser: Dr. Bruno P. Kremer, Johann-Henk-Str. 35a, D - 53343 Wachtberg

# Kurze Mitteilung

# Projektkurse am Gymnasium – ein neues Arbeitsfeld der Schulmikroskopie

"... Als wir schon dachten, mit dem Mikroskopieren fertig zu sein, mußten wir feststellen, daß uns einige Blatt- und Stengelquerschnitte fehlten (z. B. von Brennessel, Wicke, Hornklee). An einem weiteren Mittwoch machten wir also weitere Schnitte, wurden aber trotzdem nicht fertig ..." - Zur Situation: Es handelt sich um die 1997 in Schleswig-Holstein neu eingeführte Unterrichtsform des Projektkurses in der Jahrgangsstufe 13. Er soll die Studier- und Berufsfähigkeit künftiger Abiturienten ausbilden. Dementsprechend fordert das Konzept von den Schülern selbstverantwortetes und zum großen Teil selbstbestimmtes Handeln. Lehrer und Schüler sollen die Gegenstände der Untersuchung neugierig erforschen und Erarbeitetes für andere anschaulich präsentieren. ... Diese blumigen Behördenlyrik bietet zweifellos auch reizvolle Perspektiven

der Schulmikroskopie. Unter dem Rahmenthema "Natur und Naturschutz in Kiel" betraten 17 Schülerinnen und Schüler mit mir das pädagogische Neuland. Erfreulicherweise setzten zwei von vier Arbeitsgruppen mikroskopische Schwerpunkte. Ein stadtnahes Naturschutzgebiet wurde vornehmlich unter limnologischem Aspekt porträtiert. Dabei kam ein Videomikroskop mit 2,5x-40x-Optik sowie Hell- und Dunkelfeld zum Einsatz [MIKROKOSMOS 81, 185–190 (1992)]. Glockentierchen, Rotatorien, Muschelkrebse, Wasserflöhe, Hüpferlinge u. a. m. wurden auf Band festgehalten, darunter eine Asplanchna mit Goldalgenkolonie im Magen und Nessies kleinere Schwester, eine Teichschlange (Stylaria lacustris). Am Offenen Kanal Kiel schnitten die Schüler ihr umfangreiches Material auf Vorführlänge zusammen. Eine Ausstrahlung

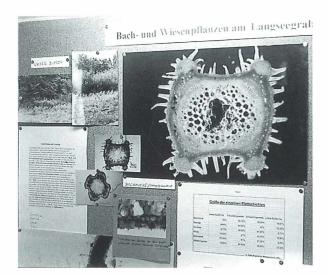


Abb. 1: Von Schülern zusammengestellte Schautafel.

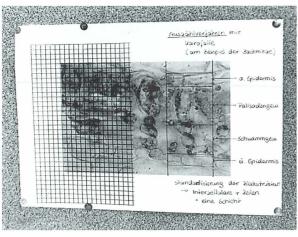


Abb. 2: Auswerterklärungen.

über den kommunalen Sender steht bevor. -Vier Schülerinnen stellten eine Auswahl verschiedener Pflanzen mit selbstgefertigten Mikrofotos vor (Abb. 1). Zuvor gänzlich ungeübt im Schneiden, gelangten sie auf der "Schiefen Ebene" eines diagonal durchgeteilten Korkens [nach Reuter, MIKROKOSMOS 85, 247-252 (1996)] und mit Hilfe eines Objektträgers als Führung für die Klinge zu Schnittpräparaten, die sie selber erstaunten. Ein einfaches Fotomikroskop [MIKROKOS-MOS 78, 367-377 (1989)] genügte den hier gestellten Anforderungen. Für die Auswertung der Aufnahmen zogen die Schülerinnen das Verfahren nach Schöpfer [MIKROKOSMOS 85, 145-152 (1996)] heran: "Um die Unterschiede der Pflanzen herausarbeiten zu können, wollten wir die einzelnen Blattgewebe

prozentual erfassen. Dazu zählten wir mit einer Karofolie die Dicke des Blattes und der verschiedenen Gewebe aus. Diese Werte rechneten wir in Prozente um. Einige schöne Fotos ließen wir vergrößern und gestalteten mit ihnen zwei Stellwände" (Abb. 2). Vor aufgeschlossenem Publikum zweier Biokurse des 12. Jahrgangs fand die Präsentation der Ergebnisse statt. Mikrofotos und -videoaufnahmen verfehlten ihre Wirkung nicht. – Fazit: Es gilt, für die zumeist begrenzte mikroskopische Ausstattung einer Schule angemessene Einsatzmöglichkeiten zu finden. Unter diesem Ansatz können Schüler erfolgreich arbeiten und ihre Ergebnisse mit berechtigtem Stolz präsentieren.

E. Lüthje, Kiel

# Blitzartige Fortbewegung beim Springtierchen Halteria grandinella

Werner Nachtigall

Welcher Süßwasser-Mikroskopiker kennt nicht die Springtierchen, die nahezu bewegungslos im Bildfeld verharren, um sich im nächsten Moment blitzartig davonzumachen. Bei den Springtierchen handelt es sich um eine besondere Gruppe der Ciliaten, deren auffälliges Bewegungsverhalten in diesem Artikel näher erläutert wird.

pringtierchen der zu den Oligotrichida gehörenden Art Halteria grandinella (Abb. 1) besitzen angenähert kugelige bis ganz leicht elliptisch-konische Körperformen mit Durchmessern bis etwa 40 µm. Am Vorderende tragen sie, um das Mundfeld herum, einen mächtigen Apparat aus sichelartig abgebogenen Membranellen. Von oben gesehen überragen diese Membranellen die Körperkontur. Seitlich, etwa am Äquator des Körpers, befinden sich meist sieben (teilweise bis zehn) feine Vertiefungen, aus denen je drei bis

b c d d e

Abb. 1: Halteria grandinella; Übersichtsbild. Zeichnung nach Foissner et al. (1991), neu beschriftet. a Adorale Membranellen, b Cystostom, c kontraktile Vakuolen, d erregungsleitende Systeme (?), e Sprungborsten, f Nahrungsvakuole, g Extrusion, h Großkern, i Kleinkern.

vier zarte, borstenartige, weit (bis etwa 25 μm) abstehende Borsten ragen. Von diesen sind jeweils eine bis zwei schräg nach vorne orientiert, eine etwa senkrecht abstehend, eine schräg nach hinten weisend. Die Borsten bestehen aus einzelnen oder paarweisen verklebten Wimpern.

Die Tiere bewegen sich mit ihrem Cirrenapparat langsam rotierend vorwärts. Unvermittelt schießen sie zwischendurch über nicht allzulangen Strecken – mehrere Körperdurchmesser – sprungartig durchs Bildfeld und kommen blitzschnell wieder zum Stehen. Es heißt, daß sie diese Sprünge mit Hilfe der inneren 21 Sprungborsten ausführen (s. zit. Lit. Tamar). Die Art kommt am häufigsten im Pflanzengewirr von stehenden Gewässern vor. Sie nährt

sich von Bakterien. Man findet sie aber auch in

ausgedrückten Wasserproben von stets feuchten (überspülten) Moosen. Im Marmeladenglas-Aquarium mit solchem Moosproben können sich die Tiere kurzfristig deutlich vermehren. Eine detaillierte Beschreibung dieser Art findet sich in Foissner et al. (1991). Angaben zur Morphologie stehen in Fernández-Leborans (1983), Hinweise zur Struktur in Grain (1972), Analysen zum Springen von Halteria in Tamar (1965, 1968, 1974), zum Springen von Ciliaten allgemein in Tamar (1979). Auch im Mikrokosmos ist über Halteria grandinella berichtet worden; Kipping (1972) gibt Hinweise zum Fotografieren dieses "stürmischen

Mit Hilfe der Videografie wurden das normale Schwimmen und die Start- und Stoppvorgänge beim Springen untersucht. Zudem wurde versucht, die Fortbewegung mit den hydromechanischen Verhältnissen (Bereich sehr kleiner Reynoldszahlen) in Beziehung zu setzen.

Objekts".

#### Methode

# Aufnahme

Es wurde das im MIKROKOSMOS beschriebene Video-Verfahren (Nachtigall, 1996), zur Größenbestimmung das Deckglassplitter-Verfahren benutzt (Nachtigall, 1997). Verwendung fand ein Bauer VCC 662 Camcorder (SVHS Verfahren) mit den üblichen fünfzig Halbbildern pro Sekunde und Einzelbildbelichtungszeiten von 1/8000, 1/5000 und 1/725 s bei längster Brennweite (80 mm).

Die Bilder wurden von einem 36 cm Bildschirm im Standbildmodus abfotografiert und zu Serientafeln zusammengestellt, nach denen die Ausmessungen und Auftragungenerfolgte. Spezielle Details stehen im Text.

Verwendet wurden Objektive von 3,5×, 10× und 25× Vergrößerung; in letzteren Fall wur-

den die Tiere halbformatfüllend abgebildet. Der Kondensor wurde zu Kontraststeigerung hälftig abgesenkt, die Blende auf 1/3 geschlossen, die Beleuchtung bei 1/8000 s kurzfristig auf Überspannung gefahren, was trotzdem für Optimalkontrast nicht ganz ausreichte; die entsprechende Bilder wirken etwas flau und besitzen grieseligen Hintergrund-Charakter (Abb. 2).

Die Tiere stammten aus ausgedrückten, feuchten Moospolstern. Die Präparaten-Schichttiefe war groß genug um Pressen oder Schleifen auszuschließen. Die Halterien konnten nach oben oder nach unten aus der Schärfenebene weit ausweichen. Die Sprungbewegungen erfolgten meist spontan. Ausgewertet wurden fast nur Szenen, bei denen die Tiere weder vor dem Stand noch beim Stehenbleiben Objekte berührten.

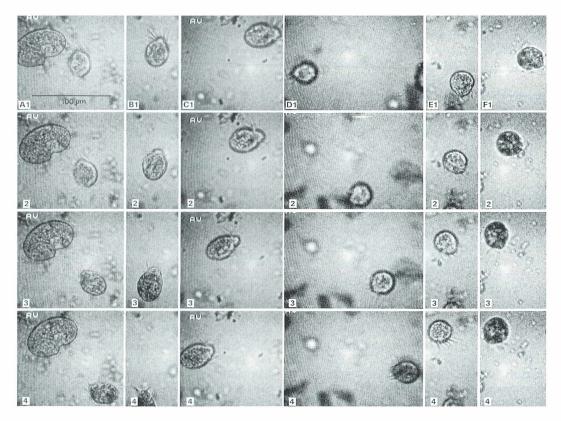


Abb. 2: Videoaufnahmen vom Start und Stop des Sprungvorgangs. Zeitlicher Bildabstand jeweils 1/50 s.

# Berechnungen

Geschwindigkeiten und Beschleunigungen können durch Differenzenbildungen wie folgt berechnet werden, wenn der zeitliche Bildabstand 1/50 s beträgt. Betrachtet man drei Meßpunkte 1, 2, 3 (vergl. Abbildung 4, Einzeichnung bei Nummer 1), und erreicht der Abstand zwischen 1 und 2 den Wert s<sub>1</sub> (m), der Abstand zwischen 2 und 3 den Wert s<sub>2</sub> (m), so beträgt die Geschwindigkeit v<sub>1/2</sub> zwischen 1 und 2  $v_{1/2} = s_1 (m)/[1/50 (s)] = 50 s_1 (m s^{-1})$ , die Geschwindigkeit  $v_{2/3}$  zwischen 2 und 3  $v_{2/3}$  = 50 s<sub>2</sub> (m s<sup>-1</sup>). Die Beschleunigung a bei einer Geschwindigkeitsänderung von  $v_{1/2}$  auf  $v_{2/3}$  beträgt  $v_{2/3}$  (m s<sup>-1</sup>) –  $v_{1/2}$  (m s<sup>-1</sup>)/[1/50 (s)] = 50  $(v_{2/3} - v_{1/2})$  (m s<sup>-2</sup>). Genaue v- und a-Berechnungen bedürfen einer hohen Zahl von Meßpunkten und - wegen der zweifachen Differenzenbildung – einer sehr präzisen Messung der Abstände zwischen den Meßpunkten. Für die sehr rasche Sprungbewegung von Halteria werden diese Kriterien mit der normalen Videonorm nicht erfüllt; man muß sich deshalb mit Näherungswerten begnügen, die bereits eine Art Mittelung (z. B. bei der Startbeschleunigung) darstellen.

Kurze Angaben zur Berechnung der Reynoldszahl und des Wiederstandsbeiwerts stehen im Text.

# Genauigkeit

End- und Zwischenwerte sind jeweils in SI-Einheiten in Potenzschreibweise auf zwei Kommastellen angegeben (z. B. 1,82 · 10<sup>-3</sup> m s<sup>-1</sup> für eine berechnete Geschwindigkeit von 1820,35 Mikrometer pro Sekunde); die Berechnung von Zwischen- und Endwerten erfolgte jedoch stets mit Rechnergenauigkeit.

# Ergebnisse

# Größe

Untersucht wurden fünf etwa gleich große Individuen von rund 30 µm Körperdurchmesser, die sich im visuellen Bewegungseindruck nicht unterschieden.

#### Normales Schwimmen

Die Tiere schwammen durch die Schuberzeugung ihres adoralen Membranellenkranzes

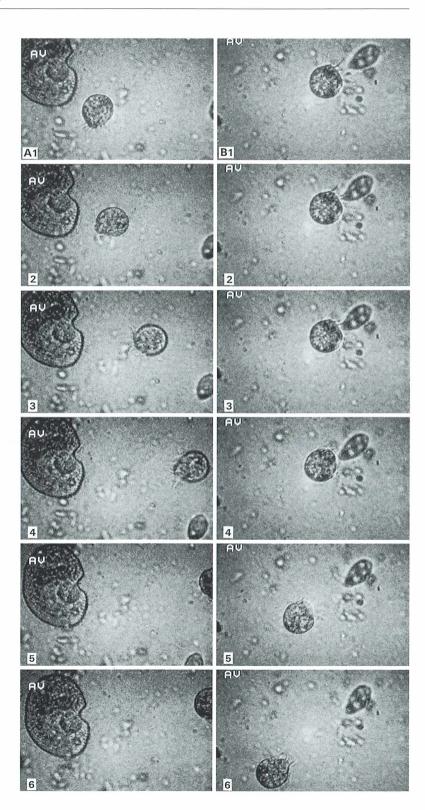
langsam und unter leichter Rotation um die Längsachse vorwärts, jedoch stets nur kurze Strecken geradlinig; spontane Wendungen erfolgten meist stumpfwinkelig. Die mittlere Schwimmgeschwindigkeit bei visuell konstant erscheinender Fortbewegung war 125,31 ± 18,05 (μm s<sup>-1</sup>) (n = 10).

# Springen

Auslösung. Die Sprungbewegungen erfolgten fast stets spontan; nur gelegentlich wurden sie von einem anschwimmenden großen Ciliaten (Abb. 3A) oder von einem direkt auftreffenden kleineren Protisten (Abb. 3B) ausgelöst. Sie verliefen ausnahmslos in Richtung des hinteren Körperpols (nach hinten). In Abbildung 4 sind zehn innerhalb von 3 Minuten ablaufende Sprungbewegungen ein und desselben Individuums von 30 µm Körperdurchmesser skizziert, das sich in jeder Hinsicht durchschnittlich verhielt. Damit ergaben sich die folgenden Durchschnittswerte.

Sprungstrecken. Die Sprünge führten stets nur über relativ kurze Entfernung, die im Mittel  $128,50 \pm 6,32 \; (\mu m) \; (n = 10) \; betrugen, also$ über 4,3 Körperdurchmesser. Die räumlichen Bildabstände waren stets in der Mitte der Schwimmbahn maximal. Es konnte deshalb von vornherein nicht ausgeschlossen werden, daß es sich hier um "Einzelsprünge" handelt, bei denen die Springborsten zwischendurch nicht mehr betätigt werden (vergl. Diskussion). Sprungzeiten und Sprungeschwindigkeiten. Die Sprünge wurden im Mittel von 4,8 Bildern registriert (n = 10; erste und letzte Ruhephase nicht eingerechnet). Daraus und mit der oben angegebenen Sprungstrecke ergibt sich eine mittlere Sprungzeit von  $0.10 \pm 0.01$  (s) und eine mittlere Sprunggeschwindigkeit von  $1,29 \cdot 10^{-3}$  (m s<sup>-1</sup>) sowie eine mittlere Relativgeschwindigkeit von 42,8 Körperdurchmessern pro Sekunde. Die maximale Sprunggeschwindigkeit (bezogen auf den jeweils größten Punktabstand) beträgt  $1,87 \cdot 10^{-3}$  (m s<sup>-1</sup>), entsprechend 62,4 Körperdurchmessern pro Sekunde.

Mittlere Bewegungsgeschwindigkeit. Zwischen einigen wenigen Bildern nach der Beschleunigungs- und vor der Verzögerungsphase lagen in etwa gleiche räumliche Abstände, was grob konstante Bewegungsgeschwindigkeit signalisiert. (Für eine feinere Zeitauflösung reicht die Bildfrequenz nicht.) Die mittleren Bewegungsgeschwindigkeiten während dieser



Phasen betrugen 1,31 · 10<sup>-3</sup> (m s<sup>-1</sup>). Die mittlere Relativgeschwindigkeit, bezogen auf den mittleren Körperdurchmesser von 30 (μm), war 43,7 Körperdurchmesser pro Sekunde.

Beschleunigung und Verzögerung. Die Abbildung 4 zeigt zehn spontane Gesamtsprünge vom Start bis zum Stop ohne Anstoßen. Die Bildfrequenz reicht, wie erwähnt, nicht für eine detaillierte Analyse. Der Vergleich der Abbildungen 2 und 4 läßt aber doch die Sterotypie dieses Vorgangs erkennen. Die mittleren Wegabstände und Geschwindigkeiten zwischen den Bildphasen 1/2 und 2/3 betrugen 17,92 (μm) und 28,85 (µm) sowie umgerechnet  $0.90 \cdot 10^{-3}$ (m s<sup>-1</sup>) und 1,44 ·  $10^{-3}$  (m s<sup>-1</sup>). Der gerundete Mittelwert für die beiden Geschwindigkeiten ist 1,17 · 10<sup>-3</sup> (m s<sup>-1</sup>). Damit berechnet sich die Startbeschleunigung zwischen dem Stand und Phase 1/2 zu 0,05 (m s<sup>-2</sup>) und zwischen Phase 1/2 und 2/3 zu 0,03 (m s<sup>-2</sup>); die mittlere Startbeschleunigung beträgt damit 0,04 (m s<sup>-2</sup>).

Die Stopverzögerung zwischen vorletzter und letzter bewegter Phase (Bilder 4/5 und 5/6 der

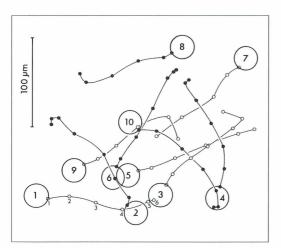


Abb. 4: Trajektorien des hinteren Körperpols bei zehn Sprungvorgängen eines Individuums von 30 µm Körperdurchmesser. Zeitlicher Punktabstand 1/50 s.

Abb. 3: Sprungvorgang nach Näherung eines Ciliaten (A) und nach Aufprall eines kleinen Protisten (B). Zeitlicher Bildabstand jeweils 1/50 s.

angegebenen Einzeichnung) erfolgen von einer Geschwindigkeit von  $1,66 \cdot 10^{-3}$  (m s<sup>-1</sup>) auf eine Geschwindigkeit von  $0,95 \cdot 10^{-3}$  m s<sup>-1</sup> und damit mit einer Verzögerung von rund 0,035 (m s<sup>-2</sup>) oder 0,37% der Erdbeschleunigung (g = 9,81 m s<sup>-2</sup>).

Vergleicht man die Geschwindigkeit im Bildraum 5/6 mit der Geschwindigkeit in Bildraum 6/7 (Bild 7 ist identisch mit Bild 6), so ergeben sich Geschwindigkeiten von 0,95 · 10<sup>-3</sup> (m s<sup>-1</sup>) und 0,00 (m s<sup>-1</sup>) und damit eine Verzögerung von 0,05 (m s<sup>-2</sup>). Der gerundete Mittelwert der beiden Verzögerungen ist 0,04 (m s<sup>-2</sup>).

Geschwindigkeiten und Beschleunigung beim Start und Geschwindigkeiten und Verzögerungen beim Stop unterscheiden sich also kaum.

Springborstenbewegung beim Startvorgang. Die Bildfrequenz und das einfache Hellfeldverfahren reichen nicht aus, um die Rolle der Springborsten beim Startvorgang (und eventuell auch beim Stopvorgang) zu analysieren. In Abbildung 5 sind einige fast formatfüllende Abbildungen mit dem 25×-Objektiv als Videoprints dargestellt, und zwar im Moment vor dem Sprungbeginn und 1/50 s später. Im ersteren Fall sind die zarten Sprungborsten gerade noch gestreckt erkennbar, im zweiten befinden sie sich bereits in einem Vorgang des angeschmiegten Vorziehens; der Gesamtschlagvorgang muß also höchstens in 1/50 Sekunde abgeschlossen worden sein. Es kann allerdings nicht geprüft werden, ob die Sprungborsten zwischen dem 1. und 2. Bild angelegt bleiben oder ob sie auch zwischendurch geschlagen ha-

Körperverformung. Interessant ist, daß sich der Körper während des beginnenden Sprungs etwas in die Länge streckt, gegen Sprungende wieder abkugelt (Abb. 2 und 5). Der etwas gestreckte Körper würde weniger Wasserwiderstand erzeugen und damit die Sprunglänge vergrößern. Gleiches gilt für den während des Sprungs (passiv) angelegten Membranellenapparat. Es kann nicht entschieden werden, ob die Körper-Deformation aktiv (über myonemartige Vorgänge) oder passiv (über den Druck des umgebenden Fluids) erfolgt; wahrscheinlicher ist die letztere Möglichkeit.

# Hydromechanische Kenngrößen

Die hydromechanischen Kenngrößen Reynoldszahl Re und Widerstandsbeiwert c<sub>w</sub> so-

wie die Abhängigkeit  $c_{\rm w}$  (Re) wurde bereits in einem früheren Beitrag (Nachtigall, 1998) dargestellt. Hier seien nur die wesentlichen Aspekte zusammengestellt.

# Reynoldszahl

Die strömungsmechanische Kenngröße Reynoldszahl ist wie folgt definiert: Re = v l v<sup>-1</sup> (v Schwimmgeschwindigkeit (m s<sup>-1</sup>), 1 im vorliegenden Fall Körperdurchmesser (m), v kinematische Zähigkeit von Wasser, bei 20 °C: v =  $1,01 \cdot 10^{-6}$  (m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>). Die Dimensionen kürzen sich weg; die Reynoldszahl ist eine dimensionslose Kenngröße. In ein und demselben Medium (z. B. Wasser) ist diese Kennzahl größer bei größeren und/oder schneller bewegten Objekten. Aus physikalischen Gründen (vergl. z. B. Nachtigall 1977) kennzeichnet diese Zahl auch das Verhältnis von Trägheitskräften F<sub>T</sub> zu Zähigkeitskräften F<sub>z</sub>, die an dem betrachteten bewegten Körper angreifen. Für Re < 1 gilt  $F_Z > F_T$ . Für mittlere Schwimmgeschwindigkeit  $v = 1.3 \cdot 10^{-3} \text{ (m s}^{-1}) \text{ des } 3 \cdot 10^{-5} \text{ (m) messenden}$ Tieres ergibt sich somit eine mittlere Revnoldszahl von Re = 0,0386 oder rund  $4 \cdot 10^{-2}$ . Es ist also F<sub>Z</sub> etwa 400mal größer als F<sub>T</sub> und beherrscht somit vollständig die Strömungsvorgänge. Wie erkenntlich gilt eine mittlere Reynoldszahl von Re  $\approx 6 \cdot 10^{-2}$ .

#### Widerstandsbeiwert

Der Begriff des Widerstandsbeiwerts  $c_w$  ist wie folgt definiert:  $c_w = F_w/(A^{1/2} \rho \ v^2) = F_w/(A \cdot q)$  ( $F_w$  Widerstandskraft (N), A Bezugsfläche, im vorliegenden Fall die kreisförmige Stirn- oder Projektionsfläche ( $m^2$ ),  $\rho$  Dichte des Mediums (1,0 · 10³ kg  $m^{-3}$ ), v Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt und Medium ( $m \ s^{-1}$ ), q Staudruck (Pa).) Das Produkt  $A^{1/2} \rho \ v^2$  hat die Dimension einer Kraft; als Quotient zweier Kräfte ist der  $c_w$ -Wert eine dimensionslose Kenngröße. Ein Körper ist um so strömungsgünstiger, je kleiner dieser Wert ist.

# Abhängigkeit des Widerstandsbeiwerts von der Reynoldszahl

Der  $c_w$ -Wert ist eine Funktion der Re-Zahl. Dies zeigt Abbildung 6 am Beispiel der Kugel und zweier anderer geometrischer Körper. Bei sehr hohen Re-Zahlen (Re  $\geq 10^6$ ) ist  $c_w$  Kugel klein (ca. 0,085). Mit kleineren Re-Zahlen

(also bei langsameren und/oder langsamer angeströmten Kugeln) steigt c<sub>W Kugel</sub> sprunghaft auf einen Wert von etwa 0,48, der in einem großen Re-Bereich (10<sup>3</sup> < Re < 10<sup>5</sup>) angenähert konstant bleibt und bei noch kleineren Re-Zahlen kontinuierlich weiter steigt. Für die mittlere Re-Zahl der springenden Halteria (Re ≈ 4 · 10<sup>-2</sup>) läßt sich aus der Abbildung ein außerordentlich hoher c<sub>w</sub>-Wert von c<sub>w</sub> ≈500 (!) abschätzen. In diesem Re-Bereich erzeugt ein Kugelkörper also immens hohen Widerstand F<sub>w</sub>; man kann einsehen, daß die kugelige Halteria deshalb nach Aufhören des letzten Antriebsschlags ihrer Sprungborsten blitzartig auf Null abgebremst wird. Es wäre zu prüfen, ob die Rechnung auch auf derartig hohe cw-Werte führt.

