

II 90372

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; <http://www.elsevier.de/>

E 20582 F

MIKROKOSMOS

83. Jahrgang/Heft 6

November 1994



**GUSTAV
FISCHER**

ISSN 0026-3680

MIKROKOSMOS

Zeitschrift für Mikroskopie

Herausgegeben von Klaus Hausmann (Berlin)

und Bruno P. Kremer (Köln)

Redaktionsassistentin: Annett Burzlaff (Berlin)

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.

Inhalt

Artikel

- 321** Morphologie und Eigenschaften des Mantels der Tunicate *Displosoma migrans* (Asciacea, Didemnidae)
Wolfgang Groepler
- 331** *Anigsteinia salinara* – ein wenig bekannter mariner Ciliat
Hans Find Larsen
- 337** Infusions-Thiere
Rainer Hendel
- 349** Beobachtungen bei der Aufzucht von *Artemia salina*
Rudolf Väth
- 361** Dickenwachstum der Drachenbaum-Wurzel
Arnd Goppelsröder
- 367** Verhaltensstudien an Ciliaten
2. Dokumentieren, Quantifizieren, Interpretieren
Nicola Ricci

Rubriken

- 336, 347**
Nachrichten
- 354, 364, 374**
Kurze Mitteilungen
- 355**
Mikro-Galerie
- 360**
Neue Medien
- 365**
Mikro-Quiz
- 375**
Buchbesprechungen
- 381**
Aus den
Arbeitsgemeinschaften
- 383**
Mikro-Markt

Umschlagabbildung: Naupliuslarve von *Artemia salina*. 250 x. Siehe Artikel Väth, S. 349–354.

Bezugsbedingungen: Sechs Hefte bilden einen Band. Bezugspreis pro Band DM 102,- (Sonderpreis für Schüler und Studenten DM 75,-), Einzelheft DM 20,- (jeweils zuzüglich Porto und Versandkosten).

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigen-Preisliste Nr. 18 vom 1. 1. 1993.

Verlag: Gustav Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Wollgrasweg 49, 70599 Stuttgart, Tel. 07 11/45 80 30

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 schriftliche 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 Fernsehendung, 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.

© Gustav Fischer Verlag Stuttgart Jena New York 1994

Satz: Mitterweger Werksatz GmbH, Plankstadt

Druck und Einband: Gulde-Druck GmbH, Tübingen; gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Printed in Germany

Morphologie und Eigenschaften des Mantels der Tunicate *Diplosoma migrans* (Ascidiacea, Didemnidae)

Wolfgang Groepler

Der Mantel (Tunica) der Ascidien besteht aus einer Grundsubstanz, die neben einem sehr hohen Wasseranteil saure Mucopolysaccharide, Proteine und Cellulose (Tunicin) enthält. Eingebettet in diese Matrix finden sich verschiedene Zelltypen, die der Tunica den Charakter eines Gewebes verleihen. Bei *D. migrans* lassen sich fünf unterschiedliche Zellarten nachweisen, von denen eine hier erstmals beschrieben wird. Die Beweglichkeit kleiner Kolonien von *D. migrans* steht in engem Zusammenhang mit dem zellulären Aufbau des Mantels.

Die Didemniden sind kolonial lebende Ascidien (Synascidien), die auf festem Substrat siedeln. Beobachtungen haben aber gezeigt, daß diese Kolonien keineswegs absolut ortsfest, sondern zu einer langsamen Wanderung fähig sind (Birkeland et al., 1981; Carlisle, 1961; Cowan, 1981; Della Valle, 1908; Ryland et al., 1984). Besonders bewegungsfreudig sind dabei die Kolonien von *D. migrans*, was bereits im Artnamen zum Ausdruck kommt.

Fortbewegung

Überträgt man kleine Kolonien von ihrem natürlichen Substrat (die Tiere kommen bei Helgoland vorzugsweise auf Krallen von Laminarien vor) in eine Petrischale, so setzen sie sich alsbald am Gefäßboden fest und strecken nach allen Seiten schlanke Fortsätze ins Wasser; diese können sich krümmen und berühren bei Gelegenheit mit ihrer Spitze das Substrat. Durch Drüsensekret kann die Spitze des Fortsatzes – sein Äußeres besteht aus Mantelsubstanz – am Substrat festgeklebt werden. Das Sekret wird von Zellen einer als Ampulle bezeichneten Struktur abgesondert, die im Inneren des Fortsatzes steckt. Die Ampullen haben die Fähigkeit zur Kontraktion (Groepler, Kümmel, 1988) und sind das Medium, mit dessen Hilfe die Fortsätze am Kolonierand gebildet werden. Die angehefteten Fortsätze verankern einmal die Kolonie am Substrat, zum anderen stehen

sie im Dienste der Fortbewegung und erfüllen so die Funktion von Füßchen; der Vorgang spielt sich im Prinzip in der Weise ab, daß der Mantel der Kolonie sich in Richtung auf die Spitze der Füßchen verlagert, wobei diese natürlich immer kürzer werden. Das Resultat ist zunächst nur eine Veränderung im Umriß der Kolonie, wenn jedoch erneut Füßchen in der gleichen Richtung wie zuvor ausgestreckt und befestigt werden, so bewirkt das schließlich eine Ortsveränderung, da die gerichtete Verschiebung des Mantels auf der einen Seite Nachziehen desselben auf der gegenüberliegenden Seite der Kolonie zur Folge hat. Da die Tätigkeit der Füßchen unkoordiniert erfolgt, können sie sich auch gleichzeitig an verschiedenen Seiten der Kolonie anheften. In solchen Fällen kann dann die Verlagerung des Mantels in zwei (evtl. sogar drei) verschiedene Richtungen erfolgen, was zunächst zur Streckung und bei anhaltender Richtungstendenz zur Zerreißung der Kolonie in Tochtertiere führt. Abbildung 1 demonstriert eine solche mit Streckung verbundene Wanderung.

Aus dem bisher Gesagten sollte hervorgegangen sein, daß am Zustandekommen der Bewegung zwei Strukturen Anteil haben: 1. Die Ampullen, die für die Ausbildung der Füßchen und damit die Wanderungsrichtung verantwortlich sind und 2. der Mantel, der sich in einer durch die angehefteten Füßchen vorgegebenen Richtung verlagern kann (nicht muß). Diese Verlagerung muß auf Kräften beruhen, die der Mantel selbst erzeugt, da weitere in Frage kommen

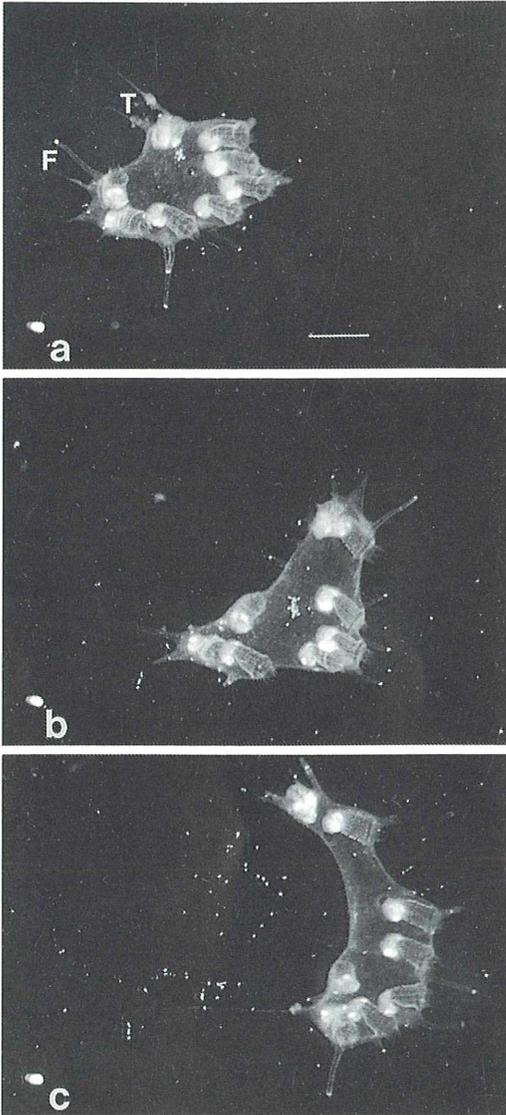


Abb. 1: Wandernde Kolonie von *D. migrans*. Der Zeitabstand zwischen den Aufnahmen betrug rund 4 Stunden, woraus sich eine mittlere Wanderungsgeschwindigkeit von 1,2 cm pro 24 Stunden ergibt.

An verschiedenen Stellen der Kolonie sind schlanke Fortsätze sichtbar, die in einer kleinen weißen Spitze enden. Jeder Fortsatz kann sich verlängern, krümmen und auch wieder völlig eingezogen werden; seine Beweglichkeit erhält er durch eine im Inneren befindliche Ampulle. Ampullen sind röhrenförmige Auswüchse des Körperepithels in der Herzgegend, die mit einem Drüsenpolster blind enden. Die reflektierenden Sekretgranula erzeugen die helle Spitze der Fortsätze. Zu jedem Individuum gehören im Mittel vier Ampullen, die an beliebigem Ort gegen die Mantelwand vorgetrieben werden können und sich bei weiterer Verlängerung mit einem dünnen Überzug aus Mantelmaterial umgeben. Ist die Spitze eines Fortsatzes durch Drüsensekret am Substrat angeheftet worden, zieht sich die Ampulle zurück und der entstandene Tunicastrang kann sich nun durch Kontraktion von Myocyten verkürzen, was zur Verlagerung des Mantels führt. F Fortsatz, T Tunicastrang. Maßstrich = 1 mm.

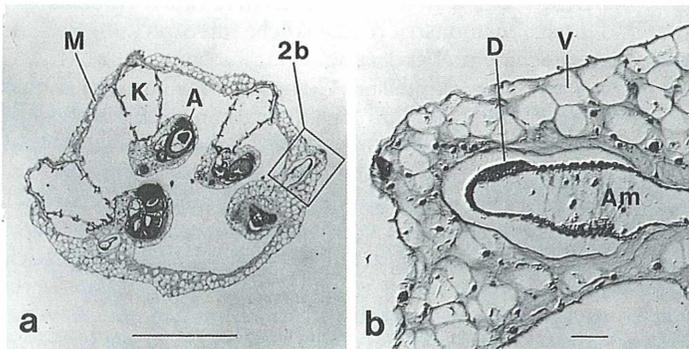


Abb. 2: Histologische Schnitte von *D. migrans*. Fixierung Bouin, Färbung Alcianblau/Kernechtrot, Schnittdicke 8 μm . a) Querschnitt durch eine kleine Kolonie. Es sind drei Einzeltiere im Längsschnitt getroffen. b) Mantelausschnitt mit kontrahierter Ampulle. Die großen Hohlräume kommen durch Vakuolen der Blaszellen zustande. A Abdomen, Am Ampulle, D Drüsenpolster der Ampulle, K Kiemenkorb, M Mantel, V Vakuole. Maßstrich a = 0,5 mm, b = 20 μm .

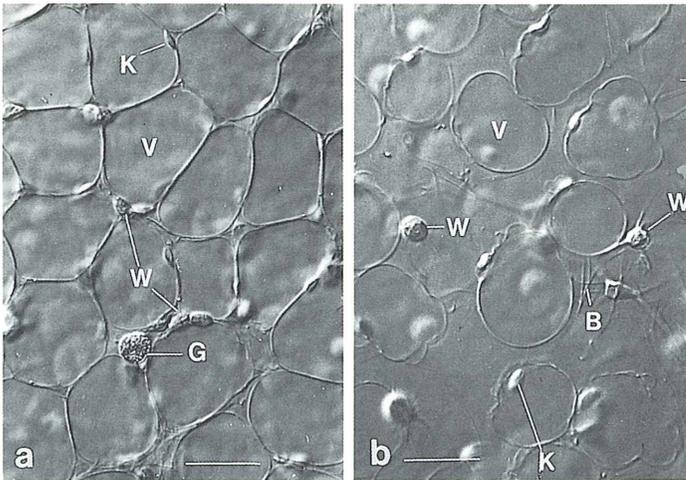


Abb. 3: Blaszellen; a) in dichter, b) in lockerer Anordnung. Das Plasma der Zellen ist auf einen dünnen Wandbelag beschränkt, das Innere wird von einer großen Vakuole eingenommen. Zwischen den Blaszellen sind vereinzelt Granulocyten und Wanderzellen sowie Bakterien zu erkennen. B Bakterien, G Granulocyt, K Kern der Blaszelle, V Vakuole der Blaszelle, W Wanderzelle. Maßstrich = 20 μm .

de Strukturen nicht vorhanden sind. Es gilt nun, den histologischen Aufbau des Mantels zu klären, um daraus Rückschlüsse auf seine Eigenschaften ziehen zu können.

Abbildung 2a zeigt auf einem Querschnitt, daß der Mantel die Kolonie nach außen abgrenzt und jedes Individuum umgibt. Sein auffälligstes Merkmal ist die große Zahl von Hohlräumen, zwischen denen eine im lebenden Zustand strukturlose Grundsubstanz ausgebildet ist. Stärkere Vergrößerung (Abb. 2b) offenbart zusätzlich Kerne und kleine Zellen, ein einigermaßen realistisches Bild vom zellulären Aufbau des Mantels läßt sich jedoch aus Schnitten nicht gewinnen, sondern nur durch mikroskopische Beobachtung am lebenden Gewebe.

Die auf Schnitten erkennbaren Hohlräume erweisen sich am intakten Präparat als große Vakuolen, die je das ganze Innere einer Zelle ausfüllen. Das Plasma dieser Blaszellen ist auf einen dünnen peripheren Belag beschränkt, in dem sich auch der Kern befindet (Abb. 3). Der Durchmesser einer Blaszelle beträgt etwa 25–30 μm ; der Umriss ist bei dichter Lagerung polygonal (Abb. 3a), bei lockerer Anordnung rundlich, was aber nicht unbedingt kreisförmig bedeutet. Auf Abbildung 3b erkennt man im Gegenteil, daß die Mehrzahl der Blaszellen durch Ausbuchtungen unregelmäßig geformt ist; diese entstehen fortlaufend neu an beliebiger Stelle der Oberfläche und vergehen anschließend wieder, so daß der Umriss sich ständig verändert.

Die Dynamik beruht sicherlich auf lokalen Kontraktionen des Plasmasaumes. Überträgt

man die Kolonien in Meerwasser mit Zusatz von Cytochalasin B (1 $\mu\text{g}/1\text{ ml}$), so erlöschen nach spätestens 30 Minuten die Verformungsvorgänge (wie übrigens auch alle anderen Bewegungen) und die Blaszellen nehmen einen kreisförmigen Umriss an. Dieser Versuch beweist indirekt, daß im Plasma der Blaszellwand Aktinfilamente vorhanden sind (es ist bekannt, daß Cytochalasin B Aktinfilamente auflöst), womit eine Erklärung für das Zustandekommen der Kontraktionen gefunden ist. (Ein direkter Nachweis von Aktinfilamenten gelang Mackie und Singla, 1987).

Die Blaszellen sind mehr oder weniger gleichmäßig über die ganze Dicke des Mantels verteilt und stellen strukturell dessen wichtigsten Bestandteil dar. Da die Blaszellen verformbar und gegeneinander verschiebbar sind, stellen sie einer Verlagerung und Streckung des Mantels, wie sie bei Koloniewanderungen auftreten, keinen Widerstand entgegen.

Die mit der Wanderung verbundenen Mantelbewegungen stellen eine aktive Leistung des Mantels selbst dar (s.o.) und haben ihre Grundlage in einem zweiten Zelltyp, der durch seinen völlig irregulären Umriss auffällt (Abb. 4–7). Diese Zellen, die bereits in der ersten Veröffentlichung über *D. migrans* (Menker, Ax, 1970) wegen ihrer Form als sternförmige Zellen beschrieben wurden, sind aufgrund ihrer Funktion als Myocyten zu bezeichnen (Mackie, Singla, 1987). Entsprechende Zellen kommen auch bei anderen Angehörigen der Gattung *Diplosoma* vor und sind vielleicht bei allen Didemniden verbreitet.

Myocyten

Die Myocyten sind einmal dicht unter der äußeren und inneren Cuticula (= periphere Myocyten) lokalisiert, zum anderen durchziehen sie das Innere des Mantels (= zentrale Myocyten). Die peripheren Myocyten werden von Mackie und Singla (1987) als *filopodial cells* bezeichnet und von den zentralen Myocyten (= Myocyten der Autoren) unterschieden, eine Differenzierung, die jedoch unberechtigt erscheint (s. u.).

Nimmt man eine Vitalfärbung ganzer Kolonien mit Nilblau vor, so treten die peripheren Myocyten alsbald überall an der Oberfläche in dichter Anordnung deutlich hervor (Abb. 4). Ihr Zellkörper ist parallel zur Oberfläche mehr oder weniger stark in Ausläufer aufgelöst, die sich in immer feinere Fortsätze verzweigen (Abb. 5, 6, 7). Gelegentlich findet man Myocyten, die mehr als einen Kern in einem Plasmastrang enthalten (Abb. 6a). Vor allem aber fällt an geeigneten Präparaten auf, daß die feinen Fortsätze wie ein Gespinnst unter der Ober-

fläche ausgebreitet sind (Abb. 6b) und an vielen Stellen eine direkte Verbindung von Zelle zu Zelle besteht (Abb. 6c). Ob es sich hierbei tatsächlich um echte plasmatische Brücken handelt und die Myocyten damit ein Plasmodium oder Syncytium darstellen oder doch Zellgrenzen vorhanden sind, die lichtmikroskopisch nur nicht zu erkennen sind, wäre noch zu klären. Die peripheren Myocyten entsenden auch ganz kurze feine Ausläufer zur Cuticula, die der Befestigung dienen.

Mit etwas Geduld läßt sich an einzelnen Myocyten beobachten, daß sie nicht statisch in ihrer Form sind, sondern sich mehr oder weniger stark zusammenziehen und anschließend auch wieder strecken können, ein Vorgang, der sich oft mehrfach wiederholt. Erfolgt Kontraktion, so findet meistens auch das Nachziehen einer benachbarten Zelle statt, was auf dem oben erwähnten Zellverbund beruht. Kontrahiert sich eine Kolonie, führt das zu entsprechendem Verkürzen der Plasmaausläufer; im Extrem sammelt sich dabei das Plasma um den zentral gelegenen Kern an (Abb. 4b) und nur noch ganz

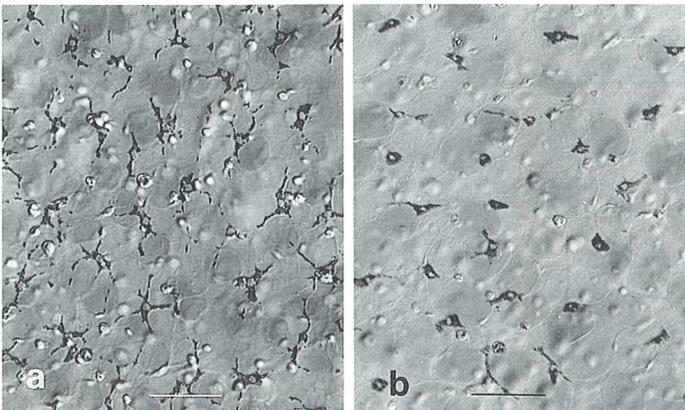


Abb. 4: Myocyten. Übersichtsaufnahmen der Manteloberfläche, Vitalfärbung mit Nilblauchlorid. a) Myocyten mit sternförmig ausgebreiteten Zellfortsätzen; b) Myocyten stark kontrahiert, Zellfortsätze nicht erkennbar. Maßstrich = 50 µm.

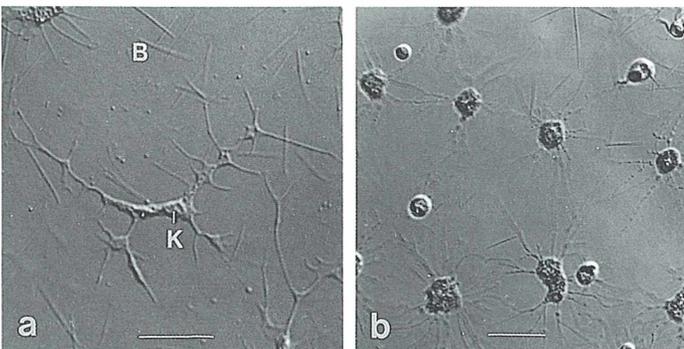


Abb. 5: Periphere Myocyten. a) Unkontrahierter Zustand. Der Zellkörper ist in breite Ausläufer ausgezogen, von denen nach allen Seiten feine Fortsätze abgehen. b) Extrem kontrahierter Zustand. Bis auf die feinen Ausläufer hat sich das Plasma in einem Zentrum zusammengezogen. B Bakterien, K Kern. Maßstrich = 20 µm.

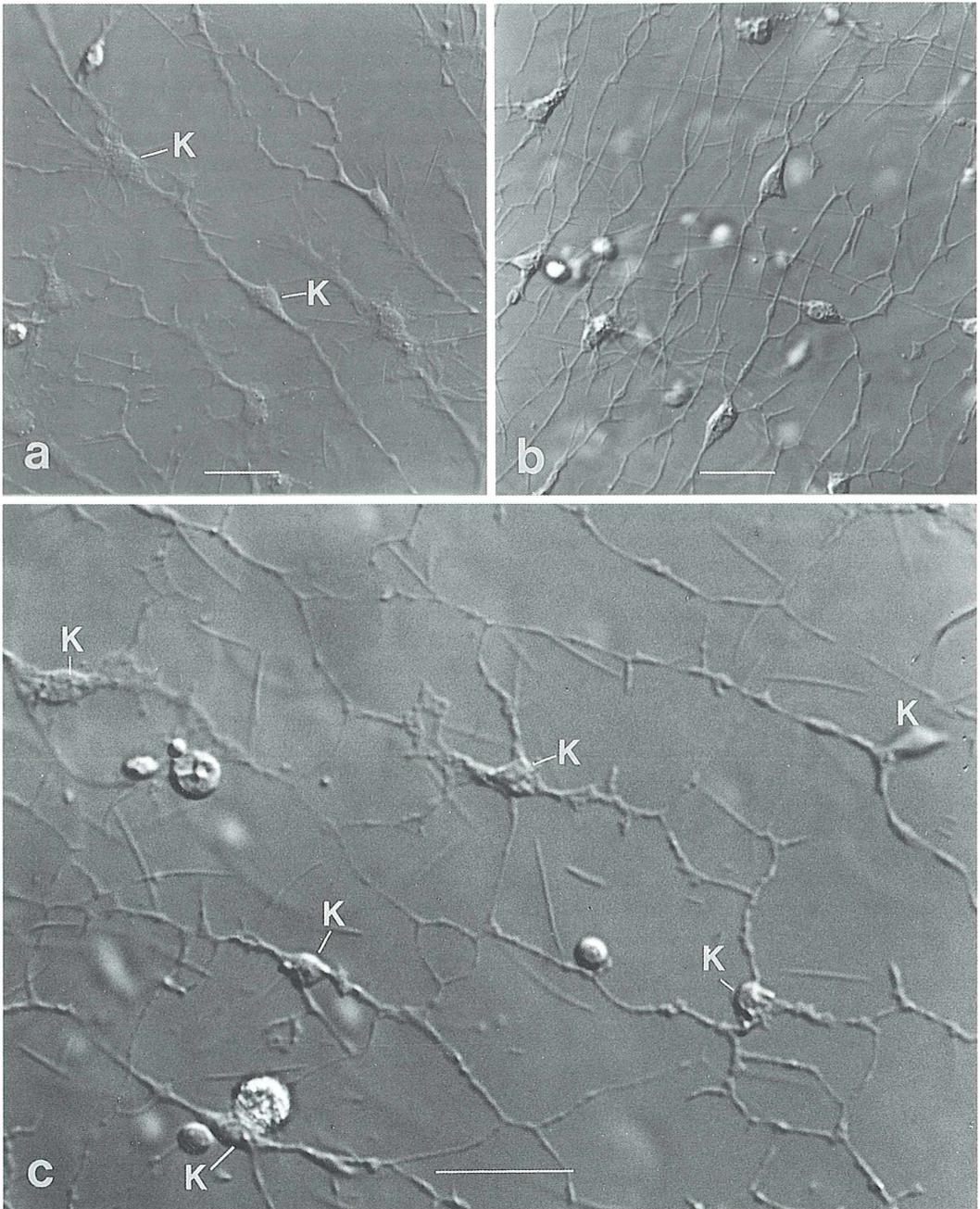


Abb. 6: Periphere Myocyten.
a) Mehrere Myocyten verlaufen parallel ausgerichtet. Die beiden gekennzeichneten Kerne scheinen in einem gemeinsamen Plasmastrang zu liegen.
b) Die Plasmaausläufer sind gespinnartig unter der Manteloberfläche ausgebreitet.

c) Bei stärkerer Vergrößerung zeigen sich vielfältige Verbindungen zwischen benachbarten Myocyten, im Bild sind sechs Zellen miteinander verknüpft. Mantel bei a) und b) mit Cytochalasin B behandelt. K Kern.
Maßstrich = 20 µm.

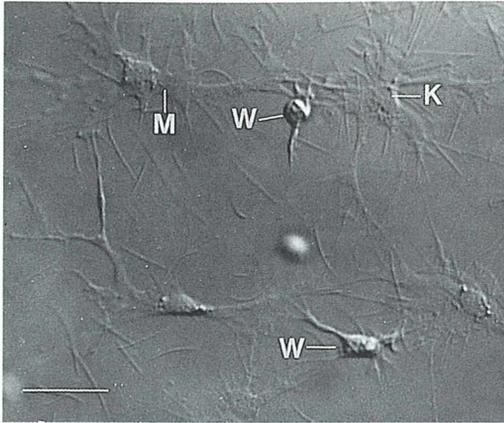
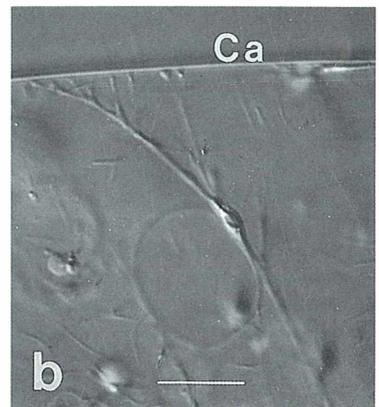
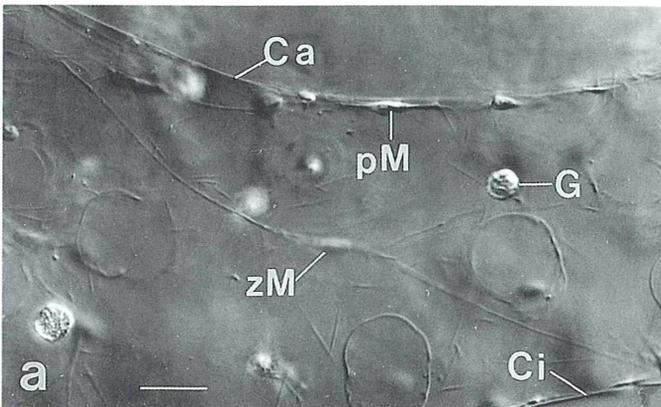


Abb. 7: Mehrere stark verästelte Myocyten sind erkennbar, deren Plasma in der Umgebung des Kernes deutlich vakuolisiert ist. Außerdem fallen zwei Wanderzellen auf, die lange Pseudopodien (Filopodien) ausstrecken. K Kern, M Myocyt, W Wanderzelle. Maßstrich = 20 μm .

Abb. 8: Myocyten. Optische Querschnitte des Koloniemantels. a) Direkt unter der äußeren Cuticula sind peripher Myocyten sichtbar. Im Inneren des Mantels befindet sich ein zentraler Myocyt, der sehr lange Ausläufer zur äußeren und inneren Oberfläche entsendet. b) Von einem zentralen Myocyt ziehen Ausläufer zur Manteloberfläche, deren feinste Verzweigungen an der Cuticula enden. Ca äußere Cuticula, Ci innere Cuticula, G Granulocyt, pM peripherer Myocyt, zM zentraler Myocyt. Maßstrich = 20 μm .



feine Ausläufer verlaufen strahlenförmig nach allen Seiten (Abb. 5b). Die Kontraktionsfähigkeit der peripheren Myocyten steht also außer Zweifel und entgegen den Angaben von Mackie und Singla, 1987 („... their processes seem too delicate to be effective as contractile elements“), so daß kein Grund besteht, diese Zellen von den zentralen Myocyten grundsätzlich zu unterscheiden.

Die zentralen Myocyten haben meist einen wenig umfangreichen und oft spindelförmigen Körper, in dem der Kern liegt und von dem zwei oder mehr sehr lange Fortsätze abgehen (Abb. 8a); diese enden unter Aufzweigung an der Cuticula (Abb. 8b) oder verbinden die Körper benachbarter Zellen miteinander. Die zentralen Myocyten bilden so in ihrer Gesamtheit ein räumliches Netzwerk, das den Mantel in seiner ganzen Dicke durchsetzt und an äußerer und innerer Cuticula befestigt ist (Abb. 14). Ob die zentralen Myocyten auch mit den peripheren verknüpft sind, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Die Kontraktilität der langen Fortsätze läßt sich direkt beobachten und ist durch den Nachweis von Aktinfilamenten (Mackie, Singla, 1987) auch cytologisch begründet.

Funktion der Myocyten

Welche Funktion(en) erfüllen nun die Myocyten? Mackie und Singla (1987) sehen die Bedeutung der zentralen Myocyten (die peripheren halten sie nicht für kontraktionsfähig, s. o.) in der Regulierung des Wasserausstromes der Kolonie, indem sie durch Kontraktion die Weite der Kloakalöffnung verändern. Mackie und

Singla gehen in ihren Schlußfolgerungen so weit zu sagen, daß das Myocytensystem auch aus diesem Grunde im Laufe der Evolution entstanden ist. Die beiden Autoren konnten experimentell zeigen, daß mechanische oder elektrische Reizung des Mantels erstens die Entstehung von Aktionspotentialen, die sich über weite Strecken ausbreiten, auslöst. Als Quelle der Aktionspotentiale, die auch spontan entstehen, kommen nur die Myocyten in Frage. Zweitens erfolgt als Effekt eine Verengung der Ausströmöffnung.

Die sicherlich interessanten Befunde von Makie und Singla erklären aber nicht, warum die Myocyten im gesamten Mantelbereich in fast gleichmäßiger Dichte vorkommen, wenn die Bedeutung letztlich nur eine lokal begrenzte Kontraktion ist. Man muß daher wohl annehmen, daß die Myocyten noch weitere Funktionen haben. Löst man eine Kolonie vom Untergrund, so kontrahiert sich der Mantel. Der dieser Kontraktion zugrunde liegende Tonus wird offensichtlich durch die Myocyten bedingt. Diese Elastizität erlischt vollständig und der Mantel wird schlaff nach einer Behandlung der Kolonien mit Cytochalasin B. Ursache der Spannung kann nur ein allgemeiner Kontraktionszustand der Myocyten sein.

Daneben besteht fraglos ein Zusammenhang mit der Fortbewegung. Zeitrafferaufnahmen (Groepler, 1994) zeigen nämlich deutlich, daß im Mantel interne Zugkräfte am Werke sein können, die sich durch eine lokal begrenzte Hin- und Herbewegung von Tunicamaterial bemerkbar machen und als deren Ursache wiederum nur die Myocyten denkbar sind.

Als Fazit hat man sich das Zustandekommen der Koloniewanderung wohl folgendermaßen vorzustellen: Zunächst werden Füßchen vorge Streckt und mit ihrer Spitze befestigt. Anschließend ziehen sich die Ampullen zurück und die Myocyten der Tunicastränge kontrahieren sich, wodurch diese sich von der Basis her verkürzen und Mantelmaterial gleichzeitig von der Koloniewand nachgezogen wird.

Andere spezialisierte Zellen

Neben den beiden besprochenen Zelltypen findet sich noch eine große Zahl kleiner Zellen im Mantel (Abb. 9). Zunächst seien die Wanderzellen genannt (mittlere Größe 5–8 µm), die einen mehr oder weniger runden bis längli-

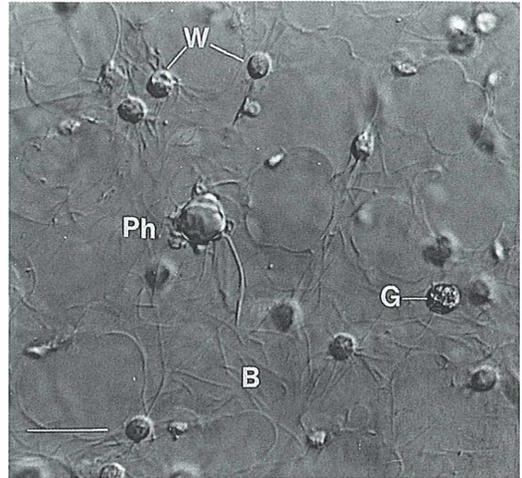


Abb. 9: Zellen im Mantelinneren. Neben einigen Blaszellen sind viele runde Zellen erkennbar; die Mehrzahl dieser Zellen sind Wanderzellen, aber auch ein Granulozyt und ein Phagozyt sind sichtbar. Eine große Zahl stäbchenförmiger Bakterien bevölkert die Matrix. B Bakterien, G Granulozyt, Ph Phagozyt, W Wanderzelle. Maßstrich = 20 µm.

chen Zellkörper haben und Filopodien vorstrecken, die einseitig, an gegenüberliegenden Polen oder auch an mehreren Stellen hervortreten können (Abb. 7). In wesentlich geringerer Anzahl treten die Granulozyten (Durchmesser 8–10 µm) auf, im ruhenden Zustand runde Zellen, deren Plasma eine auffällige körnige Struktur aufweist. Die Granula sind lichtbrechend, wodurch die Zellen bereits bei schwacher Vergrößerung im Mantel als helle Pünktchen erkennbar sind. Die Granulozyten können ebenfalls kriechen, wobei sie aber Lobopodien bilden, die nur aus hyalinem Plasma bestehen (Abb. 10). Über die Funktion der beiden genannten Zellarten ließe sich nur spekulieren. Schließlich beherbergt der Mantel in relativ kleiner Anzahl noch sehr eigenartige Zellen, für die es in der Literatur bisher keine Erwähnung gibt. Der Zellkörper hat einen runden Umriss mit einem Durchmesser von 9–11 µm und eine auffällig glatte Oberfläche; Ortsveränderungen waren nicht zu beobachten, wohl aber gelegentlich das Hervortreten kurzer Pseudopodien. Der Zellkörper ist ringsherum oder nur partiell von einem Plasmasaum umgeben, der ein gekräuseltes Aussehen hat. In kurzen Zeitabständen wachsen nun an beliebiger

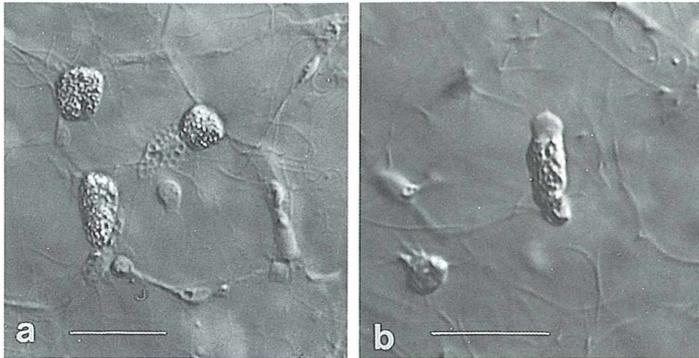


Abb. 10: Granulocyten.
 a) Drei ruhende Zellen. b) Kriechende Zelle, die ein breites granulafreies Pseudopodium (Lobopodium) ausstreckt.
 Maßstrich = 20 μm .

Abb. 11: Phagocyt. Die Zelle hat einen runden Körper, glatte Oberfläche und einen gekräuselt aussehenden Plasmasaum. Von der Zelle wachsen ständig Plasmafäden in die Umgebung vor. In a) ist ein bereits voll ausgewachsener Plasmafortsatz (P1) zu sehen, der sich in b) verkürzt hat und hier als Teil einer länglichen Schlinge erscheint, in deren Inneren ein Bakterium gefangen ist. In c) und d) ist die Schlinge immer mehr verkürzt und an die Zelle herangezogen. Ein anderer Plasmafaden (P2) verlängert sich (a–d) und wird anschließend als Schlinge wieder eingeholt (e, f). Maßstrich = 10 μm .

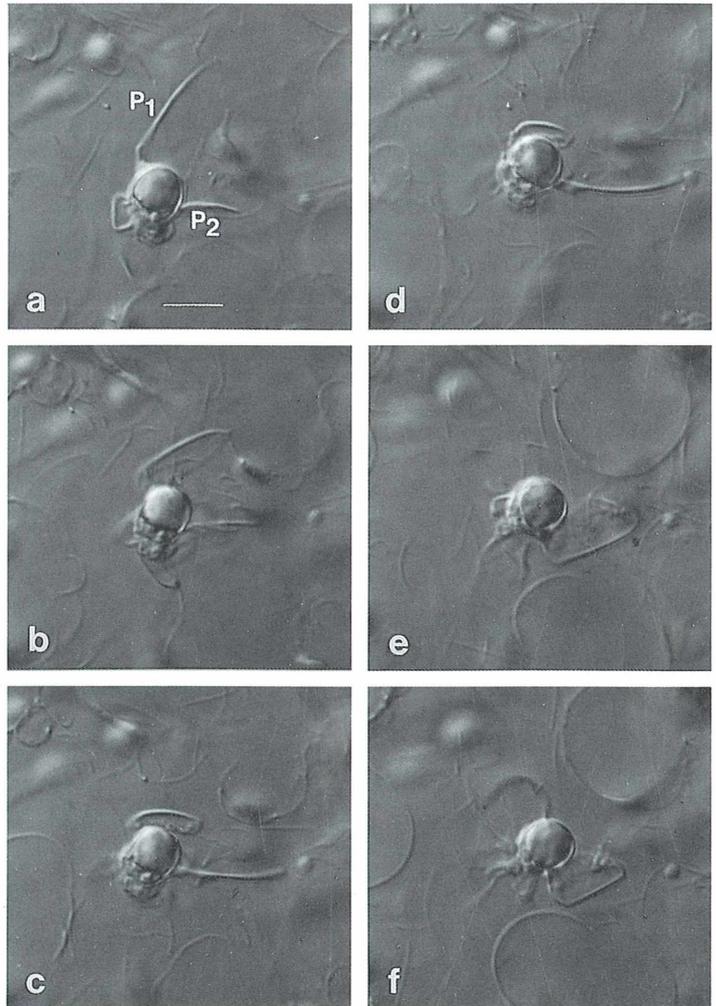
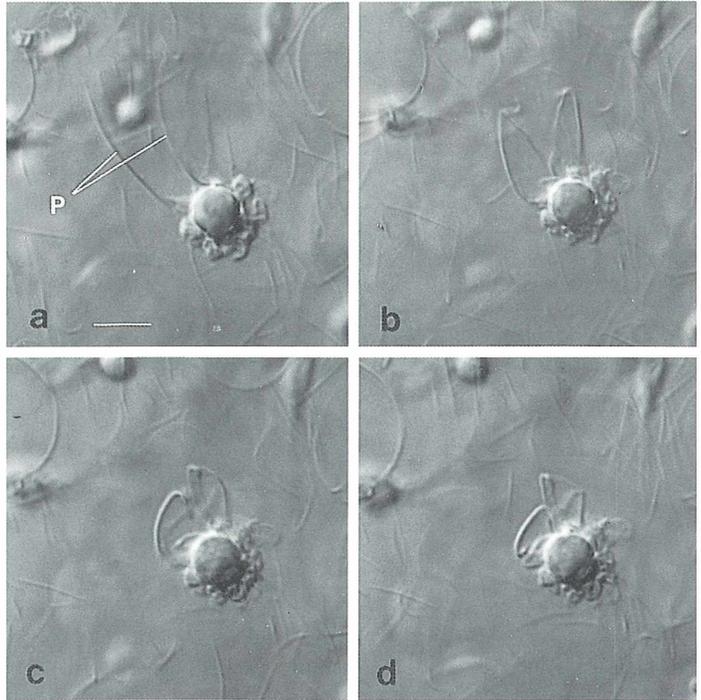


Abb. 12: Phagocyt. In a) mit zwei langen Plasmafäden. In b) sind die Auswüchse verkürzt und Teil je einer Schlinge, die an die Zelle herangezogen wird (c, d). Die gekräuselte Umrandung der Zelle ist durch eine Vielzahl derartiger eingezogener Schlingen entstanden. P Plasmafäden. Maßstreich = 10 µm.



Stelle, vom Zellkörper ausgehend, schlanke Fortsätze in die Umgebung vor, deren Länge das Vierfache des Zelldurchmessers erreichen kann. Erst nachdem die volle Länge erreicht wurde, oft auch schon eher, bemerkt man, daß die Spitze des Fadens mit einer weiteren filamentartigen Struktur verbunden ist, die ebenfalls am Zellkörper entspringt und somit jetzt eine Art Schlinge vorliegt. Wie dieses Gebilde sich genau entwickelt und ob zwischen den Rändern der Schlinge ein Plasmafilm gespannt ist, konnte bisher nicht geklärt werden und bedarf noch weiterer Untersuchungen. Jedenfalls wird die Schlinge alsbald rasch verkürzt, wobei es zu Verbiegungen und Faltungen kommt. Ist die Schlinge ganz an die Zelle herangezogen, bildet sie einen Teil des gekräuselten Saumes. Der ganze Vorgang, für den die Abbildungen 11 und 12 Beispiele geben, läuft in etwa ein bis zwei Minuten ab.

Welche Funktion könnte diesen merkwürdigen Zellen zukommen? Eine Erklärung scheinen die Bakterien zu liefern, die in großer Menge die Grundsubstanz des Mantels bewohnen und auf allen Bildern zu erkennen sind, besonders schön aber auf Abbildung 13. Die Bakterien

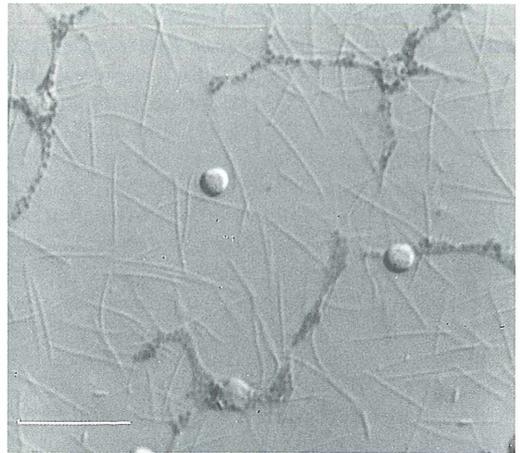


Abb. 13: Stäbchenförmige Bakterien bevölkern in großer Zahl die Mantelmatrix. Sie verharren meist unbeweglich, können sich aber plötzlich rasch gleitend fortbewegen, wobei der Körper sich als leicht flexibel erweist. Die Abbildung zeigt außerdem Myoceten, die mit Nilblauschwarz vitalgefärbt sind; der Farbstoff ist erkennbar in Vakuolen des Plasmas abgelagert. Maßstreich = 20 µm.

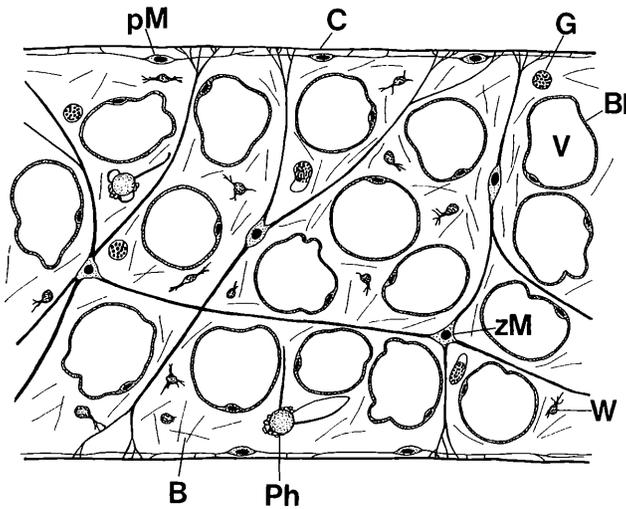


Abb. 14: Aufbau der Tunica von *D. migrans*, Schema. B Bakterien, BI Blasenzelle, C Cuticula, G Granulocyt, Ph Phagocyt, pM peripherer Myocyt, V Vakuole, W Wanderzelle, zM zentraler Myocyt.

haben Stäbchenform, sind im Mittel 20 μm lang und können sich rasch gleitend fortbewegen. Bakterien im Mantel werden auch von Mackie und Singla (1987) für die von ihnen untersuchten Arten *Diplosoma listerianum* und *D. macdonaldi* erwähnt, jedoch ohne alle näheren Angaben. Leider war eine systematische Einordnung (Flexibakterien?) und Ermittlung der Nahrungsansprüche bisher nicht möglich. Die Bakterien sind bereits bei älteren Embryonen nachweisbar und werden offensichtlich vom Elterntier übernommen. Die oben besprochenen Zellen scheinen es nun auf diese Bakterien abgesehen zu haben, denn man kann sie gelegentlich in den Schlingen zappelnd beobachten; die Zellen sind also wahrscheinlich Phagocyten, die mit Fangschlingen arbeiten. Falls die Beobachtungen in der geschilderten Weise zutreffen, könnte das Verhältnis zwischen Bakterien und Manteltier eine Symbiose darstellen.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden an der Biologischen Anstalt Helgoland durchgeführt. Der Verfasser ist den Mitarbeitern der Abteilung Gastforschung für ihre Hilfe dankbar.

Literaturhinweise

- Birkeland, Ch., Cheng, L., Lewin, R. A.: Motility of didemnid ascidian colonies. *Bull. Mar. Sci.* 31, 170–173 (1981).
- Carlisle, D. B.: Locomotory powers of adult ascidians. *Proc. Zool. Soc. (London)*. 136, 141–146 (1961).
- Cowan, M.E.: Field observations of colony movement and division of the ascidian *Didemnum molle*. *Mar. Ecol. Progr.* 6, 335–337 (1981).
- Della Valle, A.: Osservazioni su alcune ascidie del Golfo di Napoli. *Mem. Atti. Accad. Sci. Fis. Nat. Napoli* 13, 1–87 (1908).
- Groepler, W. und Institut für den Wissenschaftlichen Film: Morphologie, Lebensweise und Fortpflanzung von *Diplosoma migrans* (Ascidacea). Film 1855, Göttingen 1994.
- Groepler, W., Kümmel, G.: Ultrastruktur der Ampullen von *Diplosoma migrans* (Tunicata, Ascidiacea). *Zool. Jb. Anat.* 117, 207–226 (1988).
- Mackie, G. O., Singla, C. L.: Impulse propagation and contraction in the tunic of a compound ascidian. *Biol. Bull.* 173, 188–204 (1987).
- Menker, D., Ax, P.: Zur Morphologie von *Arenadiplosoma migrans* n.g.n.sp., einer vagilen Ascidiencolonie aus dem Mesopsammal der Nordsee (Tunicata, Ascidiacea). *Z. Morph. Tiere* 66, 323–336 (1970).
- Ryland, J. S., Wigley, R. A., Muirhead, A.: Ecology and colonial dynamics of some Pacific reef flat Didemnidae (Ascidacea). *Zool. J. Linn. Soc.* 80, 261–282 (1984).

Verfasser: Dr. Wolfgang Groepler, Päd. Hochschule, Abt. Biologie, Bismarckstr. 10, D-76032 Karlsruhe

Anigsteinia salinara – ein wenig bekannter mariner Ciliat

Hans Find Larsen

Die Einordnung des Ciliaten *Anigsteinia* in der Systematik war lange Zeit ungewiß. Seit seiner Erstbeschreibung im Jahr 1899 wechselte dieser Ciliat dreimal seine Stellung in der Systematik. 1899 wurde *Anigsteinia* zum ersten Mal von Florentin unter dem Namen *Spirostomum salinaraeum* beschrieben. Kahl ordnete ihn 1928 in die Gattung *Blepharisma* ein. Dragesco beschrieb den Ciliaten 1960 neu und belegte diese Neubeschreibung mit einer Zeichnung (Abb. 1), die er nach einer Protargolfärbung anfertigte. 1968 gründete Isquith die Gattung *Anigsteinia*. 1991 wurde ein dänischer Stamm dieses Ciliaten gesammelt und seither unter Laborbedingungen mit Erfolg kultiviert.

Während einer Exkursion auf der Insel Baagö im Kleinen Belt zwischen Fünen und Jütland im März 1991 untersuchte ich das Sediment aus dem Abfluß eines Moores zum Meer. In einer der Sedimentproben entdeckte ich *Anigsteinia salinara*. Eine Messung zeigte, daß das Brackwasser des Fundortes einen Salzgehalt von 6 ‰ aufwies. Zunächst wurde *Anigsteinia* in einer aus Brackwasser bestehenden Rohkultur, die mit Weizenkörnern versetzt wurde, angereichert. Für die Reinkultur (agnobiotische Kultur) verwandte ich auf 10 ‰ verdünntes Seewasser. 100 ml dieses Seewassers wurden mit 100 mg Cero-phyll aufgekocht, nach Abkühlung filtriert und in Petrischalen verteilt. Pro 25 ml Medium wurden drei gekochte Weizenkörner zugesetzt. Lichtmikroskopische Lebenduntersuchungen mit Hellfeld, Phasen- und Interferenzkontrast sowie Färbemethoden mit fixierten Exemplaren führten zur genauen Artbestimmung. Die Azur-A/Eosin-Färbung nach Larsen (1975) ermöglichte die Erfassung der Anzahl an Zellkernen. Die Protargolmethode nach Foissner (1982) zeigte Einzelheiten der Ciliatur.

Artbeschreibung

A. salinara erscheint im Hellfeld farblos bis schwach gelblich. Der Zellkörper ist schlank, lateral abgeflacht und in der Mitte etwas verdickt (Abb. 2–3). Das Vorderende ist schnabelartig nach ventral umgebogen, das Hinterende

hat eine rundliche oder abgeflachte Form. Die terminal liegende, große kontraktile Vakuole steht über einen langen zuführenden Kanal mit dem Cytoplasma in Verbindung. Hinsichtlich

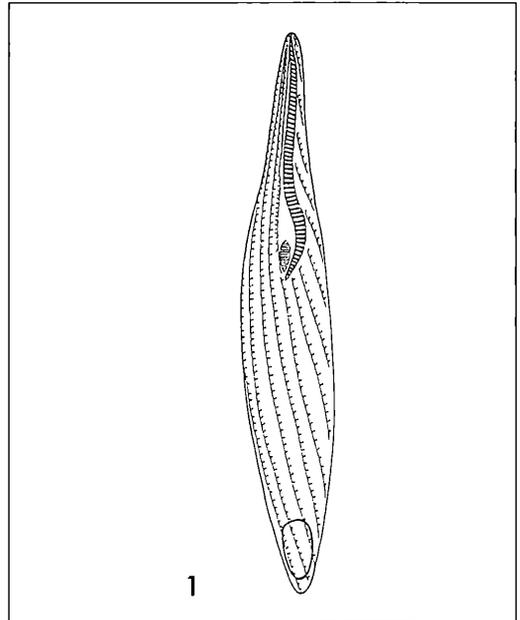


Abb. 1: *Blepharisma salinarum* Florentin, 1899. Die Zeichnung wurde 1960 von Dragesco unter Verwendung eines Protargolpräparats angefertigt. Dragesco gab folgende Daten an: 150–250 µm in der Länge, 14–18 Cilienreihen, 60–70 adorale Membranellen.

dieses letztgenannten Merkmals ähnelt *A. salinara* dem Ciliaten *Spirostomum*. *A. salinara* erreicht eine Länge von 160 bis 240 μm und mißt in der Breite 30 bis 50 μm . Die somatische Bewimperung besteht aus 17 bis 20 Cilienreihen, die auf der rechten Seite der Zelle parallel der Körperlängsachse (Abb. 4–5), auf der linken Seite dagegen schräg in Richtung auf die Mundregion orientiert sind. 60 bis 70 Membranellen bilden auf der linken Seite des Zellmundes eine adorale Membranellenzone. Dieser liegt auf der rechten Seite des Zellmundes eine kurze undulierende Membran gegenüber, die nur etwa ein fünftel der Länge der adoralen Membranellenzone mißt. Die bisher genannten

Merkmale zeigen in ihrer Ausprägung große Übereinstimmung mit den Beschreibungen von Dragesco aus dem Jahr 1960.

Der Makronucleus zeigt eine ungewöhnliche Form. Er besteht aus 100–200 sphärischen Einheiten, die in der Zelle verteilt liegen. Die große Anzahl und die geringe Größe dieser Makronucleusuntereinheiten (2–5 μm im Durchmesser) erschwert eine lichtmikroskopische Differenzierung der Kerne in Makro- und Mikronucleus. Während man bei den meisten Ciliaten auch im vegetativen Zustand anhand der Größenunterschiede den Großkern vom Kleinkern unterscheiden kann, so ist dies bei *A. salinara* nur im Stadium der Zellteilung mög-

Tabelle 1. Biometrische Charakteristik von *Anigsteinia salinara*. Die Länge und Breite wurde in vivo ermittelt, die übrigen Daten stammen von protargolimprägnierten (P) und Azur-A (A) gefärbten Individuen.

Merkmal	Min.	Max.	\bar{x}	SD	CV	n
Länge in μm	160	240	201.1	29.3	14.8	15
Breite in μm	32	48	40.5	4.5	11.1	15
Länge der AZM in μm (P)	58	73	63.0	4.6	7.4	20
Länge der UM in μm (P)	13	20	15.9	1.9	11.7	20
Anzahl der Somakineten (P)	17	20	18.1	0.9	5.2	20
Anzahl der AZM Membranellen (P)	61	70	65.1	3.4	5.2	20
Anzahl der Ma Segmente (vegetative) (A)	117	211	151.9	25.9	17.1	20
Anzahl der Ma Segmente (in Teilung) (A)	15	53	30.6	10.2	33.3	20
Diameter der Ma Segmente (vegetative) in μm (A)	2	5	3.6	1.0	26.3	20
Diameter der Ma Segmente (in Teilung) in μm (A)	4	13	8.3	2.6	31.3	20



Abb. 2: *Anigsteinia salinara*. AZM adorale Membranellenzone, CV kontraktile Vakuole, CY Cytostom (Zellmund), S Schnabel.

Maßstrich = 50 μm .

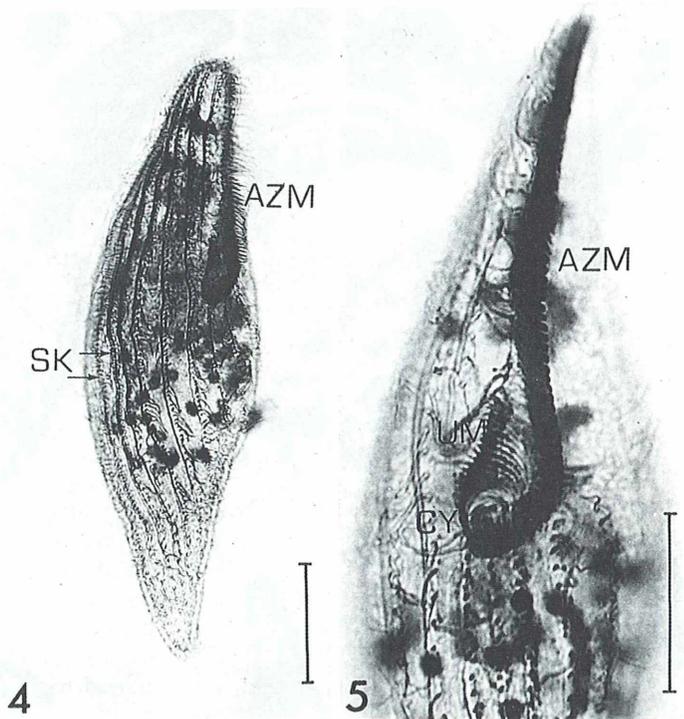
Abb. 3: Phasenkontrastaufnahme der kontraktile Vakuole mit zuführendem Kanal. CVC Kanal der kontraktile Vakuole, NV Nahrungsvakuole, Maßstrich = 20 μm .

Abb. 4: Protargolpräparat. Die zehn Wimperreihen auf der rechten Seite sind deutlich erkennbar. AZM adorale Membranellenzone, SK somatische Kineten (Cilienreihen).

Maßstrich = 30 μm .

Abb. 5: Protargolpräparat in höherer Vergrößerung. Man erkennt den Oralapparat: das Cytostom, die undulierende Membran und die adorale Membranellenzone. AZM adorale Membranellenzone, CY Cytostom (Zellmund), UM undulierende Membran.

Maßstrich = 20 μm .



lich. Kurz vor der Zellteilung verschmelzen die Makronucleusuntereinheiten zu größeren Gebilden. In diesem Stadium sind sechs bis zehn Mikronuclei sichtbar.

terzellen, läuft die Teilung der Mikronuclei hochgeordnet in einer Mitose ab. Die Mitose der Mikronuclei findet zeitgleich mit der Amitose der Makronuclei statt.

Zellteilung

Die Teilung einer Zelle wird durch die Anlage einer neuen adoralen Membranellenzone eingeleitet. Daran schließt sich unmittelbar die Umgestaltung und Teilung des Kernapparates an (Abb. 6–11). Bei Ciliaten mit bi- oder multinodalen Großkernen und bei hypotrichen Ciliaten beginnt die Kernteilung mit einer Reorganisation des Kernmaterials. Die Makronucleusteile verschmelzen zu einem rundlich geformten Gebilde, das sich dann amitotisch teilt. In *A. salinara* dagegen verschmelzen die zahlreichen kleinen Makronucleusteile nicht zu einer derartigen Einheit, sondern sie bilden 15–50 größere Fragmente. Diese sammeln sich zu Beginn der Teilung in der Äquatorialebene der Zelle und teilen sich dort amitotisch. Im Gegensatz zur amitotischen, d. h. der ungeordneten Verteilung des in vielfachen Kopien vorliegenden genetischen Materials der Makronuclei auf die Toch-

Salztoleranz

Da *A. salinara* offensichtlich zu den eher seltenen Funden in einer Wasserprobe oder gar in einer Laborkultur zählt, gibt es bis jetzt nur sehr wenig Informationen in der Literatur speziell über die Ökologie und Salztoleranz dieses Ciliaten. In einer Publikation von Anigstein aus dem Jahr 1899 findet man den Hinweis, das der Ciliat in Meerwasser mit extrem hohem Salzgehalt (65 %!) auftrat. Kahl entdeckte *A. salinara* dagegen in schwach brackigem Wasser. Diese widersprüchlichen Angaben aus der Literatur waren der Anlaß für ein Laborexperiment zur Salztoleranz von *A. salinara*. Der Ciliat wurde im Experiment verschiedenen Salzkonzentrationen von 50, 10 und 0 % ausgesetzt. Als Stockmedium diente natürliches Meerwasser aus dem Mittelmeer (Kreta) mit einem Salzgehalt von 50 %, das entsprechend verdünnt wurde. Die Kulturen wurden mit 100 Zellen pro

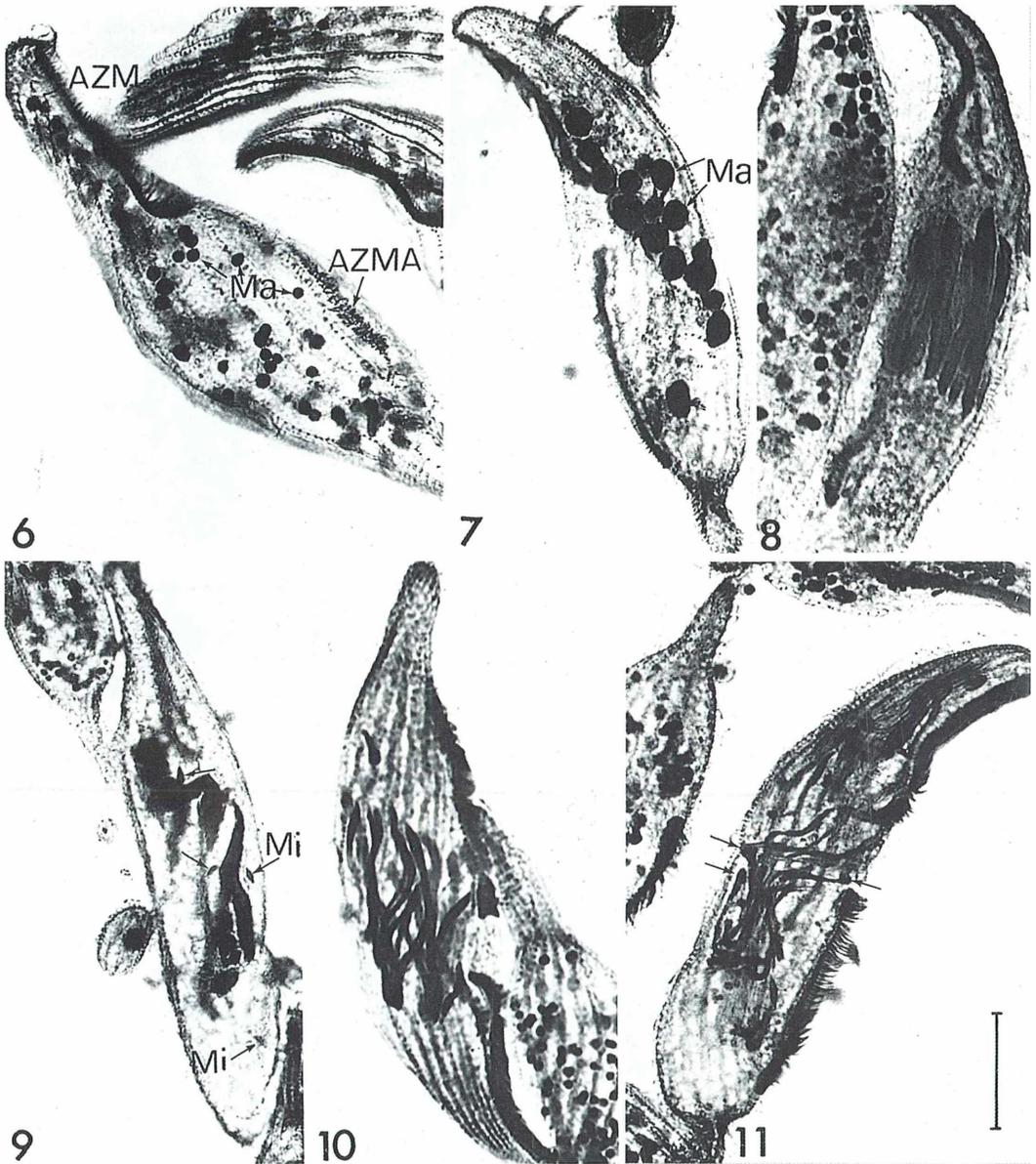


Abb. 6–11: Die Teilungsstadien wurden mit Hilfe der Protargolimprägation untersucht. Abbildung 6 zeigt einige der vegetativen Makronucleus-Einheiten und die Anlage der neuen adoralen Membranellenzone. In Abbildung 7 sind 16 kondensierte Makronucleus-Einheiten erkennbar. Abbildung 8 zeigt links eine vegetative Zelle und vergleichend rechts eine Zelle, deren Makronucleus-Einheiten in der Äquatorialebene der Zelle in Teilung liegen.

Mikronuclei (Pfeile) in der Mitose sind in Abbildung 9 sichtbar.

In Abbildung 10 ist die Teilung der Makronuclei bereits fortgeschritten und in Abbildung 11 beginnt die Reorganisation der Makronucleus-Einheiten (Pfeile) vor der einsetzenden Einschnürung der Zelle.

AZM adorale Membranellenzone, AZMA Anlagen der adoralen Membranellenzone, Ma Makronucleus, Mi Mikronucleus. Maßst. 30 = μm .

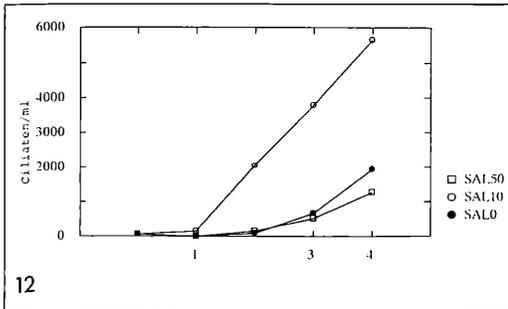


Abb. 12: Wachstumskurven aus Kulturversuchen mit verschiedenen Salzkonzentrationen (0, 10 und 50%).

Milliliter angeimpft. Über einen Zeitraum von vier Wochen wurde einmal pro Woche die Individuenzahl der Kulturen kontrolliert. Abbildung 12 faßt die Ergebnisse der Untersuchung in einer Grafik zusammen. Die Versuche zeigen, daß *A. salinara* eine ausgeprägte Toleranz gegenüber unterschiedlichen Salzkonzentrationen besitzt. Die Kulturen gedeihen am besten bei einem Salzgehalt von 10%. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da diese Konzentration den natürlichen Bedingungen des Fundortes nahe kommt. Vergleicht man die Vermehrungsraten der Kulturen mit einem Salzgehalt von 0 bzw. 50% miteinander, so zeigt sich, daß *A. salinara* offensichtlich mit einem niedrigeren Salzgehalt besser als mit einem zu hohen zu recht kommt.

Dragesco bezeichnete 1960 diesen Ciliaten als einen relativ unbekanntem Organismus. Dieser kurze Bericht soll *A. salinara* zu einer größeren Bekanntheit verhelfen und dazu ermuntern, zukünftige Meerwasserproben gezielt nach diesem interessanten Vertreter der Ciliaten zu durchmustern.