# Rechnung

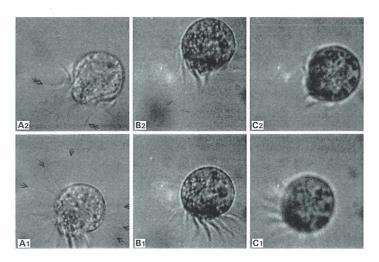
Bilo und Nachtigall (1980) haben ein Verfahren entwickelt, wie man aus der Verzögerung beim Ausgleiten eines Körpers (angewandt wurde es auf den Eselspinguin, Pygoscelis papua; Nachtigall und Bilo 1980) auf dessen Widerstandsbeiwert schließen kann. In die Definitionsgleichung für cw geht ein Faktor a ein, die Steigung einer Ausgleichsgeraden durch die Punkteschar, die sich ergibt, wenn man den Kehrwert der momentanen Geschwindigkeit über der Zeit aufträgt (Verfahren 1). Man kann auch versuchen, aus der Newton'schen Widersstandsformel auf den momentanen c<sub>w</sub>-Wert zu schließen (Verfahren 2), wobei deren Gültigkeit für das vorliegende Problem außer acht bleibt. Schließlich kann man cw nach der Stokes'schen Formel berechnen, die für den genannten Bereich kleiner Re-Zahlen gilt (Verfahren 3). Damit ergeben sich die Rechenwerte der Abbildung 7.

Die Werte der Verfahren 1 und 2 stimmen etwa überein; mit  $c_{\rm W} \approx 1$  berechnet sich aber ein mehrhundertfach kleinerer  $c_{\rm W}$ -Wert als nach Verfahren 3 und der Abbildung 5 zu erwarten wäre.

# Interpretation der Diskrepanz

Die gewaltige Diskrepanz kann nur darauf beruhen, daß die oben gemessenen Verzögerungen (und damit auch, methodenbedingt, die Beschleunigungen) nicht real sind. Sie müßten sehr viel größer sein. Es wurde eingangs ge-

Abb. 5: Videoprints vom Startvorgang bei starker Originalvergrößerung (25×-Objektiv); der Körperdurchmesser erreicht halbes Bildformat. Letztes Video-Halbbild in Ruhe und erstes Video-Halbbild in Bewegung im richtigen gegenseitigen Abstand. A genau von der Seite gesehen, B leicht schräg von hinten-oben gesehen, C steil-schräg von hintenoben gesehen. Zeitlicher Bildabstand 1/50 s. Gerade noch erkennbare Sprungborsten bei A1 im abgespreizten Zustand durch Pfeile, bei A2 im angelegten Zustand des angeschmiegten Vorziehens durch Doppelpfeile angedeutet.



sagt, daß die gegebenen Video-Bildfrequenzen für eine Feinanalyse nicht ausreichen. Wegen der kurzen Sprünge wurde nicht ausgeschlossen, daß es sich hier um eine einzige Schlagbewegung der Sprungborsten handelt, und daß das Tier dann ausgleitet, während die Borsten langsam angeschmiegt wieder nach vorne gezogen werden. Dem widersprechen aber mehrere Phänomene.

Zum ersten wurde ein derartiges angeschmiegtes Vorziehen bereits beim 2. Bild einer Serie, also ganz kurz nach dem Start beobachtet (Abb. 5). Zum zweiten ist die Geschwindigkeit in der Mitte der Sprungphase relativ konstant. Das kann nur so verstanden werden, daß während der wenigen registrierten Bilder die

Sprungborsten mehr- bis vielmals geschlagen haben. Dann wäre zum Dritten die Berechnung einer Verzögerung aus den beiden letzten Bilddifferenzen ebenfalls integrativ. Im Vergleich zu der so bestimmten Gesamtverzögerung müßte die tatsächliche Verzögerung zwischen dem letzten Sprungborsten-Schlag (der irgendwo zwischen der letzten bewegten und der folgenden ersten unbewegten Stellung, also zwischen dem vorletzten und letzten Bild liegen müßte) sehr viel größer sein.

# Diskussion des Sprungvorgangs

Die Biomechanik der Lokomotion von *Halte*ria ist nicht unumstritten. Die meisten, auch

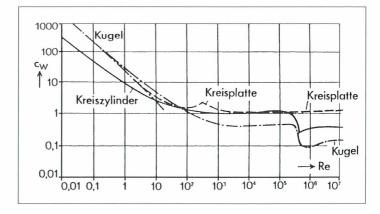


Abb. 6: Abhängigkeit des Widerstandsbeiwert c<sub>w</sub> geometrischer Körper von der Reynoldszahl Re (nach Messungen verschiedener Autoren aus Nachtigall, 1977).

#### Kenngrößen von Halteria

Durchmesser d  $d = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ Radius r  $r = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ Stirnfläche A  $A = r^2 \pi = 7.07 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2$ Volumen V  $V = (4/3) r^3 \pi = 1.41 \cdot 10^{-14} m^3$ Angenommene Dichte o  $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ Masse m  $m = V \rho = 1.41 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$ Wege s:  $s_1 = (33,28 \pm 6,06) \cdot 10^{-6} \text{ m (n = 10)}$  $s_2 = (18.94 \pm 7.75) \cdot 10^{-6} \text{ m (n = 10)}$  $s_3 = 0$ Geschwindigkeiten v:  $v_1 = s_1 / (1/50 \text{ s}) = 1.66 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$  $v_2 = s_2 / (1/50 \text{ s}) = 0.92 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$  $V_{\varnothing} = (s_1 + s_2) / (2/50 \text{ s}) = 1.31 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$  $v_3 = 0$ Beschleunigungen a:  $a_{1,2} = (v_2 - v_1) / (1/50 \text{ s}) = 0.037 \text{ m s}^{-2}$  $a_{2,3} = (v_3 - v_2) / (1/50 \text{ s}) = 0.046 \text{ m s}^{-2}$  $a_{\varnothing} = (v_1 + v_2) / 2 = 0.043 \text{ m s}^{-2}$ Reynoldszahl Re Re =  $v_{\varnothing} d v^{-1} = 5.67 \cdot 10^{-2}$ 

• Kenngrößen von Wasser (Meereshöhe, 20 °C)

Dichte  $\rho$   $\rho \approx 10^3 \text{ kg m}^3$ Zähigkeit  $\eta$   $\eta = 1,025 \cdot 10^{-3} \text{ Ns m}^{-2}$ Kinematische Zähigkeit  $\nu$  $\nu = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ 

 c<sub>W</sub> - Berechnung nach Verzögerungsformel (Bilo, Nachtigall 1980)

 $c_W = 2 \text{ a m / A } \rho;$   $a = (v_2^{-1} - v_1^{-1}) / (1/50 \text{ s}) = 24227,50 \text{ m}^{-1};$  $c_W = 0.97;$ 

 c<sub>W</sub> - Berechnung nach dem Newton'schen Gesetz (wegen v→ klein, nicht relevant)

 $c_W = F_W / A \frac{1}{2} \rho V_{\varnothing}^2$ ;  $F_W = m (a_{\varnothing}) = 5.64 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ ;  $c_W = 0.96$ ;

• cw - Berechnung nach dem Stoke'schen Gesetz

 $c_W = F_W^* / A \frac{1}{2} \rho V_{\varnothing}^2;$   $F_W^* = 6 \pi \eta r V_{\varnothing} = 3,74 \cdot 10^{-10} N;$  $c_W = 636;$ 

# Abb. 7: Kenndaten und Rechnungen nach drei Verfahren. Vergl. den Text.

frühe Untersucher, halten den peripheren Borstenkranz für den Schuberzeuger (Kent 1882, Szabó, 1934; Faurét-Fremiet, 1953; zitiert in Tamar, 1974), während andere die Kraftzeugung den adoralen Membranellen zuschreiben und den Borsten lediglich taktile Funktion zuweisen (Kahl 1930; zitiert in Tamar, 1974). In seinen Arbeiten weist Tamar darauf hin, daß die Membranellen vor oder bei Sprüngen oft eingezogen werden, und daß die Tiere sowohl spiralig vorwärts wie spiralig rückwärts schwimmen bzw. springen können, wenngleich das Spiralschwimmen nach vorwärts und das Springen nach rückwärts die Regel ist. Außerdem scheint die Koordination Membranellen-Borsten bei ungestörter Bewegung im freien Wasser (dicke Wasserschicht unter dem Deckglas) nicht notwendigerweise identisch zu sein mit der Koordination bei beginnender Austrocknung des Präparats, während der besonders häufige und stereotype Sprünge auftreten können.

Die hier vorgelegten Ansätze können – methodisch begründet (geringe Bildfrequenz) – Fragen nicht entscheiden, doch sprechen sie zumindest nicht gegen die Annahme, daß das Vorwärtsschwimmen von den Membranellen, das Rückwärtsspringen von den peripheren Borsten bewerkstelligt wird und daß sich die Membranellen im letzteren Fall zur Widerstandsverringerung anlegen.

# Ausblick

Es ist immer ratsam, für die Analyse einer physiologischen Frage mit den allereinfachsten Methoden zu beginnen, doch ist nicht gesagt, daß diese ausreichen. Das normale Video-Verfahren ist im vorliegenden Fall zwar in der Lage, eine grobkinematische Beschreibung des Bewegungsvorgangs zu ermöglichen; es löst aber die aus der Theorie zu erwartende hochfrequente Borstenschwingung (die sich in einer leicht fluktuierenden momentanen Geschwindigkeit niederschlagen müßte) nicht auf. Zur Analyse müßte man ein Phasenkontrast-Highspeed-Mikroverfahren mit mindestens 1000 bis 2000 Bildern pro Sekunde als angemessenes Analyseverfahren einsetzen. Damit ergäben sich – mit der dann nötigen, höchstintensiven Beleuchtung – sehr teure Versuchsaufbauten, die nur mit aufwendigen Institutsmöglichkeiten realisierbar sind.

#### Literatur

Bilo, D., Nachtigall, W.: A simple method to determine drag coefficients in aquatic animals. J. exp.

Biol. 87, 357–359 (1980).

Fernández-Leborans, G.: Nouvelles Observations sur les Deux Oligotrichs Halteria grandinella (La morphologie et la morphogenèse) et Strombilidium gyrans (La morphologie). Acta Protozool. 22, 251–256 (1983).

Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band I. Informationsberichte des Bayrischen Landesamts für Wasserwirtschaft Heft 1/91 (1991).

Grain, J.: Etudes Ultrastrukturale d'Halteria grandinella O.F.M., (Cilié Oligotriche) et considération et phylogènètiques. Prostistologica 8, 179-197

(1972).

Kipping, W.: Das Wimpertier Halteria grandinella, ein schwieriges Fotoobjekt. Mikrokosmos 61,

8-10 (1972).

Nachtigall, W.: Zur Bedeutung der Reynoldszahl und der damit zusammenhängenden strömungsmechanischen Phänomene in der Schwimmphysiologie und Flugbiophysik. In: W. Nachtigall (ed.): Physiology of mouvement – Biomechanics. Fortschr. Zool. 24 (2/3), 13-56 (1977).

Nachtigall, W., Bilo, D.: Strömungsanpassung des Pinguins beim Schwimmen unter Wasser. Z. vergl. Physiol. 137, 17–26 (1980).

Nachtigall, W.: Erfahrungen mit einer Mini-Video-kamera am Mikroskop. Mikrokosmos 85,

325-328 (1996).

Nachtigall, W.: Eine einfache und billige Methode der Längenmessung auf Mikrofotografien. Mikrokosmos 86, 216 (1997).

Nachtigall, W.: Wasserleben in mikroskopischen Dimensionen – eine physikalisch-ökologische Nische besonderer Art. Mikrokosmos 87, 71-77 (1997).

Tamar, H.: The culture, structure and locomotion of Halteria grandinella. Acta Protozool. 3, 165–173

Tamar, H.: Observations on Halteria bifurcarta n. sp. and Halteria grandinella. Acta Protozool. 6, 175–184 (1968).

Tamar, H.: Further studies on Halteria. Acta Protozool. 13, 177–191 (1974).

Tamar, H.: The mouvements of jumping ciliates. Arch. Protistenk. 122, 290–327 (1979).

Verfasser: Prof. Dr. Werner Nachtigall, Zoologisches Institut, Universität des Saarlandes, D-66041 Saarbrücken

# Kurze Mitteilungen

# Tropfenmethode zum Nachweis von Tensiden

Oberflächenaktive Stoffe (Tenside) spielen nicht nur als Waschmittel und in der Technik eine Rolle, sondern kommen auch vielfältig in der Natur vor. Durch Mikroorganismen produzierte Tenside (Biosurfaktantien, z. B. Rhamnolipid) stellen auch eine Alternative für synthetische, schwer abbaubare und die Umwelt belastende Chemikalien dar.

Die Methode zum quantitativen Nachweis von Tensiden ist denkbar einfach und reproduzierbar. Sie benötigt lediglich eine Lochplatte (Durchmesser der einzelnen Bohrungen 8 mm), ein Präpariermikroskop (Vergrößerung 15×), und ein kalibriertes Okularmikrometer.

Die sorgfältig gereinigten (3× heißes Wasser, mit Alkohol und destilliertem Wasser gespült und getrocknet) Löcher der Bohrungen werden mit 2,0 µl eines Mineralöls überzogen. In Frage kommen Hexadecan, Kerosin, Castrol 10W-30, Silikonöl; besonders geeignet ist Pennzoil 10W-40 (Oil City, Pennsylvania, USA). Der Öltropfen breitet sich auf dem Boden der Bohrung aus. Für den quantitativen Test wird ein einheitlicher Überzug nach 1-2 Stunden erzielt. Dann wird mit einer Glasspritze je Bohrung 5 µl der zu testenden Flüssigkeit pipettiert; die Pipette wird in einem Winkel von 45° über die Öffnung der Bohrung gehalten. Nach 1 min wird die Form des Tropfens mit dem Mikroskop bestimmt. Wenn der Tropfen perlförmig bleibt, gilt der Ausschlag des Testes als negativ. Der Durchmesser des abgeflachten Tropfens bei positiver Reaktion gilt als Maßstab für die Konzentration des Tensids. Die Konzentration bekannter Tenside kann mit Hilfe einer Standardkurve ermittelt werden.

Die Anwesenheit von biologischen und/oder synthetischen Tensiden kann so in Oberflächenwasser auf einfache Weise festgestellt werden. Auch Bodenextrakte sind auf die Anwesenheit von oberflächenaktiven Stoffen zu kontrollieren.

Bodour, A. A., Miller-Maier, R. M.: Application of a modified drop-collapse technique for surfactant quantitation and screening of biosurfactant-producing microorganisms. J. Microbiol. Meth. 32, 273-280 (1998).

H. F. Linskens, Nijmegen

# Arbeiten mit der Rasierklinge

Pflanzenschnitte sind gerade für den Liebhaber-Mikroskopiker faszinierende Objekte, zumal sie viel leichter herzustellen sind als Tierschnitte. Man braucht weder Mikrotom (nicht einmal Handmikrotom) noch die früher empfohlenen Rasiermesser, die nur schwierig fachgerecht nachzuschärfen sind. Man verwendet am besten frische Rasierklingen, die man mit Daumen und Zeigefinger der rechten Hand führt.

Ein Blattstückchen, Grashalm o. a. wird in Holundermark eingeklemmt. Dieses kann man sich im Herbst aus abgebrochenen Altstengeln herauspuhlen. Es liegt nahe, Styropor zu verwenden, doch dieses Material macht die Messerschneide schon beim ersten Schnitt stumpf. Geschnitten wird nach Art der Teilabbildung A unter geringem Druck, mehr ziehend-schneidend und relativ schnell. Mit geringer Übung kriegt man gut dünne Schnitte hin, die für die Betrachtung ohne weiteres ausreichen; am Rand lassen sich problemlos einige wenige µm Dicke erreichen. Sie werden mit einem feinen Pinsel von der Rasierklinge abgenommen und in einem Tropfen Wasser auf den Objektträger übertragen. Luftblasen lassen sich abpinseln. Man kann Rasierklingen auch mit Klebemasse an ein dünnes Holzstäbchen kleben. Manche

meinen, daß sie sich so besser führen lassen

(Teilabbildung B). Ein probates Mittel sind schließlich Rasierklingen-Flachschnitte. Man wickelt ein Pflanzenteil, z. B. ein frisches Blatt, um einen Flaschenkorken und führt die Rasierklinge vorsichtig - und wieder mehr ziehend als drückend - tangential (Teilabbildung C). Wenn man einschneidet und das Fetzchen mit einer Pinzette abreißt (Teilabbildung D), bekommt man an der Rißkante ganz leicht Epidermisflächen mit, die wie (kompliziert herzustellende) tangentiale Flachschnitte aussehen.

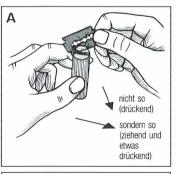
W. Nachtigall, Saarbrücken

# Möchten Sie in der Zeitschrift

## **MIKROKOSMOS**

## inserieren?

Bitte richten Sie Ihre Anfragen und Wünsche an Gustav Fischer Verlag, Anzeigenleitung Postfach 10 05 37, 07705 Jena Telefon 03641-62 64 28 Telefax 03641-62 64 21



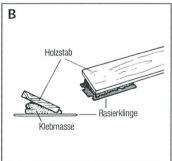






Abb. 1 Technik der Handhabung von Rasierklingen. A Handschnitt, B Improvisiertes "Mikrotommesser", C Tangentialer Flachschnitt, D Abreißen.

# Die kombinierte Anpassung von Camcorder und Spiegelreflexkamera an verschiedenen Mikroskop-Typen

**Erhard Mathias** 

Während es bei der Mikrofotografie auf optimales Auflösungsvermögen ankommt, ist dieses bei Videoaufnahmen von mikroskopischen Bewegungsabläufen weniger ausschlaggebend. Deshalb empfiehlt sich hier – vor allem im Hobbybereich, aber auch in Schulen und in der Feldforschung – der Einsatz eines netzunabhängigen Camcorders. Die vorgeschlagenen Kombinationslösungen ermöglichen es, behelfsmäßig und ohne großen Materialaufwand, wichtige Sequenzen sowohl auf Video als auch fotografisch zu dokumentieren. Der Wechsel von einem zum anderen Aufnahmeverfahren erfordert nur wenige Handgriffe. Bei bereits vorhandenem Foto-Adapter können die folgenden Vorschläge für den Camcorder vereinfacht übernommen werden.

m Jahre 1993 erhielt ich das Patent für den sogenannten Mikrocam-Adapter (Abkürzung für Mikroskop-Camcorder-Adapter) gefolgt von dem Zusatzpatent für die Anpassung von Spiegelreflex-Kameras. Im Wesentlichen handelt es sich um ein Minus-Projektiv, also um eine Linse oder ein Linsensystem mit negativer Brennweite. Ihre optimale Brechkraft liegt für die kombinierte Anpassung im Bereich von -10 Dioptrien. Nachdem meine Bemühungen um Vermarktung der Patente unbefriedigend verliefen, vom Ausland her jedoch inzwischen Minus-Projektive in den Handel gelangen, habe ich 1997 die Patentansprüche erlöschen lassen. Da dieser äußerst einfachen Art der Anpassung z. B. auf Lehrerfortbildungen reges Interesse entgegengebracht wurde, biete ich im folgenden einen Konstruktionsvorschlag an, mit der Hoffnung auf Nachbau, erfolgreichem Einsatz und Austausch von Verbesserungsvorschlägen.

# Anpassung an Mikroskope mit abnehmbarem Tubus

Als einfachste Lösung kann vom Optiker (z. B. Fielmann, ca. 30 DM) ein Brillenglas von –10 Dpt. erworben werden. Man entfernt den Mikroskoptubus und legt auf die Öffnung des Tubuskopfes das Brillenglas. Nun geht man mit

dem Camcorder in den Telebereich, setzt ihn direkt aufs Brillenglas und filmt – so einfach ist das. Zum Fotografieren sollte ein Stativ verwendet und das Kameragehäuse (ohne Fotoobjektiv) auf einen Abstand von mindestens 10 cm zum Brillenglas gebracht werden. Um störende Reflexe zu unterbinden, kann eine Kartonhülse von einer Klopapier- oder Küchenpapierrolle zwischengeschaltet werden. Als dauerhafte Lösung empfiehlt sich, Drehteile entsprechend der folgenden Konstruktionszeichnung anfertigen zulassen.

Kernstück des Adapters ist Bauteil D und E, bei nur einem vorhandenen Mikroskop auch als ein einziges Drehteil herstellbar. Ebenso kann auf Bauteil C verzichtet werden, falls der Camcorder das passende Filtergewinde hat oder das obere Gewinde von D direkt dem Filtergewinde des Camcorders angepaßt wird. Die Linse wird vom Optiker aus einem Brillenglas auf einen Durchmesser von 12 mm zurechtgeschliffen und z. B. mit Zweikomponentenkleber befestigt (aktiver Durchmesser 10 mm). Der Camcorder wird direkt auf das obere Gewinde geschraubt und in den Telebereich gezoomt.

Zum Fotografieren kann Bauteil B als Verbindungstubus zum kameraseitigen T2-Adapter angefertigt werden. Da jedoch meist für Makroaufnahmen Zwischenringe oder ein Balgengerät bereits vorhanden sind, kann anstelle

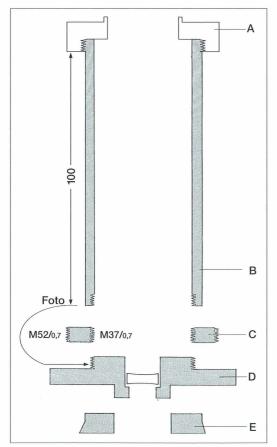


Abb. 1: Minus-Adapter für Camcorder und Spiegelreflexkameras (SLR-Kameras). A: Handels-üblicher T2-Adapter mit Anschluß für SLR-Kamera. B: Foto-Tubus, oberseits Außengewinde M42/0,7; unterseits Innengewinde zu D passend. Alternative: Zwischenring oder Balgengerät und unterseits T2-Adapter und Gewindering. C: Adapterring für von Filtergewinde M37/0,7 abweichende Maße. D: Minus-Adapter: Gesamtdurchmesser wie Tubuskopf (ca. 65 mm), Höhe 15 mm, Linse –10 Dpt., Linsendurchmesser 12 mm, oberseits Außengewinde M37/0,7. E: Ringschwalbe für Tubuskopf des jeweiligen Mikroskoptyps; mittels 3 Schrauben an D zu befestigen.

von B lediglich ein schmaler Verbindungsring, gewindemäßig identisch mit B, angefertigt werden. Dieser Ring wird auf den Adapter D aufgeschraubt, oberseits mit den Zwischen-

ringen oder dem Balgengerät verbunden und obenauf das Kameragehäuse gesetzt.

Alle Bauteile sollten innen mit schwarzem Mattlack gegen Reflexe angemalt werden.

Bewertung: Verglichen mit Videoaufnahmen mittels Geräten mit abnehmbarem Objektiv (C-mount) ist die Bildqualität infolge der mehrfachen Linsensysteme etwas geringer. Auch können bei transparenten Objekten störende Reflexringe im Bild auftauchen, insbesondere bei starkem Abblenden des Kondensors. Durch Öffnen der Kondensorblende verschwinden sie. Das Minus-Projektiv hebt die Wirkung des Kameraobjektivs auf, ähnlich wie bei einem Opernglas das Minus-Okular die Augenlinse ausgleicht, so daß das Zwischenbild direkt in die Bildebene der Kamera projiziert wird. Vorteilhaft wirkt sich der



Abb. 2: Camcorder auf Tubuskopf des Mikroskops. Anpassung mittels Minus-Adapter (Abb. 1/D + E). Geringe Höhe erhöht die Stabilität und erleichtert die Handhabung des Camcorders.

# MIKROKOSIOS

# Zeitschrift für Mikroskopie

Herausgegeben von Klaus Hausmann (Berlin) und Bruno P. Kremer (Köln)

87 Jahrgang 1998



Oberösterreichisches
Landesmuseum Linz/D.
Bibliothek
Inv. Nr. 322 /188

#### Impressum

Herausgeber: Prof. Dr. Klaus Hausmann (Berlin) und Dr. Bruno P. Kremer (Köln).

Verlag: Gustav Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Niederlassung Jena, PF 100 537, D - 07705 Jena; Telefon (03641)626-3, Fax (03641)62 65 00; e-mail: office.j@gfischer.de

Anzeigenannahme und -verwaltung: Gustav Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Niederlassung Jena, Anzeigenleitung: Sabine Schröter, PF 100 537, D - 07705 Jena; Telefon (03641)62 64 28, Fax (03641)62 64 21.

Zur Zeit gilt die Anzeigen-Preisliste Nr. 20 vom 1. 4. 1998.

Abonnementsverwaltung und Vertrieb: SFG – Servicecenter Fachverlage GmbH, Zeitschriftenvertrieb: Barbara Dressler, Villengang 2, 07745 Jena, Telefon (03641)62 64 44, Fax (03641)62 64 43.

Bezugshinweise: Das Abonnement gilt bis auf Widerruf oder wird auf Wunsch befristet. Die Lieferung der Zeitschrift läuft weiter, wenn sie nicht bis zum 31. 10. eines Jahres abbestellt wird.

Erscheinungsweise (1998): 1 Jahrgang mit 6 Heften.

Abo-Preise (1998): 112,– DM\* (zuzüglich Versandkosten); Einzelheftpreis 23,– DM\* (zuzüglich Versandkosten); Vorzugspreis für Schüler und Studenten 79,– DM. \*Unverbindlich empfohlene Preise. Preisänderungen vorbehalten.

Folgende Kreditkarten werden zur Zahlung akzeptiert: Visa / Eurocard / Mastercard / American Express (bitte Kartennummer und Gültigkeitsdauer angeben).

Bankverbindung: Deutsche Bank AG Jena, Konto-Nr. 6 284 707, BLZ 820 700 00.

Copyright: Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen oder sonstigen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden.

Satz: SATZREPROSERVICE GmbH Jena, Talstraße 84, D - 07743 Jena.

Druck: Gulde-Druck GmbH, Hagellocher Weg 63, 72070 Tübingen.

Diese Zeitschrift wird ab Bd. 85, Heft 1 (1996) auf elementar chlorfreiem, pH-Wert neutralem, alterungsbeständigem Papier gedruckt.