Danksagung

Der Carlsberg-Stiftung danke ich für die finanzielle Unterstützung des Projekts.

Literaturhinweise

- Anigstein, L. von: Über zwei neue marine Ciliaten. Arch. Protistenk. 24, 127–140 (1912).
 Dragesco, J.: Les Cilies mesosammiques littoraux. Trav. Stn. Biol. Roscoff (N.S.) 12 (1960).
 Florentin: Etudes sur la faune des mares sales de Lorraine. Am. Sci. nat. Zool 10, 209–349 (1899).
 Foissner, W.: Ökologie und Taxonomie der Hypotrichida einiger österreichischer Böden. Arch. Protistenk. 126, 19–143 (1982).
 Isquith, I. R., Repak, A.: The Systematics of the Genus *Anigsteinia* Isquith, 1968. Acta Protozool. 16, 193–200 (1974).
 Kahl, A.: Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata, 3, Spirotricha. In: Die Tierwelt Deutschlands 25. Teil, Jena (1932).
 Larsen, H. F.: Färbung von Protozoen mit Azur-A. Mikrokosmos 9, 264–265 (1975).

Verfasser: Hans Find Larsen, Priv. Lab., Svelmøgaardsvej 5, DK-5600 Faaborg, Dänemark

Alpenpflanzen im Lebensraum

Alpine Rasen, Schutt- und Felsvegetation

Von Herbert REISIGL, Innsbruck, und Richard KELLER, Augsburg 2., überarb. Aufl. 1994.

Etwa 149 S., 189 Farbfotos, 86 Zeichn. mit mehr als 400 Einzeldarst., 58 wissenschaftl. Grafiken, geb. etwa DM 42,-

Erscheint etwa September 1994

Preisänderung vorbehalten

Unsere Alpenflora

Von Elias LANDOLT, Zürich 6., vollst. neu bearb. Aufl. 1992. 318 S. mit zahlr. Zeichnungen sowie 480 Farbabb. auf 120 Bildtafeln, geb. DM 48,-

GUSTAV FISCHER

Nachricht

Peter Sitte zum 65. Geburtstag

Am 8. 12. 1994 begeht einer der angesehensten deutschen Biologen, der Botaniker und Zellforscher Prof. Dr. Peter Sitte, in Freiburg seinen 65. Geburtstag. Der Jubilar wurde in Innsbruck geboren und studierte an der Universität seiner Heimatstadt neben Biologie und ihren Grundlagenwissenschaften auch Philosophie. Schon in seiner Gymnasialzeit, aber auch während des Studiums, hat er – wie er in einem Brief an die Redaktion betonte – gerade auch aus dem MIKROKOSMOS sehr viele Anregungen und Impulse erfahren. Über mehrere Hochschulstationen kam er 1965 nach Freiburg und erhielt hier den Lehrstuhl für Zellbiologie am Institut für Biologie.

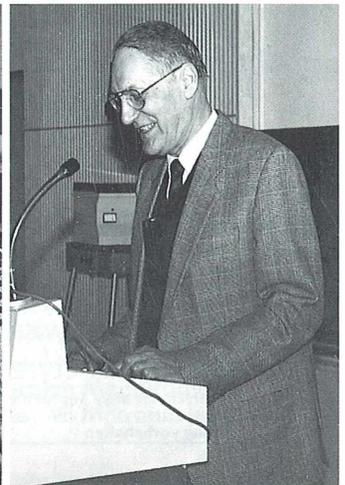
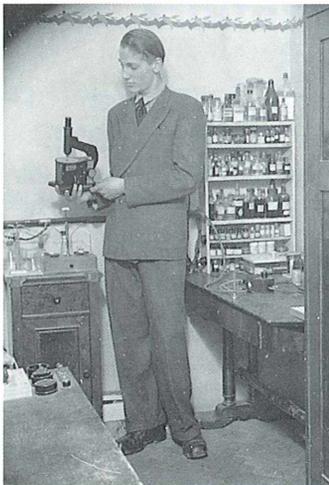
Peter Sitte gehört zu den Pionieren, welche die Elektronenmikroskopie in die moderne Zellforschung einführten, grundlegende Befunde zusammengetragen und die thematisch wie methodisch so vielseitige Disziplin Zellbiologie wesentlich mitgeformt haben. Wir verdanken ihm beispielsweise das heute in allen Lehrbüchern verwendete Protocysten/Eucysten-Konzept. In den letzten Jahren widmete sich seine Arbeitsgruppe vor allem der Bearbeitung komplexer Einzeller, in denen mehrfache Endocytobiose genetisch grundverschiedene Bausteine zusammengeführt hat.

Peter Sitte als 17jähriger Gymnasiast mit einem selbstgebastelten Mikroskop im häuslichen Labor (links), als junger Student Weihnachten 1949 mit seinem ersten Reichert Mikroskop (verdient als Hilfsarbeiter der Lawinenverbauung im Lechtal) (mitte) und als Colloquiumsredner an der Freien Universität Berlin, Fachbereich Biologie, im April 1994 (rechts)

Neben einer bemerkenswert facetten- und ergebnisreichen Forschung hat er mit beachtlichem Erfolg die Vermittlung von Wissenschaft im gesprochenen und geschriebenen Wort praktiziert. Eines seiner ersten Lehrbücher trug den Titel *Bau und Feinbau der Pflanzenzelle* (Gustav Fischer Verlag). Zusammen mit seinem Freiburger Kollegen Hans Kleinig schrieb er das Lehrbuch *Zellbiologie* (ebenfalls Gustav Fischer Verlag), welches in dritter Auflage vorliegt und neue Standards der Stoffvermittlung setzt. In der Neuauflage des Lehrbuchklassikers *Strasburger* gestaltete er das Hauptkapitel zur Pflanzenmorphologie völlig neu. In den Fortschritten der Botanik und in vielen weiteren Sammelwerken und Zeitschriften erschienen seine Aufsätze. Eine herausragende Leistung war unter anderem auch die Gründung und jahrelange redaktionelle Betreuung der renommierten Zeitschrift *Biologie in unserer Zeit* (VCH Weinheim). Für den gleichen Verlag gab er die bemerkenswerte Aufsatzsammlung *Horizonte der Biologie* heraus.

Peter Sitte genießt weit über die Fachwelt hinaus hohes Ansehen und hat zu Recht viele Ehrungen erfahren. So ist er schon seit zwei Jahrzehnten gewähltes Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina. Die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte ehrte ihn 1993 wegen seiner herausragenden wissenschaftspublizistischen Leistungen mit der Verleihung der Lorenz-Oken-Medaille.

Die Redaktion des MIKROKOSMOS gratuliert dem Jubilar sehr herzlich und wünscht ihm für die Zeit der bevorstehenden Emeritierung zufriedenstellende Gesundheit und sehr viel Muße für seine vielfältigen Interessen.



Infusions = Thiere

Goethes mikroskopische Untersuchungen vom Frühjahr 1786

Rainer Hendel

Das in Heft 83/1 erschienene Biographie-Rätsel erfragte eine Persönlichkeit, deren mikroskopische Aktivitäten sicherlich nicht allgemein bekannt sind. Der vorliegende Beitrag greift diesen wissenschaftsgeschichtlich interessanten Zusammenhang auf und beleuchtet Fakten und Phänomene aus heutiger Sicht.

ach intensiven zoologischen und anatomischen Studien, die im März 1784 zur Entdeckung des Zwischenkieferknochens führten, legt Goethe ab dem Winter 1784/85 einen Schwerpunkt seiner morphologischen Interessen auf die Botanik. Um dem Geheimnis der Ontogenese nachzuspüren, setzt er eine Reihe von Infusionen an und beobachtet sie unter dem Mikroskop.

Von Anfang an geht er dabei nach dem bekanntesten Fachbuch seiner Zeit vor, der „Abhandlung über die Saamen- und Infusionsthierchen...“ des Freiherrn von Gleichen aus dem Jahr 1778, um dessen Versuche „mit Frühlings Eintritt nachzubeobachten und zu kontrollieren.“¹

Nach dem Zeugnis Charlotte von Steins vom 15.2.1785 besitzt Goethe ein „Sonnenmikroskop“, also die Konstruktion v. Gleichens.² Bald genügt ihm dieses Gerät nicht mehr. Herzogin Louise, die wohl über Frau v. Stein von Goethes Wunsch erfahren hat, will ihm zum 36. Geburtstag ein „recht extra gutes Mikroskop“³ schenken. Der wie stets ungeduldige Dichter versucht aber bereits im März zu einem neuen Instrument zu kommen, indem er an einer Lotterie teilnimmt. Der Ansbacher Optiker Oppelt spielt nämlich ein „recht artiges Werck“ unter vierzig Teilnehmern aus, deren jeder ein Los zu einem Taler kaufen muß. Goethe ist sehr enttäuscht, daß nicht er, sondern der Weimarer Kammerherr Seckendorf der Gewinner ist.

Die Enttäuschung hält ihn nicht ab, weiter „fleißig ins Glas und auf die Pflanzen“⁴ zu sehen, wobei die mikroskopischen Studien offenbar Teil eines größeren botanischen Gedankenkreises sind, der den Dichter beschäftigt. Am 1. April bittet er Charlotte v. Stein: „Schicke mir

doch das Mikroskop ich muß verschiednes ansehen. Ich bin fleißig und habe nun ein Tischgen mit Erde worinn allerley Saamens liegen. Ich habe recht schöne Offenbaarungen über dies Geschlecht.“⁵ Die Synthese seiner Einzelbeobachtungen gelingt ihm jedoch noch nicht: „Ich habe noch in andern Wissenschaften z.E. in der Botanik, gar hübsche Entdeckungen und Combinationen gemacht, die manches berichtigen und aufklären, ich weiß aber auch nicht recht wo mit hin.“⁶ Als er zum Geburtstag das ersehnte Instrument erhält, bekommt Goethes Interesse am Mikrokosmos neuen Auftrieb. Verschiedene Briefstellen belegen, daß der Dichter sich während des ganzen Winters 1785/86 mit dem Thema befaßt. Im Verlauf des Monats April 1786 setzt er eine Versuchsreihe von über 20 Infusionen an, die er bis zum 11. Mai regelmäßig mit dem Mikroskop kontrolliert.

Goethes Mikroskope

Welches Mikroskop Goethe für seine Untersuchungen verwendete, ist unklar. Seine Zeichnungen und Notizen, die er während der Arbeit angefertigt hat, lassen allerdings darauf schlie-

¹ Brief an Friedrich Heinrich Jacobi, 12. Jan. 1785. WA IV, 7, S. 8.

² Brief Charlotte v. Steins an Karl Ludwig v. Knebel. Germann, 1975, S. 365.

³ ebd.

⁴ Brief Johann Gottfried Herders an Karl Ludwig v. Knebel, Anfang Mai 1785. Germann, 1975, S. 366.

⁵ WA IV, 7, S. 35.

⁶ An Johann Heinrich Merck, 8. April 1785. WA IV, 7, S. 41.

ßen, daß sein Gerät folgende Eigenschaften besessen haben muß:

- verstellbaren Hohlspiegel (Notiz vom 14. April 1786)
- austauschbare Objektivlinse (Notiz vom 10. Mai)
- mindestens 60–80fache Gesamtvergrößerung (vgl. Stehli, 1931/32; Reukauf, 1906; Abb. 4, 5)
- relativ weites Gesichtsfeld (vgl. die Zeichnung des Ruderfußkrebses in Abb. 4)
- Auflösung der Cilien von Glockentieren und holotrichen Ciliaten (vgl. Abb. 4, 5 und die Legende zu Abb. 6).

Die Stiftung Weimarer Klassik bewahrt vier Mikroskope aus Goethes Nachlaß, die bei Germann und Otto (1975) beschrieben sind. Davon ist das Projektionsmikroskop aus technischen Gründen auszuschließen. Das Reisemikroskop vom Cuffstypus böte wohl die erforderliche optische und mechanische Qualität, hat aber nach Germann (1975, S. 390) nicht Goethe gehört. Es ist zudem mit Planspiegel ausgestattet. Beim dritten Gerät handelt es sich um das Universalmikroskop nach v. Gleichen-Russwurm (Abb. 1). „Es erscheint technisch möglich, daß die Infusorienskizzen an einer der Varianten des Universale, z.B. am zusammengesetzten Mikroskop, angefertigt worden

sind.“ (Germann, 1975, S. 376). Sehr wahrscheinlich ist das aber meiner Ansicht nach nicht. v. Gleichen's eigenes Gerät löst nämlich keine Cilien auf (Abb. 3), der Beobachter kann deren Bewegung nur ahnen.⁷ Leider ist die gesamte optische Ausrüstung von Goethes „Universalmikroskop“ verloren gegangen, so daß sich über deren Qualität nichts aussagen läßt. Erhalten geblieben sind jedoch ein kleiner runder Planspiegel und ein rechteckiger Messingrahmen, in dem ein gewiß planer Spiegel gesteckt hat.⁸ Wird das Universalmikroskop v. Gleichen's zu einem zusammengesetzten Gerät ausgebaut, muß auf dem Objektivträger des zirkelförmigen Scharfstellmechanismus noch ein „Compositum“ befestigt werden. Das ist ein Tubus mit Okularlinse, der den ganzen Aufbau schwingungsanfällig, kipplig und schwer zu bedienen macht.

Goethe wird dieser antiquierten Konstruktion das Geburtstagsgeschenk vom 28. August 1785, das er vier Tage später als „... ganz fürtrefflich, und so bequem als möglich“⁹ lobt, vorgezogen haben. Dabei handelt es sich wohl um das vierte Gerät aus Goethes Nachlaß (Abb. 2), ein „Grand Microscope Universel, Achromatique“ nach Louis-Francois Dellebarre (1726–1805). Geräte von diesem Typus wurden, nicht zuletzt wegen eines positiven Gutachtens der Academie Française aus dem Jahr 1777, von bedeutenden europäischen Gelehrten des 18. Jahrhunderts benutzt; sie hatten sicher den Ruf, „recht extra gute Mikroskope“ zu sein. Dank ihrer sauber verarbeiteten Mechanik, vielfachen Verstellbarkeit und des großen Gesichtsfeldes (Nowak, 1984, S. 30) wurden die Dellebarre-Mikroskope diesem Ruf auch gerecht, doch ihre optische Qualität war mäßig (Otto, 1976, S. 76).

Nach Germann (1975) kann das Gerät durchaus zur Anfertigung der Skizzen von Infusorien verwendet worden sein, allerdings müssen Goethe hierzu kürzerbrennweitige Objektivlinsen als die eine noch vorhandene zur Verfügung gestanden haben. Das ist aufgrund der Eintragungen in das Beobachtungsheft mehr als wahrscheinlich. Auf jeden Fall besitzt Goethes Dellebarre-Mikroskop als einziges seiner Gerä-



Abb. 1: Universalmikroskop nach v. Gleichen, in Goethes Besitz ab 1780.

⁷ v. Gleichen, Abhandlung ... S. 82.

⁸ Auskunft von Frau Marie-Luise Kahler, wiss. Mitarbeiterin an der Stiftung Weimarer Klassik.

⁹ Brief an Charlotte v. Stein, 1. Sept. 1785. WA IV,7, S. 84.

te einen Hohlspiegel. Mit ihm hat der Dichter am 14. April 1786 vermutlich eine Art schiefer Beleuchtung hergestellt. So konnte sein Instrument auch feine Strukturen auflösen.

Die Theorie der Epigenesis des Freiherrn von Gleichen

Wer sich im ausgehenden 18. Jahrhundert mit biologischen Fragestellungen beschäftigte, mußte sich mit zwei widersprüchlichen ontogenetischen Thesen auseinandersetzen: der Evolutions- oder Präformationslehre und der Epigenesis-Lehre.

Die erstere, vertreten z.B. von Albrecht v. Haller (1708–1777) und Charles Bonnet (1720–1793), geht davon aus, daß alle Organe eines Lebewesens bereits im Keim ausgeformt sind. Dieser Gedanke löst zwar ein theologisches Problem, indem er die Verantwortung für jedes Individuum direkt auf den Schöpfungsakt Gottes zurückführt, schafft aber ein logisches. Die Samenkörner eines Baumes zum Beispiel müßten zu allen Zeiten alle zukünftigen Bäume mit deren Ästen, Blättern und Früchten komplett enthalten, und zwar nicht als genetisches Programm, sondern in ihrer ganzen Gestalt.

Die Epigenesis-Lehre, die von Caspar Friedrich Wolff (1734–1794) im Jahr 1759 systematisch formuliert wurde, postuliert eine dem Leben innewohnende Kraft, den „Bildungstrieb“. Diese „vis essentialis“ wird im Zerfall der organisierten Materie frei und schafft mit Hilfe von Wärme und Feuchtigkeit aus der Fäulnis heraus neues Leben.

Die Idee einer Umschichtung unzerstörbarer Seinspartikel, die auf den ionischen Naturphilosophen Anaxagoras aus dem 5. Jh. v. Chr. zurückgeht, hat die Phantasie und Kreativität der Menschen jahrhundertlang beschäftigt. Bereits in den „Metamorphosen“ des römischen Dichters Ovid (1. Jh. n. Chr.) wird beschrieben, wie nach der großen Flut der gärende Schlamm, von der Sonne erwärmt, Lebewesen erzeugt¹⁰; daß der Würzburger Professor Beringer im Jahr 1725 auf plump gefälschte „Versteinerungen“ hereinfällt, die Blüten, Darstellungen von Kometen und sogar hebräische Buchstaben zeigen, liegt in seinem Glauben an die Urzeugung begründet, und noch im Jahr 1818 läßt Mary Shelley ihren „Modernen Prometheus“ Frankenstein seinen künstlichen Menschen nicht durch einen chirurgischen Akt, son-



Abb. 2: Mikroskop nach Dellebarre aus Goethes Besitz.

dern¹⁰ aus einem Verwesungsprozeß heraus erschaffen.

Im Zeitalter der Aufklärung ist die Epigenesis die vernunftgemäßere Lehre. v. Gleichen glaubt, die Entstehung des Lebens im Mikroskop beobachten zu können: „Ich kan also aus allen dem, was ich so oft und viel gesehen habe, nicht anders schliesen, als daß der, in den vorgedachten kleinen Bläschen, durch gelinde Gährung auseinander gesetzte, und von den heterogenen Theilen abgesonderte Grundstof des organischen Lebens durch ... die Brütung des nun freien Geistes, in das thierische Leben empor steige, und entweder durch eine anziehende Kraft, oder durch ein anderes Verbindungsmittel wieder vereinigt und in Thierische Körper ausgebildet werde.“¹¹ Aus „Bläschen“ entstan-

¹⁰ Ovid, met. I, 416–451.

¹¹ v. Gleichen, Abhandlung ..., S. 76 f.

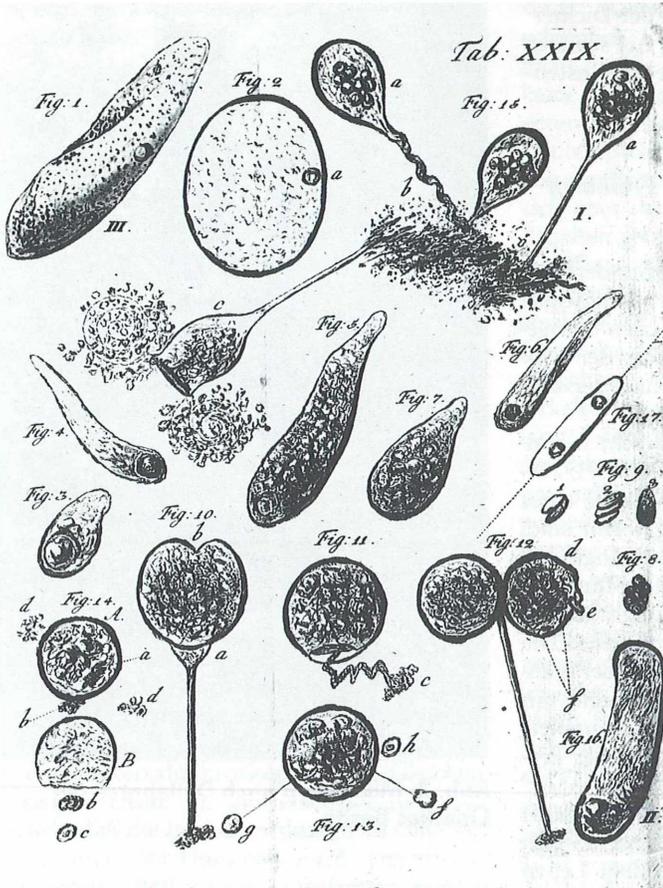


Abb. 3: „Am Ende der Einleitung zu gegenwärtigen Beobachtungen habe ich die Vermuthung gewagt, daß gewisse Arthen der Infusionstierchen ein Laig, gleich den Fröschen von sich geben, und die Bestätigung derselben der Zukunft überlassen. Sie erfolgt nun durch die Vorstellungen dieser Tafel ...“ (v. Gleichen, Abhandlung ... S. 157).

dene „Infusions-Thiere“ vereinigen sich von kleineren zu größeren Formen: „Diese Geschöpfe erscheinen nun als die ersten ihres Geschlechtes: nicht als gezeugte, aber als zur Zeugung geschickte Thiere...“¹² Mit der Epigenesistheorie ist notwendigerweise eine Änderung der Gottesvorstellungen verbunden. v. Gleichens Aussagen bedeuten einen Schritt hin zur modernen Theologie: „Und wirklich weiß ich nicht, ob der Begriff von der Allmacht und Weisheit des Schöpfers: daß er im Anfang den Elementen die Kraft eingedrucket haben könne, die Bildung der Körper durch den Zusammentritt zur Organisation bestimmter Atomen, zu würken, nicht weit erhabener und edler ist, als zu glauben: daß er wie ein Werkmeister der Menschen, sie selbst zusammen gesetzt habe ...“¹³

Das Buch v. Gleichens vermittelt aber nicht nur Beobachtungen und ihre philosophische Auswertung, sondern auch eine höchst praktische

Anleitung zu eigenen Versuchen:¹⁴ Infusionen sind am besten in drei Zoll hohen und einen Zoll weiten „Zuckergläschen“ anzusetzen. Man füllt sie mit „2 Drachma“, das sind etwa 7,5 cm³ Flüssigkeit. Am effektivsten sind „destillirter Thau“ oder „filtrirtes Regenwasser“. In die Flüssigkeit gibt man einige wenige Samenkörner von Getreide, Hanf oder Hülsenfrüchten; aber auch Fleisch, Stubenfliegen und tierische Samenflüssigkeit versprechen Erfolg. Die Gläser stellt man am besten ans Fenster in die volle Sonne. Es ist gleichgültig, ob man sie mit Kork verschließt oder nicht. Am wichtigsten ist die Beobachtung: „Sehen, so scharf als es nur immer unsere Gesichtskräfte gestatten, sehen, müssen wir immer unsern Schlüssen vor-

¹² ebd. S. 77.

¹³ ebd. S. 73.

¹⁴ ebd. S. 124 f.

ausgehen lassen.“¹⁵ Doch der Drang des Forschers, eine stetige Höherentwicklung seiner „Infusionsthierchen“ nachzuweisen, ist stärker als diese Prämisse. Daher interpretiert er den Stiel von Vorticellen zu einer Legeröhre um, sieht in einem nachgeschleppten Detritusflöckchen ein Eipaket und will sogar Lebendgeburten wahrgenommen haben (vgl. die Legende zu Abb. 3).

Goethes Versuchsreihe

Die Ansätze

Am 8. April 1786 erweitert Goethe eine Versuchsreihe von fünf Infusionen, die er schon vor längerer Zeit angesetzt hat. Bis zum 1. Mai bringt er 19 weitere Objekte in Gläschen ein, dazu kommt destilliertes Wasser und am 24.4. noch Essig. Als Ansatzmedium ist „reines Brunnenwasser“ zu vermuten, jedenfalls war er im September 1785 mit Proben einer Massentwicklung von *Nostoc* so verfahren.¹⁶ Die Gläser sind nur leicht zugedeckt,¹⁷ verschlossene Infusionen, wie „Pisangmark“ (Bananen) aus der undatierten Fünferreihe oder der Essig vom 24. April werden eigens vermerkt. Die Proben stehen am Fenster in der Sonne, Verdunstungsverluste werden durch Wasserzugabe ausgeglichen.

Bei den Untersuchungsobjekten handelt es sich mit Ausnahme einer Froschlaichinfusion vom 1. Mai und der Flüssigkeiten um botanisches Material. Man kann vier Gruppen unterscheiden:

- Nahrungsmittel und einheimische Pflanzen:
Steinpilze, Roggen, Leinsamen, Linsen, Bohnen, Kartoffeln, ein Fichtenreis, Morcheln und „*Conferva*“ (Fadenalgen aus einem Gewässer).
- Nicht einheimische Pflanzen:
Bananenmark, Kakteenstücke, Pfefferkörner, Teeblätter.
- Flüssigkeiten:
Bier, destilliertes Wasser, Quecken-Trank (ein Absud aus dem Wurzelstock der Quecke, der in der Volksmedizin verwendet wird), Essig.
- Spezielles:
Schimmel, Froschlaich, Tränen vom Weinstock.

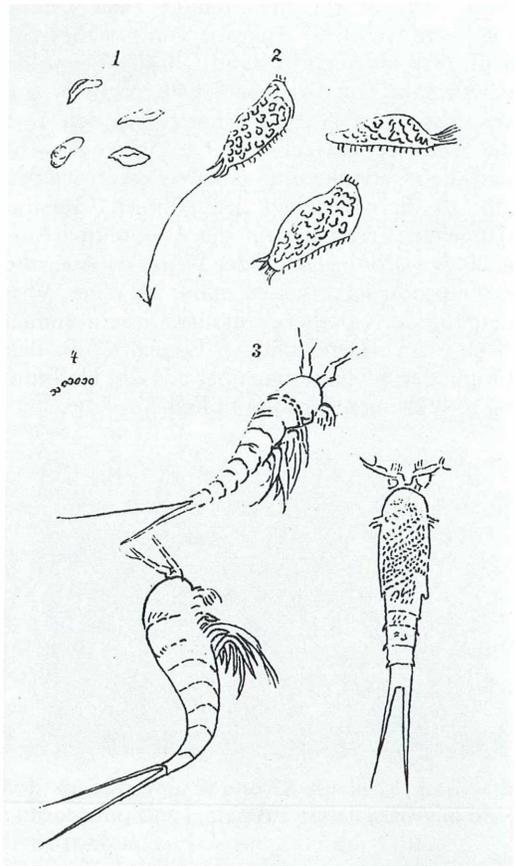


Abb. 4: Zeichnung Goethes, mit Tinte. WA II,7, S. 305.

Vom 9. April bis zum 11. Mai 1786 beobachtet Goethe die Entwicklung in den Gläsern regelmäßig, oft am Morgen und Abend desselben Tages, unter dem Mikroskop. Seine Beobachtungen diktiert er einem Schreiber oder notiert sie selbst. Dazu hat er ein eigenes Heft mit dem Titel „Infusions=Thiere“ angelegt. Auffällige Objekte hält er in Bleistiftzeichnungen fest, die er später mit Tinte nachfahren lässt, um sie wischfest zu machen.

¹⁵ ebd. S. 125.

¹⁶ WA II,7, S. 355 f.

¹⁷ ebd.

Dieses Heft ist sowohl im Band II,7 der Weimarer (oder Sophien-) Ausgabe von Goethes Gesamtwerk als auch in Band I,10 der Leopoldina-Ausgabe von Goethes Schriften zur Naturwissenschaft abgedruckt. Ich zitiere den Text der Weimarer Ausgabe, weil er meiner Ansicht nach den Gedankenfluß Goethes besser wiedergibt als die nach einer „endgültigen“ Version strebende Textredaktion der Leopoldina-Ausgabe. Da sich die Lithos der Weimarer Ausgabe gut reproduzieren lassen, habe ich deren Wiedergabe der Goethezeichnungen übernommen (Abb. 4, 5). Den richtigen Eindruck von den Originalen gewinnt man aber aus den Halbtonreproduktionen der Leopoldina-Ausgabe.

Goethes Beobachtungen

Ein moderner Mikroskopiker weiß, daß sich in einem Aufguß, der mit nährstoffarmem Wasser angesetzt wird, nur eine recht artenarme Gesellschaft bakterienfressender Protozoen einstellen wird: winzige Ciliaten, Glockentiere wie *Vorticella microstoma*, freischwimmende Einzeller wie *Paramecium*, *Stylonychia* und *Oxytricha*, eventuell bdelloide Rädertiere. Das ist auch in Goethes Infusionen der Fall (Reukauf, 1906; Stehli, 1931/32, 1948/49).

Interessant ist aber, in welche gedanklichen Zusammenhänge Goethe seine Beobachtungen einordnet. Er will ja v. Gleichens Versuche kon-

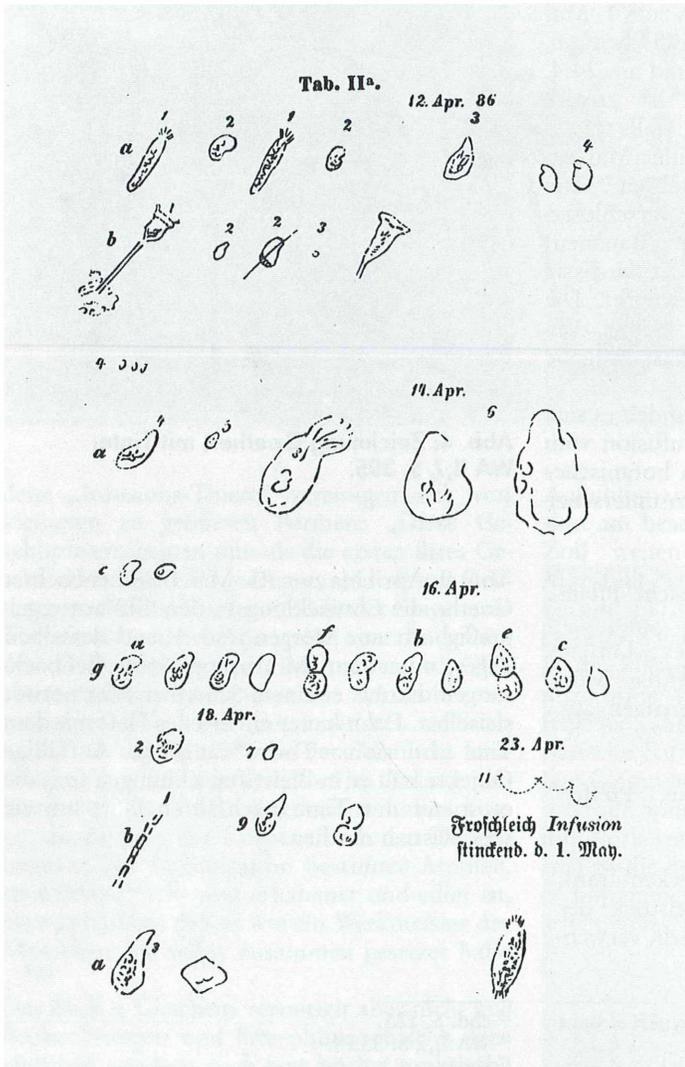


Abb. 5: Bleistiftzeichnung, mit Tinte überzogen. WA II,7, S. 306.

trollieren, die zu beweisen scheinen, daß der Zerfall organischer Stoffe Leben hervorbringt und daß niedere zu höheren Lebensformen umgebildet werden. Diesen Umwandlungsprozessen ist der Dichter mikroskopisch auf der Spur und am Anfang seiner Beobachtungen glaubt er sie auch wahrnehmen zu können: 12. April 1786: „Die Schimmelstäubgen scheinen durchsichtig zu werden und sich in Inf.Thiergen zu verwandeln.“¹⁸ Mit dem Verb „scheinen“ drückt er aber aus, daß er diese Verwandlung selbst nicht gesehen hat.

Die Begeisterung, mit der er am 18. April 1786 einen Algenfaden aus der Schimmelinfusion begrüßt, läßt sich als weiteres Anzeichen für einen botanischen Zusammenhang der Beobachtungsreihe deuten. Im Gegensatz zu v. Gleichen, der die Ursprünge tierischen Lebens erforscht, hofft Goethe offenbar darauf, daß er die „Pflanzenzeugung und Organisation“ an den Ursprüngen miterleben kann. Doch selbst in diesem Fall eines erwünschten Resultats ruft sich Goethe kritisch zur Ordnung: „Es ist möglich daß diese *conferva* als eine Art Schimmel in das Glas geschafft worden, allein es ist doch der Aufmerksamkeit werth, zu beachten, ob etwa dergleichen mehr in der Folge dieser Infusion entsteht ...“ Die Metamorphose seiner „Infusionsthierchen“ sucht Goethe auch dadurch nachzuweisen, daß er nach Verhaltensmustern und „Vereinigungen“ sucht. Eine ausführliche Beschreibung des „geselligen Wesens“ von Ciliaten in der Kartoffel-Infusion vom 16. April (vgl. die Legende zu Abb. 8) endet mit der Bemerkung: „... wenigstens schien ihre Art sich gegen einander zu verhalten wie organisirtern Thieren wohl angestanden haben.“ Am 18. April diktiert er seinem Schreiber: „Von einem andern Paare das sich lange beisammen hielt, und mit dem vorderen spitzen theils einander suchten und sich bewegten, hoffte ich eine Vereinigung zu sehen aber vergebens.“ Erneut hat sich also eine These v. Gleichens nicht im Experiment bestätigt. Bei dem Augensmenschen Goethe steht nämlich immer das sinnlich Erfahrbare, hier das Sichtbare, im Vordergrund. Auch Autoritäten begegnet er mit Skepsis: „Bei Betrachtung der Natur im Großen wie im Kleinen hab' ich unausgesetzt die Frage gestellt: Ist es der Gegenstand oder bist du es, der sich hier ausspricht? Und in diesem Sinne betrachtete ich auch Vorgänger und Mitarbeiter.“¹⁹

Seine Skepsis und seine genauen Beobachtungen bringen ihn offenbar bald zu dem Schluß,

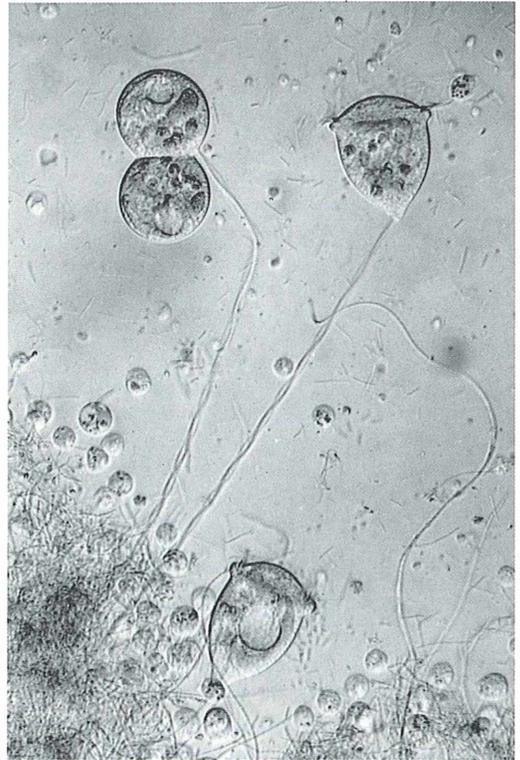


Abb. 6: Zwischen 9. und 12. April: „... bey Eintauchung des Holzgens gleich sehr viel an dem Tropfen, sie schienen auf der Oberfläche der Infusion geschwommen zu haben, auch schwammen sie mit einem Theil gallertartiger Materie an die sie sich mit dem Schwanze befestigt hatten sehr lebhaft und geschwind herum ohne sich zusammen zu ziehen. Ich sah die heftige Bewegung der Seiten Fasern an den Glocken ranken ganz deutlich wodurch auf den beyden Seiten ein Strudel erregt ward ...“

daß sich in den Behauptungen seines Vorgängers v. Gleichen nicht der Gegenstand ausspricht. Goethe gesteht sich ein, daß ihm der mikroskopische Nachweis einer Metamorphose der Lebewesen – und speziell der Pflanzen – von einfachen zu höheren Organisationsformen nicht gelingen will. Seinen Freunden bleibt diese Enttäuschung nicht verborgen. Frau v.

¹⁸ Dieses und die folgenden Zitate aus Goethes Heft „Infusions=Thiere“ nach WA II,7 S. 289–309.

¹⁹ Maximen und Reflexionen Nr. 513. HA XII, S. 435.

Stein schreibt am 10. Mai 1786 an Knebel: „Goethe lebt in seinen Betrachtungen aber er theilt sie nicht mit – aber ich bedauere den armen Goethe, wem wohl ist, der spricht.“²⁰ Am Tag darauf, dem 11. Mai 1786, diktiert Goethe seine letzten Beobachtungen und bricht die Versuchsreihe wohl unmitttelbar darauf ab. Sein Interesse an Botanik ist aber nicht geringer geworden. Von Mai bis Juli unterrichtet er regelmäßig Frau v. Stein von neuen Studien und Erkenntnissen über das Pflanzenreich, bis schließlich am 27.9.1786 die Betrachtung einer Palme im botanischen Garten von Padua seinen Gedanken, die nach wie vor um eine Metamorphose der Pflanzen kreisen, eine neue und eindeutige Richtung gibt: „Alles ist Blat“²¹.

Der jubelnde Brief, den der Dichter am 8. Juni 1787 aus Rom an Charlotte v. Stein schickt, macht nicht nur deutlich, mit welcher Erleichterung er diese Lösung des gedanklichen Knotens begrüßt; der Text weist auch auf die vergeblichen Versuche des vergangenen Jahres zurück und schließt sie endgültig ab:

„Sage Herdern daß ich dem Geheimniß der Pflanzenzeugung und Organisation ganz nah bin, und daß es das einfachste ist was nur gedacht werden kann. ... Sage ihm daß ich den Hauptpunct wo der Kern stickt ganz klar und

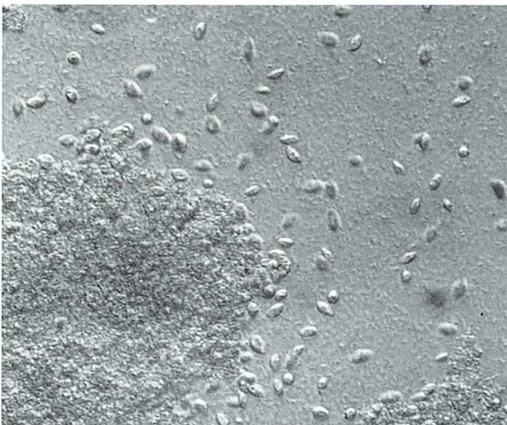


Abb. 7: 14. April: „Was ich vorhin Schleimhaut genannt, bewegte sich bei näherer Betrachtung an denen Rändern und endlich konnte ich auch die innere Bewegung der ganzen Haut erkennen; daß also diese aus lauter kleinen Infusionsthierchen zusammengesetzt ist.“

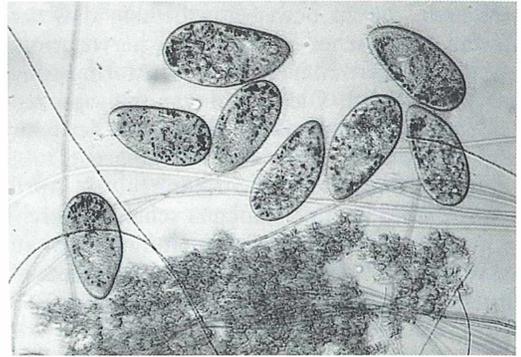


Abb. 8: 16. April: „Das sonderbarste daran war mir, daß sie ein geselliges Wesen unter einander zu zeigen schienen. Auf Plätzen, wo sie nicht mit der Gallerte bedeckt waren, sondern frei herum schwammen, scheinen sie sich gern beisammen zu halten. ... sie rutschten ... sachte an einander hin, um einander herum, kehrten wieder und schienen sich mit ihren vordern spitzen Enden zu beschnuppern, wenigstens schien ihre Art sich gegen einander zu verhalten wie organisirtern Thieren wohl angestanden haben.“

zweifellos entdeckt habe, daß ich alles übrige auch schon im Ganzen übersehe und nur noch einige Punkte bestimmter werden müssen. Die Urpflanze wird das wunderlichste Geschöpf von der Welt über welches mich die Natur selbst beneiden soll.“²²

Die Mikroskopie in Goethes naturwissenschaftlichem Denken

Goethe bleibt bis ins hohe Alter von optischen Geräten und den Welten, die sie den Sinnen erschließen, fasziniert. Warum aber bezieht er die Impulse, die sie ihm geben, so wenig in sein naturwissenschaftliches Denken ein? Bei konsequenter Auswertung seiner mikroskopischen Beobachtungen von 1786 hätte er, ein halbes Jahrhundert vor Schwann, die Zelle als Grundelement aller lebenden Organismen entdecken

²⁰ Germann, 1975, S. 369.

²¹ Faksimile des berühmten Notizzettels bei Krätz, S. 100.

²² WA IV,8, S. 232.

können: die Zellteilung von Ciliaten und die Gliederung von Algenfäden hatte er schließlich beobachtet.

Der Grund liegt in Goethes Harmonieverständnis und seinem Bestreben, die Welt mit den Sinnen zu erfahren, die dem Menschen eigentümlich sind. Deshalb läßt er im ersten Buch des Romans „Wilhelm Meisters Wanderjahre“ seinen Helden beim Besuch einer Sternwarte sagen: „... ich habe im Leben überhaupt und im Durchschnitt gefunden, daß diese Mittel, wodurch wir unsern Sinnen zur Hülfe kommen, keine sittlich günstige Wirkung auf den Menschen ausüben. Wer durch Brillen sieht, hält sich für klüger, als er ist, denn sein äußerer Sinn wird dadurch mit seiner innern Urteilsfähigkeit außer Gleichgewicht gesetzt ...“²³

Für Goethe ist jedes Phänomen entweder eine Entzweigung, die einer Vereinigung fähig ist, oder eine Einheit, die der Entzweigung fähig ist (Kleinschieder, 1971, S. 131). Folgerichtig kommt er in seinen „Vorarbeiten zur Morpho-



Abb. 9: 18. April: „Sie schienen mir wieder etwas länger geworden zu sein, ich fand auch wieder ein doppeltes Thierchen ... wovon das vordere etwas spitz war, das hintere aber rund war. Sie bewegten sich mit ziemlicher Heftigkeit, ... und zwar schien das vordere wirklich, als wenn es arbeitete sich loszumachen. ... Endlich erfolgte die Trennung vor meinen Augen ...“

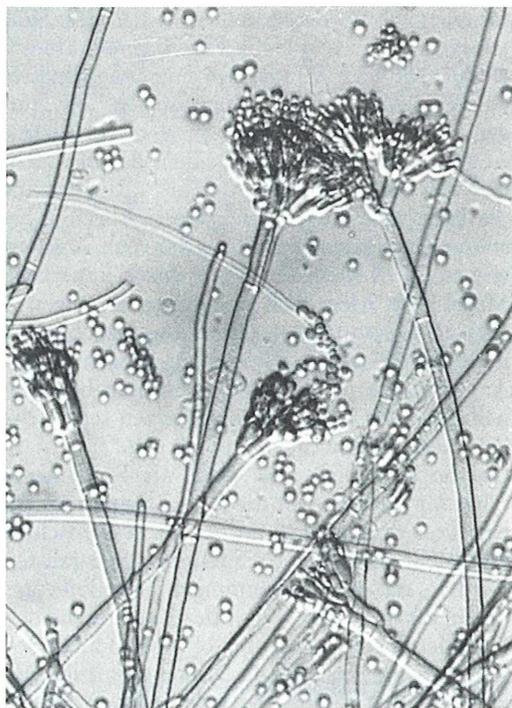


Abb. 10: 1. Mai, Schimmelfusion: „Sehr viele durchsichtige Stäbchen, auf höchst mannichfaltige und zierliche Weise gegliedert, deren einige mit Bläschen inwendig ausgefüllt waren; diese waren offenbar in der Infusion entstanden, denn sie waren sehr zahlreich, und ich hatte bei denen vorigen Beobachtungen nichts davon bemerkt.“

logie“, die kurz nach der italienischen Reise entstanden sind, zur Ansicht, daß die scheinbar unvereinbaren Hypothesen der Evolutions- und Epigenesislehre „im Grunde compatible“²⁴, also nur Modelle einer höheren Wahrheit, sind. Versucht man eine davon mit dem Mikroskop nachzuweisen, verschiebt man die Proportionen menschlicher Erkenntnis- und Urteilsfähigkeit. Die oft zitierte Maxime: „Mikroskope und Fernröhre verwirren eigentlich den reinen Menschensinn,“²⁵ bedeutet daher nicht, daß Goethe diese Geräte ablehnt. Das Prädikativum „eigentlich“ ist hier kein bedeu-

²³ HA VIII, S. 120.

²⁴ WA II,7, S. 8.

²⁵ Maximen und Reflexionen Nr. 469. HA XII, S. 430.

tungsloses Füllwort, sondern es hat den Sinn „aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften“ Damit sagt der Satz aus, daß eine unangemessene Vergrößerung von Phänomenen, die aufgrund ihrer Dimensionen dem menschlichen Auge entzogen sind, das Denken des Beobachters von der „Zusammenschau“ allzusehr auf die Peripherie lenkt. Eine weitere Maxime bestätigt diese Interpretation: „Aus dem Größten wie aus dem Kleinsten – nur durch künstliche Mittel dem Menschen zu vergegenwärtigen – geht die Metaphysik der Erscheinungen hervor; in der Mitte liegt das Besondere, unsern Sinnen Angemessene, worauf ich angewiesen bin, deshalb aber die Begabten von Herzen segne, die jene Regionen zu mir heranbringen.“²⁶

Goethe sieht sich also nicht als Fachwissenschaftler und erkennt die Berechtigung der Arbeit von Spezialisten an. Doch Wissenschaft darf nicht zur alleinigen Sache von Spezialisten werden, da die Erscheinungen nur Teile des „ewig Einen“ sind. Damit der Kosmos für den Gebildeten ein Ganzes bleibt, das in allen Teilen erfahrbar ist, muß die Wissenschaft ihre Erkenntnisse zur „Mitte“ heranbringen und so stets die gedankliche Verarbeitung und Synthese ermöglichen.

In der „Parabase“, einer der Zwischenreden zu den morphologischen Gedichten, die 1818/20 entstanden sind, hält Goethe im Alter Rückschau auf die Zeit seiner morphologischen Forschungen und faßt die Ergebnisse seiner Naturbeobachtungen formelhaft zusammen. Auch die beschriebenen mikroskopischen Studien haben zu diesen Erkenntnissen ihren Teil beigetragen²⁷:

Parabase

*Freudig war, vor vielen Jahren,
Eifrig so der Geist bestrebt,
Zu erforschen, zu erfahren,
Wie Natur im Schaffen lebt.
Und es ist das ewig Eine,
Das sich vielfach offenbart;
Klein das Große, groß das Kleine,
Alles nach der eignen Art.
Immer wechselnd, fest sich haltend;
Nah und fern und fern und nah;
So gestaltend, umgestaltend –
Zum Erstaunen bin ich da.*

Alle Mikrofotos habe ich bei schiefer Beleuchtung mit einem Objektiv 20x/NA 0,40 aufgenommen. Mit Ausnahme des Pinselschimmels von Bild 10 handelt es sich um Organismen aus Linsen-Infusionen mit reinem Brunnenwasser, die nach dem Vorbild Goethes angesetzt wurden.

Danksagung

Ich bedanke mich herzlich bei der Stiftung Weimarer Klassik, Goethe-Nationalmuseum, für die Fotos von Goethes Mikroskopen, die Genehmigung zur Reproduktion und für die Beantwortung von Fragen.

Widmung

Ich widme diesen Aufsatz Herrn Erich Saake, dessen stetiger Anteilnahme an meiner Arbeit ich viel verdanke.

Literaturhinweise

1. Primäre Texte

Gleichen, Wilhelm Friedrich Freiherr von: Abhandlungen über die Saamen- und Infusionsthierchen Nürnberg 1778.

Goethes Werke. Hrsg. im Auftrag der Großherzogin Sophie von Sachsen. Weimar 1887–1919. Fotomechanischer Nachdruck: dtv-Verlag, München 1987 (Sophien- oder Weimarer Ausgabe, zitiert als WA).

Goethe. Die Schriften zur Naturwissenschaft. Vollst. mit Erl. vers. Ausg. im Auftr. der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina von D. Kuhn, R. Matthaui. W Troll und K.L. Wolf. Weimar 1947 ff. (Leopoldina-Ausgabe, zitiert als LA).

Goethes Werke. Hamburger Ausgabe in 14 Bänden. Hrsg. von E. Trunz. 9. Aufl., Beck-Verlag, München 1981. (zitiert als HA).

2. Sekundärliteratur

Dahl, M.: Goethes mikroskopische Studien an niederen Tieren und Pflanzen im Hinblick auf seine Morphologie. In: Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft 13 (1927), 172–183.

Germann, D., Knöll, H., Otto, L.: Über Goethes Mikroskope. In: Acta Historica Leopoldina 9 (Festschrift Uschmann), S. 361–401. Halle/Saale 1975.

Gloede, W.: Vom Lesestein zum Elektronenmikroskop. VEB Technik Verlag, Berlin 1986.

Kleinschnieder, M.: Goethes Naturstudien. Bouvier-Verlag, Bonn 1971.

²⁶ Maximen und Reflexionen Nr. 507 HA XII, S. 435.

²⁷ HA I, S. 358.

- Krätz, O.: Goethe und die Naturwissenschaften. Callwey-Verlag, München 1992.
- Martin, H. und W. de: Vier Jahrhunderte Mikroskop. Weilburg-Verlag, Wiener Neustadt 1983.
- Müller, G.: Ein Mikroskopiker aus dem 18. Jahrhundert: Wilhelm Friedrich von Gleichen – Rußwurm und seine Mikroskope. *Mikrokosmos* 68, 147–154 (1979).
- Müller, G.: La concezione dell'epigenesi di Caspar Friedrich Wolff (1734–1794). *Rivista di Biologia* 77, S. 352–362 (1984).
- Müller, H., Saake, E.: Mikroorganismen limnischer Ökosysteme. Eigenverlag, Dortmund 1979.
- Nowak, H.: Geschichte des Mikroskops. Eigenverlag, Zürich 1984.
- Otto, L.: Goethe's four microscopes in Weimar. *Journal of Microscopy* 106, 71–83 (1976).
- Reukauf, E.: Goethe als Mikroskopiker. *Aus der Natur* 2, 449–458 (1906).
- Schürhoff, P.N.: Aus der Geschichte des Mikroskops. Wilhelm Friedrich Freiherr von Gleichen, genannt Rußwurm. *Mikrokosmos* 20, 25–28 (1926/27).
- Stehli, G.: Goethe als Mikroskopiker. *Mikrokosmos* 25, 89f., (1931/32).
- Stehli, G.: Aus Goethes mikroskopischen Studien. *Mikrokosmos* 38, 241–244 (1948/49).
- Streble, H., Krauter, D.: Das Leben im Wassertropfen. 5. Aufl., Franckh-Verlag, Stuttgart 1985.
- Verfasser:* OstD i.K. Rainer Hendel, Christian-von-Bomhard-Schule, Im Krämergarten 10, D-97215 Ufenheim

Nachricht

Kleine Welt ganz groß – Mikroskope aus vier Jahrhunderten

Ausstellung der privaten Mahler-Lee-Mikroskopsammlung

Vom 20. März bis 15. Juni 1994 hatten die Mikroskopiker von diesseits und jenseits des Rheins die Gelegenheit, sich an einer einmalig schönen, gleichnamigen Sonderausstellung zu erfreuen. Im Lindwurm-Museum in Stein am Rhein hatten Frau und Herr Mahler-Lee aus Zürich ihre einzigartige Mikroskopsammlung ausgestellt. Herr Albert Mahler-Lee (Abb. 1) ist seit vielen Jahren Präsident der Mikroskopischen Gesellschaft Zürich.

Die Ausstellung ließ die historische Entwicklung des Mikroskopes von den Anfängen bis heute anhand von rund 130 Exponaten Revue passieren. Die Mikroskope, ausnahmslos sehr gut erhalten, übten eine faszinierende Anziehungskraft auf die Besucher aus und ließen sie lange vor den Ausstellungsstücken verweilen. Wie kommt man zu so einer vollständigen Sammlung? Ein Sammler ist ja nicht von Anfang an ein Sammler, sondern das Sammeln wird ausgelöst durch ein erstes Objekt. Zufälligerweise weiß ich, daß das auslösende Objekt im Falle des Herrn Mahler ein Mikro-



Abb. 1: Albert Mahler-Lee, Zürich, Besitzer vieler wertvoller Mikroskope.

skop von G. S. Merz aus München aus dem Jahr 1880 war. Herr Mahler hatte dieses Mikroskop 1931 als Geschenk von der veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Zürich in Würdigung seiner Verdienste als Präparator und wissenschaftlicher Zeichner erhalten. Das Mikroskop war seiner Zeit das erste und einzige Mikroskop der Tierarzneischule Zürich.

Bei einer so beeindruckenden, umfassenden Ausstellung ist es nicht möglich, über jedes Exponat detailliert zu berichten. Einige Leckerbissen unter den Ausstellungsstücken verdienen jedoch besondere Erwähnung: zwei Leeuwenhoek-Mikroskope (Replikaen) um 1673, ein Nürnberger Holzmikroskop aus dem Jahr 1744 (nach dem Vorbild von Scarlett-Colpeper), ein Sonnenmikroskop vor 1738 von Darnet aus Paris, ein Mikroskop von Merz G. u. Son, gebaut zwischen 1850 und 1860, das erste von Carl Zeiss in Jena serienmäßig hergestellte Präpariermikroskop (mit gedrechseltem Nußbaumholzfuß), gebaut vor 1850, ab 1857 folgten zusammengesetzte Mikroskope, ein Gerät von Watson und Sons aus London von 1904 mit einem interessanten Feintrieb und Kreuztisch, ein Binokular mit sehr viel Zubehör von R. und J. Beck aus London, ein Zeiss-Lumipan mit Stativ und Beleuchtung nach Köhler und einem pankratischen Kondensator von 1939. Neben den verschiedenen Mikroskopen fand man in der Ausstellung zahlreiche, interessantes Zubehör, z.B. einen komplett eingerichteten Mikro-



Abb. 2: Zur Sammlung gehören unter anderem Replikaen zweier Leeuwenhoek-Mikroskope.



Abb. 3: Das umfangreiche Mikroskopzubehör rundete das Bild der historischen Entwicklung der Mikroskopie ab.

pier-Arbeitsplatz mit dem berühmten Zeiss-Lumipan-Mikroskop (1939). Auch moderne Mikroskope mit Videoeinrichtungen waren vorhanden.

Frau Lisa Bührlen aus Bad Dürrenheim überzeugte mit ihrem interessanten Planktonfilm, der im Rahmen der Ausstellung gezeigt wurde. Ferner hat Frau Bührlen die Ausstellung in einem Videofilm dokumentiert.

Die gesamte Ausstellung beeindruckte durch ihre sorgfältige mit Sachkenntnis durchgeführte Zusammenstellung. Ein Dankeschön dafür an Herrn und Frau Mahler-Lee und das Lindwurm-Museum in Stein am Rhein.

Jean Rügger-Deschenaux,
Rüschlikon, Schweiz

Beobachtungen bei der Aufzucht von *Artemia salina*

Rudolf Vöth

Über das Salzkrebschen *Artemia* hat bereits vor einigen Jahren A. Schrehardt (1986) im MIKROKOSMOS berichtet. Er hat die Organisation des adulten Tieres und die Larvalentwicklung vor allem unter anatomisch-morphologischen Gesichtspunkten dargestellt und mit eindrucksvollen REM-Aufnahmen belegt. Aber auch mit einfachen lichtmikroskopischen Methoden und bescheidenen Vergrößerungen sind eindrucksvolle und faszinierende Einblicke in den Entwicklungsgang und die Lebensweise dieses Krebschens möglich.

Da man *Artemia*-Dauereier in jeder Zoohandlung erhält (Aquarianer nutzen den Organismus als selbstgezogenes Zierfischfutter) und die Aufzucht kaum Probleme bereitet, eignet sich das dankbare Untersuchungsobjekt auch sehr gut für den experimentellen Biologieunterricht.

Allen, die das Salzkrebschen und seine interessante Lebensweise noch nicht kennen, soll dieser Beitrag eine kleine Anregung und Hilfestellung bieten.

A *Artemia salina* ist ein Kiemenfußkreb (Anostraca, Artemiidae), der im adulten Zustand etwas über 1 cm lang werden kann und die bemerkenswerte Fähigkeit besitzt, in relativ konzentrierten Salzlösungen zu leben. Toleriert werden Salzkonzentrationen zwischen etwa 3 % bis über 25 %. Die natürlichen Biotope sind Salzseen, vor allem in Nordafrika und den USA, oder andere salzhaltige Binnengewässer, z. B. in der Umgebung von Kalibergwerken. Die Tiere können sich parthenogenetisch oder bisexuell vermehren; die derbschaligen Dauereier, die vor allem bei ungünsti-

gen Lebensbedingungen abgelegt werden, sind extrem robust. Selbst nach Erhitzung auf nahezu 100 °C, nach Tiefkühlbedingungen oder auch nach jahrelanger trockener Aufbewahrung bleiben sie entwicklungsfähig. Streng genommen handelt es sich bei diesen Eiern um bereits bis etwa zum Morula- oder Gastrulastadium entwickelte Embryonen. Sie werden daher gelegentlich auch als Cysten bezeichnet. In Gewässern höherer Salzkonzentration schwimmen sie an der Oberfläche und können dadurch von Wasservögeln in andere Biotope verschleppt werden. Mancherorts werden sie in großem Umfang kommerziell gesammelt und sind im Zoohandel überall vorrätig.

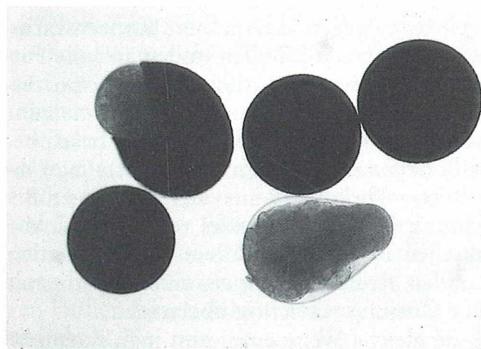


Abb. 1: Eier und schlüpfende Nauplien von *Artemia salina* (Durchlicht). 70x.

Zucht

Zur Aufzucht rührt man die Dauereier nach Packungsvorschrift in 3 %ige Salzlösung ein. Am besten eignet sich spezielles *Artemia*-Salz, das in seinen Begleitstoffen besonders auf die Bedürfnisse der Organismen abgestimmt ist. Die staubkorngroßen Dauereier quellen darin zunächst etwas auf; im Durchlicht erscheinen sie wegen ihrer derben Schale völlig lichtundurchlässig, im Auflicht hellgelb bis goldfarben. Die Anzucht gelingt auch ohne Belüftung und andere professionelle Hilfsmittel, wenn

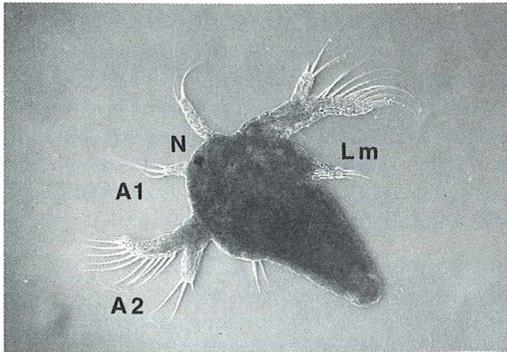


Abb. 2: Frisch geschlüpfter Nauplius. N Stirnauge, Lm larvale Mandibel, A1 und A2 erste und zweite Antennen (schiefe Beleuchtung). 100×

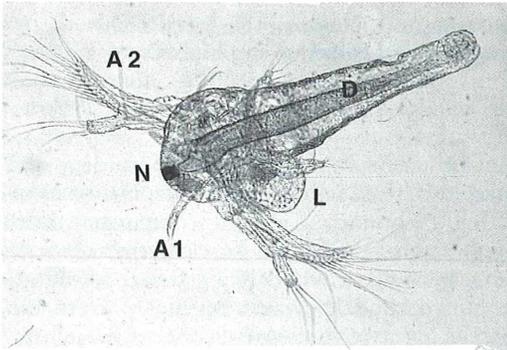


Abb. 3: Drei Tage alter Nauplius. L Labrum (Oberlippe), A1 und A2 Antennen, D Darmrohr, N Stirnauge. 100×

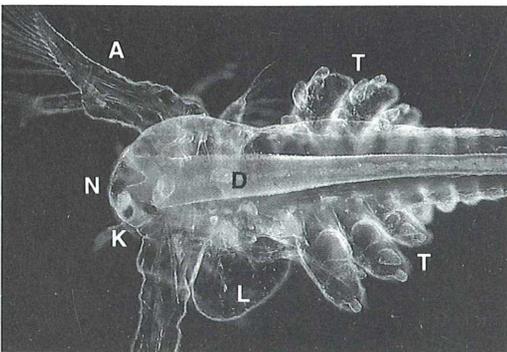


Abb. 4: Vorderkörper des Metanauplius im Dunkelfeld. N Stirnauge, K erste Anlagen der Komplexaugen, L Labrum, T erste Thoracopoden, D Darm. 100×

man in geeigneten, nicht zu kleinen Glas- oder Kunststoffgefäßen (Kristallisierschalen, Margarinebecher) für ein günstiges Verhältnis von Inhalt zu Oberfläche sorgt und die Suspension gelegentlich vorsichtig aufwirbelt. Je nach Temperatur und Salzgehalt schlüpfen die Larven nach 24 bis 48 Stunden. Dieser Vorgang ist bereits recht beeindruckend. Die Eischalen zeigen Risse, die Embryonen, zunächst noch von einer dünnen Membran umgeben und mit angelegten Antennen, kommen daraus hervor (Abb. 1). Nach einiger Zeit befreien sie sich aus ihrer Hülle und schwimmen als Naupliuslarven durch heftige Bewegungen ihrer 2. Antennen ruckartig umher. Frisch geschlüpfte Nauplien leben zuerst noch etwa einen Tag von eigenen Reservestoffen. Ihr Dotterreichtum läßt ihren Körper im Durchlicht dunkel und undurchsichtig erscheinen (Abb. 2). Noch sind sie mit bloßem Auge kaum sichtbar. Der Körperumriß ist zuerst nahezu oval. Schon nach einigen weiteren Tagen zeigen die Larven Längenwachstum und werden so durchscheinend, daß man die Tätigkeit der Muskulatur, der Darmpassage und vieler anderer innerer Strukturen zunehmend besser am lebenden Objekt beobachten kann (Abb. 3). Ein bis zwei Tage nach dem Schlüpfen muß die Fütterung der Nauplien beginnen. Dazu gibt es käufliche Phytoplankton-Präparate, angepaßt an verschiedene Entwicklungsstufen, die nach Vorschrift eingesetzt werden. Artemien sind Filtrierer, die winzige pflanzliche Schwebeteilchen direkt aus dem Wasser aufnehmen. Plankton-Sedimente können die Nauplien kaum verwerten, daher ist gelegentliches Aufrühren nötig. Der weitere Pflegeaufwand der Kultur ist gering: Zunächst hält man die Salzkonzentration durch Ersatz des verdunstenden Wassers etwa konstant; ältere Nauplien vertragen auch höhere Konzentrationen. Da die leeren Eihüllen und später die Futterreste Bakterienwachstum und Fäulnisprozesse begünstigen, bringt man die Artemien im Abstand von einigen Tagen in jeweils frisch bereitetes neues Salzmedium. Dazu nutzt man ihre positive Phototaxis aus. Bei einseitiger Beleuchtung des Kulturgefäßes reichern sich die Krebschen in der hellen Zone an und werden unter der Stereolupe mittels einer Pipette mit weiter Öffnung vorsichtig übertragen.

Auf die gleiche Weise entnimmt man Exemplare für die mikroskopische Beobachtung. Im Wasserpräparat schwimmen junge Nauplien noch ziemlich frei umher; ältere werden bereits

durch den Deckglasdruck soweit festgelegt, daß sie sich gut beobachten und fotografieren lassen. Mit zunehmender Größe wird die Verwendung von Hohlschliffobjektträgern oder Wachsfüßchen an den Deckgläsern zur Präparateherstellung erforderlich. Da viele Untersuchungen ohne aufwendige Färbetechniken und Schnitte direkt am lebenden Organismus durchgeführt werden, können Artemien als didaktisch günstige Anschauungsobjekte für wichtige allgemeinbiologische Sachverhalte dienen. Einige Möglichkeiten seien kurz zusammengestellt und erläutert.

Metamorphose

Nach dem Schlüpfen durchlaufen die Larven eine Entwicklung mit insgesamt 17 gut definierten Stadien (Orthonauplius-, Metanauplius-, Postmetanauplius- und Juvenilphasen), bis sie den Adultzustand erreichen. Lichtmikroskopisch gut zu verfolgen sind dabei die Streckung der Körperform, die allmähliche Gliederung in Kopf, Thorax und Abdomen, die Ausbildung und Differenzierung der Thoracopoden (Abb. 4). Diese gegliederten Blattbeine des Brustabschnitts werden durch Turgordruck stabilisiert und erfüllen beim adulten Tier mehrere Aufgaben: Fortbewegung, Nahrungsfiltration, Zustrom von Frischwasser, Sauerstoffaufnahme sowie Osmoregulation (Abb. 5). Nach der Ausdifferenzierung aller elf Thoracopodenpaare bewegen sie sich phasenverschoben (metachron). Dadurch schwimmen die Tiere nun nicht mehr ruckartig, sondern ruhig und gleichmäßig. An den Endborsten der larvalen Antennen, der Protopoditen und Enditen sowie an den Borsten der Schwanzfurca der Adulttiere erkennt man mit stärkerer Vergrößerung feine Setulae, welche die Schwimmbewegungen und die Nahrungsfiltration noch wirksamer machen (Abb. 6).