Printed in Germany

© 1998 Gustav Fischer Verlag



## Verfasserverzeichnis

- Beer, H. G.: Hormone mikroskopische Strukturen biochemischer Botenstoffe 141
- Brantner, K.: *Proales wernecki* Gallenbildung in *Vaucheria* 193
- Burret, M., Starnecker, G.: Feinstruktur der Raupen und Puppen zweier Tagfalter zur Befestigung am Verpuppungsplatz 295
- Burzlaff, A.: Auflichtvariationen Epipolarisation und Reflexion 239
- Drews, R.: Strukturierte Cyanophytenscheiden 43 Drews, R.: Nicht nur zur Dekoration - Restaurierte antike Mikroskope 230
- Drews, R.: Plankton der Meere Teil I: Kieselalgen 257
- Drews, R.: Plankton der Meere Teil II: Protozoen 369
- Fischer, N.: Die Masse macht's Bakterien auf der Spur 135
- Göke, G.: Eine neue Methode der simultanen Auflicht-Durchlicht-Mikroskopie 111
- Göke, G.: Selbstbau eines "3D"-Kondensors 163
- Günkel, N. G.: Ein Licht für den Blitz 23
- Günzl, H.: Mallomonas eoa ein Schuppenflagellat aus dem Federsee (Baden-Württemberg) 218
- Häder, D.-P.: Orientierung im Licht: Phototaxis bei Euglena gracilis 3
- Hausmann, K.: Die kontraktilen Vakuolen der Einzeller damals und heute 233
- Hausmann, K., Schäfers, H.: Aufgußwürmer: Naturkunde-Unterweisung 1840 227
- Havelka, P., Wurst, E.: Bindegewebsmilben der Familie *Hypoderatidae*. Wenig bekannte Parasiten einheimischer Vögel 263
- Hendel, R.: Ernst Gundlach (1834-1908) 285
- Hendel, R.: Arno Schmidt am Mikroskop 357
- Hermann, K.: Projekt: Mikroskopie an der Schule 181
- Hippe, E.: Gymnophrys cometa drei Gespenster? 177
- Hippe, E.: Fagellat aus der Flasche: Rhizidiomyces apophysatus 375
- Hippe, E., Kreutz, M.: Stereonema geiseri im Palmengarten 367
- Karg, W.: Die Entdeckung einer Milbenfamilie des Urkontinentes Gondwana 329
- Karg, W., Schorlemmer, B.: Aufspüren, Präparieren und Identifizieren von Milben aus unserer Umwelt 79
- Kremer, B. P.: Grüne Algen auf Baumrinden ein ausgedehntes Problem 2
- Kremer, B. P.: Verschrobene Ansichten Schraubungen, Spiralen und Wendeln im Mikrokosmos 65

- Kremer, B. P.: Bakterien auf Bestellung 173
- Kremer, B. P.: Großer Auftritt für kleine Lebewesen – Pedro Galliker und seine Modelle von Mikroorganismen 335
- Kreutz, M.: Ein Flagellat mit Bakterienhülle Entdeckung einer neuen Art 107
- Kreutz, M.: Pseudoblepharisma tenue var. chlorelligera – ein Ciliat mit zwei Symbionten 167
- Kreutz, M.: Beobachtungen an zwei Arten der Ciliatengattung *Drepanomonas* 321
- Kreutz, M., Hippe, E.: Stereonema geiseri im Palmengarten 367
- Kreutz, M., Mayer, P.: Parapodophyra soliformis ein wenig bekannter Suktor im Süßwasser 45
- Kreutz, M., Mayer, P.: Nuclearia caulescens, eine noch wenig erforschte Amöbenart 307
- Kubsch, G., Richter, W. M.: 3. Feldberger Sommerschule und 2. Sommerkurs für Schüler 1997 – Aktives Tun junger Leute bei Umweltforschung für den Umweltschutz 148
- Lüthje, E.: Pollen wenn es etwas Haltbares sein soll (Teil II) 51
- Lüthje, E.: Pollen Biographisches über männliche Alleinerben (Teil III) 247
- Lüthje, E.: Kennen Sie Ihre Stärken? 311
- Lüthje, E.: Krokus, Alpenveilchen, Schiefblatt Blattdesign aus Licht und Luft 377
- Markstahler, U.: Künstliches "Holundermark" für Handschnitte pflanzlicher Objekte 93
- Mathias, E.: Die kombinierte Anpassung von Camcorder und Spiegelreflexkamera an verschiedene Mikroskop-Typen 351
- Mayer, P.: Didinium nasutum und Monodinium balbianii sind sehr gefräßige Ciliatenräuber 87
- Mayer, P.: Actinobolina-Arten sind Ciliaten mit langen Tentakeln zum Beutefang 129
- Mayer, P., Kreutz, M.: Parapodophyra soliformis ein wenig bekannter Suktor im Süßwasser 45
- Mayer, P., Kreutz, M.: Nuclearia caulescens, eine noch wenig erforschte Amöbenart 307
- Meyer, K.: Frühe Mikroskope als Repliken 274
- Nachtigall, W.: Wasserleben in mikroskopischen Dimensionen – eine physikalisch-ökologische Nische besonderer Art 71
- Nachtigall, W.: Aquarienmikroskopie 145
- Nachtigall, W.: Die Mikro- und Makrowelt im Süßwasser. Ist eine Übersicht über die Formenvielfalt möglich? 197
- Nachtigall, W.: Die Videokamera am Mikroskop. Möglichkeiten ohne Zusatztuben 281
- Nachtigall, W.: Blitzartige Fortbewegung beim Springtierchen *Halteria grandinella* 341
- Prössl, K. F.: Paläopalynologie Teil II: Sporen und Pollen – Palynomorphe terrestrischen Ursprungs 33

- Prössl, K. F.: Paläopalynologie Teil III: Acritarchen, Prasinophyceen und Dinoflagellaten – Palynomorphe aquatischen Ursprungs 95
- Radek, R.: Symbiosen von Tieren mit Mikroorganismen – I. Teil: Endocytosymbiosen 157
- Radek, R.: Symbiosen von Tieren mit Mikroorganismen II. Teil: Symbiosen in pflanzenfressenden Insekten und Wirbeltieren 205
- Richter, W. M., Kubsch, G.: 3. Feldberger Sommerschule und 2. Sommerkurs für Schüler 1997 – Aktives Tun junger Leute bei Umweltforschung für den Umweltschutz 148
- Rühenbeck, C.: Einige Bemerkungen zur Brownschen Bewegung 212
- Schaarschmidt, T.: Beobachtungen an *Trichoplax* adhaerens Schulze, 1883 151
- Schäfers, H., Hausmann, K.: Aufgußwürmer: Naturkunde-Unterweisung 1840 227

- Schneider, H.: Trompetentiere (Stentoren) aus pfälzischen Gewässern 13
- Schödel, H.: Zwei interessante Epizoen auf dem Brunnenflohkrebs 221
- Schorlemmer, B., Karg, W.: Aufspüren, Präparieren und Identifizieren von Milben aus unserer Umwelt 79
- Starnecker, G., Burret, M.: Feinstrukturen der Raupen und Puppen zweier Tagfalter zur Befestigung am Verpuppungsplatz 295
- Väth, R.: Beobachtungen am Salbei 115
- Wiertz, B.: Azimut und Kontrast 29
- Wiertz, B.: Mikroblitz Einmal mehr, aber anders 303
- Wurst, E., Havelka, P.: Bindegewebsmilben der Familie Hypoderatidae. Wenig bekannte Parasiten einheimischer Vögel 263
- Wygasch, J.: Über die Entdeckung der Blutregenalge Haematococcus pluvialis Flotow em. Wille 290

# Kurze Mitteilungen

Haller, P.: Wanderer zwischen den Welten 106

Haller, P.: Leuchtendes Beispiel 121

Hausmann, K., Kremer, B. P.: *Pfisteria piscicida* – eine mordende Zelle 245

Hendel, R.: Kontrastverbesserung bei Schwarzweiß-Positiven 122

**Hippe, E.:** Gesucht – Gefunden in der Petrischale 327

Kremer, B. P.: Wachsbelag und periodische Blattreinigung 121

Kremer, B. P.: Schwimmende Giftzwerge 196

Kremer, B. P.: Darum ist es am Rhein so schön ... 225

Kremer, B. P.: Algen-Galerie im Mikroformat 302

Kremer, B. P.: Abwehrspezialisten 376

Kremer, B. P., Hausmann, K.: *Pfiesteria piscicida* – eine mordende Zelle 245

Linskens, H. F.: Ameisen verzehren Pollen und spucken ihn aus 28

Linskens, H. F.: Langzeitkulturen einzelliger Algen

Linskens, H. F.: Verdauungsstudien 110

Linskens, H. F.: Statolithen in Rhizoiden der Armleuchteralgen 122

Linskens, H. F.: Fluoreszens-Korrelations-Spektroskopie 155

Linskens, H. F.: Chromosomen-Ringe in Oenothera 171

Linskens, H. F.: In-situ-Hybridisierung im Dunkelfeld-Mikroskop sichtbar gemacht 176

Linskens, H. F.: Trocknen mit Magnetron 196

Linskens, H. F.: Pilzparasiten auf Planktonalgen 226

Linskens, H. F.: Appressorium-Bildung an isolierten Zellwänden 246

Linskens, H. F.: Mikrofauna in Kies-Sedimenten 251 Linskens, H. F.: Polyploide der Narbenpapillen 273

Linskens, H. F.: Magnetfeldorientierung von Purpurbakterien 289

Linskens, H. F.: Tropfenmethode zum Nachweis von Tensiden 349

Lüthje, E.: Fledermausparasiten lichtmikroskopisch fotografiert 22

Lüthje, E.: Projektkurse am Gymnasium – ein neues Arbeitsfeld der Schulmikroskopie 339

Nachtigall, W.: Espressomaschine als Planktonzentrifuge 113

Nachtigall, W.: Objektträger-Agarien 185

Nachtigall, W.: Ein Kleinmikroskop zur Gewässerprüfung an Ort und Stelle 204

Nachtigall, W.: Mikro-Vignette 211

Nachtigall, W.: Arbeiten mit der Rasierklinge 350

Schubert, P.: Ein Plädoyer für das 20fach Objektiv 220

Waßmann,T.: Auch Algen löchern das Ozon 70

# Sachregister

Aal 71 Abbe, Ernst 292 Abumasum 209 Acantharien 370 Acanthodiacrodium 97 Acari 264 Acaridiae 83 Acarus siro 84 Acer platanoides 41 Achsenstab 206 Acineta 201 - putaena 221 Acker-Schmalwand 379 Ackerschachtelhalm 250 Ackerwinde 68 Acritarchen 95 Actinobolina 129 - radians 87,129 - smalli 131 - vorax 129 - wenrichii 131 Actinocyclus ehrenbergii 261 Actinosphaerium 201 Actinotaenium cucurbita 365 Adrenalin 141 Aerosphaeridium dictyoplokus 101 Afropollis 39 jardinus 41 Ägäis 151 Agardh, Carl Adolph 291 Ager pseudoplatanus 196 Agriotypus 203 akzessorisches Pigment 7 Aleurodina 209 Algen, Bildsammlung 302 Algenpilze 376 Alleopathie 376 Allium porrum 248 Alpenveilchen 377 Altweibersommer 264 Ambitisporites 33 - avitus 39 Ameisen 28 Amöben 158, 307 Amoeba proteus 233 Amphipleura pellucida 29 Amyloplasten 312 Anabaena 67 Anadyomene (Siphonocladiaceen) 134 Analysator 144, 314 Ananas 196 Ananas comosus 196 Anax 203 Angiospermen 34 Anobiidae 207

Anthemis tinctoria 65

Antilopen 209 Anwender-Zeitschrift 380 Apiocystis 200 Aplanosporen 291 Apodemopus apodemi 267 Apollofalter 295 Appendikularien 257,369 Appressorium 246 Aquarienmikroskopie 145 Aquatisches Ökosystem 149 Arabidopsis thaliana 380 Arcella 201 Archegonien 33 Argulus 202 Aristolochia 68 Aristoteles 65 Armleuchteralgen 122 Artemia 202 Arthropoda 199 Ascodinim scabrosum 103 Ascorbinsäure 184 Asellus 202 - aquaticus 223 Aspidisca 201 Asplanchna 339 - brightwelli 87 - priodonta 87 Astasia longa 3 Astrablau-Safranin-Färbung 116 Astramoeba 201 Astrodisculus zonatus 310 Aufgußthierchen 228 Aufgußwürmer 227 Auflicht-Durchlicht-Mikroskopie Aufstecktubus 355 Auftrieb 71 Augenflagellaten 69 Australocheles 330 Auxosporen 262 Avicennis germinans 196 Ayersacarus 330 Azimut 29 Azygosporen 246

Bacillaria paradoxa 261
Bacillus megaterium 137
– subtilis 137, 217
Backobstmilbe 84
Baden 279
Bakterien 135, 173, 205
Bakterienausstrich 138
Bakterienhülle, Flagellat 107
Baltisphaeridium dispar 99
– regnellii 99
Bambusina brebissonii 365
Banane 313
Bandwurm 202
Bärtierchen 337
Bartwurm 158,

Basstölpel 267 Batata 312 Batatenstärke 313 Bathymodiolus 158 Batrachospermum 201 Baumrindenalgen 25 Baumwolle 205 Bausch & Lomb 287 Bazillen 135 Bechermalve 250 Beggiatoa 106 Begonia corallina 377 Berg-Ahorn 196 Bernoulli-Gleichung 215 Bestimmung, Milben 79 Bestimmungsschlüssel, Milben 82 Beta vulgaris 246 Beutefang 129 Biddulphia 261 - sinensis 261 Bienen 110 Bindegewebsmilben 263 Bioluminiszens 158 Biomechanik 346 Bionik 181 Biosurfaktantien 349 Blättermagen 209 Blattfußkrebs 199 Blatthornkäfer 205 Blattläuse 207 Blattnerven 118 Blattreinigung 121 Blaualgen 199 Blepharisma 167 - persicinum 367 Blutbuche 377 Blutregenalge 290 Bockkäfer 207 Bodenmilben 79 Botryococcus 96 Brassica oleracea 67 Braunwassertümpel 45 Brennessel 69 Bromelien 367 Brotkäfer 205 Brownsche Bewegung 212 Brunnenflohkrebs 221 Bryodelphax parvulus 337 Bryonia dioica 69 Busaridium pseudobusaria 87 Bythotrephes longimanus 199

Calathea ornata 378
Callialasporites trilobatus 39
Caloglyphus berlesei 266
Calyptogena 158
Calystegia sepium 68
Camcorder 281
– Anpassung 351

Campani 275 Cannabis sativa 69 Capsella bursapastoris 247 Carbolgentianaviolett 140 Carex nigra 365 Carotenoide 6 Carpoglyphus 85 - lactis 85 Catenula 201 Cecidien 193 Celluloseabbau 205 Cepaea nemoralis 68 Cephalopoda 121, 159 Cephalotes stratus 28 Cerambycidae 207 Cerambylaelaps 330 Ceratium 370 - tripos 370 Cercarie 202 Cerebropollenites macroverrucosus 41 Cestoda 157 Cetonia aurata 205 Chaetocerus atlanticus 261 - borealis 261 - densus 261 Chaetonotus 202 Chaetophora 200 Chara 122, 200 Charta turcica (Türkenpapier) 275 Cheliceren 264 Chilomonas 200 - paramecium 234 Chiralität 65 Chiropteridium galea 101 Chlamydomonas 5, 291, 367 Chlorella 160, 168 - pyrenoidosa 44 - vulgaris 44, 159 Chlorococcales 95 Chlorohydra 201 Chlorophyll 6 Chlorophyta 25 Chlorophytum comosum 377 Cholesterin 142 Chromosomen-Ringe 171 Chrysophyceae 218 Chytridiomyceten 209 Cicatricusisporites potomacensis Ciliaten 76, 129, 158, 205, 321 - Konjugation 89 - Zellteilung 326 Circulina 39 Cladocera 199 Cladophora 200 Classopollis 37 Clathrulina elegans 309

Climacosphenia 261

Closterium closterioides var. intermedium 365 - costatum 365 - dianae 365 - incurvum 365 - lunula 365 - ralfsii 365 - striolatum 365 Cnidaria 160 Coccolithophoride 372 Codonellopsis ecaudata 370 Codosiga 201 Convolvulus arvensis 68 Convulata roscoffensis 162 Copepoden 197, 373 Corollina 39 Coscinodiscus 261 Cosmarium 367 - binum 365 - boeckii 365 - botrytis 365 - caelatum 365 - connatum 365 - depressum 365 - difficile 365 - elegantissimum f. minor 365 - laeve 365 - margaritatum 365 ochthodes 365 - pachydermum 365 - perforatum 365 pseudonitidulum var. validum 365 - pseudopyramidatum 365 – pseudoretusum 365 – pyramidatum 365 - quadratum 365 Cosmetolaelaps 331 Crocus albiflorus 377 Crustacea 199 Cryptophyta 199 Culture Collection of Algae 302 Cuno 275 Cuscuta europaea 69 Cutterklingen 94 Cyadeen 39 Cyanobakterien 67, 367 Cyanophytenscheide 43 Cyathidites 39 Cyclamen persicum 377 purpurascens 377 Cyclotrichium 87 Cymatiosphaera 95 Cymososphaeridium validum 103 Cysten 49 - Amöben 309

Daphnia 202, 219

- cucullata 32

Dasytricha 209 Daucus carota 246 Dauereier 193 Deflandrea phosphoritica 101 Dendrospora 201 Depiere 278 Dermatophagoides pteronyssinus Desmidiaceen 365 Desmidium aptogonum 365 - swartzii 365 Deutonymphe 265 Diaphototaxis 10 Diatomeen 257 Dickenwachstum, sekundäres Dickmilch 136 Dictyostelium 4 Didinium nasatum 87 Dinobryon 200 Dinoflagellaten 95, 196, 245, 284, 369 - zystenbildende 101 Dinophysiden 369 Dinophysis 372 Diplokokken 139 Divini 274 Dolomedes 203 Domosäure 196 "3D"-Kondensor 163 Dreimasterblume 248 Drepanomonas 321 dentata 321 Drüsenschuppen 118 Dryopteris 201 Dünnschliffpräparate 183 Dysdercus intermedius 205 Ecdyonurus 203 Ectothiorhodospira shapeshnikovii 289 Ehrenberg, Christian Gottfried 147, 293 Einbettpräparate 182 Einstein, Albert 212 Eisalgen 70 Eisvogel 263 Elaterosporites protensus 39 Elefanten 209 Elefantenhaut 279 Elektronenblitz 23 Embryosack 249 *Emphanisporites erraticus* 39 - micrornatus 39 Endocytosymbiosen 157, 207 Endoreduplikation 273 Ephedripites ovalis 41 - prolongatus 41 Ephydra 203

Epidermis 117, 118

Epilobium angustifolium 249 Epipolarisation 239 Epithemia 200 Epizoen 221 Equisetum arvense 250 Erbse 311 Escherichia coli 136 Esel 209 Eselspinguin 346 Essiggurken 136 Etzold-Färbung 116 Euastrum bidentatum 365 - crameri 365 - didelta 365 - oblongum 365 Eucommiidites debilis 41 Eudiaptomus 202 - gracilis 197 Eudorina 200 Euglena 69 - gracilis 3,44 mutabilis 367 Eulen 263 Euparal 183 Euphrymna scolopes 121, 159 Evansolaelaps 330 Exigiusphaera phragma 101 Exine 36, 249 Exuvie 297

Fagus sylvatica 377 Falculifer rostratus 268 Fallopia aubertii 69 Färbebank 137 Färbereagenzien 140 Färberkamille 65 Färbung, Astrablau-Safranin 116 - Etzold 116 GRAM 138 Farne 34 Faulschlamm 45 Faultiere 209 FCKW (Fluorkohlenwasserstoff) Federmilben 263 Feldberger Seenlandschaft 148 Feldlinse 275 Felsentaube 267 Fettkörperzellen 207 Feuerbohne 68, 312 Feuerwalzen 159 Fichte 69 Fisch-Schuppe 203 Flachs 69 Flagellat 71, 158 - mit Bakterienhülle 107 Flavin 6 Fledermausfliege 22 Flohgläser 274

Flohkrebs 221

Flotow, Julius von 290 Fluoreszens-Korrelations-Spektroskopie 155 Fluorkohlenwasserstoff (FCKW) focal adhesions 242 Fontane, Theodor 147 Foraminiferen 369 Forelle 75 Formengruppen 198 Fossilien 366 Foveotricolporites callosus 41 Fritillaria imperialis 249 Fritsch, Felix Eugen 302 Fritschiella 302 Fuchsin 140 Furca 197

Galilei 274 Gallenbildung 193 Gallmücke 193 Gallwespe 193 Gametophyten 33 Gammarus 202 - fossarum 221 pulex 221 - roeseli 221 Gärkammern 205 Gastrula 151 Gefleckte Taubnessel 379 Gefriertrocknung 196 Gelbhalstermite 206 Geminella 200 Geschlechtshormone 141 Geschlechtsorganismus 233 Gewässerforschung 148 Gigaspora gigantae 246 - margarita 246 Ginkgo biloba 35 Giraffen 209 Glanzkugeln 154 Glaphyrocysta laciniformis 103 Glaskrebs 338 Gleicheniidites minor 39 Gliederfüßer 199 Globigerinen 370 Glockentierchen 339 Glyceringelatine 52 Glycine 68 Glycyphagus 85 - destructor 84 - domesticus 85 Gnathosoma 264 Gochteodinia villosa 101 Goethe, Johann Wolfgang von 65 Goldalge 218 - Kolonie 339 Goldnessel 379 Gondwana 329 Gonepteryx rhamni 302

Gonyaulax 372 Gordius 202 Gossipol 205 GRAM-Färbung 138 Gregarinen 207 Greifvögel 263 Grünalgen 199, 356 Gundlach, Ernst 285 Gurke 68 Gycyphagus 267 Gymnodiniodes aselli 223 zonatum 223 Gymnodinium 160, 200, 372 Gymnophrys cometa 177 Gymnospermen 34 Gymnospermenpollen 37 Gymnostomatida 129 Gyrinus 203 Gyromites 109

Haarbildungen 119 Haarlinge 207 Haeckel Haus 12 Haematococcus pluvialis 290 Hahn, Johannes 275 Hain-Schnirkelschnecke 68 Halteria grandinella 74, 341 Händigkeit 65 Handschnitt 350 Hanf 69 Hansen, Henri 279 Hapteren 250 Haptophyceae 196 Hartschaum 93 Hasen 209 Hausmilbe 85 Hausstaubmilben 79 Hefen 205 Heliozoen 307 Helobdella 202 Heterotrichida 13 Heteroxenia fuscescens 160 Hexacontium 370 Hipparchia fagi 295 Hirsche 209 Hirtentäschelkraut 247 Histiostoma feroniarum 83 Holometabolie 295 Holophrya discolor 46 - ovum 47 Holunder 196 Holundermark 93 Hooke, Robert 274 Hopfen 69 Hopfenseide 68 Hormone 141 Hornmilbe 83 Humulus lupulus 69 Hunteracarus 329 Hüpferling 339

Huygens, Christian 275
Hyalotheca dissiliens 365
Hybridisierung, in-situ 176
Hydra viridissima 160
Hydrarachnelle 202
Hydrobia ulvae 68
Hydrogenosomen 206
Hydromechanik 345
Hydrometra 203
Hylobius abietis 365
Hyperizinen 6
Hypermastigida 206
Hypodectes propus 268
Hypoderatidae 263
Hystrichosphaeridium tubiferum 101

Ilex aquifolium 41 in-situ Hybridisierung 176 Inachis io 295 Indutolaelaps 330 Infusionsthierchen 228 Ingwer 312 Ingwerstärke 313 Innovation Lambda 380 Insekten 199 Intine 249 Isosporen 33 Isotricha 209

Jochalge 367 Joenia annectens 206 Joghurt 136 Jute 69

Kahlilembus attenuatus 367 Kaiserkrone 249 Kalluskulturen 175 Kalmar 121 Kalotermes flavicollis 206 Kamele 209 Känguruh 209 Kannibalismus 14 Kartoffel 312 Kaufhausmikroskope 204 Kaulquappe 203 Keimporen 249 Kies-Sediment 251 Kieselalgen 196, 257, 302 Kieselschuppen 218 Kläranlagen 136 Kleinmikroskope 204 Klippschliefer 209 Klopfkäfer 207 Köcherfliegenlarve 203 Kohärenzlänge 216 Kohlweißling 295 Kollenchym 117 Konjugation 169 - Ciliaten 89

kontraktile Vakuolen 233 Kontrast 29 Kontrastverbesserung 122 Korallenriffe 157 Korkzellen 274 Kormophyten 33 Krebstier 199 Krokus 377 Kürbis 68

Labmagen 209 Lamas 209 Lamellicornia 205 Lamiaceae 115 Lamium galeobdolon 379 - maculatum 379 Languren 209 Latenzeier 193 Lauderia borealis 261 Laurasia 329 Läuse 193 Lavatera trimestris 250 Lebende Steine 151 Lederkoralle 160 Leiofusa 97 Leiosphaeridia 95 - cf. voigtii 99 Leiovalia 99 Leitbündel 117 Leitz 285 Lemprière's Wörterbuch 284 Lepidodendren 34 Lepidoglyphus destructor 266 Leptocylindricus danicus 261 Leptodora kindtii 199, 338 Leptolaelaps 330 Leucaena leucocephala 209 Leuchtbakterium 121, 158 Leuchtorgan 121 Liane 68 Liliengrün 377 Limnaea stagnalis 145 Linde 66 Linum usitatissimum 69 Lithodinia pertusa 103 Lonicera periclymenum 69 Lösepräparate 182 Löwenmäulchen 379 Loxodes 201 Luciferin/Luciferase-System 121, 284 Lugol'sche Lösung 140 Lungenkraut 379 Lycaeniden 295 Lycopodiumsporites reticulum-

Macrobiotus 202 Magnetfeldorientierung 289

sporites 39

Lyngbya 43

Magnetosomen 289 Magnetotaxis 289 Mais 250, 312 Makrospore 34 Mallomonas eoa 218 Malpighische Gefäße 207 Mangrovebaum 196 Manteltiere 159 Manumia irregularis 39 Mark 117 Markgewebe 117 Medusen 369 Meeresleuchten 284 Meeresplankton 369 Megaplankton 257 Mehlmilbe 82 Melanargia galathea 295 Membranellen 13 Membranrollen 134 Meßmikroskop 146 Metamorphose 295 Metazoenlarven 369 Methanproblematik 210 Methylenblau 138 Micrasterias 200 - cruxmelitensis 365 - denticulata 365 - papillifera 365 - pinnatifida 365 - rotata 365 - truncata 365 Micrhystridium 97 Micrographia 274 Miesmuscheln 196 Mikroaquarium 153, 326 Mikrobenmatten 106 Mikroblitz 303 Mikroorganismen 335 Mikroplankton 257 Mikroscop-Thierchen 228

Mikroscop-Thierchen 2 Mikroskope 274 – antike, restauriert 230 – Repliken 274

Repliken 274
 Mikroskopie, simultan Auflicht-

Durchlicht 111 Mikrospore 34 Mikrowellen-Ofen 196 Milben 79, 193, 263, 329

Bestimmung 79Bestimmungsschlüssel 82

- Präparation 79

Mimosin 209 Minus-Adapter 352 Modelle 335 Modermilbe 82 Moina rectirostris 32 Mollusca 160

Monodinium balbanii 87 Monstersuppe 78

Moosmilbe 83

Mottenschildläuse 209
Multiplicisphaeridium cf. cladum 99
Mundtaster 264
Musa paradisiaca 313
Muschelkrebs 339
Muskateller-Salbei 119
Mycetocyten 207
Mycetome 207

N-Methylacetanilid 184 Nachtkerze 171 Nachtreiher 267 Nacktschnecken 162 Nais 202 Nanoplankton 257 Nansen, Fridtjof 70 Narbe 250 Nashörner 209 Negrium interruptum 365 Neisserien 139 Nematode 202 Nervengift 246 Nesselkapsel 337 Nesseltiere 160 Netrium digitus 365 Netzmagen 209 Newton 71 Niedere Termiten 205 Nimmersatt 272 Niphargus aquilex 221 Nitrobacter 135 Nitrosomonas 135 Noctiluca miliaris 369 Nostoc 200, 376 Nostocyclamid 376 Nuclearia caulescens 307 - rubra 310 - zonatus 310 Nudibranchia 162 Nudopollis 41 Nuphar 201 Nycteribia kolenatii 22 Nyctotherus 207 Nymphaliden 295 Nymphula 203

Objektträger-Aquarien 185
Ocalasphaera 97
Oedogonium 200
Oenothera 171
- hookeri 172
- picensis 172
Ölkatastrophe 136
Omasum 209
Opercularia 201
Opisthosoma 264
Organobromine 70
Orthosphaeridium chondrododora 99

Osmia cornuta 110
- rufa 110
Osmoregulation 233
Ostracode 202
Östradiol 141
Östradiolkristalle 142
Othiorhynchus 205
oxidative burst 158
Oxymonadida 206
Ozonabbau 210

Pachnoda bhutana 205 Palambages 96 Paläopalynologie 33, 95 Palisadengewebe 118 Palpen 264 Palposoma 266 Palynomorphen 95 Pandorina 294 Pangaea 332 Pansen 209 Pantoffeltier 159, 336 Papilioniden 295 Paraflagellarkörper 4 Paramecien 87 Paramecium 70, 235 - bursaria 159 - caudatum 336 Parapodophyra soliformis 45 Parnassius apollo 295 Parotis-Drüse 282 Passionsblume 68 Pediastrum 96, 200 - simplex 337 Pelecanus bassanus 267 Pelosigma 109 Penardia cashi 179 - cometa 179 Penicillidia dufourii 22 - monocerus 22 Penicillium notatum 136 Penium spirostriolatum 365 Peptidhormone 141 Pergamassus crassipes 81 Peridinium 4 Pferde 209 Pfiesteria piscicida 245 Pflaumenmilbe 84 Phacus 200 Phaseolus coccineus 68, 312 Phasocolodon vorticella 87 Philodina gregarina 336 Phloem 117 Phoresie 264 Phoronten 224 Photokinese 3

Photophobische Reaktion 3

Photorezeptor 4

Phototaxis 3

Phycobiline 6

Phyllocladus trichomanoides 41 Phyllopoda 199 Phytocecidien 193 Phytoplankton 257, 373 Picea abies 69 Pieriden 295 Pieris brassicae 295 Pigment, akzessorisches 7 Pinularia nobilis 278 Pinus 34 - sylvestris 41 Pisum sativum 311 Placozoa 151 Placula-Hypothese 151 Plankton 257 Planktoniella 261 Planktonzentrifuge 113 Planorbis 203 Plattentierchen 151 Plecoptera 203 Pleurocladia 201 Pleurococcus/Protococcus vulgaris 25 Pleurosigma 354 Pleurotaenium trabecula var. crassum 365 Plumatella 202 Podophrya 222 - niphargia 222 Podura 203 Pogonophora 158 Polarisationsfolie 314 Polarisationsmikroskopie 144, Polarisator 144, 314 Pollen 28, 33, 51, 247 Pollenkörner 273 Pollenmutterzelle 248 Pollenschläuche 273 Polyancist rodorus 97 Polygonium makrosphaericum Polyphemus pediculus 199 Polyploidie 273 Polysymbiosen 207 Polyvinylpyrrolidon (PVP) 182 Porifera 160 Porree 248 Präparation, Milben 79 Prasinophyceen 95, 162 Primärproduzenten 261 Proales parasita 194 - uroglena 194 – wernecki 193 Progesteron 141 Progesteronkristalle 143 Prosoma 264 Prostigmata 329 Protogonyaulax 372

Protomiten 224

Protomont 224 Protonenpumpen 158, 237 Protonymphe 265 Prymnesiophyceae 196 Pseudoblepharisma tenue var. chlorigella 167 Pseudoceratium anaphrissum 103 Pseudonitzschia 196 - seriata 196 Psilophyten 33 Pterin 7 Pterospermella 95 Pulchraplaga 330 Pulmonaria officinalis 379 pulsierende Vakuole 70, 233 Puppen 295 Gürtelpuppe 295 Stürzpuppe 295 Purpurbakterien 3, 289 PVP (Polyvinylpyrrolidon) 182 Pygoscelis papua 346 Pyrenoide 293 Pyrodinium 372 Pyrosomida 159

Rädertier 145, 160, 193, 336 Radiolarien 370 Rallen 263 Ramie 69 Raphidophyceae 196 Raubmilbe 81 Raubwanzen 207 Raupen 295 Reflexion 239 Reifungsteilung 248 Reiher 263 Reticulum 209 Retimonocolpites peroreticulatus Reynoldszahl 73, 346 Rhabdonema 261 Rhamnolipid 349 Rhizdiomyces apophysatus 375 Rhizoglyphus robini 265 Rhizoide 122 Rhizosolenia 261 - alata 261 - hebetata 261 - imbricata 261 styliformis 261 Rhodopseudomonas palustris 289 – rutilis 289 Rhodopsin 6 Rhodospirillum 3 Riculasphaera 97 Riesenmuschel 162

Riftia pachyptila 158

Rinde 117

Rinder 209

Rippenguallen 369 Roggen 312 Rosenkäfer 205 Roseoflavin 8 Rotatoria 160, 339 rote Tiden 372 Rötelmaus 267 Rotes Meer 151 Ruderfußkrebs 369 Ruska, Ernst 315 Saake, Erich 283 Salbei 115 Salvia officinalis 115 - pratensis 51 Sambucus niger 196 Sarcinen 139 Sauerkraut 136 Saugnapfplatte 266 Scenedesmus subspicatus 44 Schaben 205 Schachbrett 295 Schafe 209 Schaumstoff 93 Schiebetubus-Mikroskop 275 Schiefblatt 377 Schilddrüse 141 Schildkrötenmilbe 81 Schimmelpilze 274 Schleiereule 263 Schlierenfilter 163 Schlierenmikroskopie 163 Schmale Wendelschnecke 68 Schmelzpräparate 182 Schmidt, Arno 357 Schnecken 68 Schrauben 65 Schulmikroskopie 339 Schuppen 218 Schuppenflagellat 218 Schwämme 160, 162 Schwammparenchym 118 Schwärmer 48 Schwefelbakterien 158 screw barrel microscope 277 Scytonema ocellatum 376 Sedimentprobensammler 251 Seekühe 209 Seidenreiher 267

Schmalblättriges Weidenröschen sekundäres Dickenwachstum 118 Selenastrum capricornutum 44 Sialis 203 Silene latifolia 176 Silicoflagellaten 369 Siliziumdioxid 370 Siphonocladiaceen (Anadyomene) 134 Sisyra 203

Sklerenchym 117 Sori 34 Spaltöffnung 118 Sperlingskauz 263 Spermatophorenträger 330 Spermatozoid 34 Sphaerella lacustris 291 Sphaerium 203 Sphagnum 201 - fallax 365 Spiegelreflexkamera 351 Spiniferites mirabilis 101 - ramosus 103 Spinnentiere 264 Spinnmilbe 82 Spinturnix 22 Spiralen 65 Spirillen 67, 139 Spirillium 139 Spirochaeten 136 Spirogyra 200 Spironema terricola 368 Spirostomum 167 - minus 46 - semivirescens 167 teres 167 Spirotaenia condensata 365 Spirotricha 13 Spirulina 67 Spitzhornschnecke 145 Spondylosium teragonum 365 Spongilla 201 Sporangien 34 Sporophyt 33 Sporopollenin 110, 249 Sporozoa 157 Springtierchen 341 Sproßpflanzen 199 Sprossung 307 Sprungborsten 341 Standlupen 274 Staphylokokken 139 Starbrillen 274 Stärke 311 Statolithen 122 Staubbeutel 247 Staurastrum aciculiferum 365 - brebissonii 365 - capitulum 365 - orbiculare var. depressum 365 - scabrum 365

sexcostatum var. productum

Staurodesmus convergens 365

- spongiosum 365

- teliferum 365

- hantzschii 365

- orbiculare 365

- inflexum 365

- kaiseri 365

- polymorphum 365 - polytrichum 365 - teliferum 365 Stegobium paniceum 207 Steinkauz 263 Stentor 13, 201 - amethystinus 18 - coeruleus 14 - muelleri 16 - multiformis 20 - niger 20 - polymorphus 15 - roeselii 15 Stentorin 14 Stephanopyxis 261 Stereonema geiseri 367 – multiciliatum 368 Steroidhormone 141 Stigma 4 Stokesia vernalis 87 Störche 263 Streptokokken 139 Strontiumsulfat 370 Strudelwürmer 160 Sturmius, Johann Christian 275 Stylaria lacustris 339 Styrodur 93 Subitaneier 193 Suktor 45 Sumpf-Windelschnecke 68 Süßwasserpolyp 160, 337 Symbiodinium 160 - microadriaticum 160 Symbiosen 157, 205 Synura 218 Synurophyceae 218

T2-Adapter 352 Tabellaria 261 Tagfalter 295 Tagpfauenauge 295 Tapire 209 Tasmanites 95 Tauben 269 Teichschlange 339 Tenside 349 Testosteron 141 Testosteronkristalle 143 Testudinella 202 Tetmemorus brebissonii 365 – granulatus 365 Tetranychus urticae 82 Tetraselmis convolutae 162 Thallophyten 33 Themsewasser 78 Thermoplasma acidophilum 135 Thioploca araucae 106 - chilae 106 Thiothrix 106, 200 Thiovulum 106

Thyroxin 141 Tintenfisch 121, 159 Tintinnen 369 Tintinnopsis 370 Tokophrya 222 - cyclopum 222 Tomiten 224 Tomonten 224 Tradescantia virginiana 248 Treibhauseffekt 210 Trematoda 157 Triatoma 208 Triceratium 261 Trichocysten 325 Trichomonadida 206 Trichoplax adhaerens 151 - reptans 154 Tridacna 162 Triest 151 Triglochin maritimum 273 Triticum aestivum 312 Tritonymphe 265 Trompetentiere 13 Trophont 224 Trophosom 158 Tse-Tse-Fliegen 207 Tunicata 159 Tüpfel 69 Tüpfelsumpfhuhn 267 Turbellaria 160 Turbellarien-Kokon 21 Türkenpapier Turmfalke 263 Tusche 140 Tusche-Färbung (Negativ-Darstellung) 138 Tydeus caudatus 332 Tydodectes falconis 271 – strigis 270 Tyrolichus casei 84 Tyrophagus 85 - longior 84 - putrescentiae 84

Ulme 66 Ultraplankton 257 Umweltschutz 148 Urkontinent 329 Uroglena volvox 194 Uroobovella marginata 81 Urtica dioica 69

V-ATPasen 238 van Leeuwenhoek, Antoni 279, 291 Vaucheria 193, 200 Veletasphaera 99 Verpuppung 295 Vertigo angustior 68

- antivertigo 68

Vertikalwanderung 373 Veryhachim 97 Vibrio cholerae 135 – fischeri 121, 159 Vibrionen 139 Videokamera 281 Vignette 211 Vinculin 242 Vögel 209 Volutinballen 293 Volvox 354 Vorticella mayeri 87

Wachsbelag 121 Wachstumshormon 141 Wald-Geißblatt 69 Waldmaus 267 Waldportier 295 Wanzen 207 Wasserblüten 196 Wasserflöhe 76, 199, 339 Wasserimmersion 327 Wattschnecke 68 Weichtiere 160 Weinrüßler 205 Weißstorch 263 Weizen 312 Wendeln 65 Widerstandsbeiwert 73, 346 Wiedehopf 263 Wiederkäuer 205 Wiederkäuermagen 209 Wiesel 275 Wiesen-Salbei 51 Wimpertiere 199 Windenknöterich 69

Xanthidium armatum 365 Xanthophyceae 25 Xenopus Oocyte 243 Xylem 117

Zackenradalge 337 Zacryptocerus 28 Zahnbelag 137 Zaunrübe 69 Zaunwinde 68 Zebra 209 Zecken 79 Zeiss, Carl 292 Ziegen 209 Zieralgen 302 Zikaden 207 Zitronenfalter 302 Zoocecidien 193 Zoochlorellen 15, 159, 168 Zooplankton 257, 369 Zoosporen 291 Zooxanthellen 159, 372 Zysten, Dinoflagellaten 101

# Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten. http://www.gfischer.de

# Die Standardausrüstung für jeden Biologen



Exkursionsflora von Deutschland Begründet von W. Rothunder

**Band 1: Niedere Pflanzen** 3., durchges. Aufl. 1990. Neuausgabe 1994. 811 S., 2.400 Abb., geb. DM 55,—ISBN 3-334-60827-1

**Band 2: Gefäßpflanzen: Grundband** 16., stark bearb. Aufl. 1996. 639 S., 991 Abb., geb. DM 49,– ISBN3-437-35150-8

**Band 3: Gefäßpflanzen: Atlasband** 9., durchges. u. verb. Aufl. 1995. 753 S., 2.814 Abb., geb. DM 55,—ISBN 3-334-60938-3

Band 4: Gefäßpflanzen: Kritischer Band 8. Aufl. 1990. Neuausgabe 1994. 811 S., 743 Abb., geb. DM 55,– ISBN 3-334-60830-1

- Das meist benutzte Bestimmungswerk für Studium, Lehre und Praxis
- Mit allen wild vorkommenden Farn- und Blütenpflanzen, häufigen Kulturpflanzen und wichtigen Forstbäumen

Die gründliche Neubearbeitung von Band 2 leitet die Revision des Gesamtwerkes ein und enthält u. a. verbesserte Bestimmungsschlüssel, 100 neu aufgenommene Arten, die Neufassung soziologischer Aspekte und aktualisierte <u>Verbreitungs</u>angaben.

# Die Biologie der Pflanzen – theoretisch und praktisch



### Flora

Herausgegeben von Prof. Dr. Eckehart J. Jäger, Halle und Prof. Dr. Otto L. Lange, Würzburg

Erscheinungsweise: 1998. 4 Ausgaben / Jahr, DM 648,— \* / UK Sterling 266,— Einzelheft DM 195,— \* / UK Sterling 72,— ISSN 0367-2530 Empfohlener Ladenpreis

Die älteste wissenschaftliche botanische Zeitschrift behandelt alle Aspekte der modernen botanischen Forschung in Morphologie, Anatomie, Pflanzenverbreitung und Geobotanik, Ökophysiologie, Vegetationsökologie, Populations- und Wachstumsbiologie.

\* Alle Preise zzgl. Versandkosten. Anfragen und Wünsche nach kostenlosen Probeheften richten Sie bitte an: SFG-Servicecenter Fachverlage Zeitschriftenvertrieb, Villengang 2, 07745 jena Fon (0364) 62 64 44, Fax (03641) 62 64 43



kurze, handliche Adapter aus sowie die Tatsache, daß sich das System parafokal verhält (keine Schärfekorrektur beim Objektivwechsel) und der Abbildungsmaßstab von Kamerabild und Okularbild übereinstimmen. Farbfehler konnten im Videobild bei den von mir verwendeten Camcordern nicht beobachtet werden.

Beim Fotografieren ist der Bildausschnitt bei der vorgeschlagenen Tubuslänge etwa 1,5mal kleiner als das Okularbild. Um auf den gleichen Abbildungsmaßstab zu gelangen, müßte eine Tubuslänge von ca. 20 cm eingesetzt werden, z. B. 2 Sätze Foto-Zwischenringe. Allerdings ist die etwas verkleinerte Abbildung auch von Vorteil: Beim Vergrößern können so die leichten Farb-Randfehler weggeschnitten werden. Die Randfehler sind auf die weggefal-

lene Nachkorrektur des fehlenden Okulars zurückzuführen. Sie können durch Abblenden des Kondensors reduziert werden.

## Anpassung an Mikroskope ohne abnehmbaren Tubus

Mikroskope älterer Bauart oder besonders preiswerte Hobbymikroskope haben einen festen Okulartubus. Zum Fotografieren werden hier aufsteckbare Adapter im Handel angeboten (z. B. von HAMA, ca. 70 DM). Als Plus-Projektiv dient das Okular oder besser ein Fotookular. Das Kameragehäuse wird mittels T2-Adapter angeschlossen. Etwas nachteilig

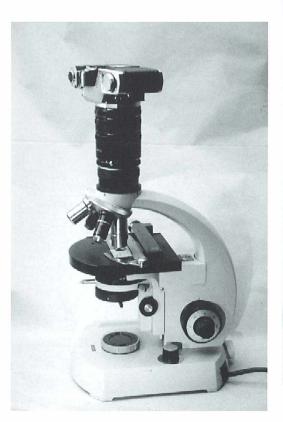


Abb. 3: Spiegelreflexkamera auf Tubuskopf des Mikroskops. Anpassung mittels Minus-Adapter, Makro-Zwischenringen, T2-Adapter und Gewinde-Ring.



Abb. 4: Camcorder auf Okulartubus des Mikroskops. Anpassung mittels handelsüblichem Adapter und Gewinde-Ring ans Filtergewinde des Camcorders. Sicherlich risikoreicher Gewichtsausgleich durch Schiefstellen des Mikroskops. Okular als Plus-Projektiv.

wirkt sich die schräglastige Kamera aus, besonders bei schweren Apparaten. In diesem Fall kann das Mikroskop durch einseitiges Unterlegen schräg und dadurch der Okulartubus senkrecht gestellt werden.

Weniger bekannt ist die Verwendung dieses aufsteckbaren Adapters für Videoaufnahmen. Dabei muß anstelle des T2-Adapters ein Zwischenring (Abb. 7) von ca. 1 cm Höhe auf den Adapter geschraubt werden. Der Zwischenring sollte unterseits ein Innengewinde M42/0,7 und oberseits ein Außengewinde passend zum Filtergewinde des Camcorders haben.

Bewertung: Beim Fotografieren entspricht die Bildqualität der Eignung des verwendeten Okulars als Projektiv (testen!). Bei Videoaufnahmen ist wegen des nicht abnehmbaren Camcorder-Objektivs eine starke Nachvergrößerung feststellbar. Dadurch wird zwar das Auflösungsvermögen des Camcorders besser genutzt (Balzer und Mathias, 1996), jedoch ab Objektiv 40× macht sich Bildunschärfe infolge leerer Vergrößerung bemerkbar. Deshalb empfiehlt sich die Verwendung eines schwach vergrößernden Okulars (5–7×) als Projektiv.

# Anpassung an Stereomikroskope

Wie bei Mikroskopen, so kann auch bei Stereomikroskopen das Okular als Plus-Projektiv für Video- und Foto-Aufnahmen eingesetzt werden. Allerdings sind diese so konstruiert, daß objektseits der Strahlengang besonders

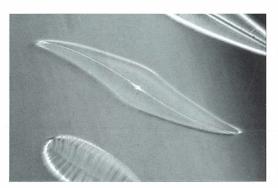


Abb. 5: *Pleurosigma*, Minus-Adapter mit 2 Sätzen Zwischenringe (20 cm Länge), 400×, schiefe Beleuchtung mittels Dunkelfeld-Keil.

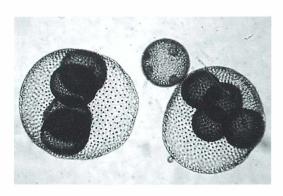


Abb. 6: *Volvox*, HAMA-Foto-Adapter, Objektiv 10×, Okular 10× als Projektiv.

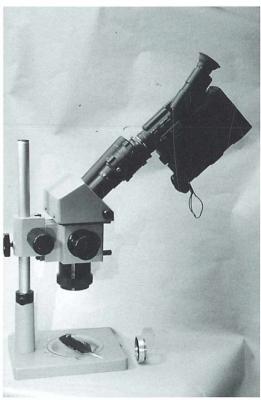


Abb. 7: Camcorder auf Okulartubus des Stereomikroskops. Anpassung mit Aufstecktubus. Oberseits Außengewinde M42/0,7 für T2-Adapter. Neben dem Mikroskopfuß ein Zwischenring, passend ins Filtergewinde des Camcorders.

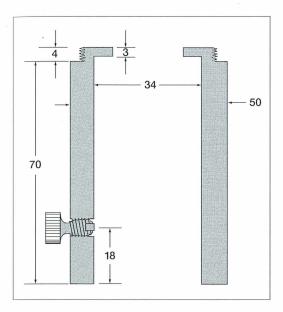


Abb. 8: Aufstecktubus als Adapter für Camcorder und SLR-Kameras an Stereomikroskopen. Innendurchmesser entsprechend dem Okular-Außendurchmesser. Angegebene Maße für Stereomikroskop MBS-10, für andere Okulardurchmesser entsprechend abändern.



Abb. 9: Vogelfeder, mittels Aufstecktubus durch das Okular des Stereomikroskops fotografiert, 50×.

lang ist. Dementsprechend muß der Strahlengang okularseits zur Kamera verkürzt werden. Behelfsmäßig kann der Camcorder (im Telebereich) oder das SLR-Gehäuse knapp über die Öffnung des Okulars gebracht werden.

Als dauerhafte Lösung empfiehlt sich ein auf das eine der beiden Okulare passender Aufstecktubus, der oberseits ein Gewinde M42/0,7 aufweist. Darauf wird der bereits erwähnte Zwischenring (Innengewinde M42/0,7; außen Filtergewinde) zur Anpassung des Camcorders geschraubt. Gefilmt wird im Tele-Bereich. Zum Fotografieren wird der Zwischenring geden T2-Adapter ausgetauscht und das Spiegelreflex-Kameragehäuse darauf gesetzt. Um Stereoaufnahmen anzufertigen, muß jeweils durch beide Okulare des Stereomikroskops fotografiert werden. Eine seitlich eingebrachte Feststellschraube empfiehlt sich zusätzlich, um Verwacklungen beim Fotografieren zu vermeiden.

Der von mir verwendete Adapter wurde aus alten M42-Zwischenringen (im Fotohandel als Gelegenheit für nur einige Mark erhältlich) mit wenigen Handgriffen ausgearbeitet.

Der nebenstehende Konstruktionsvorschlag ist für russische MBS-10 Stereomikroskope ausgelegt. Für andere Typen muß der Innendurchmesser entsprechend dem Okulardurchmesser verändert werden.

# Bewertung

In der Regel sollte der Camcorder oder das SLR-Gehäuse möglichst nahe an das Okular gebracht werden. Bei einigen Stereomikroskopen (z. B. MBS-10) bewirkt das eine Vignettierung, weshalb hier ein größerer Abstand zum Okular (2–3 cm) angebracht sein kann.

### Literaturhinweise

Balzer, J., Mathias, E: Der Camcorder am Mikroskop. Mikrokosmos 85, 23–24 (1996).
Mathias, E.: Patentschrift DE 4300070 C1. Deutsches Patentamt, Anmeldung 05. 01. 1993.
Mathias, E.: Patentschrift DE 4402157 C2. Deutsches Patentamt, Anmeldung 26. 01. 1994.

Verfasser: Erhard Mathias, Stämmesäckerstraße 19, D - 72762 Reutlingen

# Mikro-Ufo

# Rätselhafte Membranrollen

Leider sind die im dritten Heft dieses Jahrganges abgebildeten Membranrollen, die Dr. Martin Kreutz aus Konstanz einsandte, bislang nicht identifiziert worden. Unser Leser Steffen Wiehart aus Sangerhausen weiß aber zu berichten, daß er durchaus vergleichbare Strukturen in seinen Proben gefunden hat und belegt es mit einigen Mikrofotos. Wir haben seine Zuschrift zur weiteren Diskussion an Herrn Dr. Kreutz weitergeleitet.

# Algen im rosa Schlauch

Diesmal geben die unten abgebildeten mit (wahrscheinlich) coccalen Grünalgen gefüllten Schläuche (Abb. 1) Anlaß zum Nachdenken.

Ernst Hippe aus Neu-Isenburg und Dr. Martin Kreutz aus Konstanz, die diese Aggregate in einem moorigen Tümpel gefunden haben, beschreiben ihr Mikro-Ufo folgendermaßen: Die einzelnen Zellen von 7 µm Durchmesser mit gelbgrünem körnigen Inhalt liegen in verzweigten rosa Schläuchen von

20–50 µm Breite, die bis zu 800 µm lang werden können. Die Schlauchwände erscheinen recht stabil und sind manchmal etwas ausgebeult. An solchen Stellen sieht es zuweilen so aus, als träten dort Zellen auch ins Freie. Irgendwelche Bewegungen oder Veränderungen wurden im Laufe mehrerer Tage nicht beobachtet. Die rosa Farbe tritt im Hellfeld deutlicher als auf den DIK-Aufnahmen zutage. Weiß jemand, worum es sich handeln könnte?