Zwischen allen 17 Entwicklungsschritten erfolgt eine Häutung; in einer dichteren Kultur findet man fast stets einige Individuen, die gerade ihre dünne Chitinhülle abstreifen, ein Vorgang, der mit zunehmender Körperdifferenzierung immer schwieriger wird. Auch an den leeren Hüllen lassen sich noch Einzelheiten studieren (Abb. 7).

Die Entwicklungsdauer hängt von Temperatur, Fütterung, Salzkonzentration und Tageslänge ab und beträgt 4–8 Wochen.

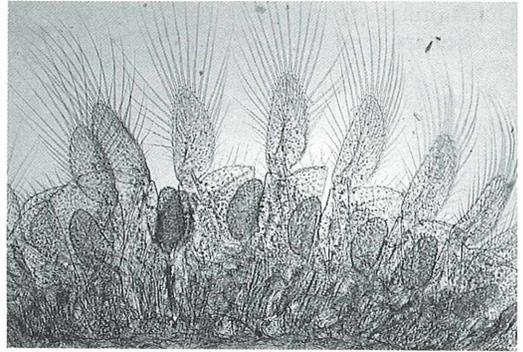


Abb. 5: Blattbeine des adulten Tieres. 50×

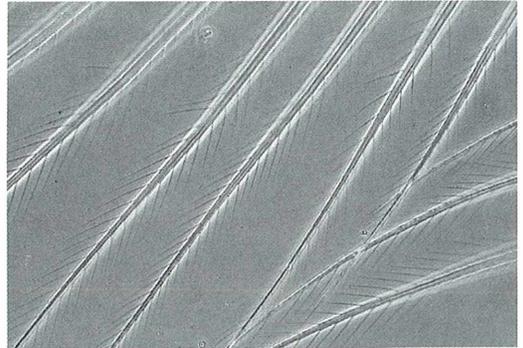


Abb. 6: Die Endborsten von Beinen, Antennen und Schwanzfurca tragen feine Setulae (Phasenkontrast). 300×

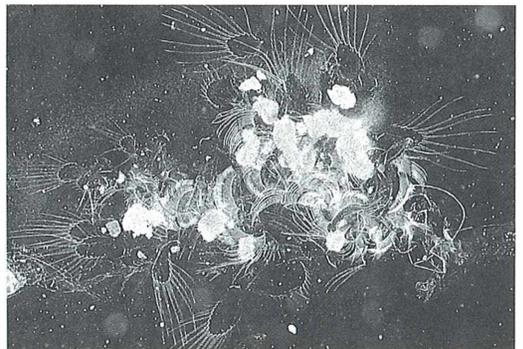


Abb. 7: Häutungsfragmente (Dunkelfeld). 30×

Lichtsinnorgane und reizphysiologische Beobachtungen

Schon an frisch geschlüpften Nauplien fällt das Stirnauge durch eingelagerten roten Farbstoff auf. An älteren Larven ist zu sehen, daß es aus drei Einzelzellen besteht. Während der Metanauplius-Stadien bilden sich zusätzlich die ersten Ommatidien der seitlichen Komplexaugen. Beim erwachsenen Tier ist jedes Komplexauge aus etwa 200 solcher Einzelaugen aufgebaut. Gegen Ende der postmetanauplialen Periode erfolgt eine halbkugelige Vorwölbung; anschließend strecken sich die Augenstiele. Die Stiele sind durch Muskelfasern beweglich. Über die leicht sichtbar zu machende positive Phototaxis wurde schon berichtet; zusätzlich zeigen ältere Larven und Adulttiere den Licht-rückenreflex, d.h. sie wenden beim freien Schwimmen die Bauchseite mit der Filterrinne immer der Lichtquelle zu. Rasche Änderung der Lichteinfallrichtung (z.B. Wechsel von Durchlicht zu Auflicht) beantworten sie mit einer ebenso raschen Körperdrehung. Allzu grelles Licht ruft eine Fluchtreaktion hervor.

Lebensvorgänge unter dem Mikroskop

Mit Beginn der selbständigen Nahrungsaufnahme sind Füllung, Entleerung und Peristaltik des Darms gut zu beobachten. Vom Metanauplius an sieht man das dorsale Röhrenherz und kann dessen rhythmische Kontraktionen sowie das Öffnen und Schließen der Ostien verfolgen. Die Strömungsrichtung der Hämolymphe im

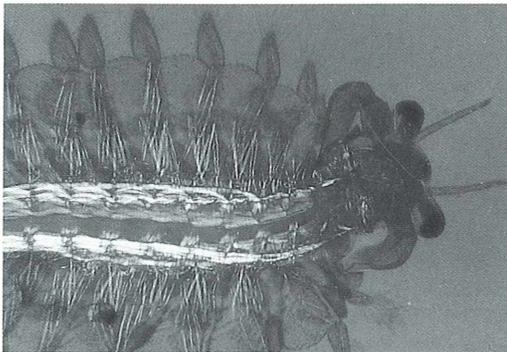


Abb. 8: Körper- und Beinmuskulatur eines erwachsenen Männchens, dargestellt im polarisierten Licht. 30×

offenen Kreislauf wird durch die Bewegung mitgeführter lymphocytenartiger Zellen erkennbar, die mit zunehmendem Alter immer zahlreicher werden. In der auffallend großen Oberlippe (Labrum) speichern die Nauplien Reservestoffe in Form kleiner Fettkügelchen. Die Arbeit der Muskelfaserstränge in den Antennen ist bereits zu Beginn der Entwicklung sichtbar; später läßt sich auch die Thoracopoden- und Körperlängsmuskulatur beobachten und durch Polarisation optisch hervorheben (Abb. 8). Weniger gut erkennt man im Lebendpräparat die Entwicklung und Funktion der Mundwerkzeuge. Bei günstiger Lage des Objekts fällt immerhin die Tätigkeit der Adultmandibeln mit ihren Chitinzähnen auf.

Ökologische Aspekte

Bereits die frühen Larvenstadien zeigen modellhaft typische Anpassungen (z.B. Ruderorgane und Schwebefortsätze) eines Zooplankters an seinen Lebensraum. Durch den stets grün gefüllten Darm und die Algenpartikel an Borsten und Mundwerkzeugen wird die Lebensweise als Primärkonsument und Filtrierer deutlich. Artemien kommen nie im Meer vor, obwohl sie die dortigen Ionenkonzentrationen gut tolerieren können und auch experimentell in Seewasser zu halten sind. Ursache ist wohl die Vielzahl der Freßfeinde in marinen Biotopen. In den Binnen-Salzwässern ohne Jungfische, Kaulquappen und andere Räuber haben sie sich dagegen eine ökologische Nische erschlossen, in der es oft sogar zu Massenvermehrungen kommen kann.

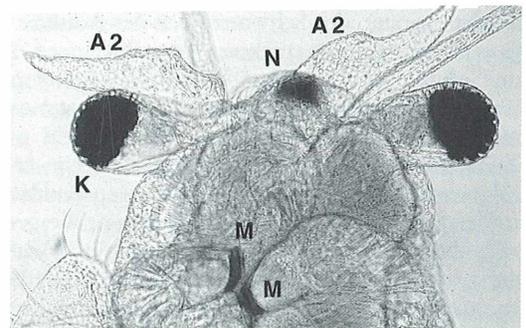


Abb. 9: Kopf eines adulten Weibchens. K Komplexaugen, gestielt, A 2 2. Antennen, reduziert, N Naupliusauge, M Adultmandibeln. 60×

Fiedler/Lieder
**Mikroskopische
Anatomie der Wirbellosen**

*Ein Farbatlas. Von Prof. Dr. K. Fiedler,
Bibergemünd und J. Lieder, Ludwigsburg
1994. X, 238 S., 246 farb. Abb., kt. DM 54,-*

Dieser Farbatlas zur mikroskopischen Anatomie behandelt ausgewählte Tiergruppen der Wirbellosen in systematischer Reihenfolge von den Schwämmen bis zum Lanzettfischchen. Die farbigen Abbildungen erlauben – im Gegensatz zu Schwarzweiß-Abbildungen – den unmittelbaren Vergleich mit den gefärbten mikroskopischen Präparaten und erleichtern dadurch ganz entscheidend Verständnis und Interpretation der Anatomie und Histologie.

Standardobjekte zoologisch-mikroskopischer Praktika, wie *Ascaris*, *Lumbricus*, *Hirudo*, *Helix*, *Astacus* und *Branchiostoma*, werden bevorzugt dargestellt. Von jedem Objekt werden mehrere Organe behandelt; Kurzbeschreibungen der Baupläne der entsprechenden Taxa erleichtern dabei die Orientierung. Spezielle Informationen zur Funktion der Organe und ein umfangreiches Literaturverzeichnis ergänzen das Werk. Dieser Farbatlas stellt insbesondere für Studierende der Biologie, aber auch für Hobbymikroskopiker eine ausgezeichnete Mikroskopierhilfe dar.



Exkursionsfauna von Deutschland

Begründet von Prof. Dr. E. STRÉSEMANN, weitergeführt von Prof. Dr. H.-J. HANNEMANN, Prof. Dr. B. KLAUSNITZER und Prof. Dr. K. SENGELAUB

Band 1 – Wirbellose (ohne Insekten)

8. Aufl. 1992. 638 S., 1350 Abb., geb. DM 55,-

Band I liegt in einer völlig neuen Fassung vor! Er enthält eine kurze Einführung in die zoologische Nomenklatur, einen Überblick über das System der Tiere, Hinweise für den Gebrauch des Bandes sowie Bestimmungsschlüssel für alle heimischen Tiergruppen, die in den 3 Bänden der Exkursionsfauna enthalten sind. Vor allem aber bietet er detaillierte Angaben über Weichtiere, Ringelwürmer, Spinnentiere, Tausendfüßler, Krebse, Stachelhäuter und zahlreiche weitere Tiergruppen.

Band 2 /1 – Wirbellose: Insekten – Erster Teil

8. Aufl. 1989. 504 S., 1629 Abb., geb. DM 55,-

Dieser Band enthält den Hauptschlüssel zum Bestimmen heimischer Insektenordnungen sowie Schlüssel für alle Insektenordnungen außer Gleichflüglern, Schmetterlingen, Zweiflüglern und Flöhen. Die Schlüssel werden ergänzt durch allgemeinbiologische Aussagen und einen Überblick über das System der Insekten.

Band 2/2 – Wirbellose: Insekten – Zweiter Teil

7. Aufl. 1990. 424 S., 800 Abb., geb. DM 45,-

Die Bestimmungsschlüssel sind generell so abgefaßt, daß ein Zergliedern der Objekte oder deren mikroskopische Untersuchung nicht erforderlich sind und ein sicheres Bestimmen auch für Ungeübte ermöglicht wird. Zahlreiche Detail- und Habitusabbildungen ergänzen den Text. Mit diesem Bestimmungsbuch können die artenreichen Gruppen der Gleichflügler, Schmetterlinge, Zweiflügler und Flöhe bestimmt werden.

Band 3 – Wirbeltiere

11. Aufl. 1989. 370 S., 365 Abb., 48 Tab., geb. DM 40,-

Band 3 hat sich als zuverlässiger Exkursionsbegleiter bewährt und kann zum Bestimmen aller freilebenden Wirbeltiere (Fische, Lurche, Kriechtiere, Vögel, Säugetiere) benutzt werden. Die für jede Art enthaltenen Angaben zu Gestalt, Verbreitung, Lebensstätte und Biologie ermöglichen über das reine Bestimmen hinaus, sich schnell und wissenschaftlich fundiert über die betreffende Spezies zu informieren.

Komplettpreis bei Abnahme der Bände 1–3: DM 165,-

MIKROKOSMOS

Zeitschrift für Mikroskopie

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

83. Jahrgang 1994



GUSTAV
FISCHER

II 90372/83

Oberösterreichisches
Landesmuseum Linz/D.
Bibliothek

Inv. Nr. 408/1984

Verlag: Gustav Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Wollgrasweg 49, 70599 Stuttgart, Tel. 07 11/45 80 30
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 schriftliche 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.

© Gustav Fischer Verlag · Stuttgart · Jena · New York 1994

Satz: Mitterweger Werksatz GmbH, Plankstadt

Druck und Einband: Gulde-Druck GmbH, Tübingen; gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Printed in Germany

ISSN 0026–3680

Verfasserverzeichnis

- Bannert, B.: Parasiten – selbst entdecken 169
 Bücker, H., Hausmann, K.: *Ophrydium versatile*: Untersuchungen zur Morphologie und Ökologie eines koloniebildenden Wimpertieres 211
 Burzlaff, A.: Premiere für den größten Spiegelträger der Welt 117
 Dahms, H.-U.: Die Fortpflanzungsbiologie der Copepoden 119
 Dethloff, H.-J.: Zwischen Mikro und Makro: Anregungen für die Lupenfotografie 257
 Finke, H. M.: Eduard Strasburger – eine biographische Skizze 291
 Foissner, W.: Wie baut man billig ein Haus? 41
 Foissner, W.: Der Protozoenkreis – ein Streukreis von Ciliaten, Amöben und Flagellaten im Rasterelektronenmikroskop 219
 Foissner, W.: Die Chinesenmütze (*Apidisca turrita*) – ein seltsames Wimpertierchen 175
 Gangloff, P.: Sand unter dem Mikroskop. Teil II 45
 Göke, G.: Simultane Beleuchtungs- und Kontrastverfahren 69
 Göke, G.: Streifzüge durch die Geschichte der Mikroskopie 55
 Goppelsröder, A.: Dickenwachstum der Drachenbaumwurzel 361
 Gothe, G.: *Reticulomyxa filosa*, ein interessanter plasmodialer Rhizopode des Süßwassers 301
 Groepler, W.: Morphologie und Eigenschaften des Mantels der Tunicate *Diplosoma migrans* (Asciadiacea, Didemidae) 321
 Günkel, N. G.: Mikroskopie auf Briefmarken aus aller Welt 271
 Hauck, A.: Mitosestadien im Quetschpräparat – Anwendung einer vereinfachten Feulgenfärbung 87
 Hauck, A.: Lampenbürstenchromosomen als Beispiel für Riesenchromosomen 3
 Hausmann, K.: Der Baum im Haar? 277
 Hausmann, K.: Konfokale Laser Scan Mikroskopie 355
 Hausmann, K., Bücker, H.: *Ophrydium versatile*: Untersuchungen zur Morphologie und Ökologie eines koloniebildenden Wimpertieres 211
 Hausmann, K., Teichert, G.: 1875: Mikroskopieren für Jedermann 129
 Hendel, R.: Infusionsthiere – Goethes mikroskopische Untersuchungen vom Frühjahr 1786 337
 Hilken, G.: Pepsin-Mazeration: Eine Methode zur Herstellung von Präparaten für die Rasterelektronenmikroskopie 207
 Jurčák, J.: Einfache Themen zur mikroskopischen Beobachtung der Pflanzenzelle 35
 Karg, W.: Begegnungen mit der Erntemilbe *Neotrombicula autumnalis* Shaw 193
 Kierdorf, H.: Knochen- und Zahndünnschliffe für die Lichtmikroskopie 31
 Krause-Dellin, D.: Kannibalismus bei planktischen Ruderfußkrebsen 91
 Kremer, B. P.: Um Haaresbreite 107
 Kringler, H.: Ein reizvolles Frühstücksvergnügen für Mikroskopiker 223
 Kronberg, I.: Die Schwarze Zone – ein extremer Lebensraum im Spritzwasserbereich 307
 Lenzenweger, R.: Das Zeichnen am Mikroskop 11
 Lenzenweger, R.: Zieralgenpopulationen und ihre milieubedingten Standorte 151
 Larsen, H. F.: *Anigsteimia salinara* – ein wenig bekannter Ciliat 331
 Linskens, H. F., Stumm, C. K.: Verbreitungsorgane bei Samen und Früchten – eine fotografische Erkundung, 1. Teil 201
 Linskens, H. F., Stumm, C. K.: Verbreitungsorgane bei Samen und Früchten – eine fotografische Erkundung, 2. Teil 281
 Lühje, E.: Mit *Daphnia* auf Tingeltour 247
 Lühje, E.: Die vier von der Tangstelle 261
 Lühje, E.: Was ist drin im Vollkornmehl? 183
 Möllring, F. K.: Mikroskopbeleuchtung nach Köhler 109
 Neubert, W.: Geburt, Leben und Tod eines Rädertierchens 17
 Radek, R.: Oxymonadida – eine kleine Ordnung darmbewohnender Flagellaten 97
 Reiß, J.: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Pilzen 143
 Ricci, N.: Verhaltensstudien an Ciliaten, 1. Teil 237
 Ricci, N.: Verhaltensstudien an Ciliaten, 2. Teil 367
 Richter, B.: Einführung in die Mikrosublimation 81
 Salitz-Schatten, A.: Die Suppe im Haar 65
 Schneider, H.: *Hydra* im Lebendpräparat 227
 Schneider, H.: Das Sauginfusor *Trichophrya astaci* im Aufwuchs 287
 Stumm, C. K., Linskens, H. F.: Verbreitungsorgane bei Samen und Früchten – eine fotografische Erkundung, 1. Teil 201
 Stumm, C. K., Linskens, H. F.: Verbreitungsorgane bei Samen und Früchten – eine fotografische Erkundung, 2. Teil 281
 Teichert, G., Hausmann, K.: 1875: Mikroskopieren für Jedermann 129
 Thormann, F.: Die Kunst des Holzschnitts 165
 Väh, R.: Beobachtungen bei der Aufzucht von *Artemia salina* 349
 Vilcinskas, A.: Altersbestimmung bei Fischen anhand von Schuppenproben 135
 Vogel, W.: Einsichten in Durchsichtiges 195
 Welti, P. W.: Pilz-Darstellung an Gewebeschnitten 103
 Wiesner, J.: Kulturversuche mit Schleimpilzen 73

Kurze Mitteilungen

- Fochtmann, M.: Einige Tips für den Schulalltag 298
Grambow, A.: Camcorder für Mikroaufnahmen 313
Kirschner, C.: Poster: Pflanzenbiologie und Gewässerbiologie 314
Linskens, H.-F.: Lichtmessung im Innern der Pflanze 34
Linskens, H.-F.: Spiranthosomen 44
Linskens, H.-F.: Probensammler für kleine Wirbellose Feuchtbiotopen 60
Linskens, H.-F.: Nachweis von Pilzen im Innern von Gräsern 68
Linskens, H.-F.: Lichtmikroskopischer Nachweis des Robienmosaikvirus 96
Linskens, H.-F.: Zink-Formalin, das alternative Fixierungsmittel 106
Linskens, H.-F.: Bakterien in Blattflecken 118
Linskens, H.-F.: Eine „Licht-Pinzette“ zur Isolierung von einzelnen Zellen 141
Linskens, H.-F.: Algenbänder 163
Linskens, H.-F.: Einbettung bei tiefer Temperatur 174
Linskens, H.-F.: Mikrowellenofen als Helfer bei der Färbung 182
Linskens, H.-F.: Reversible Störung des Golgiapparates 186
Linskens, H.-F.: Kultur von Flechten 209
Linskens, H.-F.: Wundheilung bei *Vaucheria* 218
Linskens, H.-F.: Diatomeen im Ober- und Unterlauf eines Baches 222
Linskens, H.-F.: Selektive Mikroelektroden 225
Linskens, H.-F.: Pilzvergiftung und Mikroskopie 226
Linskens, H.-F.: Blattepidermis und Trockenresistenz 226
Linskens, H.-F.: Entkalkung mit Zitronensäure 236
Linskens, H.-F.: Nachweis von Schwefeldioxidsschäden mit TTC 236
Linskens, H.-F.: Nachweis von Frühschäden an Fichtennadeln 243
Linskens, H.-F.: Wie kann man Schnitte bei Polysaccharidextraktion schützen? 244
Linskens, H.-F.: Regen düngt Seewasser 244
Linskens, H.-F.: Kolonisierung des Planeten Mars 280
Linskens, H.-F.: Trennung gekeimter von ungekeimten Pollenkörnern 286
Linskens, H.-F.: Aluminium und Knoblauch 290
Linskens, H.-F.: Färbung von Milchsaftegefäßen 298
Linskens, H.-F.: Dichte der Spaltöffnungen während der letzten 200 Jahre 354
Linskens, H.-F.: Netze, Siebe und Filter 364
Nickel, M.: Blütennachahmung durch einen Rostpilz 180

Sachregister

- α-Juglon 84
Abramis brama 138
Absidia 143, 145, 146
 corymbifera 146
 ramosa 146
Acanthocyclops 92
 robustus 94
Achnanthes lanceolata 222
 Actin 67
Adineta oculata 18
 Aktinfilament 323, 326
 Aktionspotentiale 327
 Algenbänder 163
 Alkohol-Essigsäure-Fixiergemisch 89
Allium cepa 37, 88
 sativum 290
Aloe 361
 Altersbestimmung 135
 Aluminiumtoxizität 290
Ameronothrus 308
Amoeba proteus 220
 Ampulle 321, 322, 327
 Amyloplasten 44
Anabaena flos-aquae 163
Anaxagoras 339
 Andersen, Hans Christian 134
 Anemochorie 201, 281
Anguilla anguilla 137
Anigsteinia salinara 331
Anisonema 303
 anisotrop 48
 Anoxibiose 312
 Anpassung 367
 Antrachinon 84
 Anuli 138
Aphanizomenon flos-aquae 163
Arachnula 302
Arcella 220
Arctotis 282
Arcyria 78
Artemia salina 349
 Ascidiacea 321
 Ascospore 224
 Ascus 224
Aspergillus 143, 145
 flavus 146
 fumigatus 146
 nidulans 146
 niger 146
Aspidisca 369
 turrita 220
Asplanchna 22
 Augit 46
Auicularia judae 223
 Autochorie 201
Avena sterilis 204
 Axolotl 3
 Axostyl 98

 backward motion 370
 Balbianiringe 3, 6
 Bariumborosilikatglas 197, 199
Barroella 100
 Basalkörper 98
Bdella septemtrionales 307
 Becke-Linie 49
 Berberin 83
 Betulin 83
 Bildungstrieb 339
Biomyxa 302
 Biotop 151
 Biozönose 151
 Bivalente 3

 Blasenzellen 322, 323
 Blastospore 144
 Blastula 7
 Blattbeine 351
 Blattflecken 118
Blepharisma 331
Blidingia 307
Bodo 303
 Bonnet, Charles 339
 Boveri, Theodor 365
 Brackwasser 331
 Braunmoose 156
 Brechungsindex 47
 Briefmarken 271
 Bruchflächen 46
Bryophyllum 37
 daigremontianum 39
 Bursaria truncatella 220
 Büscheltrachee 207

 C-Wert-Paradoxon 5
 Caligoidae 92
Calothrix 308
 Camcorder 313
Campecopea hirsuta 308
Candida 143, 144
 albicans 144
 Candidiasis 144
Canthocamptus staphylinus 122
 Capillitium 73
Carlina acaulis 282
 vulgaris 282
 Carnoy 68
 Catalpa speciosa 205
 Caucalis platycarpus 203
 Centromer 88
 Ceratiomyxa fruticulosa 74 78
 Chelifer 208
 Chenopodium 96
 Chiasma 5
 Chilodonella 304
 Chilomonas 303
 Chinarinde 83
 Chironomus 4
 Chitin 41
 Chitinhülle 351
 Chlamydomonas 107
 Chlamydospore 144
 Chlorella 214
 Chlorohydra viridissima 227, 234
 Chromatiden 88
 Chromatophore 135
 Chromosomen 88
 Chroococcus 308
 turgidus 151
 Chrysophansäure 84
 Ciliat 211, 287, 331, 367
 Cladonia humilis 209
 Clematis vitalba 203
 Cnidaria 229
 Cnidocyte 232
 Coccomyxa 209
 Coelastrum 231
 Coelenterata 229
 Coffein 83
 Coleps birtus 220
 Colpidium colpoda 220
 Comatricha 75
 Conferva 341, 343
 Copepoda 91 119
 Copepodid 91
 Coralyline 361
 marginata 364
 Corium 135
 Cosmarium malinvernianum 12
 ralfsii 15

Cranichis wagneri 44
Crepis 283
 Crossing-over 5
Crupina vulgaris 283
 Crustacea 91
Cryptocercus 100
 punctulatus 99
Cryptococcus 144
 Ctenophora 229
Cyclidium 304
 Cycloidschuppe 135
Cyclops 92
 abyssorum 93
 kolensis 93 122
 strenus 93
 vicinus 91, 94
Cynops pyrrhogaster 4, 7
 Cytochalasin B 323, 327
 Cytokinese 87
 Cytoplasmaströmung 65

Daphnia 234, 247
 Dellebarre-Mikroskop 338
 Dentin 33
 Dermatophyt 143
 Desmidiaceen 151
 Diakinese-Stadium 4
Diatoma mesodon 222
 Diatomeen 222
 Dicotyle 361
 Didemnidae 321
Didinium nasutum 220
 Differentieller Interferenzkontrast 70
Dinonympa gracilis 100
 Dinobryon 41
 Diplopede 207
Diplosoma listerianum 330
 macdonaldi 330
 migans 321
 Diplotän 5, 7
 DNA 3
 Doppelbrechung 47
Dracaena 361
 deremensis 361
 fragans 361
 fruticosa 364
 marginata 361
Drescheriella glacialis 122
Drosophila 6
Drosophila hydei 7
Drosophila-Ringer 9
 Dünnschliff 31, 45
 Durchlicht-Dunkelfeld 69
 Durchlicht-Fluoreszenz 70
 Durchlicht-Hellfeld 69
Dysdera croacta 208

Echiniscoides sigismundi 308
Egeria densa 37
 Ehrlich, Paul 182
 Ein-Gen-ein-Chromomer-Hypothese 6
Elodea nutallii 37
 Endit 351
 Endomykose 103
 Endophyt 68
 Endosymbionten 214
Enteromorpha 307
 Entkalkung 236
 Entomostracen 92
 Epidermis 37, 35, 226, 230
 Epidermophytie 149
 Epidermophyton 150
Epidermophyton floccosum 149
 Epigenesis-Theorie 339
Epiobium 202

- Erntemilbe 193
Erwinia herbicola 118
 Erythrophore 135
Escherichia coli 6
 Ethogramm 371
Euastrum humerosum 15
 verrucosum 15
Eudiaptomus gracilis 92, 94
 Eulitoral 307
Eunotia minor 222
Euploes patela 220
Eurytemora affinis 122
 Evolutionslehre 339

Fagus sylvatica 354
 Fächertrachee 208
 Färbemittel 298
 Farbverstärker 101
 Feldspat 46
 Felsküste 307
 Ferulasäure 83
Festuca 68
 arundinacea 68
 ovina 68
 rubra 68
 Feuchtwiese 156
 Feulgen-Färbung 87
 Flechtenkultur 209
 Flechtensäure 85
 Flossenstrahlen 137
 Frangula-Emodin 84
 Fraunhofer, Joseph von 299
 Fruktifikation 73
Fucus-Gürtel 261
Fucus vesiculosus 261
Fuligo septica 74
 Fungi Imperfecti 146
 Fungiqua A 103
 Fuzzy chromosomes 4

 Gallerte 211
Gammarus locusta 264
 Gastrodermis 230
 Gastrulastadium 349
 Gehörsteinchen 137
Geranomyia unicolor 308
 Geschichte der Mikroskopie 55
 Glas 195
 Gleichen, Wilhelm Friedrich Freiherr
 von 337, 339, 343
 Glimmer 49
Gloeocapsa 308
Glomeris marginata 207
 Glutinanten 232
 GMS-Färbung 103
 Goethe, Johann Wolfgang von 53,
 337
 Goethitkörner 48
 Gondwanien 42
 Grand Microscope Universel 338
 Granulozyten 327
 Granuloreticulosea 302
 Gridly-Färbung 103
 Guanin 135
 Guppy 136

Haematococcus 305
 Haller, Albrecht von 339
 Haptocyste 287
Harpacticus uniremis 123
Heterocope 92
 Histiosiphon 194
 Hochmoor 154
 Hopewell-Smith-Schicht 33
Hyadesia fusca 308
 Hyalodontenschicht 135

Hydra 227
 attenuata 233
 Hydrochorie 201
 Hydroxylapatitkristallite 33
 Hypermastigine 97
 Hyphae 144

 Idiiosomen 41
Idothea baltica 264
 viridis 264
 Immunfluoreszenz 356
Incisitermes marginipennis 97
 Indigokristalle 82
 Infusionsthiere 337
 Interphase 88
 Interphasechromosomen 3
 interprismatische Substanz 33
Ipomoea 298
 Iridozyten 135
Iris germanica 40
 isotrop 48

Jaera albifrons 264
 Juvenilphase 351

Kalanchoe 37
 daigremontiana 39
 Kaliumjodid-Lösung 44
 Kambium 361
 Kannibalismus 91
 Karyogamie 73
 Karyokinese 87
 Karyotypanalyse 90
 Kerndualismus 214
Kerona 228
 polyporum 231
 Kiemendeckel 137
 Kieselalgen 222
 Knochen 31
 Knochenfische 135
 Köhler, August 113
 Köhlersches Prinzip 69, 109
 Kommensale 97
 konfokale Laser Scan Mikro-
 skopie 355
 kontraktile Vakuole 214, 331, 332
 Konvergenz 119
 Kopula 119
 Kristallitheorie 196

 Lampenbürstchenchromosomen 3
Lamproderma 76
 landmark-loops 4, 5
 Langzeit-Dunkelfeld-Belichtung
 367
 Latenzier 354
Latrodectus mactans 95
 Laubmoose 35
 Laurasien 42
Leander adpersus 264
 Lebensstrategie 239
Lecanora 85
 Lederhaut 135
 Leitsystem 362
Leocarpus fragilis 78
 Leopoldina-Ausgabe 342
 Lernaecidae 92
 Lichene 209
Lichina pygmaea 209
 Lichtmessung 34
 Lichtpinzette 141
Ligia oceanica 307
Ligustrum vulgare 37
 lineares Segment 369
Littorina neritoides 307
 saxatilis 308

 long lasting elements 369
 loops 3
 Lorica 41
 Lukenstrahlengang 111
 Lupenfotografie 257
Lycogala epidendrum 74
Lycopersicon esculentum 37
Lyngbya 107

 Makrofotografie 283
 Makronucleus 332, 334
 Makroskop 257
 Makrozysten 73
 Marskolonisierung 280
Megacyclops 92
 Melanin 135
 Melanophore 135
 Membranellenzone 332
 Meristem 363
Mesocyclops 92
 Mesogloea 229
 Metamorphose 351
 Metanauplius 91, 350, 351
 Metaphase 88
 Metaphasechromosomen 88
 Michel-Levy-Tafel 47, 48
Microrhopalodina 100
Microsporium audouini 149
 canis 149, 150
 cookei 150
 Mikro-Sublimation 81
 Mikroaquarium 18
 Mikroelektroden 225
 Mikrofilament 67
 Mikronucleus 332, 334
 Mikrophasen 198
 Mikroskopisches Aquarium 129
 Mikrosporidie 149
 Milben 193
 Milchsaftgefäß 298
 Mitose 87
Mniobia symbiotica 308
Mnium 37
 Moderner Prometheus 339
 Monocercomonoides 100
 Monocotyle 361
 Monogononta 18
Monostylus 24
 Moor 151
 Morulastadium 349
Mucor 143, 145, 146
 hiemalis 146
Mucor mucedo 146
 pusillus 146
 Müller, Johannes 245
Musa paradisiaca 39
 Mycetozoa 302
 Mycobiont 209
 Mykoallergose 143
 Mykose 143
 Mykotoxikose 143
 Mykotoxin 143
 Myocyten 322, 323, 324
 Myonemfilamente 214
 Myosin 67
Mytilus edulis 308
 Myxamöbe 73
 Myxoflagellat 73
 Myxomycota 73

 Nahrungsfiltration 351
Nanorchestes amphibiis 307
 Nauplius 350, 351
Nebela vas 41, 220
 Nemathelminthes 17
 Nematocyte 232

- Neotrombicula autumnalis* 193
 Nesselkapsel 230, 232
 Nesselzelle 232
 Netzwerktheorie 196
Nicotiana 96
Nostoc 209, 341
Notila 99
Notobasis syriaca 283
Notommata glyphura 22

 Obsidian 195
 Odontoblasten 33
 Ökologieunterricht 261
 Ommatidium 352
 Onychomykose 149
 Oocyte 5, 6
 Opercula 137
Ophrydium versatile 211
 Orchidee 44
 Orthonauplius 91
 Ostien 352
 Otolithen 137
 Ovid 339
 Owensche Konturlinie 32
 Oxymonadida 97
Oxymonas 97, 99
Oxytricha 342
 Ozon 343