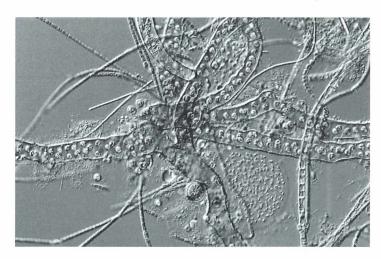


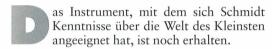
Abb. 1: Rosa Schläuche mit Algenfüllung. Vergr. 180×.



# Arno Schmidt am Mikroskop

# Rainer Hendel

Nicht wenige Schriftsteller des 18. bis 20. Jahrhunderts, zum Beispiel E.T.A. Hoffmann, Jean Paul, Wilhelm Raabe und Carl Zuckmayer, verarbeiteten Beobachtungen aus der Kleinlebewelt in ihren Werken. Johann Wolfgang Goethe und Georg Christoph Lichtenberg besaßen und benutzten sogar selbst Mikroskope. Meist bieten die Beschreibungen und Metaphern aus der Mikrowelt nicht viel mehr als verfremdende Gedanken, eine überraschende Erzählperspektive oder schmückendes Beiwerk. In dem komplexen Roman 'Das steinerne Herz' von Arno Schmidt (1914–1979), des wohl bedeutendsten deutschen Autors der Nachkriegszeit, dienen sie jedoch als Schlüssel zum Text, denn sie enthalten einen Interpretationsansatz.



# Arno Schmidts Mikroskop

"Es muß also ein schöner Morgen zu Ende Juni des Jahres 1932 gewesen sein … Ich sehe mich also stehen … neben mir mein Freund Heinz Jerofsky … Wir tragen Jeder in der Hand 1 Mikroskop, das wir uns für die Ferien ausgeliehen haben; und wollen nun eben auch noch ein paar Bücher mitnehmen.—"1

So beschreibt Arno Schmidt in dem Funkessay Begegnung mit Fouqué' (1958) den Moment, der ihn zum Dichter machen sollte. Wie eine

mittelalterliche Stifterfigur porträtiert er sich als Achtzehnjährigen zwischen den Symbolen seiner späteren schriftstellerischen Existenz: Der Entdeckung des "literarischen Groß=Lieblings", dessen Werk das seine prägen sollte, und dem Forschungsinstrument als Zeichen für die naturwissenschaftliche Komponente seines Schaffens.

Schmidt hat optische Apparate, geodätische Meßgeräte und Rechenmaschinen nicht nur in seine Texte einbezogen, sondern auch selbst benutzt, um seine Arbeit an der Sprache durch Bilder aus neuen Bereichen zu erweitern. Ein Schreiben an das Ausgleichsamt aus dem Jahr 1963 erläutert diesen Anspruch an die Naturwissenschaften näher. Schmidt erklärt darin, daß er während des Dritten Reiches zwar in



Abb. 1: Arno Schmidt und seine Schwiegermutter; Anfang der vierziger Jahre. Das Mikroskop steht auf dem Tisch.

Schlesien als Lagerbuchhalter arbeitete, sich aber gleichzeitig auf seinen künftigen Beruf als Dichter vorbereitete und deshalb wertvolle, auf der Flucht verlorengegangene Bücher und Geräte angeschafft hatte:

"Auch wurde mir bezeichnenderweise 1951 der Literaturpreis der Akademie der Wissenschaften u. der Literatur in Mainz zuerkannt. Ich benötigte also die Rechenmaschine schon damals² als Vorübungen für meine schriftstellerische Tätigkeit, desgleichen ein Mikroskop, beide Dinge sind für einen naturwissenschaftlich gebildeten Schriftsteller mit naturalistischem Themenkreis unerläßlich."<sup>3</sup>

Tatsächlich besaß und benutzte Arno Schmidt bereits während der vierziger Jahre in Greiffenberg ein Messingmikroskop (Abb. 1). Das Gerät ist nicht auf der Flucht abhanden gekommen, sondern befindet sich heute im Besitz der Arno-Schmidt-Stiftung in Bargfeld.

Das insgesamt 303 mm hohe Instrument steht auf einem Hufeisenfuß aus massivem Messing

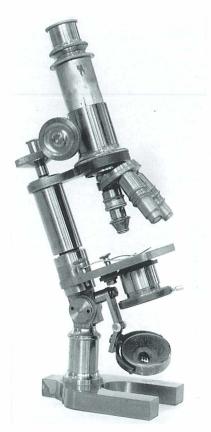


Abb. 2: Arno Schmidts Mikroskop.

(Abb. 2). Sein rundes Stativ läßt sich neigen und endet oben in einer horizontalen Mikrometerschraube. Unter ihr ist ein stählerner Träger angebracht, an dem der Tubus und ein dreifacher Objektivrevolver befestigt sind. Der Tubus ist um 40 mm ausziehbar; eine Zahnund Trieb- Einrichtung mit nur einem Messingrad auf der rechten Seite dient zur Grobeinstellung. Der Tisch ist mit dem Buchstaben 'g' signiert. Die Präparate werden von zwei federnden Messingklemmen gehalten.

Der Beleuchtungsapparat besteht aus einem Plan-Konkavspiegel an einem Schwenkarm und einem zweilinsigen Kondensor mit Irisblende. Wie der Tisch trägt auch der Kondensor die Gravur 'g'. Eine Schiebehülse erlaubt es, den Kondensor zu fokussieren, wird mit dem Konkavspiegel beleuchtet, läßt er sich an einem stählernen Schwenkarm nach rechts

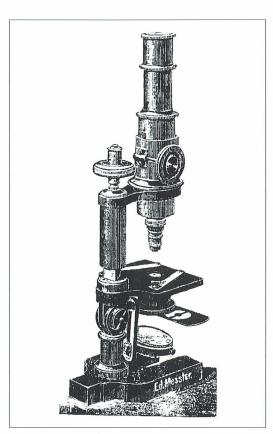


Abb. 3: Bacterien-Microscop No. 6 der Firma Ed. Messter, Berlin 1889. "... in verschließbarem Mahagonikasten liefere complet mit Cedernholz Oel und Anleitung zum Gebrauch für Mk. 140.–"

wegklappen. Dr. Volker Koesling aus dem Deutschen Technikmuseum in Berlin hat das Stativ als Produkt der 1859 gegründeten Firma Eduard Messter aus Berlin identifiziert (Abb. 3). Obwohl sich der Betrieb in den neunziger Jahren unter der Leitung Oskar Messters zu einem bedeutenden Unternehmen in der Entwicklung des Kinofilms wandelte, hat die Firma lange auch Mikroskope und speziell diesen Stativtyp vertrieben. Noch im Anzeigenteil der Zeitschrift MIKROKOSMOS, Heft 5/6 des Gründungsjahrganges 1907, ist er abgebildet, wo er unter den Produkten mit vertikalem Feintrieb der Firmen Voigtländer, Winkel und Zeiss bereits recht antiquiert wirkt.

Alle drei Objektive sind signiert. Sie tragen die Gravuren: N° I GUNDLACH, N° V GUND-LACH und N° VII IMMERSION GUND-



Abb. 4: Die beleuchtende Optik und die drei Gundlach-Objektive. Am Objektivrevolver eingerastet ist das Immersionsobjektiv N° VII, dessen Korrektionsring zu erkennen ist. Darüber liegt ein Zwischenring.

LACH, wurden also in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hergestellt. Ernst Gundlach (1834–1908) eröffnete um 1862 einen Betrieb in Berlin und übereignete seine Werkstätte im Sommer 1872 an die Brüder Seibert aus Wetzlar, um nach Amerika auszuwandern. Am Immersionsobjektiv, einer Wasseroder Glyzerinimmersion, befindet sich eine "Correctionsschraube", die von 0-9 beziffert ist (Abb. 4). Nach dem "Preis-Courant" der Firma Gundlach vom Juli 1868 läßt sich dem Objektiv N° I eine Brennweite von einem Zoll und ein Öffnungswinkel von 18 Grad zuordnen, die N° V hat eine Brennweite von 1/8 Zoll und einen Öffnungswinkel von 150 Grad, die N° VII 1/16 Zoll und einen Öffnungswinkel von 175 Grad. Alle drei Objektive wurden an den Tubus mit Zwischenringen angepaßt. Zur optischen Ausrüstung gehören noch zwei Okulare mit den Gravuren '1' und '9'. Sie stammen nicht von Gundlach, da die seinen, wie die Objektive, mit römischen Ziffern gekennzeichnet sind.

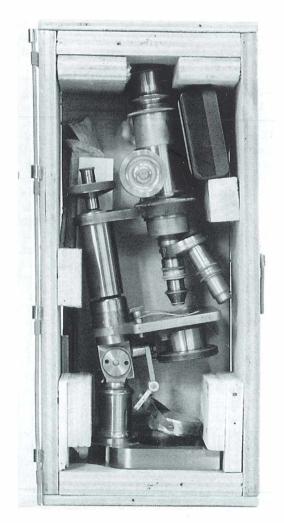
Arno Schmidt hat auf einem Zettel alle Vergrößerungen notiert, die mit den vorhandenen Okularen und Objektiven bei eingeschobenem und ausgezogenem Tubus zu erreichen sind. Die Werte reichen von 25fach für die Kombination von Objektiv I, Okular 1 und unausgezogenem Tubus bis 750fach bei Objektiv III, Okular 9 und ausgezogenem Tubus. Seine "wahnsinnige Lust an Exaktem" ließ ihn auf der Rückseite dieses Blättchens eine zweite Tabelle mit selbst gemessenen und berechneten Werten anfertigen (Abb. 5).

Das Gerät ist von bemerkenswerter Qualität, obwohl seine optischen und mechanischen Komponenten von verschiedenen Herstellern stammen. Alle Bauteile passen höchst genau und die Gewinde funktionieren noch immer spielfrei, ein Beweis dafür, daß sie präzise gefertigt und nicht etwa durch hineingepacktes Fett 'zügig' gemacht wurden. Soweit ich das visuell beurteilen konnte, stehen die beiden Trockenobjektive denen eines guten, modernen Kursmikroskops kaum nach. Ich nehme nicht an, daß Stativ und Optik zufällig kombiniert wurden. Die relativ lückenlose Skala der erzielbare Vergrößerungen läßt eher an ein Modell denken, das für einen bestimmten Verwendungszweck, z. B. als Schul- oder Ärztemikroskop, bestimmt war.

Der originale Kasten fehlt. Schmidt hat aus rohen, freihändig gesägten Sperrholzplatten ei-

	· Unulyprogue to sail				and grayman " Yile"			
Vigitalis	04. 1		ok 9		rh . 1		×. 9	
nr	~	Gu	, V 1	Gps	V	Gym	V	Gu
Ī·1	24,6	3740	62,4	1475	31,9	2380	78,7	1170 # <del>118</del>
<u>"</u> )	162	/570 (day)	330	225	214	430	مد¥	180
<del>"</del> )	240	380	levo	/30	3/0-	1450	750	125

Abb. 5: Arno Schmidts Tabelle der Vergrößerungswerte und der zugehörigen Objektfelder. Berücksichtigt sind alle zwölf Kombinationen von Auszug, Okularen und Objektiven, die mit dem Mikroskop möglich sind. Auf der von Schmidt signierten Vorderseite dieses Zettels stehen das Wort 'Mikroskop' und eine Übersicht mit den 'glatten' Vergrößerungswerten. Sie ist im Druck nicht wiederzugeben (schwache Bleistiftschrift auf grünem Papier).



nen stabilen Behälter genagelt, in den das Mikroskop stramm hineinpaßt (Abb. 6). In ihm finden auch noch ein Rasiermesser, eine Präpariernadel mit umsteckbarer Spitze, in Papier eingewickelte Objektträger und eine Bakelitdose für Farbbänder Platz. Sie enthält, in Watte gebettet, das Okular 9, eine Schachtel mit quadratischen Deckgläsern 18 mm und Messingkleinteile für das Mikroskop. Der Holzkasten ist mit einem Deckel zu verschließen. Dessen Blechscharniere und den Verschlußhaken aus Eisendraht hat Schmidt vermutlich selbst aus Abfallstücken gebogen.

# Mikroskopie im Roman 'Das steinerne Herz'

"In unserem Wassertropfen: Ein metallisch blauer Kegel kam mir entgegen; im Visierei 2 stumpfe Augenkerne.

Dann ein strohgelber: unter der trüben Plasmahaut schied man breite Zellen, Fangarme hingen; oben hatte es einen Wimpernkopf abgeschnürt, Romanoffskyfarbton; und zog naß tickend an mir vorbei. Volkswagen rädertierten. Nah hinten auf dem Platz trieb auch die Schirmqualle. (Genug nu!)."5

Mit dieser Straßenszene an einem Regentag beginnt Arno Schmidts Roman 'Das steinerne

Abb. 6: Das Mikroskop mit Zubehör in dem Holzkasten, den Arno Schmidt selbst angefertigt hat. Herz' (1956). Menschen, eingeschnürt in bunte Plastikmäntel, gehen vorbei, tragen Regenschirme, fahren in Autos. Als würden zwei Dias gemeinsam projiziert, liegt über diesem Bild ein zweites, das eine Mikrowelt im Wassertropfen zeigt. Indem sich beide überlagern und durchdringen, erzeugen sie eine neue Wirklichkeit, in der die Dimensionen nicht mehr eindeutig sind. Sehen wir Arme oder Fangarme, Wimpern oder Bewimperung, Räder oder Räderorgane? Das Große erscheint uns klein und überschaubar, es kann wie ein Lebendpräparat durchmustert werden. Das Kleine hingegen, das sich dem Auge bisher entzogen hatte, wird zum Symbol und zu einer Metapher des Großen.

Die Handlung des Romans, aufs Skelett zusammengestrichen, ist in wenigen Sätzen wiederzugeben: Walter Eggers, ein Sammler von Staatshandbüchern des Königreichs Hannover, versucht an den Nachlaß des Statistikers zu kommen, der sie verfaßt hat und mietet sich daher bei dessen Enkelin Frieda Thumann ein. Die unglücklich verheiratete Frau und er verlieben sich ineinander. Der Ehemann Karl holt mit Billigung der beiden seine Geliebte Line von Ostberlin in den Westen. Ein überraschender Münzfund in der Zwischendecke eines Zimmers gibt den vier Personen die Möglichkeit, wirtschaftlich unabhängig miteinander zu leben. "Die Katastrofe selbst bleibt ungeschildert."6

Doch um der privaten Konflikte willen wird die Geschichte nicht erzählt. Ähnlich wie bei Jean Paul, den Arno Schmidt bewunderte, dient hier das Handlungsgerüst vor allem als Anlaß für den Erzählvorgang. Die Erzählung ist zugleich Bedeutungsträger für andere Inhalte. Politische, literaturgeschichtliche und historische Großstrukturen durchdringen und überlagern die kleine Welt der Handelnden ebenso, wie sich am Romananfang Mikro- und Makrokosmos überlagerten. Was in der Erzählebene, der Dimension des Mikrokosmos, geschieht, ist zugleich ein Modell für Übergeordnetes und hat seine Entsprechungen in den anderen Dimensionen.

Im Tun und Denken der vier Personen spiegelt der Autor daher die politische Situation der jungen Bundesrepublik Deutschland sowie deren Verhältnis zur DDR und zu den Siegermächten. Sie tragen außerdem die Züge der Hauptpersonen in Goethes Roman 'Die Wahlverwandtschaften', seinem Drama 'Stella' und

von Gestalten aus Wilhelm Hauffs Märchen 'Das kalte Herz'. Handlungsort ist die niedersächsische Kleinstadt Ahlden. In dem dortigen Schloß wurde Sophie Dorothea (1666–1726), die als 'Prinzessin von Ahlden' bekannte, 1694 geschiedene Ehefrau des Kurfürsten Georg Ludwig von Hannover (des späteren König Georg I. von England), 32 Jahre lang bis zu ihrem Tode gefangen gehalten, da sie eine Affäre mit dem Grafen von Königsmarck gehabt hatte. Diese geschichtliche Gestalt steht für einen wichtigen Bedeutungsstrang, nämlich den Problemkreis der Isolation, von dem alle handelnden Personen betroffen sind.

Susanne Fischer arbeitet in ihrer grundlegenden Interpretation des Romans heraus, daß vor allem die bevorstehende lebenslange Anwesenheit des Sammlers Eggers in Ahlden "durch Sophie Dorotheas Schicksal prädestiniert sei." Sein Wunsch ist es, während der Arbeit an den Staatshandbüchern in einer vergessenen quadratischen Stube "ziemlich dicht unter der Decke" zu "vertrocknen". Zu diesem utopischen Zimmer gibt es eine Reihe von Parallelräumen und -bildern, zu denen, so Fischer, auch die Metapher am Romananfang gehört.

Die Situation des Eingeschlossenen in jener verkapselten Welt gleicht der von Wasserorganismen unter dem quadratischen Deckglas. Das Bild eines Präparates unter dem Mikroskop taucht mehrfach explizit im Text auf. Es dient vor allem dazu, die Position des Erzählers zu klären. Er gehört nur zum Teil der Welt der Romanfiguren an. Zugleich ist er ein außenstehender Beobachter, der sich – und das heißt vor allem der sinnlichen Hälfte seiner Persönlichkeit – ablehnend gegenübersteht:

"Ich hab immer das Gefühl, als wenn <ich> mich etwa in Kopfhöhe hinter <mir> befände. Also <ich> und <moi>. (Wobei der Dicke unten natürlich <moi> sein muß! …)"10

Diesen sinnlichen Persönlichkeitsanteil präsentiert er kurz nach der Exposition eingeschlossen zwischen Himmel und Erde:

"Moi auf grünem Objektträger (oben die blaue Deckplatte); und ich beobachtete mißfällig das Präparat. Aber ich war nicht das einzige Augentier: eine Kuh nahte diskret und leckerbissen..."<sup>11</sup>

Kein Wunder, daß der Erzähler die sexuellen Bedürfnisse des 'Dicken unten' ebenso mißfällig betrachtet wie ihn selbst. Als Eggers und Frieda sich zum ersten Mal nackt gegenüberstehen, empfindet er nicht nur Lust:

"Wimperntier & Rüsseltier: ich betrachtete uns vorher unten, schüttelte innerlich den Kopf, ..."<sup>12</sup>

Auch Karl, der seine Geliebte Line ebenso wie seine Ehefrau um Alkohol anbetteln muß, wird in seinem animierten Zustand mit einem Bild aus der mikroskopischen Praxis belegt: "Er hatte sich den breiten Organträger mit Alkohol gefärbt..."<sup>13</sup>

Die Situation eines außenstehenden Beobachters klingt noch einmal in einem Naturbild nach: "...die Plankonvexlinse des Mondes prüfte Waldpräparate..."<sup>14</sup>

Einige kleine Assoziationen zur Mikrowelt gruppieren sich um die Hauptstellen. Als Eggers ein paar der gesuchten Staatshandbücher tatsächlich findet, vergleicht er Papierfarben mit Untersuchungsobjekten, die jeder Mikroskopiker kennt: "Und prachtvolles Vorsatzpapier: kaffeebraun mit schwärzlichroten Schlieren um hundertfach vergrößerte Stärkekörner.—"<sup>15</sup> "(Pappe: rosa Stranggewebe auf Protoplasmagrau, nicht ohne Zellkerne)."<sup>16</sup> Bei der ersten hastigen Lektüre der Statistiken verstrickt er sich: "*Im Tentakeltauwerk der Namen*: …"<sup>17</sup>

Diese Bilder rufen das Generalthema des Romans, nämlich die Mehrdimensionalität der Gegenwart, immer wieder ins Gedächtnis des Lesers zurück.

# Ergebnisse

Die angeführten Brief- und Textstellen belegen, daß Arno Schmidt von Anfang an seine Sprache und sein Denken durch Eindrücke erweitern wollte, die aus dem Bereich der Naturwissenschaften stammen. Daher hat er sich schon früh aktiv mit der Kleinlebewelt beschäftigt und sich ein eigenes Mikroskop beschafft.

In dem Roman 'Das steinerne Herz' (erschienen 1956) hat er Metaphern aus dem Bereich der Mikroskopie systematisch verwendet. Sie werden in anderen Bildern – z. B. dem des vergessenen Zimmers – aufgenommen und weisen so immer wieder auf die Mehrdimensionalität des Erzählten hin. Von der Anfangs-Szene an muß der Leser Doppelstrukturen im Text ent-

decken und sie einzelnen Erzählebenen zuordnen. Damit kann er ein Lesemodell entwickeln, das Elemente, die vordergründig als unwichtig erscheinen, in übergeordnete Zusammenhänge stellt. Die Vergleiche und Bilder aus dem Bereich der Mikroskopie dienen hierfür als Signale.

Diese Darstellungsweise ist im Werk Arno Schmidts nicht neu. Bereits in der Erzählung 'Gadir' (1949) überlagern sich autobiografische, historische und literaturgeschichtliche Handlungselemente und die Situation eines Eingeschlossenen. Die Technik "zweistimmig zu singen"<sup>18</sup> wird von ihm also nicht erst in der Erzählung 'Caliban über Setebos' (1964) bewußt angewendet.

### Dank

Ich bedanke mich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Arno-Schmidt-Stiftung Bargfeld, die mich das Mikroskop untersuchen und fotografieren ließen und mir die Abbildung 1 zur Verfügung stellten, für ihr Vertrauen und ihre Geduld. Informationen verdanke ich Wanda Eichel, Deutsches Museum München; Susanne Fischer, Arno-Schmidt-Stiftung Bargfeld; Dr. Volker Koesling, Museum für Verkehr und Technik, Berlin; Erich Saake, Bochum; Walter Seibert, Wetzlar. Ihnen allen sei herzlich gedankt.

### Anmerkungen

<sup>1</sup>Arno Schmidt: Begegnung mit Fouqué. BA III,3 S. 422.

<sup>2</sup>gemeint ist: vor der Vertreibung aus Schlesien. <sup>3</sup>Briefentwurf vom 17. Juni 1963. Die Formulie-

rung stammt von Alice Schmidt. In: Dunker S. 91. <sup>4</sup>Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 42.

<sup>5</sup>Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 9.

<sup>6</sup>Arno Schmidt: Berechnungen I. BA III,3 S. 166. <sup>7</sup>Fischer S. 88.

<sup>8</sup>Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 101. <sup>9</sup>Fischer S. 89f.

<sup>10</sup>Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 19.

<sup>11</sup>Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 20.

<sup>12</sup>Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 53. <sup>13</sup>Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 99.

<sup>14</sup>Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 102.

<sup>15</sup>Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 42.

Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 44.
 Arno Schmidt: Das steinerne Herz. BA I,2 S. 52.

<sup>18</sup>"Ich habe mir erlaubt, zweistimmig zu singen ..." Arno Schmidt zu der Erzählung 'Caliban über Setebos' in einem Brief an Jürgen Drews vom 13. Sept. 1964. In: Bargfelder Bote, Lfg. 110–112, Jan. 1987, S. 17.

### Literaturhinweise

Dunker, A. (Hrsg.): Arno Schmidt: (1914–1979); Katalog zu Leben und Werk. edition text + kritik, München 1990.

Fischer, S.: Die Welt ein vergessenes Zimmer. Zum historischen Roman *Das steinerne Herz*. In: Teiche zwischen Nord- und Südmeer. Fünf Vorträge. Hefte zur Forschung 2, hrsg. von der Arno-Schmidt-Stiftung, S. 77–95. Bargfeld 1994.

Hendel, R.: Infusions=Thiere. Goethes mikroskopische Untersuchungen vom Frühjahr 1786. Mi-

krokosmos 83, 337-347 (1994).

Hendel, R.: Metaphern aus der Mikrowelt. Mikroskopische Forschung des 18. Jahrhunderts im Spiegel der Romane Jean Pauls. Mikrokosmos 84, 147–154 (1995).

Hendel, R.: Ernst Gundlach (1834-1908). Mikro-

kosmos 87, 285-289 (1998).

Loiperdinger, M. (Hrsg.): Special-Catalog No. 32 ... der Fabrik für optisch-mechanische Präcisions-Instrumente von Ed. Messter, Berlin 1898 (Reprint). Stroemfeld-Verlag, Basel und Frankfurt/ Main 1995. Reemtsma, J. und Rauschenbach, B. (Hrsg.): "Wu hi?" Arno Schmidt in Görlitz Lauban Greiffenberg. Haffmans Verlag, Zürich 1986.

Schmidt, A.: Das steinerne Herz. Historischer Roman aus dem Jahre 1954 nach Christi. In: Bargfelder Ausgabe, Werkgruppe I: Romane, Erzählungen, Gedichte, Juvenilia, Band 2 (BA I,2). Hrsg. von der Arno-Schmidt-Stiftung Bargfeld, Haffmans Verlag, Zürich 1986.

Schmidt, A.: Berechnungen I. In: Arno Schmidt: Essays und Aufsätze 1. Bargfelder Ausgabe, Werkgruppe III: Essays und Biografisches, Band 3 (BA III,3), S. 163–168. Hrsg. von der Arno-SchmidtStiftung Bargfeld, Haffmans Verlag, Zürich 1995.

Schmidt, A.: Begegnung mit Fouqué. In: Arno Schmidt: Essays und Aufsätze 1. Bargfelder Ausgabe, Werkgruppe III: Essays und Biografisches, Band 3 (BA III,3), S. 421–428. Hrsg. von der Arno-Schmidt-Stiftung Bargfeld, Haffmans Verlag, Zürich 1995.

Verfasser: Rainer Hendel, OStD i.K., Christian-von-Bomhard-Schule Uffenheim, Im Krämersgarten 10, D-97215 Uffenheim

# Nachricht



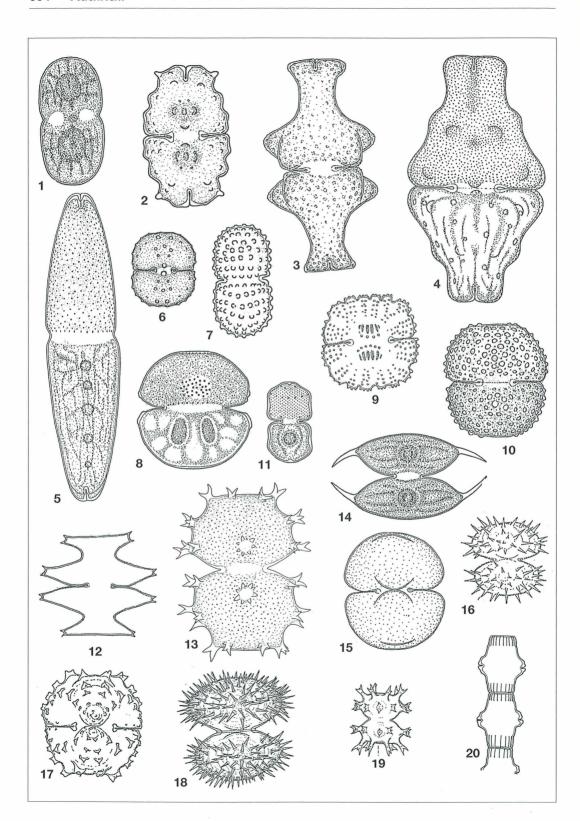
# 7. Pfingsttreffen des Zieralgenkreises Esternberg in Gosau im Salzkammergut

Das 7. Pfingsttreffen des ZKE fand vom 29. Mai bis 1. Juni 1998 unter der Leitung von Prof. Rupert Lenzenweger in Gosau im Salzkammergut in unmittelbarer Nähe des Dachsteinmassivs statt und war gut besucht (Abb. 1). Bei der Erwähnung von Gosau denkt auch der biologisch-mikroskopisch interes-

sierte Besucher meist nicht an Zieralgen, sondern erfreut sich an der herrlichen alpinen Landschaft; sind doch auffällige Moorgebiete auf den ersten Blick nicht auszumachen. Anders mit Rupert Lenzenweger: Als Untersuchungsgebiete wählte er drei Moore am Osthang des Höhenzuges der Hornspitze aus.



Abb. 1: Die Exkursionsteilnehmer auf der Edtalm.



Die beiden ersten Moore erreichten wir mit einer schönen, knapp einstündigen Wanderung mit mäßigen Steigungen, bei der sich die Teilnehmer sehr angeregt unterhielten und Erfahrungen austauschen konnten. Die meisten kannten sich bereits von vorherigen Treffen. Eine besondere Entdeckung waren zwei Feuersalamander, die munter durch den Bewuchs am Wegrand krabbelten. Häufig wurde auf dem Waldweg kriechend der Fichtenrüssler Hylobius abietis gefunden. Botanisch gab es viel an alpiner Flora zu sehen.

Das erste Moor, das Rotmoos, befindet sich in ca. 1100 m Seehöhe unter einer Sesselliftbahn für Wintersportler. Die zahlreichen Zigarettenkippen zeigen an, wie die Skiläufer dem Entzugsdruck bei der Ausübung ihres Sports begegneten. Das Rotmoos ist ein Sattelmoor mit vielfach verzweigten Schlenken und dazwischenliegenden Bultflächen. Wegen des Vorkommens von Mineralbodenanzeigern wie zum Beispiel Carex nigra, Sphagnum fallax ist das Rotmoos ein Pseudohochmoor (Lenzenweger, 1981). Das Rotmoos, ist bislang die einzige Fundstelle in Österreich von Euastrum crameri (Lenzenweger, pers. Mitteilung). Im Rotmoos wurden bei einer Vorabuntersuchung im Mai von Prof. Lenzenweger folgende Desmidiaceen gefunden:

saurer Bereich:

Actinotaenium cucurbita Bambusina brebissonii

Cosmarium pseudopyramidatum

Euastrum didelta

Spondylosium teragonom

Staurastrum aciculiferum, St. scabrum, St. orbiculare var. depressum

Tetmemorus brebissonii

übriger Bereich:

Closterium ralfsii

Cosmarium boeckii, C. connatum, C. botrytis, C. depressum, C. difficile, C. margaritatum, C. pseudoretusum, C. variolatum

Desmidium swartzii, D. aptogonum

Micrasterias pinnatifida, M. papillifera, M. cruxmelitensis

Pleurotaenium trabecula var. crassum

Staurodesmus convergens, St. polymorphum, St. polytrichum, St. teliferum, St. kaiseri, St. inflexum, St. orbiculare, St. hantzschii

Abb. 2: Desmidiaceen aus dem Gosaugebiet: 1 Actinotaenium cucurbita, 2 Euastrum bidentatum, 3 E. insigne, 4 E. didelta, 5 Tetmemorus granulatus, 6 Cosmarium boeckii, 7 C. elegantissimum, 8 C. perforatum, 9 C. caelatum, 10 C. maragaritiferum, 11 C. difficule, 12 Micrasterias pinnatifida, 13 Xanthidium armatum, 14 Staurodesmus convergens, 15 Staurastrum orbiculare, 16 St. teliferum, 17 St. spongiosum, 18 St. polytrichum, 19 St. hantzschii, 20 Bambusina brebissonii (Zeichnungen: R. Lenzenweger).

Eine Auswahl von Zeichnungen der gefundenen Arten wurde von Prof. Lenzenweger zusammengestellt (Abb. 2).

Der nahegelegene Fundort war das Weitmoos, etwas tiefer in ca. 1060 m Seehöhe, aber auf der gleichen, hier etwas abfallenden Hangstufe der Zwieselberg-Forststraße. Es handelt sich um ein Niedermoor sehr verschiedenen Topographiegrades mit einer sehr nassen, schwingenden Bult-Schlenken-Zone (Lenzenweger, 1981).

Hier wurden bei der Voruntersuchung folgende Arten gefunden:

Closterium lunula, C. striolatum, C. incurvum, C. closterioides var. intermedium, C. costatum, C. dianae

Cosmarium connatum, C. elegantissimum f. minor, C. difficile, C. laeve, C. ochthodes, C. quadratum, C. perforatum, C. caelatum, C. binum, C. pseudonitidulum var. validum, C. pyramidatum, c. pachydermum

Euastrum bidentatum, E. oblongum, E. didelta Hvalotheca dissiliens

Micrasterias denticulata, M. papillifera, M. rotata, M. truncata

Netrium digitus, N. interruptum

Penium spirostriolatum

Spirotaenia condensata

Staurastrum spongiosum, St. capitulum, St. teliferum, St. brebissonii, St. sexcostatum var. productum Tetmemorus granulatus, T. brebissonii

Xanthidium armatum

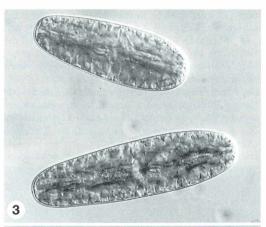
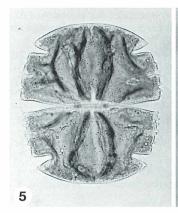




Abb. 3: Netrium digitus.

Abb. 4: Spirotaenium condensata.

366



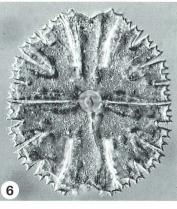


Abb. 5: Micrasterias truncata. Abb. 6: M. papillifera.

Das Wetter meinte es wiederum gut mit uns während der Exkursion; der Regen beschränkte sich praktisch auf die Zeit während des Mikroskopierens in den Räumen der Hauptschule, unserer Tagungsstätte. Prof. Lenzenweger hatte nicht zuviel versprochen: die zahlreich geschöpften Proben erwiesen sich als recht ergiebig.

Das Abendessen zum Ausklang des ersten Exkursionstages wurde beim "Kirchenwirt" eingenommen, einem gemütlichem Gasthof und Hotel. Wie zu erwarten gab es bis spät in den Abend Erfahrungsaustausch und Diskussionen.

Am Sonntag teilte sich die Gruppe zur Fahrt auf die Edtalm und für Fossilieninteressierte eine geologische Wanderung mit Sammeltätigkeit zum Neffgraben. Die an Zieralgen interessierte Gruppe fuhr bei schönstem Wetter im Konvoi auf der mautpflichtigen Forststraße zur bewirtschafteten Edtalm, wo die Fahrzeuge abgestellt wurden. Die Ausblicke unterwegs auf die Alpenwelt des Salzkammerguts waren allein schon die Fahrt wert.

Die kurze Wanderung zum Niedermoor führte über einen Höhenrücken. Im Angesicht des Dachsteinmassivs lagen die Schlenken im prallen Sonnenlicht. Sie waren von großer Ergiebigkeit an Zieralgen (Abb. 3-6), was mit starken Lupen bereits vor Ort festgestellt wurde. Nach Ende der Sammeltätigkeit wurde auf der Almhütte zusammen mit zahlreichen Wanderern Jause gehalten. Die Rückfahrt war genauso schön wie die Hinfahrt. Am späten Nachmittag wurde mikroskopiert. Die kleine Gruppe der Fossilienfreunde unter den Mikroskopikern wurde von Helmut Lenzenweger geführt. Der Sohn von Rupert Lenzenweger gilt als ausgezeichneter Kenner von Fossilien besonders des Gosaugebiets, das sehr fundreich an Korallen, Hippuriten, Cycloliten, Schnecken und anderem ist. Ziel war der sogenannte Neffgraben bei Rußbach im Bereich des Passes Geschütt. Er ist nur durch mühselige Kraxelei durch Gräben und über steile Hänge erreichbar. Oft diente Buschwerk als einzige Möglichkeit zum Festhalten. Die Teilnehmer konnten Schnecken und Muscheln und deren Abdrücke sammeln, wie es die Größe der Rucksäcke erlaubte beziehungsweise es die Tragfähigkeit der Besitzer zuließ. Der Tagesabschluß wurde wiederum mit einem Abendessen aus der guten Küche des Kirchenwirts begangen. Am darauffolgenden Vormittag wurde bis zum Ende des Treffens zur Mittagszeit mikroskopiert.

### Literaturhinweise

Förster, K.: Das Phytoplankton des Süßwassers, 8. Teil, 1. Hälfte Conjugatophyceae in Huber-Pestalozzi, G.: Die Binnengewässer, Band XVI, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1982.

Lenzenweger, R.: Zieralgen aus dem Hornspitzgebiet bei Gosau (Teil I). Naturk. Jahrb. Stadt Linz 27, 25-82 (1981).

Lenzenweger, R.: Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 1 u. 2 in Bibliotheka Phythologica, Band 101 u. 102 von Kies, L., u. Schmeter, R. (Hrsg.). Verlag J. Cramer in Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, Stuttgart 1996 u. 1997.

Streble, H., Krauter, D.: Das Leben im Wassertropfen, 8. Aufl. Frankh'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart 1985.

Verfasser: Karen und Dr. Ingo Pflugmacher, Asternstr. 16, D-40668 Meerbusch

# Stereonema geiseri im Palmengarten

# Martin Kreutz und Ernst Hippe

Mikroskopiker, die sich mit den Süßwasserprotozoen beschäftigen, kennen die Artenvielfalt selbst in kleinsten Wasseransammlungen, die immer für Überraschungen gut sind. Die Suche nach solchen Fundorten kann sich lohnen. Dies ist auch für die Blattrosetten von Bromelien bekannt. Sie haben sich nun auch als Biotop eines merkwürdigen Flagellaten herausgestellt.

er Frankfurter Palmengarten beherbergt viele verschiedene Bromelien, in deren Blattrosetten sich häufig dauerhaft Wasser ansammelt. Im März 1997 und Januar 1998 wurden mit einer Pipette mehrere Proben aus ihnen entnommen. Dabei fielen zwei Proben durch intensive Grünfärbung auf. Sie rührte bei der einen von einer Massenentwicklung einer sehr kleinen Art der Jochalge Cosmarium her, bei der anderen jedoch von einem Massenauftreten von Euglena mutabilis und Chlamydomonas spec. Einen schönen Kontrast bildete beide Male der rosarote Ciliat Blepharisma persicinum in diesen Proben. Erst nach 6 Wochen konnten in der Probe mit E. mutabilis bei Beobachtung mit einem Wasserimmersionsobjektiv 40× sehr kleine spindelförmige Organismen gefunden werden, die zunächst für den Ciliaten Kahlilembus attenuatus (Foissner et al., 1994) gehalten wurden. Bei genauerer Betrachtung konnte jedoch kein Mundfeld und keine durchgehende Bewimperung festgestellt werden. Der Organismus wurde daraufhin als der heterotrophe Flagellat Stereonema geiseri (Foissner und Foissner, 1993) identifiziert, der in Deutschland bisher nur im Bewuchs des Flusses Amper gefunden wurde, einem doch recht unterschiedlichen Ort.

# Ein außergewöhnlich geformter Flagellat

Der schlanke Zellkörper hat annähernd parallele Seiten und endet in einem langen, recht starren Schwanz, der etwa ein Drittel der Gesamtlänge einnimmt (Abb. 1). Am Vorderende entspringen eine nicht zu ermittelnde Zahl von cilienähnlichen Flagellen, die in Reihen leicht spiralig um den Zellkörper laufen. Diese enden

jedoch im vorderen Zelldrittel. In diesem Bereich finden sich auch Extrusome, die aber lichtmikroskopisch nur schwer zu erkennen sind. Weitere einzelne Flagellen entspringen bis hin zum Beginn des Schwanzes. Ihre genaue Anordnung konnte nicht ermittelt werden. Der ovale, 5×2,3 μm große Kern liegt eine viertel Zellänge hinter dem Vorderende (Abb. 1). Besonders in der Zellmitte findet man Ansammlungen von ca. 0,5 μm großen Granula, offensichtlich Vorratskörpern oder Nahrungsvakuolen. Die kontraktile Vakuole liegt gut sichtbar am Übergang zum Schwanz und hat in der Diastole einen Durchmesser von 2 μm.

# Problematik der Zuordnung

Nach unseren Messungen ist *S. geiseri* mit 36–41 µm Länge einschließlich Schwanz und 4–4.6 µm Breite etwas länger und schmaler als nach Angaben von Foissner und Foissner (1993), die Längen von 20–30 µm und Breiten von 5–8 µm nennen. Allerdings fanden wir

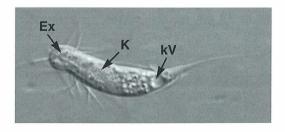


Abb 1: Stereonema geiseri aus dem Frankfurter Palmengarten im DIK. Das Exemplar ist 36 µm lang. K Kern, Ex Lage der Extrusome, kV kontraktile Vakuole. 1650×.

anfangs auch Exemplare mit 30 µm Länge, wobei aber nicht mehr genau nachzuprüfen ist, wie weit jeweils der Schwanz mitgemessen wurde.

Eine Länge von ca. 40 µm würde eher auf *Spironema terricola* passen (Foissner und Foissner, 1993). Dagegen spricht jedoch, daß diese Art euglenoide Bewegungen durchführen kann. Diese konnten wir nie beobachten. Vielmehr war die Bewegung gekennzeichnet durch Umbiegen und Krümmen des Vorderkörpers, wobei die Form erhalten blieb. Der Organismus schwamm nicht frei, sondern glitt vorwärts und rückwärts. Dies schließt auch eine Verwechslung mit *Stereonema multiciliatum* aus, einer weiteren Art dieser Gattung (Foissner und Foissner, 1993). Diese Art wird nur ca. 14 µm lang und kann sich ebenfalls euglenoid bewegen.

Obwohl die exakte Zuordnung dieses Flagellaten schwierig und mit einigen offenen Fragen behaftet ist, zeigt der Fund dennoch, daß man mit interessanten Ergebnissen rechnen darf, wenn die Probe von ungewöhnlichen Fundorten stammt.

### Dank

Wir danken Herrn Prof. Dr. W. Foissner für die Begutachtung unseres Materials und der Diskussion zur Bestimmung der Art Stereonema geiseri.

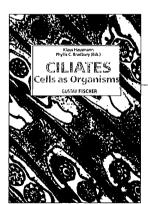
### Literaturhinweise

Foissner, I., Foissner, W.: Revision of the familiy Spironemidae Doflein (Protista, Hemimastigophora) with description of two new species, *Spironema terricola* n. sp. and *Stereonema geiseri* n. g., n. sp. J. Euk. Microbiol. 40, 422–438 (1993).

Foissner, W., Berger, H., Kohmann F.: Taxonomische und Ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Bd. III: Hymenostoma, Prostomatida, Nassulida. Informationsber. d. Bayer. Landesamt. f. Wasserw., München 1994.

Verfasser: Dr. Martin Kreutz, Magdeburger Str. 2, D-78467 Konstanz und Ernst Hippe, Am Forsthaus Gravenbruch 48, D-63263 Neu-Isenburg

# Ciliates: An actual compilation!



1996. 485 pp., 323 micrographs, 154 line drawings, 67 diagramms, 20 tables, hard cover DM 248,— / ÖS 1835,— / SFr 238,50 ISBN 3-437-25036-1 ISBN-NY: 1-56081-432-2

Insights on cytology, physiology, and genetic of ciliates New conclusions about ontogenesis, sexuality, ecology and systematics

In this book experts from all over the world present their current conclusions about all aspects of the biology of ciliates. Modern ultrastructural and molecular techniques have resulted in this beautifully illustrated treatise on these extraordinary cells as organisms.

GUSTAV FISCHER

# Plankton der Meere – Teil II: Protozoen

Rudolf Drews

Ein frischer Plankton-Netzfang – möglichst gleich in einer Petrischale mit einem Exkursionsmikroskop bei Dunkelfeld beobachtet – zeigt erst so richtig, was lebendes Plankton heißt: da zappelt's und gleitet's, strudelt's und flimmert's, hier leuchtet es farbig und dort glitzert es gläsern.

as Kennzeichen tierischen Planktons (Zooplanktons) ist – abgesehen von den Radiolarien und Foraminiferen – in der Tat seine Beweglichkeit. Diese ist nötig, teils um Beute zu jagen, teils um ein Absinken zu verhindern, teils um neue Lebensräume aufzusuchen oder, wie es tagesperiodisch wandernde Planktonten tun, aus tieferen Zonen an die Oberfläche zu steigen (was nachts geschieht; tagsüber sinken sie wieder ab).

Zooplanktonten sind Konsumenten, daher müssen sie diejenigen Räume aufsuchen, die Nahrung versprechen. Am dichtesten bevölkert ist die euphotische Zone, also der Bereich, in dem die photoautotrophen Primärproduzenten leben und gedeihen. Bewegung im Sinne von Platzwechsel erhöht zudem die Wahrscheinlichkeit, auf ein freßbares Partikel zu stoßen, und erhöht die Sauerstoffkonzentrationsdifferenz zwischen Außenmedium und Körperinnerem. Die Fortbewegung der Planktonten geschieht durch ruderartig benutzte Körperextremitäten (z. B. der Ruderfußkrebse), durch Rückstoß von Wasser durch mehr oder weniger verengte Körperöffnungen oder dergleichen (Medusen), durch Schlängeln des Körpers (Appendikularien) oder durch Felder oder Bänder koordiniert schlagender Wimpern (Tintinnen, Rippenquallen, Metazoenlarven).

Im folgenden werden systematische Gruppen tierischer Planktonten vorgestellt, die einem beim Fischen mit dem Planktonnetz in küstennahen Gewässern begegnen können.

# Dinoflagellaten

Die zweigeißeligen Dinoflagellaten sind wohl die bedeutendsten Primärproduzenten der

Ozeane (Abb. 1 und 2). Deshalb stehen sie auch gleich am Anfang der Aufzählung. Die autotrophen Formen haben gelbbraune Plastiden; außerdem gibt es auch heterotrophe Arten. Die Geißeln schwingen in einer Längsund einer Querfurche. Auffälliges Kennzeichen ist der taxonomisch wichtige aus einzelnen Zelluloseplatten zusammengesetzte Panzer. Kontraktile Vakuolen fehlen. Die Chromosomen sind ständig, also auch in der Interphase, geknäuelt und so auch im Ruhekern sichtbar. Manche Arten sind für giftige Algenblüten berüchtigt. Auch das viel zitierte Meeresleuchttierchen Noctiluca miliaris gehört zu den Dinoflagellaten (Abb. 3). Besonders hübsche Schweber sind die Dinophysiden (Abb. 2a), deren Geißelquer- und -längsfurchen von Flügelleisten begrenzt werden. Die Individuen mancher Arten sind regelmäßig in Ketten angeordnet. Es gibt kaum einen Meeresplanktonfang, der keine Dinoflagellaten enthält.

# Silicoflagellaten

Dies sind ziemlich kleine Geißeltiere und im Fang nicht häufig. Ihr sternartiges Kieselsäureskelett liegt zum Teil extrazellulär. Auch hier gibt es auto- und heterotrophe Arten. Sie besitzen nur eine Geißel. Im Tertiär waren sie häufig; heute gibt es nur zwei Gattungen mit wenigen Arten.

### **Foraminiferen**

Sie gehören systematisch zu den Wurzelfüßern (Rhizopoden), also zu Einzellern, die Pseudopodien ausbilden. Bei den Foraminiferen sind

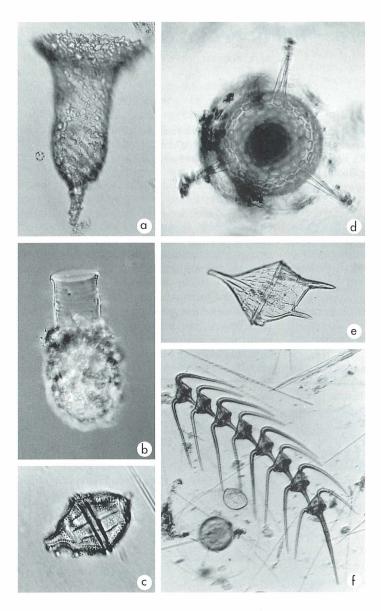


Abb. 1: a) Die aus organischer Substanz bestehende Wand der Tintinne (Gattung Tintinnopsis) weist eine Spiralstruktur auf und ist mit Sandkörnchen besetzt (Marokkanische Atlantikküste). b) Die Tintinne Codonellopsis ecaudata hat ein von Fremdkörpern freies Halsstück. c) Die Panzerplatten der Peridineen entstehen intrazellulär und bestehen aus Zellulose. Die Geißel-Querfurche ist gut zu erkennen (Adriatisches Meer). d) Fixiertes Exemplar der Radiolarie Hexacontium. An den über die Gitterkugel hinausragenden Axopodien haben sich Detritusteilchen verfangen (Pazifik, Hawaii-Inseln). e) Eine Peridinee (Ceratium spec.). f) Peridineen-Kette (Ceratium tripos; Pazifik, Ecuador).

es häufig netzartig verzweigte fadenförmige Pseudopodien. Diese ermöglichen den Planktonformen das Schweben; denn das für Foraminiferen charakteristische Kalkskelett würde leicht absinken. Die Globigerinen haben lange aus Kalk bestehende Schwebestacheln ausgebildet (Abb. 4). Foraminiferen sind Detritusfresser oder Räuber. Die Schalen der Globigerinen haben sich auf manchen Ozeanböden zu Sedimentschichten (Globigerinenschlamm) angehäuft.

### Radiolarien

Es gehört zu ganz besonderem Glück, ein lebendes Radiolar in Küstennähe zu fangen, wenn es nicht gerade zur Gruppe der Acantharien gehört; denn diese scheinen hier etwas häufiger zu sein, wenn auch immer noch selten.

Radiolarien sind ebenfalls wie die Foraminiferen Wurzelfüßer. Ihr Skelett besteht jedoch aus Siliziumdioxid, das der Acantharien aus Strontiumsulfat. Dieses Salz löst sich leicht in Meerwasser,

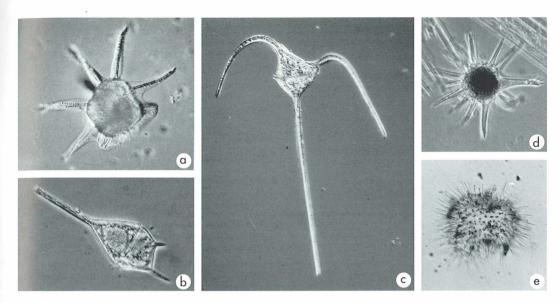


Abb. 2: a) Dinoflagellat (*Dinophysis* spec.; Adriatisches Meer). b) Der große Zellkern dieses Dinoflagellaten (*Ceratium* spec.) läßt die Chromosomen erahnen (Rotes Meer). c) Dinoflagellat *Ceratium tripos* mit langen Schwebefortsätzen. d, e) Cysten (wahrscheinlich von Dinoflagellaten; Pazifik).

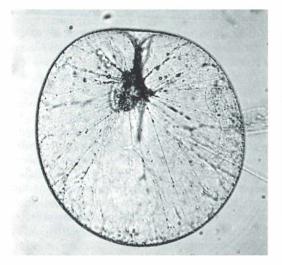


Abb. 3: Das Meereleuchttierchen Noctiluca miliaris. Die Zelle gleicht einer ca. 1 mm großen wassergefüllten Kugel, die von einem Plasmafadennetz durchzogen ist. Der im Bild dunklere Bereich enthält den Zellkern und er ist der Ort, wo die Geißeln und ein tentakelartiger Zellfortsatz (als unscharfer Schatten zur Kugelmitte hin) entspringen. Das Meeresleuchten ist nur bei Massenauftreten und bei Wasserbewegung zu beobachten (Nordsee).



Abb. 4: Globigerine (Pazifik, Australien). Das Kalkgehäuse ist mit langen Schwebestacheln besetzt. Der sogenannte Globigerinenschlamm, der aus den Skelettresten abgestorbener Individuen besteht, bedeckt 36% der Weltmeerfläche in der Tiefe zwischen 2000 und 5000 m in allen drei Ozeanen.