 Pangäa 42
 Parabasalapparat 99
Paramecium 107, 239, 342, 372
Paramphiascella fulvofasciata 120
 Parenchym 361
Parthenium argentatum 298
 hevea 298
 PAS-Reaktion 103
Paulownia tomentosa 203
 Pechstein 195
 Pellicula 214, 288
Pelmatohydra oligactis 227
 Pelta 98
Peltigera aptosa 209
 pruinosa 209
 Pendelströmung 79
 Penetranten 232
 Pepsin-Mazeration 207
 Peridie 73
 Perizykel 361
 Perlit 195
Petrobium brevistylis 307
 Phagocyten 328, 329, 330
 Phasenkontrast
 Phasentrennung 197
Philodina 26
 Phloem 361, 362
 Phycobiont 209
Physarella oblonga 77
Physarum polycephalum 77
Picea rubens 243
 Pilz 68, 143
 Pilzdarstellung 103
 Pilzvergiftung 226
 Plagioklas 49
 Plasmodesmen 37
 Plasmodium 73, 324
Plectonema 308
Pneumocystis carinii 105
Podura aquatica 258
Poecilia reticulata 136
 Polarisationsfarben 47
 Polarisiertes Licht 70
 Polnische Werke 55
 Polysaccharid-Extraktion 244
 polytane Chromosomen 3
Polytoma 220

Pontomyxa 302
 Populationsentwicklung 214
Porcellidium 120
 Postkopula 121
 Postmetanauplius 351
 Präaxostyl 98
 Präformationslehre 339
 Präkopula 119
 Präkopulatandem 119
 pre-mRNA 6
 primäre Rinde 362
Proales decipiens 21
 Probensammler 60
Prodiscophrya collini 220
Progymnoplea 92
 Promycetozoida 302
 Prophase 88
Propodoplea 92
 Prostigmata 193
 Protopodit 351
Prototheca wickerhamii 105
 Pseudohyphe 144
Pseudomonas syringae 118
 Pseudomycel 144
 Pseudopodium 327
 Puffing 3
 Pupillenstrahlengang 111
Pyrsonympha 100
Pyrus communis 39

Quercus ilex 354

 r-Strategen 95
 Rädertierchen 17
 Radien 137
 Regenwasser 244
 Repetitivität 6
Reticulomyxa filosa 301
 Retikulopodium 302
 Retzius-Linie 32
 Rhizopode 301
Rhizopus 143, 145, 146
 arrhizus 146
 nigricans 146
 oryzae 146
 rhizopodiformis 146
 stolonifer 146
 Ribonukleoprotein (RNP) 5
 Riesenchromosomen 3
 RNA-Polymerase 5
 RNA-Synthese 3
Robinia pseudoacacia 96
 Robinienmosaikvirus 96
 Röhrenherz 352
 Röhrentrachee 208
Rosa canina 37
 Rostellum 98
Rotaria 22
 Roth, Eugen 10
 rough trajectory change 369
 Ruderfußkrebse 91
 Rutilnadel 48
Rutilus rutilus 138

 Saccinobaculus 99
 Salzkrebschen 349
 Salztoleranz 333
 Samenverbreitung 201
 Sand 45
 Schalenamöbe 41
 Schimmelpilz 145
Schistocerca gregaria 4
 Schlauchwürmer 17
 Schleimpilz 73
 Schmelz-Dentin-Grenze 32, 33
 Schmelzprismen 33

 Schwanzfurca 351
 Schwärmer 214
 Schwarze Zone 307
 Schwebler 93
 Schwefeldioxidsschäden 236
 Schwimmbahnen 368
 Schwimmbein 93
 Schwimmer 93
 Seitenlinie 137
 Setulae 351
 Shelley, Mary 339
 short lasting elements 369
 side stepping reaction 370
Silurus glanis 137
Silybum marianum 284
 Simultane Beleuchtungsverfahren 69
 Simultane Kontrastverfahren 69
 Sitte, Peter 336
 Sklereiden 39
 Sklerit 136
 Skleroblast 135
 Sklerotium 73
 Sonnenmikroskop 337
 Soor 144
 Spaltbarkeit 46
 Spaltbein 92
 Spaltöffnung 354
 Speicheldrüsenzellkern 3
 Spermathecae 119
 Spermatocyte 7
 Spermatogenese 7
Sphaeroma rugicauda 264
 Spiegelträger 117
 Spiranthosomen 44
Spirostomum salinarum 331
 Sporenkeimung 76
 Staubfadenfilament 65
Staurastrum pyramidatum 14
 Stein, Charlotte von 337, 343
 Steinzellen 39
Stemonitis flavogenita 76
 Stereoline 232
 Stiftung Weimarer Klassik 338
Stipa capensis 202
 Stirnauge 352
 Stomata 37, 354
 Strasburger, Eduard 291
Streblomastix 100
 Streptoline 232
 Streupräparat 219
 Striae 136
Strigamia maritima
Stylonychia 240, 242, 342
 Stylostom 194
 Sumpfwiese 156
 Supralitoral 307
Symphoricarpus rivularis 37
 Synascidien 321
Synchaeta oblonga 18
 Syncytium 324

 T-Labyrinth 240
Tachidius discipes 123
Taraxacum officinale 285, 298
Telmatogeton japonicus 308
 Telophase 89
 Telotroch 214
 Termite 97
 Testacea 41
Thalassomyxa australis
Tigriopus californicus 121
Tilia cordata 40
Tisbe bulbisetosa 121, 122
 Tomessche Körnerschicht 33, 34
 Tonoplast 37
 Torfmoos 154

- Torulopsis* 144
Tracheen 207, 362
Tradescantia blossfeldiana 65
 fluminensis 37
 virginiana 65
Tragopogon pratensis 284
Transkript 5
Translation 7
Trebouxia 209
Trennung von Pollenkörnern 286
 von Partikeln 364
Trichia 74
Trichodina 228
 pediculus 231
Trichomonas intestinalis 97
Trichophrya astaci 287
Trichophytie 149
Trichophyton ajelloi 148
 mentagrophytes 148, 149
 rubrum 149
 schoenleimi 148
 tonsurans 149
 verrucosum 148, 149
Trinema lineare 41
Triphenyltetrazoliumchlorid 236
Triturus cristatus 6
Trockenresistenz 226
Tuber melanosporum 223
Tulipa 37
Tunica 321, 327
Tunicate 321
Tunicin 321
Tussilago farfara 282
Umweltfaktor 373
undulierende Membran 332
Universalmikroskop 338
Urinympha 99
Valeriana officinalis 203
Vanillin 85
Vaucheria 218
Verdickungsmeristem 361, 362
Verhaltensstudien 237, 367
Verrucaria mauva 307
Vicia faba 88
Videopräsentation 247
Viruskristall 96
vis essentialis 339
Volventen 232
Vorticella microstoma 342
Vrsea 204
Wanderzelle 327
Wolff, Caspar Friedrich 339
Wundheilung 218
Xanthoria parietina 85
Xantophore 135
Xenopus laevis 6
Xenosomen 41
Xylem 361, 362
Yucca 361
Zahn 31
Zaus spinatus 123
Zebrina pendula 37
Zeichnen 11
Zellkonstanz 23
Zentralzylinder 361
Zeolith 49
Zernike, Frits 102
Zieralgen 151
Zinkformalin 106
Zitronensäure 236
Zoochorie 201
Zooïd 212
Zwillinge 46
Zwischenkieferknochen 337

Sie finden den MIKROKOSMOS gut? Dann liegt Ihnen doch bestimmt daran, daß Ihre Zeitschrift weitere, neue Freunde findet. Sicher kennen Sie jemanden, der ebenfalls Spaß am faszinierenden Hobby Mikroskopie hat, den MIKROKOSMOS aber noch nicht bezieht? Machen Sie ihr oder ihm eine besondere Freude – mit einem MIKROKOSMOS-Abonnement. Dazu haben Sie zwei Möglichkeiten:

Das Geschenkabonnement

Ich möchte mit Beginn des Jahrgangs 84 (1995) folgender Person ein Abonnement der Zeitschrift MIKROKOSMOS schenken:

Vorname, Name.....
Institut, Schule, etc.....
Straße.....
PLZ, Ort.....

Die Kosten für das Abonnement 1995 (Preis zzgl. Porto DM 108,- / DM 78,- Sonderpreis für Studenten und Schüler bei Vorlage eines Ausweises) begleiche ich:

Vorname, Name.....
Institut, Schule, etc.....
Straße.....
PLZ, Ort.....

Datum, Unterschrift.....

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen (Datum des Poststempels) durch eine Mitteilung an den GUSTAV FISCHER Verlag, Wollgrasweg 49, D-70599 Stuttgart widerrufen kann. Zur Wahrung der Frist genügt das rechtzeitige Absenden des Widerrufs. Mir ist bekannt, daß sich das Abonnement automatisch um einen Jahrgang verlängert, wenn es nicht bis zum 31.10. des laufenden Jahres gekündigt wird.

Datum, 2. Unterschrift.....

Das Leser-werben-Leser-Abonnement

Ich möchte mindestens einen vollen Jahrgang der Zeitschrift MIKROKOSMOS abonnieren. Der Jahrgang 84 (1995) kostet (zzgl. Porto) DM 108,- bzw. DM 78,- Sonderpreis für Studenten und Schüler bei Vorlage eines Ausweises.

Vorname, Name.....
Institut, Schule, etc.....
Straße.....
PLZ, Ort.....
Datum, Unterschrift.....

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen (Datum des Poststempels) durch eine Mitteilung an den GUSTAV FISCHER Verlag, Wollgrasweg 49, D-70599 Stuttgart widerrufen kann. Zur Wahrung der Frist genügt das rechtzeitige Absenden des Widerrufs. Mir ist bekannt, daß sich das Abonnement automatisch um einen Jahrgang verlängert, wenn es nicht bis zum 31.10. des laufenden Jahres gekündigt wird.

Datum, 2. Unterschrift.....

Ich habe den neuen Abonnenten geworben:

Vorname, Name.....
Institut, Schule, etc.....
Straße.....
PLZ, Ort.....

und möchte eines der folgenden Gustav Fischer-Bücher als **Prämie** haben (bitte ankreuzen!):

- Strasburgers Lehrbuch der Botanik für Hochschulen
- KLEINIG/SITTE, Zellbiologie – Ein Lehrbuch
- FIEDLER/LIEDER, Mikroskopische Anatomie der Wirbellosen
- EISENBEIS/WICHARD, Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden

Zusätzlich bestelle ich über meine Buchhandlung:

- Schlegelmilch, Die Ammoniten des süddeutschen Doggers**
Von Dr. R. Schlegelmilch, Aalen. 1985. X, 284 S., 15 Abb., 951
Fotos auf 59 Bildtafeln, Ln. DM 158,-
- Schlegelmilch, Die Ammoniten des süddeutschen Lias**
Von Dr. R. Schlegelmilch, Aalen. 1992. VIII, 241 S., 462 Abb.
auf 58 Taf., geb. DM 148,-
- Schlegelmilch, Die Ammoniten des süddeutschen Malsms**
Von Dr. R. Schlegelmilch, Aalen. 1994. VIII, 501 Fotos,
9 Abb., geb. DM 158,-
- Eisenbeis / Wichard, Atlas zur Biologie der Boden-
arthropoden**
Von Dr. G. Eisenbeis, Mainz, und Dr. W. Wichard, Bonn. 1985.
XIV, 434 S., mit über 1100 rasterelektronenmikroskopischen
Bildern auf 192 Taf. u. 219 Abb., geb. DM 158,-
- Holstein / Emschermann, Cnidaria, Hydrozoa und
Kamptozoa**
Von Prof. Dr. T.W. Holstein, Frankfurt, und Dr. P. Emschermann,
Freiburg. 1994. Etwa 150 S., 68 Abb., 13 Tab., kt. etwa DM
148,-

Bitte
freimachen

Werbeantwort/Postkarte

Gustav Fischer Verlag

Postfach 72 01 43

D-70577 Stuttgart

Zusätzlich bestelle ich über meine Buchhandlung:

- Schlegelmilch, Die Ammoniten des süddeutschen Doggers**
Von Dr. R. Schlegelmilch, Aalen. 1985. X, 284 S., 15 Abb., 951
Fotos auf 59 Bildtafeln, Ln. DM 158,-
- Schlegelmilch, Die Ammoniten des süddeutschen Lias**
Von Dr. R. Schlegelmilch, Aalen. 1992. VIII, 241 S., 462 Abb.
auf 58 Taf., geb. DM 148,-
- Schlegelmilch, Die Ammoniten des süddeutschen Malsms**
Von Dr. R. Schlegelmilch, Aalen. 1994. VIII, 501 Fotos,
9 Abb., geb. DM 158,-
- Eisenbeis / Wichard, Atlas zur Biologie der Boden-
arthropoden**
Von Dr. G. Eisenbeis, Mainz, und Dr. W. Wichard, Bonn. 1985.
XIV, 434 S., mit über 1100 rasterelektronenmikroskopischen
Bildern auf 192 Taf. u. 219 Abb., geb. DM 158,-
- Holstein / Emschermann, Cnidaria, Hydrozoa und
Kamptozoa**
Von Prof. Dr. T.W. Holstein, Frankfurt, und Dr. P. Emschermann,
Freiburg. 1994. Etwa 150 S., 68 Abb., 13 Tab., kt. etwa DM
148,-

Bitte
freimachen

Werbeantwort/Postkarte

Gustav Fischer Verlag

Postfach 72 01 43

D-70577 Stuttgart

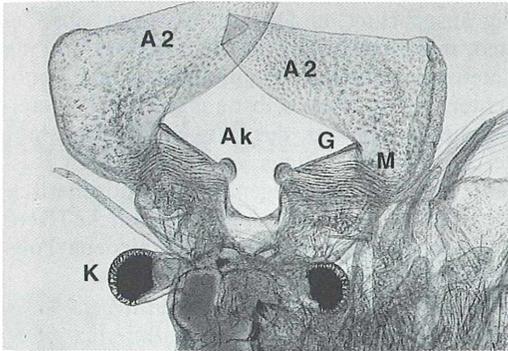


Abb. 10: Kopf eines adulten Männchens. A2 Klammerorgane (2. Antennen), K Komplexauge, G Gelenk, Ak Antennenknopf, M Muskelfasern. 50×

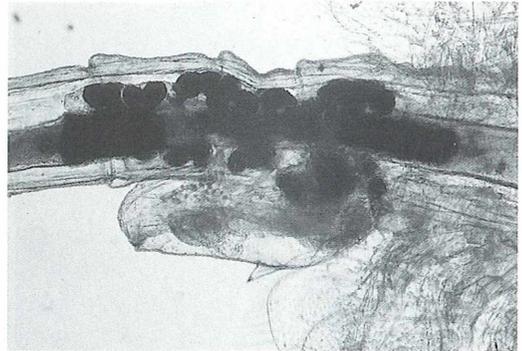


Abb. 11: Bruttasche am Abdomen eines Weibchens. 70×

Modifikabilität

Bei den euryhalinen Salzkrebschen variiert die Körperform je nach Salzkonzentration des Gewässers, in dem sie aufwachsen. Derartige umweltbedingte Abwandlungen im Erscheinungsbild nennt man bekanntlich Modifikationen. Die Änderungen betreffen vor allem die Proportionen des Abdomens zum Vorderkörper sowie Form und Borstenanordnung der Schwanzfurca des Telsons. Daher können auch an Freilandfundplätzen die Nachkommen nach längeren, starken Regenfällen anders aussehen als die Elterngeneration. Frühere Autoren haben in Unkenntnis dieser Zusammenhänge zahlreiche verschiedene *Artemia*-Arten beschrieben, deren taxonomische Trennung heute nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. Man unterscheidet nur noch verschiedene (geographische) Rassen einer weltweit einzigen Gattung und Art.

Sexualdimorphismus und Fortpflanzung

Nach Ausbildung funktionsfähiger Beinpaare wandeln sich die 2. Antennen in geschlechtsspezifischer Weise um. Bei den adulten Weibchen bestehen sie im wesentlichen nur noch aus dem eingliedrigen, hakenförmigen Exopoditen, während die Männchen in der Juvenilphase große Klammerorgane mit einem Gelenk entwickeln. Darin liegen zahlreiche Muskelfasern. Das basale Antennenglied der Männchen weist



Abb. 12: Paarige Penisanlagen eines Männchens. 70×

einen Antennenknopf auf, der mit Mechanorezeptoren ausgestattet ist. Beim erwachsenen Tier sind die Geschlechter daher leicht zu unterscheiden (Abb. 9 und 10).

Zusätzlich läßt sich die Ausbildung der Genitalorgane verfolgen. Sie entstehen an den beiden ersten Abdominalsegmenten, die ventral miteinander verschmelzen. Die Gonaden sind paarige Schläuche, die man teilweise im Abdomen beidseits des Darmrohrs liegen sieht. Äußerlich entwickeln die Weibchen an den Geschlechtssegmenten eine unpaare, tütenförmige Bruttasche. Die Männchen bilden an der gleichen Stelle paarige, ausstülpbare Penisanlagen aus (Abb. 11–13).

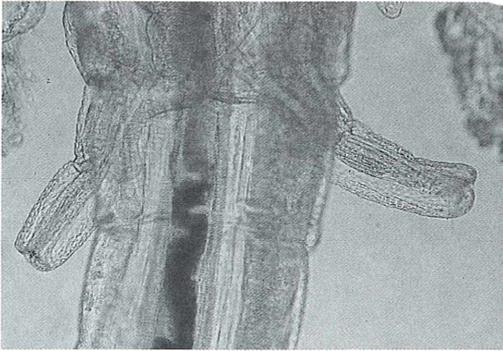


Abb. 13: Teilweise ausgestülpte Penes, dorsale Aufsicht. 70x

Zur Kopulation umgreift das Männchen von der Rückenseite her ein Weibchen mit seinen Klammerantennen und hält es fest. So schwimmen die Paare längere Zeit umher, wobei sie die Beinbewegungen weitgehend synchronisieren. Dabei finden Begattungen statt. Die befruchteten Eier werden zuerst in den Brutsack abgelegt und machen hier die ersten Entwicklungsschritte (Furchungen) durch. Bei zufriedenstellenden Lebensbedingungen werden sie dort vollstän-

dig ausgebrütet, andernfalls aber mit einer festen, mehrschichtigen Schale umgeben und als Latenzeier abgelegt. Damit ist für den Beobachter, der die Tiere selbst aus solchen Dauereiern aufgezogen hat, der Entwicklungskreislauf geschlossen. Allerdings kennt man auch Rassen, die sich vorwiegend parthenogenetisch fortpflanzen und bei denen männliche Tiere nur selten auftreten. Auch verschiedene Polyploidiestufen kommen vor.

Literaturhinweise

- Flössner, D.: Die Tierwelt Deutschlands. 60. Teil: Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. Gustav Fischer Verlag, Jena 1972.
- Remane, A., Storch, V. Welsch, U.: Systematische Zoologie. 2. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1980.
- Schrehardt, A.: Der Salinenkrebs *Artemia*. Die Organisation des adulten Tieres. Mikrokosmos 75, 230–235 (1986).
- Schrehardt, A.: Der Salinenkrebs *Artemia*. Die post-embryonale Entwicklung. Mikrokosmos 75, 334–339 (1986).
- Wurmbach, H.: Lehrbuch der Zoologie. Bd. II. 2. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1968.

Verfasser: Rudolf Väth, Bayernstraße 15, D-89287 Bellenberg

Kurze Mitteilung

Dichte der Spaltöffnungen während der letzten 200 Jahre

Die Zahl der Spaltöffnungen pro Oberflächeninhalt des Blattes (die Stomata-Dichte) ist eine wichtige Maßzahl für die physiologischen Prozesse, die im Innern der Blätter ablaufen. Die Spaltöffnungszahl wird während der frühen Blattentwicklung festgelegt. Für verschiedene Baumarten konnte gezeigt werden, daß die Stomata-Dichte mit der Höhe im Gebirge zunimmt. Diese Veränderung konnte im Laboratorium durch Abnahme des Kohlendioxidpartikeldruckes simuliert werden. Aus der Untersuchung des CO₂-Gehaltes von Luftblasen, die im Eis eingefangen waren, weiß man, daß die atmosphärische Kohlendioxidkonzentration in den letzten 200 Jahren um 21 % zugenommen

hat. Nun konnte gezeigt werden, daß in Baumblättern, die in Herbarien getrocknet aufbewahrt worden sind (*Fagus sylvatica*, Buche; *Quercus ilex*, Eiche), die Stomata-Dichte im Laufe der letzten 200 Jahre um 43 bzw. 28 % abgenommen hat. Auch für andere Pflanzen konnte nachgewiesen werden, daß ihre Spaltöffnungsdichte zwischen 1787 und 1987 im Mittel um 40 % abgenommen hat. Das heißt aber, daß die Pflanzen auf die zunehmende Kohlendioxidkonzentration in der Luft rasch durch Adaptation reagieren, indem sie die Zahl der Spaltöffnungen pro Einheit Oberfläche vermindern.

Paoletti, E., Gallini, R.: Stomatal density variation in beech and holm oak leaves collected over the last 200 years. Acta Oecologica 14, 173–178 (1993).

H.-F. Linskens, Nijmegen (Niederlande)

Konfokale Laser Scan Mikroskopie

Klaus Hausmann

Seit Mitte der achtziger Jahre sind konfokale Laser Scan Mikroskope in der Wissenschaft im Einsatz. Liest man diese Gerätebezeichnung zum ersten Mal, kann man leicht der Ansicht sein, daß es sich hierbei um eine Art Elektronenmikroskop handelt. Dem ist aber nicht so. Basisgerät ist ein konventionelles Lichtmikroskop mit Fluoreszenzeinrichtung. Was aber ist nun das Besondere an diesem Mikroskoptyp?

Die Besonderheit liegt zum einen darin, daß man auf Grund eines konfokalen Strahlengangs (Abb. 1) präzise optische Schritte durch ein Präparat legen kann (Abb. 2 und 3), und zum anderen darin, daß man, da die Bildinformation digital gespeichert wird, mit Hilfe nachgeschalteter Computertechnik umfangreiche und weitreichende Bildbearbeitung, Strukturrekonstruktion und Datenverwaltung vornehmen kann.

Das konfokale Prinzip

In Abbildung 1 ist schematisch der konfokale Strahlengang wiedergegeben: Laserlicht wird über einen Scanner durch die Tubuslinse (1) und die Frontlinse des Objektivs (2) auf das Präparat (3) fokussiert. Emissionslicht – aus der Fokusebene (4) und aus darüber und darunter liegenden Ebenen (gepunktete und gestrichelte Strahlengänge) – gelangt über den Scanner zum Teilerspiegel (5), wo es zum Detektor (6) hin umgelenkt wird. Nur das Licht aus der Fokusebene (durchgezogener Strahlengang) trifft auf den Detektor (= Fotomultiplier). Das Präparat wird mit dem punktförmigen Laserlichtstrahl mit Hilfe einer Scannereinrichtung Zeile für Zeile abgerastert, über den Detektor in digitalisierter Form erfasst und auf einem Video-Bildschirm dargestellt.

Das Licht aus den anderen Präparatebenen kann wegen der konfokalen Blende (Pinhole) (7) nur in sehr geringem Maße in den Detektor

gelangen. Damit ist gewährleistet, daß in der Tat optische Schnitte durch ein Präparat gelegt werden können, die nahezu frei von darüber- und darunterliegenden Präparatinformationen sind.

Das konfokale Prinzip ist derzeit im Auflichtstrahlengang verwirklicht, nicht im Durchlicht. Dieses bedeutet, daß zur Bilderstellung die Informationen zum Beispiel aus Reflexions- und Epifluoreszenzmikroskopie genutzt werden können.

Der Fortschritt

Welcher Fortschritt ist nun in dieser Anordnung verglichen mit einem konventionellen Lichtmikroskop gegeben? Durch Verwendung eines Laserstrahles arbeitet man mit einer sehr exakt punktförmigen und, was die Wellenlänge anbelangt, genau definierten Strahlquelle. Der punktförmige Strahl ist Garant für gute Auflösung unter konfokalen Bedingungen, die exakte

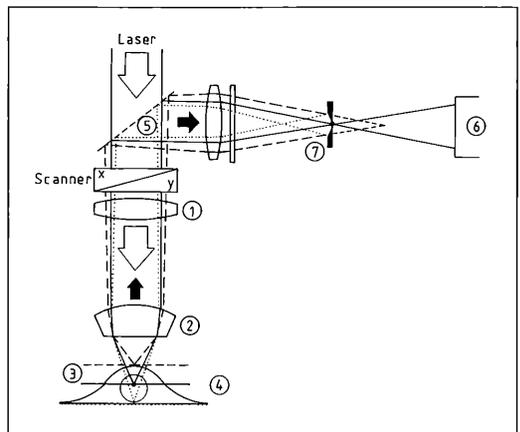


Abb. 1: Der konfokale Strahlengang. Erklärung siehe Text. Zeichnung: C. Falk, Recklinghausen.

Wellenlänge liefert beste Fluoreszenzbilder. Dieses soll anhand einiger Beispiele illustriert werden.

Das Galerie-Bild (Abb. 4) zeigt ein *Paramecium*, bei dem durch monoklonale Antikörper immuncytochemisch das den Alveolen unterliegende Epiplasma angefärbt ist (zur Immuncytochemie siehe Hausmann, Hauck, 1989; zu Epiplasma und Alveolen siehe Hausmann, 1983). Mit einer bisher unerreichten Klarheit werden die interessierenden Strukturen – und nur diese – dargestellt. Am Beispiel der Darstellung der Peripherie der kortikalen Einheiten ist die Erzielung einer optimalen Auflösung belegt (Abb. 5).

Die dritte Dimension

Die bisher gezeigten Fotos geben das wieder, was man mehr oder minder unmittelbar auf dem Bildschirm vom Präparat sehen kann. Die Qualität der Darstellungen ist bereits sehr eindrucksvoll und der Informationsgehalt unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten geradezu revolutionär. Durch Einsatz der Computertechnik in Kombination mit sehr potenten Bildbearbeitungsprogrammen können aber noch er-

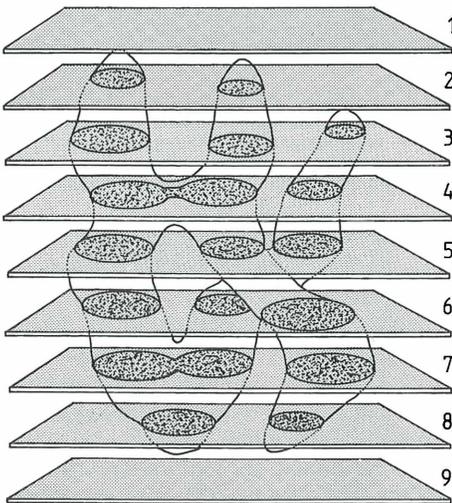


Abb. 2: Schematische Darstellung einer Schnittserie durch eine verzweigte, räumlich weitausgedehnte Struktur. Zeichnung: C. Falk, Recklinghausen.

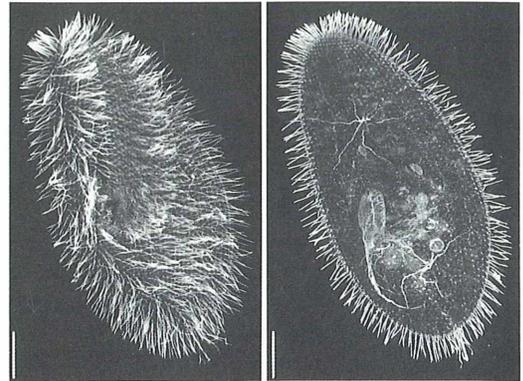


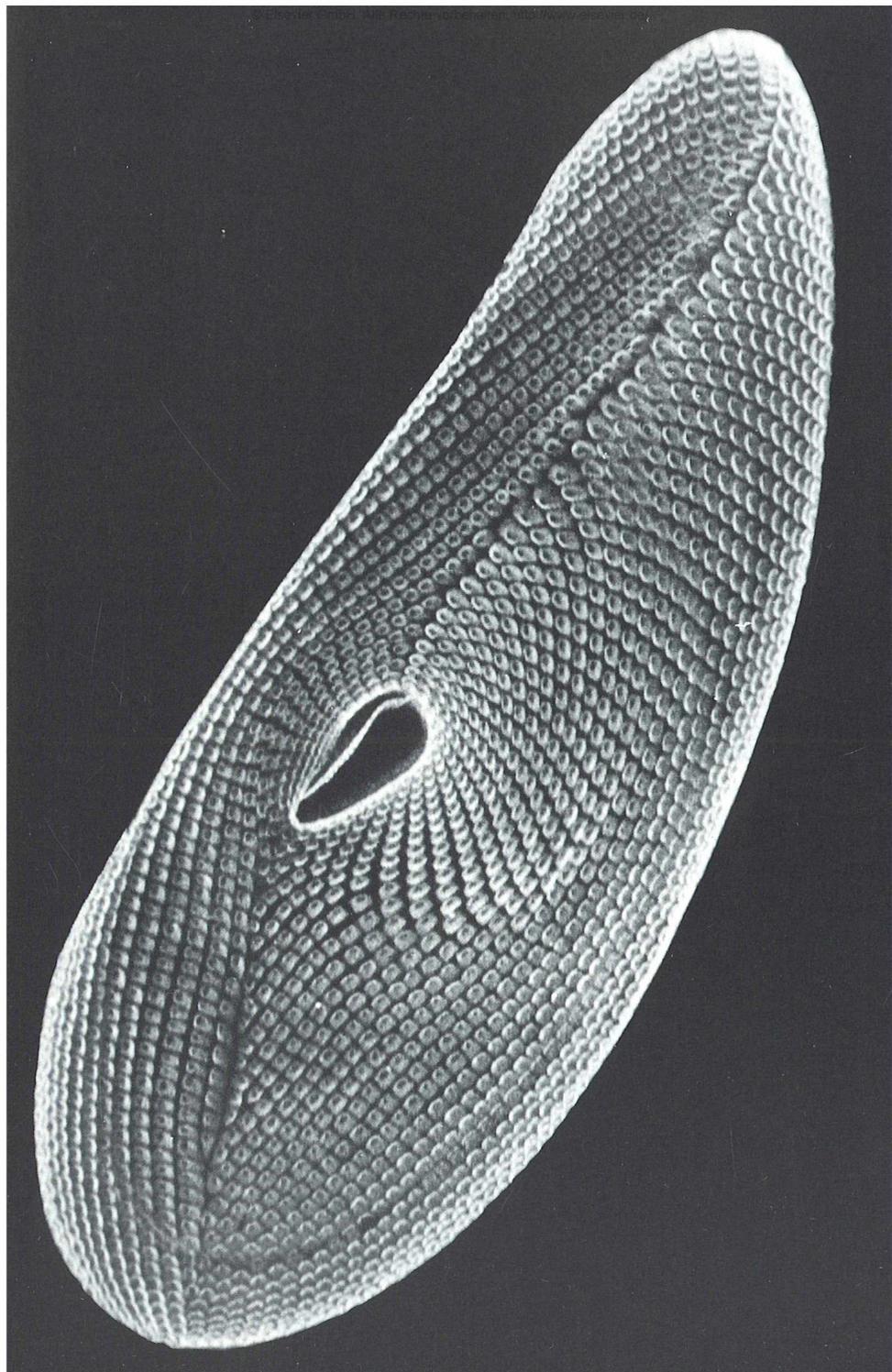
Abb. 3: Zwei unterschiedliche Schnittebenen durch das gleiche *Paramecium*. Das Präparat ist mit Anti-Tubulin-Antikörpern behandelt worden. Daher erkennt man insbesondere die Cilien, die von Mikrotubuli flankierten Sammelkanäle der kontraktilen Vakuolen sowie die Mikrotubulus-Aggregate des Mundapparates.