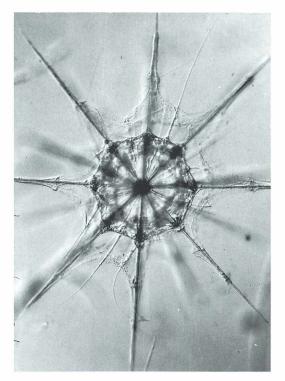


Abb. 5: Acantharee (Radiolarie) mit Strontiumsulfat-Stacheln (Mittelmeer) (Foto: K. Hausmann, Berlin).

und so ist es nicht verwunderlich, daß konservierte Fänge mit anfangs vorhandenen Acantharien schon nach einigen Tagen ohne diese sind! Das Skelett der Acantharien besteht im Grundtyp aus 10–20 Stacheln, die im Zentrum zusammenstoßen (Abb. 5). Eine perforierte Kapsel trennt ein inneres kernhaltiges Plasma von einem vakuolisierten Äußeren. Auch die anderen Radiolariengruppen besitzen eine Zentralkapsel (sie fehlt bei einer Acanthariengruppe). Die Pseudopodien sind Axopodien, d. h. mit Mikrotubuli versteifte Plasmafortsätze. Viele Radiolarien enthalten Zooxanthellen, symbiotische Algen, und sind daher im plasmatischen Bereich gelblich, bräunlich oder rötlich gefärbt.

### **Tintinnen**

Hierbei handelt es sich um Ciliaten mit einem Gehäuse und einer kräftig ausgebildeten adoralen Membranellenzone. Die übrige Zellkörperbewimperung ist stark reduziert. Das Gehäuse besteht aus einer organischen Substanz, die gemustert sein kann oder Sandkörnchen ein- bzw. anlagert (Abb. 1a, b).

# Bedeutung der Protozoen in den Ozeanen

Viele Vertreter der Dinoflagellaten sowie die Silicoflagellaten und Coccolithophoriden (eine Kalkplättchen tragende Flagellatengruppe) besitzen assimilatorische Farbstoffe; sie spielen daher eine wichtige Rolle als Primärproduzenten. Daß diese Formen auch heterotroph leben können und daß es unter den Dinoflagellaten völlig farbstofffreie Arten gibt, ist durch etliche Beispiele belegt. Foraminiferen, Radiolarien und Ciliaten – also durchweg heterotroph lebende Gruppen – können sich jedoch durch Aufnahme am Leben gehaltener assimilatorisch tätiger Einzeller der Stoffwechselprodukte (Kohlenstoffhydrate, Vitamine) jener Symbionten bedienen, wofür sie jene unter anderem mit N-haltigen Mineralstoffen versorgen. Auch im Gewebe der Korallen leben assimilierende Dinoflagellaten (sogenannte Zooxanthellen).

Als Ursache von Vergiftungen durch Muschelfleisch wurden verschiedene Dinoflagellaten identifiziert (Arten der Gattungen Gonyaulax, Protogonyaulax, Pyrodinium, Dinophysis und Gymnodinium), die von den Muscheln als Plankton- und Detritusfiltrierer eingestrudelt werden. Möglicherweise wird das Gift nicht allein von den Dinoflagellaten produziert, sondern durch Mithilfe symbiontisch lebender Bakterien. Als weitere Folge eines massenhaften Auftretens bestimmter Dinoflagellaten wäre die in manchen Meeresregionen (Atlantik vor Afrika, Gewässer um Japan, Rotes Meer) regelmäßig zu beobachtende Wasserverfärbung zu nennen, die unter dem Begriff "Rote Tiden" bekannt ist.

Abgesehen von manchen negativen Auswirkungen der Meeresprotozoen, wozu man auch Parasitismus an Krebsen, Fischen etc. rechnen könnte, gehören die Protozoen ebenso wie die in Teil I beschriebenen Diatomeen zum Nahrungsspektrum der kleinen Metazoen, und sie stellen daher – sowohl als selbst assimilierende Produzenten als auch als Bakterien und Kleinalgen fressende Primärkonsumenten – ein wichtiges Verbindungsglied im ozeanischen Nahrungsnetz dar.

Im Jahr 1911 hat H. Lohmann im Sommer (Mai bis September) mit der "Deutschland" eine Plankton-Expedition von Bremerhaven nach Buenos Aires unternommen, wobei die Planktonzusammensetzung von 0–200 m Tiefe untersucht wurde. Das Fazit vieler Einzelmessungen auf der Route ist mittlerweile für alle Ozeane bestätigt und Allgemeingut meeresbiologischer Lehrbücher geworden. Folgende Grundaussagen konnten gemacht werden:

- Die Protozoen sind in nördlichen (und südlichen) Regionen häufiger als in der Tropenzone.
- Die Protozoen sind in der Oberflächenzone häufiger als in der Tiefe.
- Nackte Flagellaten sind die häufigsten Protozoen.
- Nackte Flagellaten (mit oder ohne Assimilationspigmente) und Coccolithophoriden übertreffen zahlenmäßig die gepanzerten Formen (inclusive Silicoflagellaten) um etwa das Zehnfache.

Die Anhäufung von Phytoplankton und Protozoen mit Assimilationsfarbstoffen an der Oberfläche zieht zwangsläufig die Anhäufung von Phytoplankton fressenden Konsumenten in derselben Zone nach sich. Von mehreren Zooplanktonten (z. B. Copepoden = Ruderfußkrebse) ist bekannt, daß sie tagesperiodische Vertikalwanderungen unternehmen und nachts zum Fressen an die Oberfläche kommen, tagsüber aber in tiefere Zonen absinken. Tropische Meereszonen gelten als ozeanische Wüsten, deren klares Wasser bei den Touristen, insbesondere den Tauchern, beliebt ist. Diese Zonen sind tierarm, was die Individuenzahl betrifft, jedoch tierreich hinsichtlich der vielfältig an die besonderen Bedingungen angepaßten Tierarten einschließlich der Korallen und ihrer Bewohner. Nur wo kaltes, nährstoffreiches Tiefenwasser die Oberfläche erreicht (zum Beispiel die Küste von Peru), entfaltet sich ein reiches Planktonleben und damit großer Fischreichtum. Weitere Ursachen lokaler Planktonanhäufungen können besondere Wind- und dadurch verursachte Oberflächenströmungen sein, besondere Strömungsverhältnisse an Meerengen sowie beim Aufeinandertreffen von Wassermassen unterschiedlicher Temperatur und Dichte.

Untersuchungen der Planktonverteilung und der Artenzusammensetzung sind heutzutage Routine geworden. Die Bestimmung der Planktonarten und ihrer Biomasse als Grundbestand im Nahrungsnetz, wobei die Protophyten und Protozoen eine zentrale Stellung einnehmen, geben wichtigen Aufschluß über die Nahrungsressourcen der Fischbestände.

### Literaturhinweise

Brinkmann, R.: Abriß der Geologie. Bd. 1. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1956.

Götting, J.-J., Kilian, E. F., Schnetter, R.: Einführung in die Meeresbiologie 1. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig, Wiesbaden 1982.

Grell, K.: Protozoologie. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1968.

Hausmann, K.: Protozoologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1985.

Hertling, H.: Einführung in die Meeresbiologie. Duncker und Humblot, Berlin 1963.

Lohmann, H.: Untersuchungen über das Pflanzenund Tierleben der Hochsee. Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde an der Universität Kiel. A. Geografische und naturwissenschaftliche Reihe, H. 1. Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Berlin 1912.

Mebs, D.: Gifttiere. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, Stuttgart 1992.

Newell, G. E., Newell, R. C.: Marine Plankton. Hutchinson & Co., London 1977.

Popofsky, A.: Die Acantharia der Plankton-Expedition. Teil 1: *Acanthometra*. Verlag von Lipsius und Tischer, Kiel und Leipzig 1904.

Siewig, R.: Lehrbuch der Zoologie. Bd. 2, Systematik. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1985.

Storch, V., Welsch, U.: Systematische Zoologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1997.

Westheide, W., Rieger, R.: Spezielle Zoologie, Teil 1. Einzeller und wirbellose Tiere. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996.

Verfasser: Rudolf Drews, Straße 366, Nr. 3, D-13503 Berlin

# Nachricht



In der Zeit vom 26. April 1999 bis 01. Mai 1999 veranstaltet die Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Hannover unter der Leitung von Herrn Karl Brügmann zum 7. Mal das Mikroskopier-Treffen auf dem Wohldenberg in der Nähe von Hildesheim.

Diese Veranstaltung zeichnet sich dadurch aus, daß ihr Schwerpunkt auf der Herstellung von histologischen Präparaten liegt. Hierbei verarbeitet jeder Teilnehmer etwa 30 Mikrotomschnitte von botanischen und tierischen/menschlichen Geweben zu wertvollen Dauerpräparaten (verschiedene Mehrfachfärbungen). Selbständiges Arbeiten und amateurgerechte, semiprofessionelle Methoden garantieren einen guten Erfolg und ermöglichen den Teilnehmern auch ein Nachvollziehen im häuslichen Labor, zumal viele der benötigten Chemikalien gleich mitgenommen werden können. Es werden auch Schnitte von in Kunststoffen (Epoxidharz und Glykolmethacrylat) eingebetteten Pflanzengeweben bearbeitet, wodurch eine noch bessere Qualität der fertigen Präparate erreicht wird.

Über eine Videoanlage am Mikroskop können die hergestellten Präparate gemeinsam diskutiert werden.

Zum festen Bestandteil des Programms gehört auch ein schöner Gesteinsdünnschliff, der wieder unter der Anleitung von Wilfried Latz hergestellt wird. Diese handwerkliche Tätigkeit bereitet allen Teilnehmern immer große Freude.

Bei Bedarf können sich auch die Planktonfreunde reichlich betätigen. Michael Butkay steht dabei mit Rat und Tat am 30. April zur Verfügung.

Eine fachbezogene Besichtigungsfahrt ist auch vorgesehen. Sie führt nach Seelze bei Hannover zur Fa. Riedel-de Haën, die Laborchemikalien, besonders auch für die Mikroskopie, herstellt und vertreibt.

Die Abende werden mit Diavorträgen und Diskussionen ausgefüllt. Ferner besteht die Möglichkeit, an

einem Abend mikroskopische Geräte und Zubehörteile zu tauschen.

Die Veranstaltung findet in den Gebäuden einer Bildungsstätte statt, die unterhalb der Burganlage "Wohldenberg" mitten im Wald gelegen ist und von der Autobahn gut zu erreichen ist.

Die Teilnehmer können bei der Übernachtung wählen zwischen Doppelzimmer mit Bad und WC (Belegung mit 2 Personen) (440 DM/Person), Doppelzimmer mit Bad und WC als Einzelzimmer (495 DM/Person), Einzelzimmer mit fl. Wasser, Etagendusche (wie bisher) (440 DM/Person).

Die Preise enthalten Übernachtung, Frühstücksbüffett, Mittagessen, Nachmittagskaffee und Abendessen sowie die Kurskosten einschließlich der Verbrauchsmaterialien.

Ein Grillabend auf der großen Hausterrasse ist eine beliebte Abwechselung und bietet die Gelegenheit, beim Einbecker Mai-Bockbier über mikroskopische Themen zu diskutieren.

Ein eigenes Mikroskop ist möglichst mitzubringen.

Die Einzelheiten in Kürze:

Wann: 26. April 1999, 12.00 Uhr bis 01. Mai 1999, 11.00 Uhr.

Wo: Haus Wohldenberg, 31188 Holle, Autobahn A7, Ausfahrt Derneburg  $\rightarrow$  Holle  $\rightarrow$  Sillium  $\rightarrow$  Wohldenberg.

Die nächste Bahnstation ist Derneburg, von dort mit Taxi (ca. 5 km).

Eine verbindliche Anmeldung sollte möglichst früh, aber spätestens bis zum 01. März 1999 schriftlich oder durch Zahlung des entsprechenden Betrages auf folgendes Konto erfolgen:

Karl Brügmann, Sonnenweg 33, 30171 Hannover; Tel.: (0511) 81 33 33; Konto 48559-306 bei Postbank Hannover (BLZ 250 100 30).

# Flagellat aus der Flasche: Rhizidiomyces apophysatus

# Ernst Hippe

Algenpilze sind vielgestaltig und weit verbreitet, aber unauffällig. Um eine Fortpflanzung zu beobachten, braucht man einiges Glück und etwas Geduld – wie oft am Mikroskop.

m Wasser aus einem Blumentopfuntersatz fiel mir im März 1998 eine rundliche Ansammlung kleiner kugeliger Gebilde auf. Mit einem Objektiv 40× war folgendes zu erkennen (Abb. 1, etwas schematisiert).

# "Nestlinge"

Wie in einem Nest (N) sind ca. 20 Zellen nach allen Seiten radial angeordnet, die – von innen nach außen – aus einem leeren Stiel, einer ku-

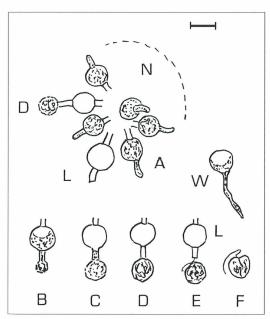


Abb. 1: Rhizidiomyces apophysatus. N Nest von Sporangien, A Sporangium gefüllt mit Plasma, L Sporangium leer, B–D ausschlüpfendes Plasma, E Zoosporenbildung, F freie Zoospore, W Zelle mit Faden. Balken = 10 µm.

geligen Kapsel und einem fingerartigen Fortsatz bestehen, ähnlich einer Flasche oder dem Zylinder einer Petroleumlampe. Kapsel und Finger sind von feinkörnigem Plasma erfüllt (A), einige sind aber ganz leer (L). Die Kapseln haben 7 µm Durchmesser, die Gesamtlänge mit Stiel und Finger beträgt etwa 26 µm. Vakuolen oder Kerne sind nicht zu erkennen. Die Stiele scheinen innen durch Gallerte verbunden. Das Ganze ist farblos.

### Ausschwärmen

Bei manchen Zellen beginnt das Plasma aus der Kapsel durch den Finger nach außen zu wandern, wo es eine kleine Kugel bildet (B), bis es schließlich (C) auch den Finger verläßt, aber noch an ihm haftet (D). Die Kugel beginnt sich zu bewegen, eine Geißel wird sichtbar (E). Offenbar besteht noch eine Verbindung zum leeren Fingerstutzen, denn ein vorbeiwirbelnder Ciliat treibt sie nicht ab.

Etwa 20 Minuten nach dem Beginn des Austretens löst sich die zum Flagellat gewordene Kugel ab, bleibt aber mit körpernah gekräuselt schlagender Geißel noch bis zu 10 Minuten liegen. Dann schwimmt plötzlich der Flagellat mit großer Geschwindigkeit in Bögen davon. Er erscheint etwas abgeplattet mit einer Längseinkerbung.

Manche Zellen im Zustand D oder E bleiben auch ortsfest ohne Geißel liegen; aus ihnen wächst nach 10 Stunden ein bis zu 30 µm langer Schlauch heraus (W). Nach dieser Zeit war etwa eine Drittel der Zellen noch im Zustand A, ein weiteres leer (L) und der Rest im Zustand W, nach weiteren Stunden mit noch längerem Schlauch, einmal sogar verzweigt. Auch von ihnen waren später einige wieder leer. Ein-

zelne gab es auch fern vom Nest, wo also vielleicht ein Flagellat sich rückverwandelt hatte.

# Des Rätsels Lösung: Algenpilze

Bei dieser offensichtlichen Schwärmerbildung und der Abwesenheit von Chlorophyll liegt es nahe, an Algenpilze (Phycomycetes) zu denken. Ein genauerer Vergleich mit Sparrow (1960) zeigt, daß es Schwärmer oder Zoosporen mit einer Geißel am Vorderende nur bei der Ordnung Hyphochytriales gibt. In ihr ist die Familie Rhizidiomycetaceae gekennzeichnet durch einen monozentrischen Thallus von Sporangien, der eine Art von Fruchtstand bildet (Nest). Hier wiederum bahnen sich die Zoosporen ihren Weg durch die Mündung enger Auslaßröhren bei der Gattung Rhizidiomyces (Zustand B–E). Nach der Entlassung der Zoosporen bleibt die Sporangienwand bestehen (L).

Aufgeblähte Sporangien sind dann typisch für die Art *R. apophysatus*, deren Abbildungen bei Sparrow (1960) den Zuständen A und C genau entsprechen. Der Durchmesser der Sporangien wird größer angegeben als von mir beobachtet; im übrigen stimmen aber alle Kriterien. Diese Art kommt nach den dortigen Angaben weltweit als Parasit auf anderen Phycomyceten und Algen vor, aber auch im Erdboden. Sie werden sicher leicht übersehen; Schlüpfvorgang und Bildung der Schwärmer sind aber höchst interessant zu beobachten.

### Literaturhinweis

Sparrow, F. K. Jr.: Aquatic Phycomycetes. University of Michigan Press, Ann Arbor 1960.

Verfasser: Ernst Hippe, Am Forsthaus Gravenbruch 48, D - 63263 Neu-Isenburg

# Kurze Mitteilung

# **Abwehrspezialisten**

Cyanobakterien, die man früher einfach als Blaualgen bezeichnete, sind nach ökologischen Maßstäben sicher eine ungewöhnlich erfolgreiche Organismengruppe. Man findet sie nahezu überall: Auf überrieselten Felswänden bilden sie die bekannten tiefschwarzen Tintenstriche. besiedeln aber auch ebenso Duschvorhänge, Abdichtungen von Autofenstern oder die feuchten Mauern alter Dorfkirchen. In besonders nährstoffreichen Teichen und Weihern sind sie sehr häufig an sogenannten "Algenblüten" mit schaumig aufgetriebenen, flottierenden Schwimmdecken beteiligt. Aber auch ohne diesen massiven Aufmarsch sind sie im Oberflächenbereich fast aller Gewässer artenreich vertreten. Natürlich konkurrieren sie hier mit anderen gewässerbewohnenden Mikroalgen um Licht und Luft.

Um dabei letztlich nicht zu unterliegen, vertreiben sie die bedrohlichen Konkurrenten mit besonderen Reizstoffen: Aus einem laborgezüchteten Stamm der Gattung Nostoc hat man kürzlich den chemisch recht kompliziert aufgebauten Inhaltsstoff Nostocyclamid isoliert, der das Wachstum der Konkurrenz wirksam unterdrückt und auch Freßfeinde (wie Kleinkrebse und Rädertiere) zuverlässig auf Distanz hält. Bei einem anderen Cyanobacterium, der Spe-

zies Scytonema ocellatum, löst schon die bloße Anwesenheit pilztypischer Zellwandbausteine die Synthese wirksamer Pilzabwehrstoffe aus. Von Wasserbewohnern hatte man bisher keine konkreten Hinweise auf solche Methoden der chemischen Kampfführung. Das Verfahren erinnert jedoch sehr an die unter dem Begriff Alzusammengefaßten stofflichen Attacken höherer Pflanzen, mit denen sich bestimmte Arten (beispielsweise Nußbäume) lästige Konkurrenz im Wurzelbereich unterdrücken. Technische bzw. praktische Anwendungen der neu entdeckten Nostoc- oder Scytonema-Inhaltsstoffe sind noch nicht in Sicht. Die Verbindungsklasse, zu der das Nostocyclamid gehört, hat in anderen Versuchsreihen bemerkenswerte biologische Eigenschaften gegen Krebszellen gezeigt.

Harborne, J. B.: Ökologische Biochemie. Eine Einführung. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1995.

Patterson, G. M. L. *et al.*: Fungal cell wall polysaccharides elicit an antifungal secondary metabolite (phytoalexin) in the cyanobacterium *Scytonema ocellatum*. J. Phycol. 33, 54–60 (1997).

Todorova, A., Jüttner, F.: Ecotoxicological analysis of nostocyclamide, a modified cyclic hexapeptide from *Nostoc*. Phycologia *35*, 183–188 (1996).

B. P. Kremer, Redaktion MIKROKOSMOS

# Mikro-Einsteiger

# Krokus, Alpenveilchen, Schiefblatt – Blattdesign aus Licht und Luft

Erich Lüthje

Neben ihren bunten Blüten präsentieren viele Gewächse, zumal Zierpflanzen, auch auffällig gefärbte Blätter. Blutbuche (Fagus sylvatica) und Liliengrün (Chlorophytum comosum) sind bekannte Beispiele. Der Farbstoff Anthocyan bzw. Chlorophyllverlust in den Plastiden verursachen diese Abweichungen vom Normaltypus. Indes halten manche Pflanzen noch ein weiteres, etwas dezenteres Blattmuster bereit.

ilbrig schimmernde Areale bilden auf Blättern bisweilen streng geometrische, vielfach aber auch mehr ornamental anmutende Muster. In den folgenden Ausführungen wird erläutert, was der morphologische Hintergrund derartiger Musterungen ist.

# Krokus: Ein Silberstreif führt auf die Spur

Ein heller Streifen ziert die Mitte der grasartigen Krokusblätter und kontrastiert wirkungsvoll mit dem kräftigen Grün der schlanken Spreite. Wir benötigen nur Rasierklinge und Handlupe, um am Schnittprofil die Voraussetzungen der weißen Verzierung zu erkennen: Der etwa kastenförmige Mittelteil des Blattquerschnittes enthält ein sehr lockeres, dünnwandiges, interzellularenreiches Gewebe, das von der Epidermis überdeckt wird (Abb. 2 und 3). Die hierin eingeschlossene Luft reflektiert das Licht – und schon ist das Muster perfekt. Diese Blattkonstruktion dient wohl nicht nur zur Zierde des Frühblühers; vielmehr stellt die rinnige Versteifung der Blattmitte zusammen mit einer Bohrspitze aus verdickten Zellen eine Anpassung an die Schneeblüte dar (Düll und Kutzelnigg, 1992).

# Alpenveilchen: Silbergrüne Ornamente

Beim Wilden Alpenveilchen (Cyclamen purpurascens) finden wir eine silbrig-hellgrüne

Fleckenzeichnung auf den Laubblättern. Auch unsere Topfpflanzen, die auf Cyclamen persicum zurückgehen (Düll und Kutzelnigg, 1992), zeigen dieses edle Design (Abb. 1). Blattquerschnitte enthüllen wiederum ein musterbildendes Spiel von Licht und Luft: In ungefleckten Bereichen stoßen die Palisadenzellen lückenlos an die obere Blattepidermis (Abb. 4). Bei gefleckten Ausschnitten liegen hingegen zwischen Epidermis- und Palisadenzellen luftgefüllte Interzellularen, welche das einfallende Licht reflektieren (Abb. 5).

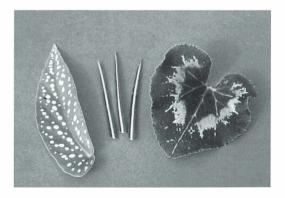


Abb. 1: Blätter bzw. Blattspitzen mit silbrigweißer Musterung von Begonia corallina (l.), Cyclamen persicum (r.) und Crocus albiflorus (Mitte).

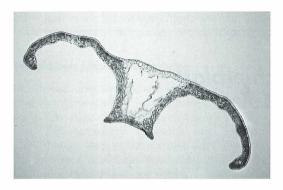


Abb. 2: Blattquerschnitt von Crocus albiflorus mit rinnenförmigem Mittelteil; ca. 15×.

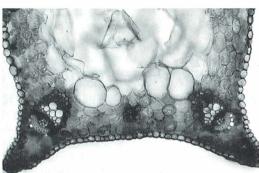


Abb. 3: Ausschnitt aus der Mitte des Krokusblattes mit lockerem, lufthaltigem Gewebe; ca. 75×.



Abb. 4: Cyclamen persicum, obere Blattepidermis eines grünen Spreitenauschnittes. Die Palisadenzellen schließen lückenlos an die Epidermiszellen: ca. 220×.

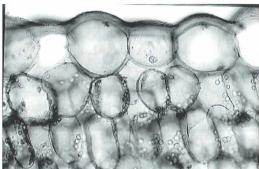


Abb. 5: Cyclamen persicum, obere Blattepidermis eines silbrigen Spreitenausschnittes. Zwischen Epidermis- und Palisadenzellen sind Interzellularen ausgebildet; ca. 220×.

# Begonie: Schiefes Blatt mit Silbertupfern

An den getüpfelten Blättern des Korallen-Schiefblattes (Begonia corallina; Abb. 1 links) können wir bereits mit der Lupe die Glitzerwirkung einer Luftschicht erkennen, die auch hier zwischen Epidermis und Palisadengewebe eingeschlossen ist. Eindrucksvoll präsentieren sich die Flecken bei vierfacher Objektivvergrößerung und Auflicht im Mikroskop (Abb. 6). Schalten wir aber auf Durchlicht um, verschwindet das Silber, und ein Gitterwerk aus dunklen Interzellularräumen tritt an seine Stelle (Abb. 7). Querschnitte lassen dasselbe Konstruktionsprinzip wie beim Alpenveilchen erkennen: Während im Bereich grüner Flächen Palisadenzellen und Epidermiszellen lückenlos aneinanderstoßen (Abb. 8), sind sie bei gemusterten Blattstellen abgerundet (Abb. 9). Gashaltige Interzellularen wirken bei Auflicht wie Reflektoren.

Beobachtungsanregung: Wird das Muster nun wirklich durch die Luft im Blatt hervorgerufen? Machen Sie den Alkoholtest! Legen Sie ein gemustertes Blattstück in Brennspiritus. Der Alkohol zieht in das Gewebe ein und verdrängt die eingeschlossene Luft. Verfolgen Sie, was aus dem Muster wird. -Ein prächtiges Objekt für eigene Studien zur Blattmusterung ist die bekannte Zimmerpflanze Calathea ornata, deren Blattnerven mit roten und weißen Streifen verziert sind. Wie kommt die Weißfärbung auf der Blatt-

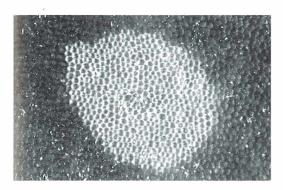


Abb. 6: Silberfleck auf dem Blatt von *Begonia* corallina bei Auflichtbeleuchtung; ca. 22×.

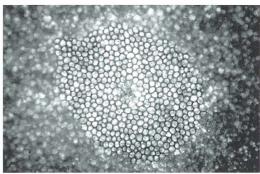


Abb. 7: Silberfleck auf dem Blatt von *Begonia* corallina bei Durchlichtbeleuchtung; die silbrigen Reflexe sind ausgelöscht; ca. 22×.

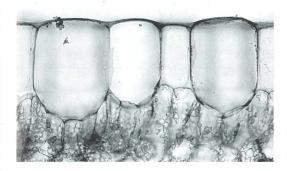


Abb. 8: Obere Blattepidermis von *Begonia corallina*; im grünen Spreitenbereich stoßen die Palisadenzellen lückenlos an die Epidermiszellen; ca. 220×.



Abb. 9: Obere Blattepidermis von *Begonia corallina*; bei einem Silberfleck liegen unter den Epidermiszellen luftgefüllte Interzellularen; ca. 220×.

oberseite zustande? Man wird sehen, daß Licht und Luft auch hier mitspielen, aber der Blattaufbau an den gemusterten Stellen ist äußerst interessant (Selmeier, 1957)!

# Vorliebe für Silberschmuck – liegt es in der Verwandtschaft?

Für das musterstiftende Spiel mit Licht und Luft finden sich unter den Blütenpflanzen viele Beispiele. So besitzen Goldnessel (Lamium galeobdolon) und Gefleckte Taubnessel (Lamium maculatum) Formen mit verzierten Blättern, die man in Blumengärten antreffen kann. Das Echte Lungenkraut (Pulmonaria officinalis) zeigt auf den Grundblättern fast stets scharf gerandete weiße Flecken (Schmeil, 1982). Weil

dieser dekorative Trick der Natur weit über das Pflanzenreich gestreut auftritt, sollte man annehmen, daß solche Muster auf ganz verschiedenem Wege entstanden sind. Es gibt aber durchaus auch einigen Anlaß, über eine gemeinsame genetische Grundlage zu spekulieren. Sie könnte darin bestehen, daß der Blattbau von allgemein verbreiteten Steuergenen organisiert wird, deren Mutation immer wieder zur gleichen Abwandlung der Gewebestruktur führt - in unserem Falle zur Interzellularenbildung zwischen oberer Epidermis und Palisadengewebe. Genaueres ist über Regulatorgene bekannt, die den Aufbau der Blüte aus Kelch-, Kronen-, Staub- und Fruchtblättern z. B. bei der Acker-Schmalwand (Kreuzblütler), dem Löwenmäulchen (Braunwurzgewächs) sowie weiteren Arten steuern. Eines dieser Gene

scheint normalerweise den Zellen des zweiten und dritten Blütenblattkreises der Acker-Schmalwand (Arabidopsis thaliana) mitzuteilen, daß sie sich in einer künftigen Blüte befinden. Ohne die Information dieses Gens gehorchen die Zellen einem anderen Wachstumsmuster, wie es außerhalb der Blüte am Sproß zu sehen ist. Der Ausfall zweier anderer Gene läßt im Blütenbereich der Acker-Schmalwand Blätter entstehen, die ein Mittelding zwischen Staub- und Kronenblättern darstellen (Meyerowitz, 1995). Ist die normale Blattbildung beim Efeu (Hedera helix) gestört, kann der Rand stärker wachsen und eine unregelmäßig gewölbte Blattgestalt bewirken 1983). Möglicherweise rufen vergleichbare Mutationen der regulären Blattausbildung auch das Design aus Licht und Luft hervor.

### Literaturhinweise

Braune, W., Leman, A., Taubert, H.: Pflanzenanatomisches Praktikum, 4. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1983.

Düll, R., Kutzelnigg, H.: Botanisch-ökologisches Exkursionsbuch, 4. Aufl., Quelle und Meyer Verlag, Heidelberg, Wiesbaden 1992.

Grüber, G. H.: Untersuchungen zur Entstehung und Stabilität der Panaschierungen bei Hedera. Diplomarbeit, Geisenheim 1983.

Meyerowitz, É. M.: Die Genetik der Blütenentwicklung. Spektrum der Wissenschaft 1, 42–49 (1995).

Schmeil, O.: Flora von Deutschland. 87. Aufl., Quelle und Meyer Verlag, Heidelberg, Wiesbaden 1982.

Selmeier, A.: Der anatomische Bau bunter Laubblätter. Mikrokosmos 46, 227–230 (1956/57).

*Verfasser:* Dr. Erich Lüthje, Kruppallee 13, D - 24146 Kiel

# Aus der Industrie

# Neue Anwender-Zeitschrift

Der Unternehmensbereich Mikroskopie von Carl Zeiss gibt eine neue Anwender-Zeitschrift für den Mikroskopiker heraus. "Innovation *Lambda*" heißt ganz programmatisch das neue "Magazine of Microscopic Imaging and Analysis", so der Untertitel.

"Innovation" ist der gemeinsame Name aller Zeiss Kundenzeitschriften, und Lambda (λ) steht bekanntlich für die in der Lichtmikroskopie so wichtige Wellenlänge des Lichts. Und mit der Zukunft der Lichtmikroskopie befaßt sich denn auch die Titelstory der ersten Ausgabe: "Ist die Lichtmikroskopie am Ende?" lautet die Fragestellung. Es ist ausgesprochen spannend, was die Zeiss-Entwickler dazu schreiben.

Auf einer Wellenlänge soll das neue Magazin auf jeden Fall mit den Anwendern von Zeiss-Mikroskopen schwingen: Innovation *Lambda*-Philosophie ist, daß die unterschiedlichen User-Gruppen voneinander lernen und sich insbesondere Anregungen für ihre tägliche Arbeit holen sollen. Denn nicht nur in Forschung und Wissenschaft spielen Mikroskope eine zentrale Rolle, eine ähnliche Bedeutung haben diese auch in vielen industriellen Prozessen gewonnen – als Beispiele seien nur die Chip-Produktion und die Werkstofftechnik genannt.

Innovation *Lambda* beschäftigt sich auch mit Produkt-Innovationen, stellt Software-Neuheiten aus dem Bereich Bildanalyse vor und zeigt erfolgversprechende, praxisgerechte Lösungen für unterschiedlichste Aufgabenstellungen.

Innovation *Lambda* erscheint bis zu viermal jährlich in deutscher und in englischer Sprache und wird auf Wunsch kostenlos versandt.

Probeexemplare sind zu erhalten von:

Carl Zeiss, Mikroskopie, Peter Karl, D-07740 Jena; Tel.: (0 36 41) 64 31 55, Fax: (0 36 41) 64 20 78; e-mail: Karl@zeiss.de; Internet: http://www.zeiss.de



Der Unternehmensbereich Mikroskopie von Carl Zeiss gibt eine neue Anwender-Zeitschrift für den Mikroskopier heraus: "Innovation Lambda".

# Bughbesprechung

Launert, E.: Biologisches Wörterbuch. Deutsch-Englisch, Englisch-Deutsch. UTB Große Reihe, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1998, 739 Seiten, gebunden, DM 78,00, ISBN 3-8001-2577-3

In allen Bereichen der Naturwissenschaften ist die englische Sprache zum wichtigsten internationalen Verständigungsmittel geworden, und längst sind die Zeiten vorbei, in denen auch nur die wichtigsten oder besonders interessanten wissenschaftlichen Neuigkeiten in jedem Fall auch in einer deutschsprachigen Version verfügbar waren. Auf der anderen Seite haben die verschiedenen

Teildisziplinen der Biologie ihre jeweils besondere Fachsprache entwickelt, die mit dem üblichen Schulenglisch nicht immer zu bewältigen ist. Wer also Informationen aus der reichlich vorhandenen englischsprachigen Literatur oder den neuen elektronischen Datenverarbeitungssystemen nutzen möchte, aber mit Vokabelproblemen zu kämpfen hat, kann mit dem vorliegenden neuen Wörterbuch die etwaigen Verständnisprobleme erfolgreich bewältigen. Der Autor (er studierte Naturwissenschaften an den Universitäten Jena und München und war langjähriger Mitarbeiter des British Museum of Natural History) hat rund 45 000 Stichwörter aus der Botanik, Zoologie, Mikrobiologie, Ökologie, Medizin und den Agrarwissenschaften zu einem nützlichen Wörterbuch zusammengestellt. Zusätzlich hat er zahlreiche Trivialnamen von Pflanzen und Tieren aufgenommen, die in üblichen Nachschlagewerken meist unberücksichtigt bleiben. Das zweisprachig zu nutzende Werk, das sich ausdrücklich als Übersetzungshilfe und nicht als erklärendes Begriffslexikon versteht, leistet mit seinem beachtlichen Umfang überaus brauchbare Dienste und kann als Arbeitstmittel für das Erschließen englischsprachiger Sachtexte aus der Biologie sehr empfohlen werden.

Bruno P. Kremer, Köln

# Aus den Arbeitsgemeinschaften



# Mikrobiologische Vereinigung München

Programm November 1998 bis Mai 1999

11. 11. 1998:	Utricularia minor der kleine Wasser-
	schlauch und Desmidiazeen aus ei-
	ner Moorschlenke. Dia-Vortrag. J.
	Hieber
25. 11. 1998:	Tausendblatt III: Organismen auf
	Myriophyllum. Mikroskopierabend.
	T. Fiedler
16. 12. 1998:	Die Evolution der Plastiden in Pflan-
	zenblättern. Vortrag. Dr. Th. Friedl
13.01.1999:	Mikroskopische Beobachtungen an
	Bananen. Dia-Vortrag und Anferti-
	gen von Präparaten. Dr. M. Mieda-
	ner
27. 01. 1999:	Modifikationen der H.EFärbung.
	Arbeitsabend. Dr. M. Schubert
10.02.1999:	Chrysophyceae und ihre Rolle in der
	angewandten Limnologie. Dia-Vor-
	trag. Frau Dr. Facher
24. 02. 1999:	Mikroskopische Unterscheidung von

beitsabend, S. Hoc

Weizen- und Roggenmehlen. Ar-

10. 03. 1999: Amöben I. Dia-Vortrag mit Videofilm. T. Fiedler und J. Hieber

24. 03. 1999: Jahreshauptversammlung. Näheres zu Ort und Zeit folgt in μ 1/99

07. 04. 1999: Amöben II. Dia-Vortrag mit Videofilm. T. Fiedler und J. Hieber

21. 04. 1999: Bakterien im Käse. Arbeitsabend. S. Hoc

05. 05. 1999: Tiere und Pflanzen in der Hölle, einem Feuchtgebiet zwischen Königsdorf und Geretsried. Dia-Vortrag. J. Hieber

Gäste sind zu allen Veranstaltungen willkommen. Immer mittwochs umd 19.30 Uhr, Lothstraße 17, Ecke Dachauer Straße; Trambahnlinie 20. Zugang Dachauer oder Heßstraße zum Neubau der T.U. (hinter dem ehemaligen Zeughaus). Seminarraum 04 (Untergeschoß).



# Berliner Mikroskopische Gesellschaft

Programm November 1998 bis Februar 1999

06. 11. 1998: Günter Beyer-Meklenburg, Berlin:

Insektenköpfe

20. 11. 1998: Günter Beyer-Meklenburg, Berlin:

Schachtelhalm

04. 12. 1998: Ursual Schulz, Berlin:

Histologie der Zahnimplantate

18. 12. 1998: Weihnachtsfeier

15. 01. 1999: Günther Zahrt, Berlin:

Insektendauerpräparate 29. 01. 1999: Axel Grambow, Berlin:

Die digitale Mikrophotographie

12. 02. 1999: Jahreshauptversammlung

26. 02. 1999: Dr. Heinz Streble, Stuttgart:

Histologie der Weinbergschnecke

Die Übungsabende finden jeweils freitags statt und beginnen um 19.30 Uhr im Institut für Zoologie (Kursraum A) der Freien Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 1–3 (Eingang Haderslebener Straße 1–3), 14195 Berlin.



# Mikrographische Gesellschaft Wien

Programm Januar bis März 1999

- Vorweisungsabend. Die Mitglieder der Gesellschaft werden ersucht, Präparate zur Besprechung mit der Mikroskop-Videoeinrichtung mitzubringen.
- 19. 1.: Friedrich Wertl: Botanik (Präparationsabend)
- 26. 1.: Jahreshauptversammlung
- 2. 2.: Semesterferien: Die Räume der Gesellschaft bleiben geschlossen
- 9. 2.: Herbert Palme, Peter Pavlicek: Diatomeen; Einschluß mit Naphrax (Präparationsabend)
- 16. 2.: Peter Pavlicek: Der älteste Holzfund in Österreich (mit Dias)
- 23. 2.: Prof. Peter Schulz: Nachweis von Vitamin C im Gemüse (Präparationsabend)

- 2. 3.: Herbert Fidi: Histologie (Präparationsabend)
- 9. 3.: Mag. Walter Ruppert: Wirbellose Tiere im Meer (mit Dias)
- 16. 3.: Ing. Konrad Liebeswar: Wurzeln (Präparationsabend)
- Univ.-Prof. Dr. Ferdinand Starmühlner: Sri Lanka (Ceylon) (mit Dias und Tonbandbeispielen)
- 30. 3.: Osterferien: Die Räume der Gesellschaft bleiben geschlossen

Alle Vorträge und Kurse finden in den Räumen der Gesellschaft in Wien 2, Marinelligasse 10a an Dienstagen statt und beginnen um 19.15 Uhr. Gäste sind willkommen. Vorstandssitzung ist jeden ersten Dienstag im Monat.

ŧ

# Milkroomarki

Preise für Fließsatzanzeigen (pro mm/Spaltenbreite): privat DM 3,50; geschäftlich DM 5,-; Vorzugspreis für Abonnenten der Zeitschrift (nur Privatanzeigen) DM 2,-Chiffregebühr DM 10,-.

> Senden Sie Ihren Anzeigenauftrag an den: GUSTAV FISCHER VERLAG, Anzeigenleitung, Postfach 10 05 37, 07705 Jena **Anzeigenschluß** für die nächste Ausgabe ist der 15. 11. 1998

**Verkaufe** Zeiss Filterphotometer ELKO II o. Küvetten 2500,- DM; Leitz Tischklemm-Mikrotom o. Messer 450,- DM. Nur Selbstabholer. 06421-429 05

**Suche** für Zeiss Standard: Vergleichsbrücke, Planachr 6,3 Phaco, Plan-Neofluar 63/0.9 Korr oder 63/0.9 Phaco. Tel/Fax Schweiz (xx41) 18366810

Verkaufe Umgekehrtes Photomikroskop **Swift M100PF** neuwertig, 4x, 10x, 20x, 40x, LD Phasenkontrast, komplett mit T2 Universalanschluß für alle Kleinbild-, Polaroid- und TV-Kameras, zum halben Neupreis DM 2600.- ideal f. Gewebekultur, Plankton usw. Tel./Fax: 0043/ 316-386201

Suche Zeiss Neofluar 10/0,30 Fndl. Tel./Fax: 0043/316-386201

**Suche Paraffinschrank** Tel. 03727/3532.

**Verkaufe** umständehalber: **Mikrokosmos**, 4/1971–12/1998 (ausschl. 76 u. 81). Außerdem zu diesem Thema: Bücher, Mikrotom u. a. Geräte, Laborpräparate und Chemikalien. Bitte Liste anfordern: Tel. 030/8 61 32 53

# Suche für Zeiss-Opton Stativ W

a) Dunkelfeldkondensor

b) Plan- u. oder Fluoritobjektive bzw. Apochro-

c) Zeiss-Forschungsmikroskop Universal Tel. 089/981823

Biete zwecks Auflösung DIK-Einrichtung für Zeiss unendlich: DIK Kondensor, DIK Planneofluarschieber und Planneofluarsatz und Okulare. Chiffre 1.6/98

Verkaufe Zeiss Fluoreszenz-Kondensor, einige Neofluare, Planapos, Fotowechsler, Standart 20/Pyramide mit Neofluaren. Von Leitz Interferenzoptiken und ein M3Z-Stativ mit Beleuchtung, zu günstigen Bedingungen wegen Aufgabe. Chiffre 2.6/98



# Sonderoptiken • Astronomie • Mikroskopie

• Tubuslänge 160 mm

• Apochromate • Tubuslänge 160mm

Katalog! 170 Seiten Micro/Macro DM 10.00 **BW OPTIK DIREKTVERSAND** 

Langner-Voss • Bussardweg 19/b • D-48683 Ahaus TEL. / FAX 02561/67269

**Mikroskopische Präparate** aus Zoologie und Botanik in **bester Qualität direkt vom Hersteller.** Wir liefern auch **Semi-Dünnschnitte** (1 μm). Bitte Liste anfordern. Labor f. mikroskop. Technik u. mikroskop. Fotografie. Ingrid Neureuther, Brentanostr. 7a, 85055 Ingolstadt, Tel.: 0841/5 43 98, Fax: 0841/5 68 53

Hobbychemiker, -biologen, -mikroskopiker aufgepaßt! Wegen Aufgabe meines Privatlabors verkaufe ich Chemikalien in Kleinmengen (ab 1 Gramm), solange die Vorräte reichen. Riesenauswahl, auch seltenere Chemikalien und Farbstoffe. Liste anfordern gegen DM 3.- in Briefmarken bei Dr. K.-P. Klotz, Brühlstr. 6, D-73491 Neuler.

**Verk.** Zeiss (neuwert., günst.) Planapo 63/1, 4 Ol; Achr. 3,2/0,007; Klapplinsenkond. f. Standard u.a. antiqu. Mikr.zub. 030/431 59 09

**Suche Zeiss-Mikroskop** mit DIK, gern das Universal, weiter Objektivrevolver für schwarzes Standard und div. Objektive. R. Dreger Tel. 04139 - 686 69 Fax 04139 - 686 78

**Verkaufe** Mikro Zeiss Standard 15, monok., wie neu. Tel. 0511/461233 abds.

Verkaufe gg. Gebot: Kosmos Handmikrotom mit Messer und Streichriemen; Zeiss Winkel Auflichtkondensor IIA ( für Standard mit Schlittenführung), Objektive 10/25/40, Holzkasten, Bedienungsanleitung; Stereomikroskop Zeiss SR mit Einbauleuchte; Zeiss Standard Junior, schwarz, Bestzustand, Binokulartubus original und neu, gerader Tubus, sep. Leuchte mit Blitzdoppelkollektor und -röhre (ohne Generator), Kondensoren 0,9 und 1,3, Objektive 2,5/6,3/16/40/100, Ph 40, Okulare CPL W 10x/18 Br. Holzkasten. Originalunterlagen und -prospekte; Kaltlichtleuchte (russ.) Tel./Fax 022 27 – 75 87



# Historische Mikroskope Björn Kambeck

Fotoliste auf Anfrage

Tel. 0 51 21/87 80 76 Fax 0 51 21/87 80 77

### Impressum

Herausgeber: Prof. Dr. Klaus Hausmann (Berlin) und Dr. Bruno P. Kremer (Köln).

Verlag: Gustav Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Niederlassung Jena, PF 100 537, D - 07705 Jena; Telefon (03641)626-3, Fax (03641)62 65 00; e-mail: office.j@gfischer.de

Anzeigenannahme und -verwaltung: Gustav Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Niederlassung Jena, Anzeigenleitung: Sabine Schröter, PF 100 537, D - 07705 Jena; Telefon (03641)62 64 28, Fax (03641)62 64 21.

Zur Zeit gilt die Anzeigen-Preisliste Nr. 20 vom 1. 4. 1998.

Abonnementsverwaltung und Vertrieb: SFG – Servicecenter Fachverlage GmbH, Zeitschriftenvertrieb: Barbara Dressler, Villengang 2, 07745 Jena, Telefon (03641)62 64 44, Fax (03641)62 64 43.

Bezugshinweise: Das Abonnement gilt bis auf Widerruf oder wird auf Wunsch befristet. Die Lieferung der Zeitschrift läuft weiter, wenn sie nicht bis zum 31. 10. eines Jahres abbestellt wird.

Erscheinungsweise (1998): 1 Jahrgang mit 6 Heften.

Abo-Preise (1998): 112, – DM\* (zuzüglich Versandkosten); Einzelheftpreis 23, – DM\* (zuzüglich Versandkosten); Vorzugspreis für Schüler und Studenten 79, – DM. \*Unverbindlich empfohlene Preise. Preisänderungen vorbehalten.

Folgende Kreditkarten werden zur Zahlung akzeptiert: Visa / Eurocard / Mastercard / American Express (bitte Kartennummer und Gültigkeitsdauer angeben).

Bankverbindung: Deutsche Bank AG Jena, Konto-Nr. 6 284 707, BLZ 820 700 00.

Copyright: Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen oder sonstigen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden.

Satz: SatzReproService GmbH Jena, Talstraße 84, D - 07743 Jena.

Druck: Gulde-Druck GmbH, Hagellocher Weg 63, 72070 Tübingen.

Diese Zeitschrift wird ab Bd. 85, Heft 1 (1996) auf elementar chlorfreiem, pH-Wert neutralem, alterungsbeständigem Papier gedruckt.

Printed in Germany

© 1998 Gustav Fischer Verlag



- 1. Der MIKROKOSMOS veröffentlicht Aufsätze, Übersichtsbeiträge, Erfahrungsberichte, Kurzmitteilungen, Hinweise auf interessante neue Arbeitsverfahren oder Präparationsanleitungen sowie technische Innovationen aus allen Teilbereichen der Mikroskopie. Beiträge, die zur Veröffentlichtung angeboten werden, dürfen nicht gleichzeitig anderweitig zum Druck eingereicht werden.
- 2. Die Redaktion bittet, Manuskripte grundsätzlich nur auf einseitig beschriebenen, fortlaufend numerierten DIN A4-Bögen einzureichen. Jede Manuskriptseite sollte mit doppeltem Zeilenabstand beschrieben werden und jeweils 30 Zeilen mit höchstens 60 Anschlägen pro Zeile umfassen. Bitte am rechten Rand des Manuskriptes die ungefähre Plazierung der Abbildungen und Tabellen angeben. Am Ende des Manuskriptes steht die vollständige Autorenadresse. Soweit möglich sollten die Manuskripte zusätzlich zur Hardcopy als 3,5"-Diskette (nur DOS- oder Macintosh-Formate) mit der oben angegebenen Formatierung eingereicht werden.
- Tabellen und Bildlegenden (beide jeweils fortlaufend numerieren) bitte nicht in den Haupttext einbauen, sondern als Anhang auf eigene Manuskriptseiten schreiben.
- 4. Bildvorlagen sind Farbdias (für die sw-Reproduktion) jeglicher Größe, kontrastreiche sw-Fotos und druckfertig gezeichnete Strichzeichnungen (Graphiken, vorzugsweise in tiefschwarzer Zeichentusche angelegt). Bitte alle Materialien namentlich kennzeichnen. Beschriftungen nur mit Anreibebuchstaben (Endgröße nach Vergrößerung/Verkleinerung der jeweiligen Bildvorlage ca. 3 mm) anbringen. Die Bilder werden in drei verschiedenen Breiten (1spaltig, 1,5spaltig, 2spaltig) reproduziert. Es können mehrere Bilder zu Tafeln kombiniert werden.
- 5. Alle Bildvorlagen bleiben Eigentum des Autors und werden mit den Korrekturfahnen des Beitrages wieder zurückgesandt.

6. Literaturzitate bitte in alphabetischer Reihenfolge nach folgendem Schema anordnen:

Zitate von Zeitschriftenbeiträgen:

Voß, H.-P., Saake, E.: Phasenkontrast, Interferenzkontrast und schiefe Beleuchtung – ein Vergleich mit protistologischen Beispielen. Mikrokosmos 85, 257–263 (1996).

### Buchzitate:

Robenek, H. (Hrsg.): Mikroskopie in Forschung und Praxis. GIT Verlag, Darmstadt 1995.

Zitate von Buchbeiträgen:

Foissner, W.: Ciliaten des Bodens. In: Röttger, R. (Hrsg.): Praktikum der Protozoologie, S. 176–185. Gustav Fischer Verlag, Stutgart 1995.

- 7. Jeder Autor erhält von seinem Beitrag vor dem Druck eine Korrekturfahne zum Gegenlesen. Korrekturen müssen sich auf Satzfehler beschränken. Umfangreiche Textnachträge oder Umstellungen sind aus Kostengründen nicht möglich. Bei stärkerer redaktioneller Bearbeitung eines Manuskriptes erhält der Autor zuvor eine Kopie des druckfertigen Manuskriptes zur Freigabe.
- 8. Jeder Autor erhält von seiner im MIKRO-KOSMOS veröffentlichten Arbeit kostenlos 25 Sonderdrucke.
- 9. Der Verlag honoriert jede Druckseite mit DM 50,- und Farbmikrofotos, die auf der Titelseite erscheinen, mit DM 100,-.
- 10. Manuskripte bitte einsenden an Redaktion MIKROKOSMOS
  Prof. Dr. Klaus Hausmann
  Zoologisches Institut der Freien Universität
  Königin-Luise-Straße 1–3
  14195 Berlin
  (Manuskripte zu zoologischen Themen)
  oder an
  Redaktion MIKROKOSMOS

Dr. Bruno P. Kremer Johann-Henk-Straße 35a 53343 Wachtberg (Manuskripte zu botanischen Themen). Mikrokosmos

Bibliothek des 00.

Museumstraße 14 4020 Linz

# wecken

er Biologie







### Ersparen Sie sich den zeitaufwendigen Tafelaufschrieb

- Das ausgezeichnete Abbildungsmaterial des Lehrbuches "Mensch, Körper, Krankheit" als Foliensamm-lung.
- Die wichtigsten anatomischen Zeichnungen und physiologischen Schaubilder

3., überarb. Aufl. 1996. 108 farb. Overheadfolien im stabilen Ringbuchordner DM 248,— ISBN 3-437-26090-1

### Das große Lehrbuch zu Bau und Funktion des menschlichen Körpers

- Die anatomischen und physiologischen Zusammenhänge der wichtigsten Krankheitsbilder
- Auf 480 durchgehend vierfarbigen Seiten mit 850 Abbildungen verständlich erklärt
- Hervorragend didaktisch aufbereitet

3. Nachdr. d. 2. überarb. u. erw. Aufl. 1997. 480 vierfarb. S., 850 Abb. u. Tab., geb. DM 78,— ISBN 3-437-55090-X

# Damit das Lernen auch Spaß macht

Das Arbeitsbuch zu "Mensch, Körper, Krankheit" mit Kreuzworträtseln, Lückentexten, Silbenrätseln und Abbildungen zum Beschriften machen das Lernen zum spielerischen Vergnügen.

1995. 128 S., DIN A4, 100 Abb., kt. DM 24,80



**FISCHER** 

http://www.gfischer.de

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mikrokosmos, Zeitschrift für Mikroskopie

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 87\_6

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: Mikrokosmos 87 6 1