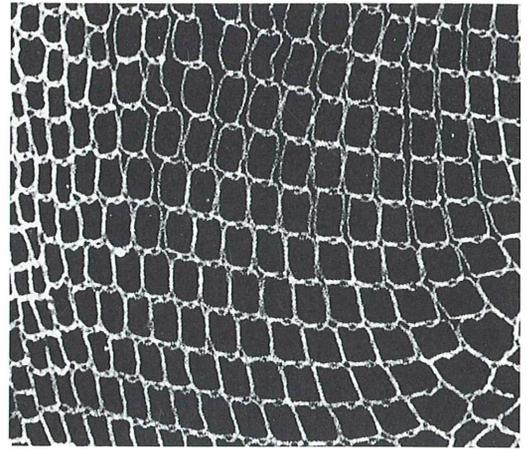
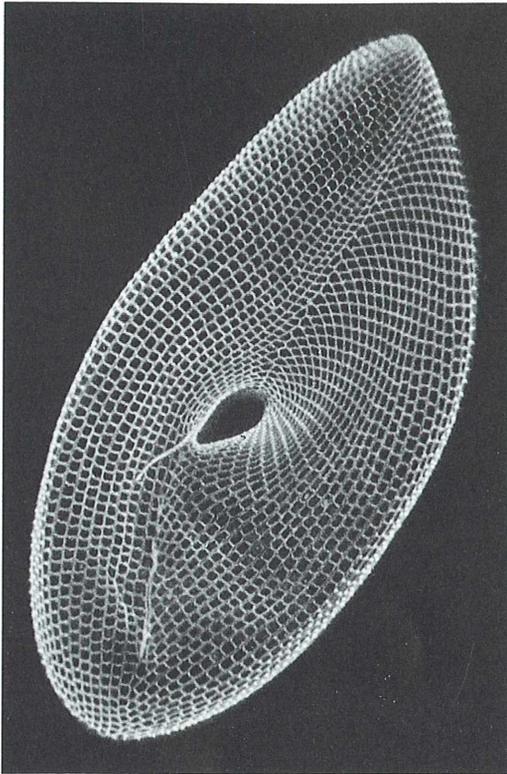
heblich weiterreichende Informationen aus dem Bilddatenmaterial herausgearbeitet werden. So ist es möglich, von der Zweidimensionalität der Abbildungen in die dritte Dimension aufzusteigen und durch Übereinanderprojizieren der optischen Schnitte die Strukturen räumlich darzustellen (Abb. 6). Am Bildschirm ist es möglich, das Präparat in gewissen Grenzen hin und her zu kippen, wodurch man bei sehr hoher Auflösung eine sehr genaue räumliche Vorstellung komplexer Strukturgefüge erhält. Da das Mikroskop mit bis zu drei Lasern verschiedener Wellenlänge ausgestattet werden kann, sind Darstellungen verschiedener Fluoreszenzen und somit verschiedener Strukturkomplexe in einem Bilddokument möglich.

Mehr noch: Da die Bildinformation in digitalisierter Form vorliegt, kann man ohne großen Aufwand beispielsweise aus einer Serie optischer Schnitte, die durch ein Objekt in Aufsicht geführt wurde, mit Hilfe des Computers beliebige Seitenansichten bis hin zur Rückansicht rekonstruieren (Abb. 7).

Fast trivial erscheint in diesem Zusammenhang die Bemerkung, daß man über die vorhandene Software alle Arten von Vermessungen, also Morphometrie im weitesten Sinne, problemlos durchführen kann.

Abb. 4: Immuncytochemische Darstellung des Epiplasmas von *Paramecium*. ▶





Die „Nachteile“

Nachdem nun die unbestrittenen Vorteile der konfokalen Laser Scan Mikroskopie dargelegt wurden, fragt man sich wahrscheinlich spontan, ob es nicht doch einen Haken bei dieser Neuentwicklung gibt. Den gibt es, und zwar gleich in mehrfacher Form.

Das konfokale System funktioniert (bislang?) nur im Auflichtverfahren. Wegen des Zeile für Zeile erfolgenden Bildaufbaues und des damit zwangswise verbundenen Zeitaufwandes pro Etablierung eines Bildes ist es derzeit noch unmöglich, ein sich bewegendes Objekt sinnvoll

Abb. 5: Immuncytochemische Darstellung der Peripherie der kortikalen Einheiten von *Paramecium* in der Übersicht (oben links) und in stärkerer Vergrößerung (unten rechts).

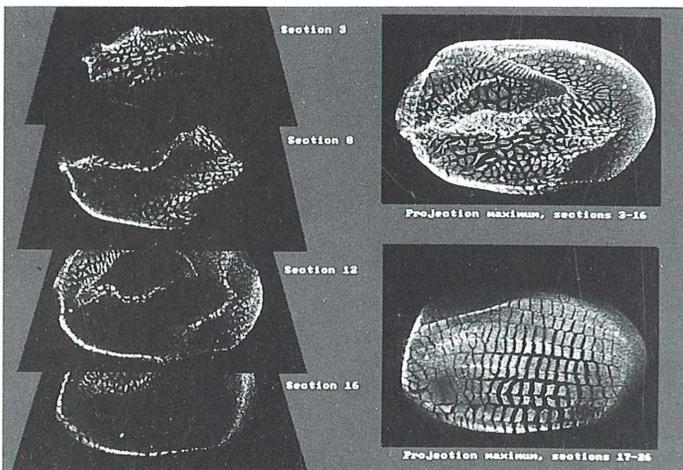
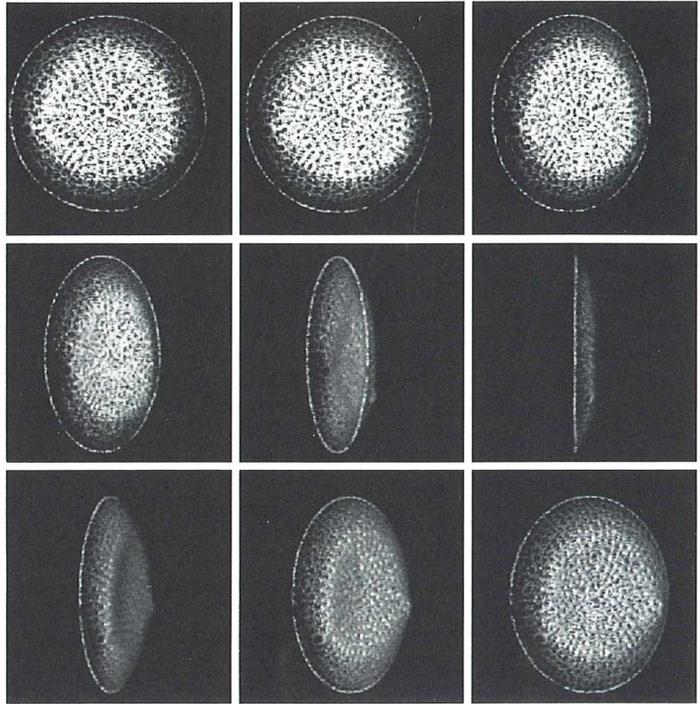


Abb. 6: Die Übereinanderprojektion einzelner optischer Schnitte (links) ermöglicht eine räumliche Rekonstruktion der Strukturen (*Euplotes*, immuncytochemische Anfärbung der Alveolarplatten).

Abb. 7: Aus den Daten einer Schnittserie vom Reflexionsbild der Schale einer zentrischen Diatomee in Vorderansicht berechnete eine komplette Drehung des Präparates in die Rückansicht (Drehwinkel zwischen jedem Bild 18 Grad).



zu mikroskopieren, beispielsweise ein schwimmendes *Paramecium*. Weiter: Ein deutlicher Erkenntniszuwachs konnte bislang nur unter Anwendung der Immunocytochemie erzielt werden, eine Präparationstechnik, die immer noch als relativ aufwendig angesehen werden muß. Ja, und schließlich summieren sich die Kosten für ein derartiges Gerät in einer sinnvollen Ausstattungsstufe auf fast eine halbe Million Mark auf, ein Betrag, für den die entsprechenden Hersteller beispielsweise Elektronenmikroskope anzubieten wissen. Alle diese „Nachteile“ werden aber schnell durch die Vorteile dieses Gerätetyps in der zellbiologischen Forschung aufgewogen, da hierdurch gewissermaßen die bislang klaffende Lücke zwischen konventioneller Lichtmikroskopie und Elektronenmikroskopie geschlossen wird.

Danksagung

Für die Bereitstellung der Abbildungen 3–6 bedanke ich mich recht herzlich bei Herrn Prof. Dr. A. Adoutte, seiner Mitarbeiterin Dr. A. Fleury, Laboratoire de Biologie Cellulaire, sowie M. Laurent, Service d’Imagerie, alle an der Université de Paris-Sud. Dr. O. Baumann, Institut für Zoologie der Universität Regensburg, sei für die Anfertigung von Abbildung 7 gedankt.

Literaturhinweise

- Hausmann, K.: Das Corticalplasma der Wimpertiere. *Mikrokosmos* 72, 129–136 (1983).
 Hausmann, K., Hauck, A.: Immunocytochemie: Die Renaissance des Lichtmikroskops in der zellbiologischen Forschung. *Mikrokosmos* 78, 1–7 (1989).

Verfasser: Prof. Dr. Klaus Hausmann, Redaktion MIKROKOSMOS

Neue Medien

Mulisch, M., Hausmann, K.: *Das Pantoffeltierchen (Paramecium)*. Dia-Didact Reihe 22. 150 Dia-Didact, Lichtbildarchiv Dr. Keil (LAK) Neckargemünd. Vertrieb: Schul Service Böhm, Postfach 10 50 62, 69040 Heidelberg. 12 Kleinbilddias mit Begleitpublikation, DM 72,00 zzgl. MWSt.

Erstmals sah sie Antoni van Leeuwenhoek im Jahre 1674. Seither sind sie bei allen, die je einen Blick in das Lichtmikroskop taten, die bekanntesten Einzeller überhaupt. Insbesondere das in limnischen Lebensräumen nahezu ubiquitär verbreitete *Paramecium caudatum* repräsentiert fast schon die Protozoen überhaupt. Da gerade dieser Organismus leicht zu beschaffen und einfach in Kultur zu halten ist, wurde er nicht nur für die zellbiologische Forschung ein äußerst ergiebiges Objekt, sondern gehört auch in Schule und Unterricht zu den besonders beliebten Präparaten. Die lichtmikroskopische Untersuchung mit ihren besonderen Färb- oder Beobachtungsverfahren zeigt bereits, daß der vermeintlich so einfache Einzeller *Paramecium* keineswegs nur eine simple Zelle ist. Vielmehr erweist dieser sich gerade im feinstrukturellen Bereich als hochgradig differenziert. Bereits das elektronenmikroskopische Bild der fadenförmigen Cilien zeigt eine bemerkenswert komplexe Organisation.

Die vorliegende Folge mit 12, zum Teil aus mehreren nebeneinander gestellten licht- und elektronenmikroskopischen Aufnahmen bestehenden Farbdias führt in die bemerkenswerten Strukturdetails von *Paramecium* ein. Die Bildthemen reichen von der äußeren Zellgestalt über den Feinbau von Cilien und Cortex bis hin zur genaueren Betrachtung bestimmter Zellbestandteile (Zoochlorellen, Nahrungsvakuolen, Kerne). Sie schließt mit Abläufen wie Zellteilung und Konjugation. Die 15seitige Begleitpublikation greift die Schemadarstellungen der einzelnen Dias nochmals auf und bietet hierzu vertiefende Erläuterungen. Für den Unterricht eine wertvolle, empfehlenswerte Hilfe zur Veranschaulichung und Ergänzung eigener Beobachtungen.

Thomas Waßmann, Bonn

Hausmann, K., Machemer, H.: *Motilität. Cilien- und Flagellenbewegung*. Unterrichtsfilm C1842 (16 min), Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, 1994.

Viele Ein- und Mehrzeller bewegen sich in ihrem wäßrigen Lebensraum mit kurzen Cilien (Wimpern) oder längeren Flagellen (Geißeln) fort. Auch höher entwickelte Tiere machen von diesem offenbar sehr bewährten Funktionsprinzip Gebrauch – von den Metanephridien der Regen-

würmer bis zu den Flimmerepithelien der Schleimhäute von Säugetieren. Trotz unterschiedlichen Aussehens stimmen Cilien und Flagellen im Aufbau grundsätzlich überein. Der neue Unterrichtsfilm zeigt eingangs an etlichen Beispielen, wo solche Bewegungsorganellen vorkommen und wie mit ihrer Aktivität Nettobewegung entsteht. Dann geht er in die elektronenmikroskopische Dimension über und zeigt an Schnittbildern den Feinbau mit dem frappierend einheitlichen (9 × 2) + 2-Muster. Eine überblendete farbige Computergraphik demonstriert dann in verschiedenen Raum- und Detailansichten die molekularen Bauteile und ihre spezielle Anordnung. Höhepunkt des Films sind zweifellos die hinreißend gelungenen Sequenzen mit Computeranimation, die am übersichtlichen Modell die komplizierte Bewegungsabfolge schon der einzelnen Cilie vorführt, dann ganze Cilienreihen im Takt arbeiten läßt und mit der einzigartigen Choreographie vieler Cilienschragstreifen schließt. Was man im Lichtmikroskop allenfalls als rhythmische, metachrone Flimmerbewegung erkennt, aber raum-zeitlich kaum auflösen kann, übersetzt der Film am dreidimensionalen Modell in faßbare Teilabläufe. Eine bildästhetisch und vor allem auch didaktisch hervorragend gelungene Darstellung, die man als Mikroskopiker einfach gesehen haben muß. Patrick Haller, Köln

MIKROKOSMOS-Gesamtregister 1948–1992 auf Diskette:

Das Register umfaßt eine alphabetisch und chronologisch sortierte Datei der Autorennamen und nennt jeweils den vollständigen Titel, Jahrgang, Band und Seitenzahl aller Hauptbeiträge und kleinen Mitteilungen, die in den Nachkriegsjahrgängen des MIKROKOSMOS erschienen sind.

Unter Einsatz der Wortsuchfunktion im jeweiligen Anwendungsprogramm läßt sich der gesamte Datenfundus nach beliebigen Schlagworten oder Suchbegriffen durchmustern. Interessenten erhalten die elektronische Daten-Fundgrube von der Redaktion als 3,5"-Diskette gegen Voreinsendung von DM 10,- in Briefmarken in den Dateiformaten

- Word for Windows (von Prof. Dr. Klaus Hausmann, Institut für Zoologie, Königin-Luise-Straße 1–3, 14195 Berlin) oder
- Word for Macintosh (von Dr. Bruno P. Kremer, Johann-Henk-Straße 35a, 53343 Wachtberg).

Dickenwachstum der Drachenbaum-Wurzel

Arnd Goppelsröder

Nicht nur oberirdische Sproßteile wie Stämme nehmen sekundär an Umfang zu – auch Wurzeln zeigen ein respektables Dickenwachstum. Wurzelverdickung kommt sogar dort vor, wo man es eigentlich gar nicht erwartet: als große Ausnahme tritt es bei wenigen baumförmigen Einkeimblättrigen auf. Der folgende Beitrag zeigt, wie diese Pflanzen die auftretenden Probleme meistern.

Viele zweikeimblättrige (Dicotyle) und einige wenige einkeimblättrige Pflanzen (Monocotyle, etwa *Aloe*, *Cordylone*, *Dracaena*, *Yucca*) können mit Hilfe eines Kambiums oder eines peripheren Verdickungsmeristems sekundäres Gewebe im Stengel bilden (Jurzitza, 1987). Das Ergebnis sind mächtige, zum Teil sogar baumstarke Stämme von beeindruckender Stabilität, die konventionellen Bäumen in nichts nachstehen.

Wie Wurzeln wachsen

Entsprechend ist auch bei Dicotylenwurzeln ein sekundäres, typischerweise kambiales Dickenwachstum weit verbreitet. Im Zentralzylinder beginnen sich hierbei die über den Xylemleisten liegenden Anteile des Perizykels und die zwischen Xylembuchten und Phloemsträngen gelegenen Parenchymzellen zu teilen. Sie bilden im Querschnitt zunächst eine zusammenhängende, sternförmige, später ringförmige teilungsaktive Zone, das Kambium. Es produziert nach innen Holz (sekundäres Xylem) und in die entgegengesetzte Richtung Bast (sekundäres Phloem). Primäres Phloem wird hierdurch schließlich nach außen verdrängt.

Die Wurzeln der Monocotylen hingegen verbleiben fast immer im primären Zustand; lediglich diese der *Dracaena*-Arten sind zu einem sekundären Dickenwachstum befähigt (Esau, 1969; Fahn, 1982; Jurzitza, 1987). *Dracaenen* sind baumförmig wachsende, neuerdings zu den Agavengewächsen (Agavaceae) zählende Monocotyle der Subtropen und Tropen. Auf den Kanarischen Inseln ist die bis zu 18 m Wuchshöhe erreichende Art *Dracaena draco* heimisch. Bereits Alexander von Humboldt erkannte bei seinem Teneriffa-Aufenthalt im Jahr

1799 ihre Langlebigkeit und vermutete für ein Exemplar ein Alter von über 5 000 Jahren (Ehrendorfer, 1978; Francé, 1969; Mägdefrau, 1992).

Nahe Verwandte, *Dracaena deremensis* und *D. fragrans*, sowie die schmalblättrige *D. marginata* sind unter der Bezeichnung „Drachenbaum“ als Zierpflanzen im Handel erhältlich. Wohl ist in den gängigen Lehrbüchern der Pflanzenanatomie das sekundäre Dickenwachstum des Stengels näher beschrieben, nicht aber das der entsprechenden Wurzel. Hierüber geben lediglich speziellere Einzelveröffentlichungen Auskunft, die meist nur unter größerem Zeitaufwand beschaffbar sind.

Es ist jedoch allemal reizvoller, ältere Wurzeln solcher Wohnzimmer-*Dracaenen* zunächst selbst mit Hilfe leicht herstellbarer Handschnitte zu untersuchen. Das Einfärben der Schnitte mit Safranin-Astrablau (Gerlach, 1969) erlaubt hierbei die problemlose Unterscheidung zwischen verholzten (rot) und nicht verholzten Zellwänden (blau).

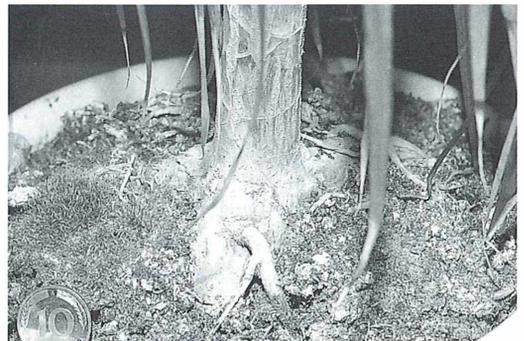


Abb. 1: *Dracaena marginata*, Ansicht der Wurzel mit sekundärem Dickenwachstum.

Meine Suche bei verschiedenen Einzelpflanzen von *D. marginata* war zunächst erfolglos. Auch Querschnitte durch starke Wurzeln zeigten ausnahmslos einen primären Entwicklungszustand. Erst ein halb freiliegender, dicker Wurzelbereich, bei dem Längsrisse im Periderm eine Dilatation vermuten ließen, wies die erhofften Merkmale auf (Abb. 1).

Primärer Bau und sekundäres Wachstum

Den äußeren Abschluß der primären Wurzel bildet wie üblich eine Rhizodermis, die in älteren Abschnitten durch ein mehrschichtiges Periderm ersetzt wird. Eine darauf folgende interzellularenreiche primäre Rinde grenzt mit einer tertiären Endodermis an den Zentralzylinder. Dessen vielstrahliges (polyarches) Leitssystem umgibt ein meist zweischichtiges Perizykel (Abb. 2). Gelegentlich finden sich im Zentralbereich des Xylems Tracheen, die mit inneren Phloemsträngen assoziiert sind (Abb. 3). Örtlich begrenzte Teilungsaktivitäten der Perizykelzellen führen zur Ausbildung von Seitenwurzeln. Daneben kann auch der gesamte Perizykelzylinder eines Wurzelabschnitts meristematisch und als peripheres Verdickungsmeristem aktiv werden. Es bildet zwischen dem primären Leitbündel und der Endodermis typischerweise nach innen Parenchym und sekundäres Leitgewebe. Nach außen entsteht lediglich ein wenig Parenchym. Auf diese Weise wer-

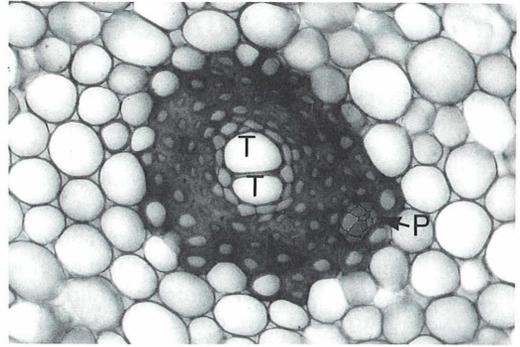


Abb. 3: *Dracaena marginata*, primäre Wurzel, quer; innere Tracheen (T) mit Phloemstrang (P). 110 x.

den ein bis zwei Etagen sekundären Leitgewebes angelegt. Primäres Xylem und primäres (!) Phloem bleiben hinsichtlich ihrer Anordnung unverändert. Dem sich vergrößernden Umfang des inneren Wurzelbereichs kann die Endodermis allerdings auf Dauer nicht standhalten. Sie wird aufgebrochen, und die entstehenden Zwischenräume füllen sich mit Parenchym auf (Abb. 4). Als Ausgleichsreaktion ist auch vereinzelt eine geringe Volumenzunahme der Rindenzellen zu beobachten. In diesem Stadium entwickelt sich nun im Rindenparenchym ein gleichartig arbeitendes Verdickungsmeristem (Abb. 5). Es läßt sich jedoch nicht beurteilen, ob damit zwei unabhängig voneinander arbei-

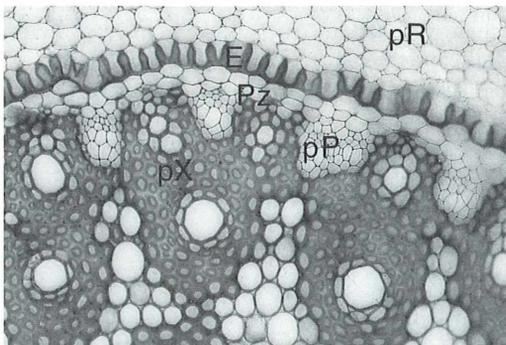


Abb. 2: *Dracaena marginata*, primäre Wurzel, quer; Ausschnitt aus dem Grenzbereich zwischen Zentralzylinder und primärer Rinde; pX primäres Xylem, pP primäres Phloem, Pz Perizykel, E tertiäre Endodermis, pR primäre Rinde. 110 x.

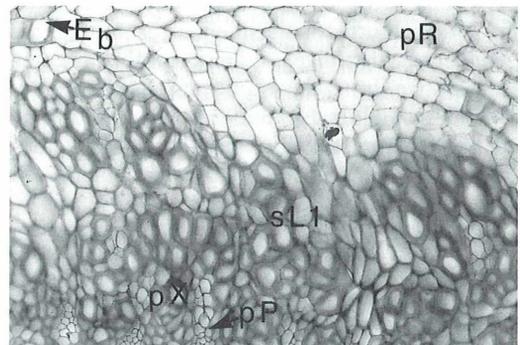


Abb. 4: *Dracaena marginata*, sekundäre Wurzel, quer; zwischen Endodermis und primärem Leitgewebe sind sekundäre Leitstränge entstanden; pP primäres Phloem, pX primäres Xylem, sL1 sekundäres Leitgewebe, Eb Endodermisbruchstücke, pR primäre Rinde. 110 x.

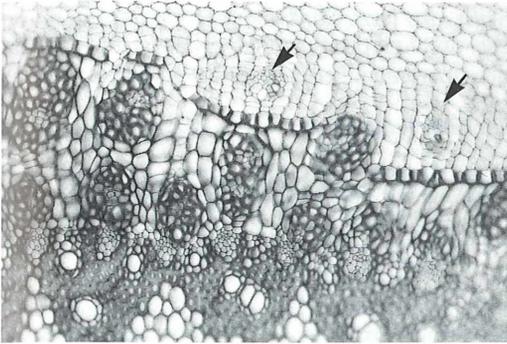


Abb. 5: *Dracaena marginata*, sekundäre Wurzel, quer; beginnende meristematische Aktivität in der primären Rinde, Anlage weiterer sekundärer Leitstränge (Pfeile). 54 x.

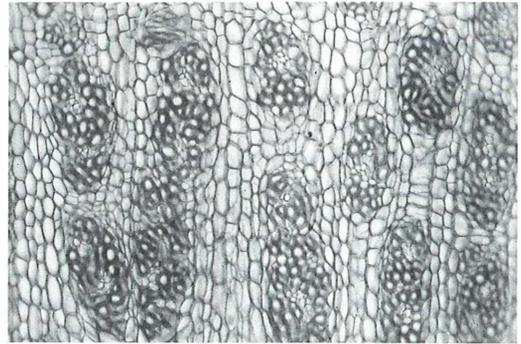


Abb. 7: *Dracaena marginata*, sekundäre Wurzel, quer; sekundäres Gewebe mit konzentrischen Leitsträngen und radial angeordnetem Parenchym; die Endodermis ist nicht mehr nachweisbar. 54 x.

tende Systeme des sekundären Dickenwachstums vorliegen oder ob einfach das im Perizykel entstandene Meristem auf die primäre Rinde „überspringt“.

Wichtige Unterschiede

Letztlich werden hierdurch die Reste der Endodermis in sekundärem Gewebe eingeschlossen (Abb. 6). Sie sind anfangs noch nachweisbar, verschwinden aber mit der fortschreitenden Produktion weiterer sekundärer Elemente und werden offenbar resorbiert (Abb. 7).

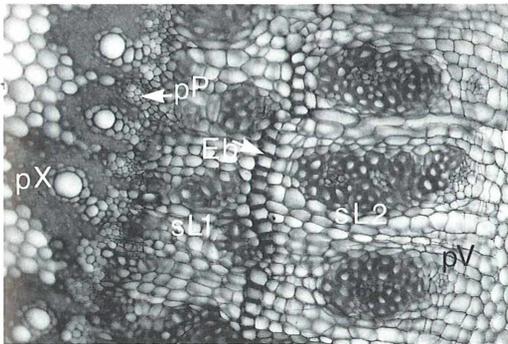


Abb. 6: *Dracaena marginata*, sekundäre Wurzel, quer; erste ausdifferenzierte sekundäre Leitstränge (sL2) im Rindenbereich; Endodermisreste (Eb) sind vollständig in sekundärem Gewebe eingebettet; pX primäres Xylem, pP primäres Phloem, sL1 sekundäres „perizyklisches“ Leitgewebe, pV peripheres Verdickungsmeristem. 54 x.

Auf diese Weise kann das primäre Leitsystem durch eine dicke Schicht sekundären Gewebes ergänzt werden. Sie besteht aus einzeln aufgelösten, konzentrischen Leitgewebesträngen mit Innenphloem, welche in ein deutlich radial angeordnetes und verholztes Parenchym eingebettet sind (Abb. 7).

Die Unterschiede zu den Verhältnissen typischer Dicotylenwurzeln lassen sich somit in drei wesentlichen Punkten zusammenfassen:

- Bei *Dracaena* sind ausschließlich Perizykelzellen an der Entstehung eines (perizyklischen) peripheren Verdickungsmeristems beteiligt, während das Kambium der Dicotylen auch noch auf Parenchymzellen des primären Wurzeleitbündels zurückgeht. Das primäre Phloem verbleibt daher im Gegensatz zu dem der zweikeimblättrigen Pflanzen an Ort und Stelle.

- Das periphere Verdickungsmeristem produziert lediglich nach innen Leitgewebe, das Kambium jedoch nach außen und innen.

- Während das sekundäre Gewebe der *Dracaena*-Wurzel die aufgebrochene Endodermis einschließt, werden die Reste der meist primären Endodermen bei Dicotylenwurzeln vom Bast bis zur vollständigen Zerstörung in die Peripherie verdrängt.

Leider waren die jüngsten Bereiche des untersuchten Wurzelstücks verfault, so daß der Beginn des sekundären Dickenwachstums im Perizykel im vorliegenden Material nicht dokumentiert werden konnte. Die eigenen Beobachtungen geben darüber hinaus nur eine der in älteren Arbeiten beschriebenen Möglichkeiten wieder. So wird auch von Fällen berichtet, bei

denen ein peripheres Verdickungsmeristem zuerst in der primären Rinde aktiv und erst später der Perizykel meristematisch wurde (Cheadle, 1937; de Silva, 1936; Mann, 1921). Beispiele gänzlich ohne Beteiligung des Perizykels wurden ebenso bekannt (Lindinger, 1906; de Silva, 1936). Derartige Variationen konnten selbst an ein und derselben Pflanze festgestellt werden. Es erscheint daher berechtigt, wie Mann (1921) von einem inneren, perizyklischen und einem corticalen (Cortex = Rinde) peripheren Verdickungsmeristem zu sprechen (in der älteren Literatur noch als „Cambium“ bezeichnet). Denn gerade die offenbar nicht festgelegte Reihenfolge ihrer Aktivierung kann als Indiz herangezogen werden, sie als getrennte, unabhängig voneinander entstehende Lateralmeristeme zu betrachten. Ein bloßes Überspringen des im Perizykel entstandenen Meristems auf die Rindbereiche erscheint eher unwahrscheinlich. An dieser Stelle sei schließlich noch auf einige Unklarheiten bezüglich der systematischen Zuordnung verschiedener *Dracaena*-Arten hingewiesen. Der Übersichtlichkeit halber habe ich folgenden Sachverhalt bisher nicht berücksichtigt: In den oben zitierten Arbeiten wird das sekundäre Dickenwachstum der Wurzeln ausschließlich der Gattung *Dracaena* zugeschrieben (z.B. *D. marginata*, *D. fruticosa*). Diese Zuordnung ist jedoch nicht so eindeutig, wie es zunächst erscheint. So wird neuerdings z.B. *D. marginata* in die Gattung *Cordyline* gestellt,

heißt also jetzt *Cordyline marginata*. Ein ähnlicher Wechsel der Gattungsnamen ist auch bei anderen Arten eingetreten (Index Kewensis, 1991).

Literaturverzeichnis

- Cheadle, V. I.: Secondary growth by means of a thickening ring in certain monocotyledons. *Botanical Gazette* 98, 535–553 (1937).
 de Silva, B. L. T.: Secondary thickening in the roots of *Dracaena*. *Ceylon Journal of Science, Sec. A, Bot.* 12, 127–135 (1936).
 Ehrendorfer, F.: Spermatophyta. In: Strasburger, E.; Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 33. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1978.
 Esau, K.: Pflanzenanatomie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1969.
 Fahn, A.: Plant Anatomy. 3. Aufl., Pergamon Press Oxford 1982.
 Francé, R. H.: Die Welt der Pflanzen. Südwest Verlag, München 1969.
 Gerlach, G.: Botanische Mikrotechnik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1969.
 Index Kewensis: Supplement 19. Clarendon Press, Oxford 1991.
 Jurzitza, G.: Anatomie der Samenpflanzen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1987.
 Lindinger, L.: Zur Anatomie und Biologie der Monocotylenwurzel. *Beih. Bot. Centralbl.* 19, 321–358 (1906).
 Mägdefrau, K.: Geschichte der Botanik. 2. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1992.
 Mann, A. G.: Observations on the interruption of the endodermis in a secondarily thickened root of *Dracaena fruticosa* Koch. *Proc. Roy. Soc. Edinburgh* 41, 50–59 (1921).

Verfasser: Dr. Arnd Goppelsröder, Seestraße 1, D-75045 Walzbachtal

Kurze Mitteilung

Netze, Siebe und Filter

Die Trennung von lebenden Partikeln nach ihrer Größe erfolgt durch Netze, Siebe und Filter. Zurückgehalten werden darin jene Organismen, die größer sind als die Porengröße. Während des Trennprozesses wird aber auch eine nicht unbedeutende Fraktion von Partikeln auf dem Filter zurückgehalten, die kleiner sind als der Porendurchmesser, da sie entweder durch Adhäsion an der Filterfaser oder durch Zusammenstoß und Zusammenkleben die Filteröffnung nicht passieren können. Wenn man durch ein Filter mit dem Porendurchmesser von 210 µm eine Partikel-Population in Größen zwischen 0,1 und 100 µm hindurchlaufen läßt,

werden darin 8 % der Partikel und 50 % der totalen Masse der Teilchen zurückgehalten, obwohl alle Teilchen im Durchmesser kleiner als 100 µm sind. Dieser hohe Anteil zurückgehaltener Partikel bedeutet aber, daß die Massenkonzentration der kleineren Partikel im Filtrat unterrepräsentiert ist. Netzfänge enthalten also mehr kleine Partikel und sind hinsichtlich der Größenverteilung nicht repräsentativ für eine natürliche Population.

Logan, B. E.: Theoretical analysis of size distribution determined with screens and filters. *Limnology and Oceanography* 38, 372–381 (1993).

H.-F. Linskens, Nijmegen (Niederlande)

Mikro-Quiz

Gesucht wird...

... einer der weltweit bedeutendsten Biologen um die Jahrhundertwende. Sein Hauptarbeitsgebiet war die Zytologie, speziell die Erforschung der Struktur und Funktion des Zellkerns. Er studierte Medizin und Zoologie in München. Carl Wilhelm Kupffer, bekannt als Anatom und Zoologe, zählte zu seinen Lehrern. Mit 23 Jahren promovierte der gebürtige Bamberger 1885 zum Doktor der Medizin. Zwei Jahre danach habilitierte er sich für die Fächer Zoologie und vergleichende Anatomie. Damals erschienen seine ersten Berichte über die Befruchtungsvorgänge bei einem parasitischen Nematoden sowie über dessen Zellkern-Differenzierung während der Furchung. Bei diesem Nematoden wird nämlich ein Großteil des Keimbahn-Genoms allen künftigen somatischen Zellkernen vorenthalten. Damit war er der erste, der die sogenannte Chromatin-Dimination beschrieb. Eindrucksvoller konnte die von August Weismann 1885 geforderte „Continuität des Keimplasmas“ nicht dargestellt werden. Von 1891 an war er Assistent, bis er 1893, im Alter von 31 Jahren, von der Universität Würzburg zum ordentlichen Professor für Zoologie und vergleichende Anatomie berufen wurde.

Hans Spemann hatte als Student in Heidelberg von ihm bereits viel gehört, von einem „noch jungen Zoologen, welcher bis vor kurzem Assistent bei Richard Hertwig am Zoologischen Institut in München gewesen war. Er erfreute sich hoher Achtung, ja Bewunderung bei den Heidelberger Anatomen, wohl vor allem wegen einer vergleichend-anatomischen Entdeckung ersten Rangs, der Auffindung der Niere des *Amphioxus lanceolatus*, des vermuteten Vorfahren der Wirbeltiere. Er hatte dieses lange vermißte, wegen seiner Kleinheit und absonderlichen Lage immer übersehene Organ gefunden, weil er an der richtigen Stelle suchte und die meisten zeitgenössischen Forscher an Schärfe der mikroskopischen Beobachtung übertraf. Er hatte seine Entdeckung in vollendeter Klarheit dargestellt und weitgehende Schlüsse aus ihr gezogen. Als ich von diesem Mann zum erstenmal hörte, stieg sofort der Wunsch in mir auf, einmal unter seiner Leitung wissenschaftlich zu arbeiten.“

Dann, im Frühjahr 1894, besuchte ihn Hans Spemann in Würzburg und schilderte auch diese Begegnung: „Er sagte gleich bei unserer ersten Unterhaltung, die Leute seien immer enttäuscht, wenn sie ihn zum erstenmal sähen; sie würden sich nach seinem Namen immer etwas interessant Schwarzes vorstellen. Davon war allerdings nichts zu sehen; das italienische Blut, auf welches der Name in der Tat hinweist, war ganz in dem deutschen ertrunken. Eine mittelgroße untersetzte stämmige Gestalt, von sehr aufrechter Haltung; straffes blondes Haar mit leicht rötlichem Anflug, schlicht gescheitelt; spitz zugeschnittener Vollbart; eine hohe Stirn, fest und steil aufsteigend wie gemauert; alles beherrscht von den großen blauen Augen, welche merkwürdig klar und ruhig, prüfend und unbestechlich, wie stählern, geradeaus blickten; das war der erste Eindruck vom Äußeren dieses seltenen Mannes.“

Dieser seltene Mann eröffnet eine neue Epoche der Genetik. Zwar hatte schon Eduard van Beneden den Ablauf der Meiose dargestellt, aber erst dieser Mann erkannte, unabhängig von Oscar Hertwig, ihre Bedeutung als Reduktion der Chromosomensätze. Er zeigte, daß im wesentlichen der Zellkern und nicht das Zytoplasma für die Weitergabe der erblichen Eigenschaften verantwortlich ist. Er erfaßte die enge Beziehung der Mendel-Faktoren zu einzelnen Chromosomen und deren Rolle bei Befruchtung und Erbgeschehen. Sein Verdienst sind grundlegende Beiträge zu dem, was heute Chromosomentheorie der Vererbung heißt.

Wen wundert es, daß dieser Mann dafür ausersehen war, das geplante Institut für Experimentalbiologie der jungen Kaiser Wilhelm-Gesellschaft in Berlin-Dahlem zu übernehmen. Er hatte vor, fünf Abteilungen einzurichten: seine eigene, eine für Entwicklungsphysiologie unter Hans Spemann, eine für allgemeine Biologie unter Max Hartmann, eine für Zellphysiologie unter dem Nobelpreisträger Otto Warburg und eine für Genetik, die Richard Goldschmidt leiten sollte. Letzterer beschreibt die Komplikationen, die der designierte Direktor völlig unerwartet im Jahr 1912 verursachte:

„Er, der stets in der ruhigen Atmosphäre der kleinen Universität Würzburg gelebt hatte, war ein Idealist und den nüchtern-scharfen Ver-

handlungsmethoden der Berliner Behörden nicht recht gewachsen. Er fürchtete, daß man ihm womöglich ein seiner Veranlagung nicht entsprechendes schärferes Arbeitstempo abverlangen würde. Als eine allen künstlerischen Dingen zugeneigte Persönlichkeit fragte er sich, ob nicht letzten Endes sein Verbleiben bei seinen alten Freunden in seiner altvertrauten Umgebung das einzig Richtige für ihn sein würde, und da er dazu noch ein waschechter Bayer war, mißtraute er sowieso schon von vornherein allem, was aus Preußen kam. Als er auch noch in dieser kritischen Zeit an einer schweren Influenza erkrankte, gab das den letzten Ausschlag zu seinem Entschluß, abzulehnen. Vielleicht machten sich auch schon die ersten Anzeichen einer heimtückischen Krankheit bei ihm bemerkbar, die ihn drei Jahre später, als er erst Anfang fünfzig war, hinwegraffen sollte.“ Diese Charakterisierung bedarf einer Ergänzung. Er selbst hatte einmal von sich gesagt, er gehöre zu den Menschen, welche nur an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit leben können. Im Jahr 1914 erschien sein letztes Buch: „Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren“ Im selben Jahr übernahm Carl Erich Correns, einer der Wiederentdecker der Mendel-Regeln, seine Stelle als Direktor des Kaiser Wilhelm-Instituts. Der Autor des Buches starb am 15. Oktober 1915, drei Tage nach seinem 53. Geburtstag – in Würzburg.

Helmut Zacharias

Haben Sie die zu ratende Person erkannt? Schreiben Sie Ihre Lösung auf eine Postkarte an die Redaktion MIKROKOSMOS, Prof. Dr. Klaus Hausmann, Zoologisches Institut der Freien Universität, Königin-Luise-Straße 1–3, 14195 Berlin. Einsendeschluß ist der 30. 11. 1994. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Unter den richtigen Einsendungen werden dieses Mal je ein Exemplar folgender Bücher verlost:

- Strasburger, Lehrbuch der Botanik
- Jacobs/Renner, Biologie und Ökologie der Insekten
- Hauck/Quick, Strukturen des Lebens

Der Gesuchte aus dem Quiz in Heft 83/5, der – im wesentlichen Autodidakt – zu Beginn des 19. Jahrhunderts den optischen Instrumentenbau technisch revolutionierte und neben großen Refraktoren für die Himmelsbeobachtung auch die ersten leistungsfähigen Mikroskope konstruierte, ist Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Die Glashütte beim Kloster Benediktbeuren, wo er die Rohlinge für seine leistungsfähigen Linsen goß, ist heute ein Museum. In einem der nächsten MIKROKOSMOS-Hefte wird übrigens ein von Hans-Peter Sang verfaßter Artikel über Person und Werk von Fraunhofer erscheinen. Die drei Bücher haben gewonnen:

- Heinrich M. Rupp, Untermeitingen
- Ulrich Sahm, Siegen
- Volker Thierer, Göppingen

Die Redaktion gratuliert sehr herzlich!

Bestimmungsbücher für süddeutsche Ammoniten

Von Dr.-Ing. Rudolf Schlegelmilch, Aalen

Die Ammoniten des süddeutschen Malm

1994. Etwa 280 S., 570 Abb. auf 73 Tafeln, zahlr. Tab., geb. DM 158,-

Erscheint etwa August 1994

Mit dem Erscheinen dieses Bandes liegt endlich wieder eine geschlossene Monographie der süddeutschen Jura-Ammoniten vor.

Die Ammoniten des süddeutschen Doggers

1985. X, 284 S., 153 Abb. und 951 Fotos auf 59 Bildtafeln, geb., DM 138,-

Die Ammoniten des süddeutschen Lias

2., neubearb. u. erg. Aufl. 1992. VIII, 241 S., 22 Abb. und 437 Fotos auf 58 Taf., geb. DM 148,-

Verhaltensstudien an Ciliaten

2. Dokumentieren, Quantifizieren, Interpretieren

Nicola Ricci

Der erste Teil zum Thema Verhaltensstudien an Ciliaten hat uns mit einer neuen, ganzheitlichen Betrachtungsweise der Lebewesen vertraut gemacht. Deren drei Hauptaspekte sind a) die Bedeutung von besonderen Verhaltensweisen für die eukaryotischen Mikroorganismen im täglichen Kampf ums Überleben, b) die ganzheitliche Bewertung des Verhaltens aus der Sicht des Beobachters und c) die Bedeutung einer direkten Beobachtung. Das Verständnis dieser drei Punkte ist eine wichtige Voraussetzung für weiterführende Studien von Verhaltensmustern. Hier wollen wir nun versuchen, das Phänomen Verhalten wertfrei und rational zu ergründen.

ational zu analysieren bedeutet, die dem Verhalten zugrunde liegenden qualitativen Elemente, wie z.B. bestimmte Muster oder eindeutige Reaktionen, zu erkennen und ihre quantitativen Parameter zu erfassen. Bekannte Verhaltensforscher wie K. Lorenz, N. Tinbergen und K. von Frisch betonen in ihren inzwischen klassischen Arbeiten die Notwendigkeit einer Betrachtung und quantifizierenden Beschreibung der einzelnen Verhaltens-elemente. Sie warnen jedoch gleichzeitig davor, komplexe Verhaltensstrukturen auf simple, grundlegende Muster zu reduzieren. Darüberhinaus müssen wir uns bewußt sein, daß bei jeglicher Art von Naturforschung die rein quantitative Betrachtung eines Phänomens eine wichtige Voraussetzung für das Verständnis desselben ist. Auch beim Studium des Verhaltens von Protozoen gelangen wir nur dann zu einem objektiven Bild ihrer Biologie, wenn wir ihr Verhalten quantitativ und messend beschreiben.

Verhalten als Anpassung an Umwelteinflüsse

Änderungen und Unterschiede im Verhalten können viele Gründe haben: a) die Variabilität der Individuen innerhalb einer Population; b) physiologische Veränderungen in der Zelle in Abhängigkeit vom Zellzyklus oder c) vom Lebenszyklus der betrachteten Art; d) zwischenartliche Variationen, welche die artspezifischen Verhaltensmerkmale betreffen; e) Veränderun-

gen im Verhalten, bedingt durch den direkten Einfluß experimenteller Parameter. Besonders dieser letzte Punkt ist von speziellem Interesse. Im Experiment können wir durch definierte Reize unter kontrollierten Bedingungen bestimmte Verhaltensweisen beim Organismus hervorrufen. Die Reaktionen vermitteln uns Informationen z.B. über Kontrollmechanismen oder die grundlegenden Elemente jeglicher Art von Bewegung. Zudem hilft uns eine genaue analytische Betrachtung bestimmter Leitorganismen, Verhaltensänderungen zu erkennen, die durch den Einfluß ökologischer Streßfaktoren bedingt sind. Das Verhalten ist also gewissermaßen ein empfindliches Meßinstrument für – möglicherweise durch den Menschen ausgelöste – veränderte Umweltbedingungen.

Leuchtspuren im Dunkeln – eine bewährte Dokumentationstechnik

Wie geht man nun in der Praxis der Verhaltensanalyse vor? Der erste Schritt liegt im genauen Verständnis der Bewegungsweise von Ciliaten. Dafür bietet sich die in den frühen fünfziger Jahren von S. Dryl vorgeschlagene und inzwischen vielfach bewährte Technik der Langzeit-Dunkelfeld-Belichtung als Methode der Wahl an. Man geht dabei folgendermaßen vor: Eine Anzahl von Ciliaten wird auf einen Objektträger pipettiert und mit einem Deckglas abgedeckt. Plastilinfüßchen am Deckglas sorgen für einen Abstand von etwa 2 mm zum Objektträger (Abb. 1). Dies erlaubt dem Betrachter,

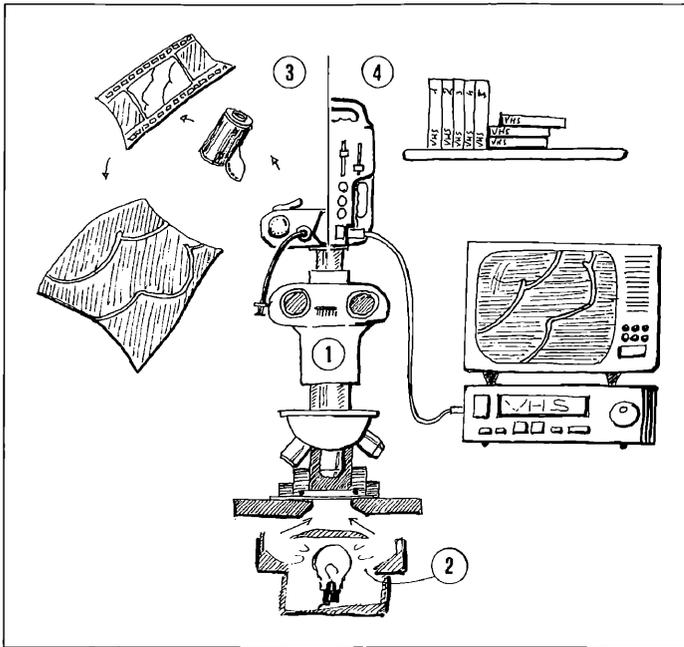


Abb. 1: Schematisierter Versuchsaufbau für die Langzeit-Dunkelfeld-Belichtung. An das Mikroskop (1), das mit einer Dunkelfeld-Beleuchtung (2) ausgestattet ist, wird entweder ein Fotoapparat (3) oder eine Videokamera (4) angeschlossen. Benutzt man eine Fotokamera, kann man die Dokumentation in Form von Negativen und Abzügen archivieren. Bei der Arbeit mit der Videokamera empfiehlt es sich, die Schwimmbahnen auf Videokassetten aufzuzeichnen.

auch freischwimmende Einzeller zu fokussieren. Zellen, die Kontakt zur Unterseite des Deckglases halten und auf ihr herumkriechen, liegen auf diese Weise außerhalb des Fokus und stören bei der Betrachtung der Schwimmbahnen nicht.

Beim Fotografieren empfiehlt es sich, den Verschluß der Kamera nicht länger als zwei bis sechs Sekunden geöffnet zu halten, da bei längerer Belichtungszeit ein konfusees Durcheinander von überlappenden Schwimmbahnen auf dem Foto entsteht. Eine interessante Variante dieser Technik ist der Einsatz eines Stroboskoplichtes. Die schnell aufeinanderfolgenden Lichtblitze bilden auf dem Foto die Schwimmbahnen nicht als durchgängige Spuren ab, sondern als eine Folge einzelner, eingefrorener Positionen des Einzellers. Das auf diese Weise entstehende Bild erinnert an eine Perlenkette, wobei die Perlen die einzelnen, aufeinanderfolgenden Positionen der schwimmenden Zelle markieren. Der Abstand der „Perlen“ ist abhängig von der Frequenz der Lichtblitze und von der Geschwindigkeit des Einzellers.

Eine weitere, zudem sehr zeitgemäße Variante ist der Anschluß einer Videoanlage an das Mikroskop. Die Bewegungen der Zelle werden direkt auf dem Monitor beobachtet. Auf einer über den Monitor geklebten Overhead-Folie kann die Schwimmbahn von Hand nachgezogen

werden. Die fotografische Technik gestattet uns, sobald die richtige Zelldichte und die optimale Belichtungszeit ermittelt ist, die vergleichende Betrachtung mehrerer Spuren direkt auf dem Foto. Die Videotechnik erfordert dagegen die – zugegebenermaßen etwas unhandliche – zeichnerische Analyse einzelner Schwimmbahnen. Die Wahl der Methode ist abhängig von der Fragestellung. Legt man Wert auf die Dokumentation einer atypischen Normalreaktion, empfiehlt sich die fotografische Methode, da sie die schnelle gleichzeitige Erfassung einer Vielzahl von Spuren ermöglicht.

Liegt der Schwerpunkt der Fragestellung jedoch auf der detaillierten Analyse eines komplexen Bewegungsablaufes bei gezielt ausgesuchten Individuen, so wird man sich für die videografische Technik entscheiden und die etwas mühselige Handhabung in Kauf nehmen. Sowohl bei der foto- als bei der videografischen Technik erfolgt die Auswertung der Schwimmbahnen auf nachvergrößerten Bildern. Die Aufnahme eines Objektmikrometers (mit 10 oder 100 μm Skalaenteilung) hilft bei der genauen Bestimmung des endgültigen Abbildungsmaßstabes auf dem Foto bzw. dem Monitor. Das Verhältnis einer Skaleneinheit auf dem Monitor oder dem Foto zu der tatsächlichen, auf dem Objektmikrometer eingravierten Einheit gibt die Gesamtvergrößerung an.

Vom Bild zur Deutung

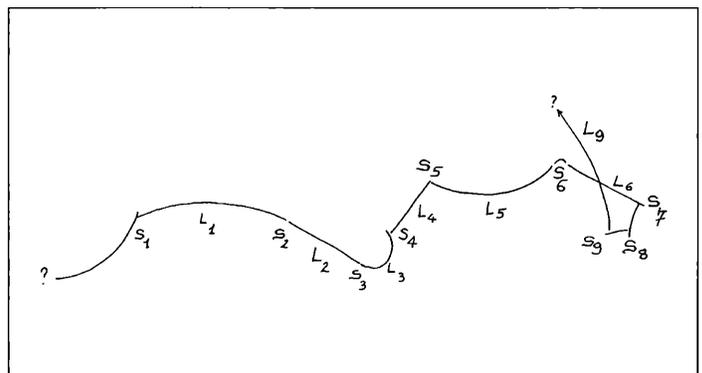
Auswertung und Interpretation der Schwimmbahnen – unabhängig von der gewählten Dokumentationstechnik – sind kritische Phasen in unserer Analyse. Der erste Schritt ist eine lange und allgemeine Betrachtung möglichst vieler Spuren. Je länger und genauer man beobachtet, desto besser lassen sich arttypische Merkmale wahrnehmen und beschreiben. Dieser erste Schritt in der Analyse fordert vom Betrachter eine gehörige Portion Geduld, Interesse, Intuition und Abstraktionsvermögen.

Hat man diese Herausforderung erfolgreich bewältigt, wird man in den Bewegungsmustern eine zufällige Folge lang andauernder Elemente (long lasting elements = LLE) abwechselnd mit kurz andauernden Elementen (short lasting elements = SLE) erkennen (Abb. 2). Der Name LLE bezeichnet die in zeitlicher und räumlicher Dimension besonders auffälligen Anteile einzelner Schwimmbahnen. Dazu zählen auch einige quantitative, meßbare Parameter. LLE lassen sich in drei verschiedene Typen gliedern (Abb. 3):

- die linearen Segmente S; jedes lineare Segment wird durch seine Länge (μm), seine zeitliche Dauer in Sekunden (Δt) sowie die Geschwindigkeit ($\mu\text{m}/\text{sec}$) des Ciliaten beschrieben. Für jede Art errechnet sich eine typische relative Frequenz aus der Gesamtzahl der beobachteten linearen Segmente S im Verhältnis zur Gesamtzahl der LLE (%) pro linearem Segment.
- Die nach links offenen Winkel (A–) sind durch die Länge (μm), den Radius (μm), den zentralen Winkel (β°), die Geschwindigkeit ($\mu\text{m}/\text{sec}$), die zeitliche Dauer (Δt , sec) und die relative Frequenz (%) gekennzeichnet.

- Für die nach rechts offenen Winkel (A+) gelten dieselben Parameter wie für A–. Jedes LLE beginnt und endet mit einem kurz andauernden Element (SSE): die SSE entsprechen den periodischen Unterbrechungen der LLE, während derer sich das Verhalten in zeitlicher und räumlicher Dimension ändert. Zwei aufeinanderfolgende LLE bilden immer einen mehr oder weniger großen Winkel, den Korrekturwinkel. Das SLE gliedert sich in vier grundlegende Typen (Abb. 3), obwohl bereits zusätzliche Varianten bei Mutanten oder Populationen unter besonderen experimentellen Bedingungen beschrieben wurden: a) der fortlaufende Schwimmbahnwechsel (continuous trajectory change = CTC) ist das häufigste SLE. Der Ciliat verlangsamt dabei seine Geschwindigkeit nur geringfügig und ändert die Schwimmrichtung, wenn überhaupt, nur um einen kleinen Winkelbetrag, z.B. um etwa 3° bei *Aspidisca*. Innerhalb eines derartigen CTC geht der Ciliat von einem LLE in das nächste über, ohne große Veränderungen an seiner Schwimmbahn vorzunehmen. b) Bei der kleinen Schwimmrichtungsänderung verringert der Ciliat seine Geschwindigkeit etwa auf die Hälfte der normalen Geschwindigkeit und ändert die Fortbewegungsrichtung. Die neue eingeschlagene Richtung ist um einen Winkel von circa 16° (bei *Aspidisca*) gegenüber der ursprünglichen Schwimmbahn verändert. Der Ciliat legt nun eine Strecke, die in ihrer Länge etwa das Doppelte seiner Körpergröße mißt, auf diesem neu gewählten Weg zurück, bevor er in das nächste LLE übergeht. c) Die große Schwimmrichtungsänderung (rough trajectory change = RTC) ist deutlich erkennbar und tritt relativ häufig auf. Ein scharfer Knick in der Schwimmspur läßt sich leicht als RTC identifizieren. Während eines

Abb. 2: Die relativ lange Schwimmbahn eines *Euplotes crassus*, von einem Foto abgezeichnet, zeigt unregelmäßige, abwechselnde Folgen von SLE (S1 ... S9) und LLE (L1 ... L9). Es ist unmöglich, das erste LLE (L1) und das letzte LLE (L9) auszuwerten, da uns die Information zur Lage des Anfangs- bzw. Endpunktes fehlen.



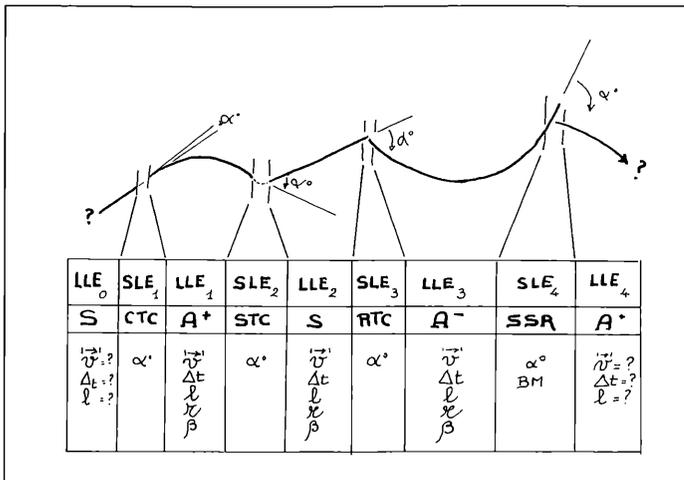


Abb. 3: Eine hypothetische Schwimmbahn zeigt aufeinanderfolgend die vier SLE (CTC, STC, RTC, SSR) alternierend mit den drei möglichen LLE (A⁺, S, A⁻). Jede dieser Sequenzen ist durch eine Anzahl von Meßwerten charakterisiert. Das Ethogramm einer Art setzt sich zusammen aus den Durchschnittswerten aller Parameter und der relativen Häufigkeit (in Prozent) der verschiedenen Elemente zueinander.

RTC stoppt der Ciliat seine Fortbewegung für einen kurzen Moment (etwa 1/10 Sekunde), um eine Drehung um seinen Zellmittelpunkt vorzunehmen. Die ausgeführte Korrektur ist mit einem Winkel von 39° (bei *Aspidisca*) gegenüber der bisherigen Schwimmrichtung deutlich stärker als eine Korrektur während der STC. d) Die Seitenschrittreaktion (side stepping reaction = SSR) – besser bekannt unter dem Namen Meidereaktion, 1906 so genannt von ihrem Entdecker Jennings – ist zumindest bei den sieben untersuchten Arten weit verbreitet und tritt spontan auf. Durch Seitenschrittreaktionen (wir ziehen diesen Begriff dem Wort Meidereaktion vor) weicht der Ciliat Hindernissen aus, die seine Fortbewegung stören. SSR sind an der relativ lang anhaltenden Rückwärtsbewegung (Backward Motion = BM) mit anschließender Neuorientierung leicht erkennbar. In einer SSR schlägt *Aspidisca* einen Winkel von etwa 102° ein, um dann in dieser neuen Richtung weiter zu schwimmen.

Ein wenig Statistik

Die vorangegangene Kurzbeschreibung hat nun die wichtigsten Elemente des komplexen Schwimmverhaltens (Reaktionen, quantitative Parameter etc.) bei Ciliaten charakterisiert. In der Praxis stellt es sich jedoch als außerordentlich schwierig heraus, die genannten Elemente genau zu definieren und quantitativ zu erfassen. Aus diesem Grund sind für die Meßergebnisse durchweg starke Standardabweichungen

typisch. Wir müssen uns stets vor Augen halten, daß wir Verhaltensprozesse auf einem hohen integrativen Niveau untersuchen. Statistische Methoden ermöglichen es jedoch, das unvermeidbare Problem der Standardabweichungen elegant zu lösen. Zum Rüstzeug eines Verhaltensbiologen gehört daher neben den geeig-

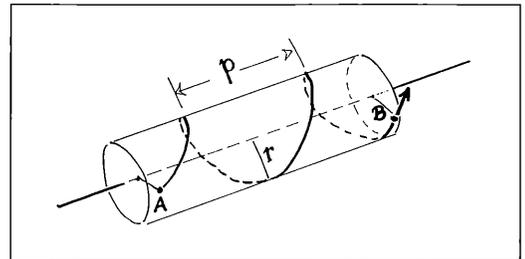


Abb. 4: Der Ciliat beschreibt mit seinen Schwimmbewegungen eine spiralförmige Bahn, die gekennzeichnet ist durch den Radius (r) und die Steigung (p). Zur Bestimmung der Geschwindigkeit bieten sich zwei Möglichkeiten: 1. die Messung der tatsächlichen Geschwindigkeit des Ciliaten auf seiner spiralförmigen Bahn. 2. Die Messung der ortsverändernden Geschwindigkeit. Diese ist durch das Verhalten der linearen Distanz zwischen den Punkten A und B entlang der zentralen Achse der Spirale und der für die Bewältigung dieser Strecke AB benötigten Zeit gegeben. Die Werte dieser beiden Geschwindigkeiten liegen umso näher beieinander, je kleiner der Radius und je größer die Steigung der Spirale ist.

neten Meßtechniken auch das Wissen um einfache, standardisierte statistische Berechnungen. Es liegt auf der Hand, daß nur eine möglichst große Anzahl präziser Meßwerte zu einem reproduzierbaren Ergebnis führen kann. Der Computer stellt für die anschließende statistische Berechnung eine wertvolle Hilfe dar.

Nachdem man genügend Meßwerte eines definierten Parameters an einer bestimmten Art gesammelt hat, wird der Mittelwert (\bar{x}) berechnet. Die errechneten Mittelwerte aller untersuchten Parameter faßt man anschließend zum Ethogramm zusammen. Dieses Ethogramm charakterisiert eine Art unter den festgelegten Bedingungen des Experiments. Die Schwimmbewegungen einer jeden Art folgen, im dreidimensionalen Raum betrachtet, einer spiralförmigen Bahn (Abb. 4). In der Dreidimensionalität der Bewegung liegt die Schwierigkeit beim mikroskopischen Betrachten und Analysieren. Nur selten und rein zufällig wird sich ein Ciliat genau senkrecht entlang der optischen Achse des Mikroskops bewegen. In diesem Fall ist es möglich, den Radius (r), den Steigungswinkel (p) und die Geschwindigkeit (v) der Schwimmbewegung exakt zu bestimmen. Eine derartige Analyse des Verhaltens zeigt deutlich, daß Ciliaten in der Lage sind, die zum Schwimmen notwendigen physiologischen Prozesse für diskrete, einige Sekunden lange Zeiträume (LLE) konstant zu halten. Die Übergänge zwischen den LLE dagegen sind sehr kurz ($< 1/10$ sec). Die Schwimgeschwindigkeit ist innerhalb eines LLE nicht konstant. Verglichen mit den Geschwindigkeitsänderungen zwischen aufeinanderfolgenden LLE sind die Variationen innerhalb einer derartigen Sequenz jedoch sehr gering.

Einige Experimente

Die im folgenden beschriebenen interessanten und einfachen Versuche sollen die Leserinnen und Leser zu eigenen Untersuchungen anregen.

Versuch 1

Dokumentieren Sie zunächst in der oben beschriebenen Weise Schwimmbahnen, z.B. von Paramecien, (entweder mit der foto- oder videografischen Technik). Wählen Sie sich die am besten gelungenen Spuren aus und versu-

chen Sie, die LLE von den SLE zu unterscheiden. Nehmen Sie sich dafür reichlich Zeit. Eine genügend lange Einarbeitungszeit und „Einschauen“ in die Schwimmspuren sind die wichtigste Voraussetzung für eine klare Analyse. Andernfalls sind irreführende Artefakte und Fehlinterpretationen die unausweichliche Folge. Erst wenn Sie sicher sind, die einzelnen Bewegungselemente wirklich zu sehen, beginnen Sie mit der Auflistung der Meßwerte aller quantitativen Parameter. Stellen Sie sich eine übersichtliche Liste aller Rohdaten zusammen. Jede Schwimmbahn wird auf diese Weise durch mehrere Gruppen von Daten charakterisiert (s. Abb. 3, untere Hälfte). Die aus verschiedenen Spuren gesammelten Ergebnisse eines Parameters stellen Sie am besten im Histogramm dar. Stimmen die Mittelwerte mit den Einzelwerten überein? Wenn nicht, gibt es eine mögliche Erklärung dafür? Führen variierte Versuchsbedingungen zu einem anderen Mittelwert oder zu veränderten (größeren oder kleineren) Standardabweichungen?

Versuch 2

Ein Maß für die Leistungsfähigkeit einer Bewegungsform ist die Ortsveränderung von Punkt A nach Punkt B im Raum (Abb. 5). Setzt man die Länge des zurückgelegten Weges AB mit der Entfernung zwischen den Punkten A und B ins Verhältnis, so ergibt sich daraus ein Wert für die Effektivität der Fortbewegung. Die Bewegung ist um so effektiver, je näher dieser Wert an 1 liegt. Eine wichtige Voraussetzung für den Überlebenserfolg einer Art ist die weiträumige Verteilung ihrer Individuen in der Umwelt. Die Zerstreuung einer Art ist direkt proportional zur Geschwindigkeit und der Länge eines ohne Unterbrechung zurückgelegten Weges und umgekehrt proportional zur Größe des Korrekturwinkels (Abb. 5, II). Anders ausgedrückt bedeutet dies, je schneller und geradliniger sich ein Organismus von seinem Ausgangspunkt entfernt, desto größer ist sein Aktionsradius und die Chance, einen neuen Lebensraum zu finden.

Zieht man diesen für das Überleben einer Art überaus wichtigen Aspekt in die Betrachtung mit ein, wird deutlich, wie wichtig Untersuchungen quantitativer Art in der Verhaltensforschung sind. Die vorgestellte, einfache Technik der quantitativen Analyse von Schwimmbah-

Abb. 5: I. Die Effektivität (E) der Fortbewegung ergibt sich aus dem Verhältnis der tatsächlichen Länge der Schwimmspur (L) von Punkt 1 nach Punkt 2 und der Distanz (D) zwischen diesen beiden Punkten. Je geradliniger sich ein Ciliat bewegt, desto größer ist die Effektivität der Fortbewegung. – II. Die Fähigkeit zur räumlichen Ausbreitung einer Art hängt von ihrer Durchschnittsgeschwindigkeit (v), der durchschnittlichen Länge der LLE (l) und der Größe des Korrekturwinkels (α) der SLE ab.

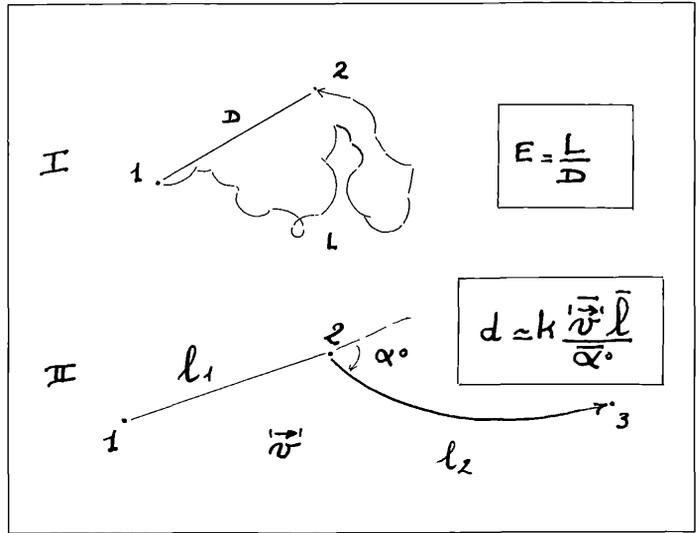
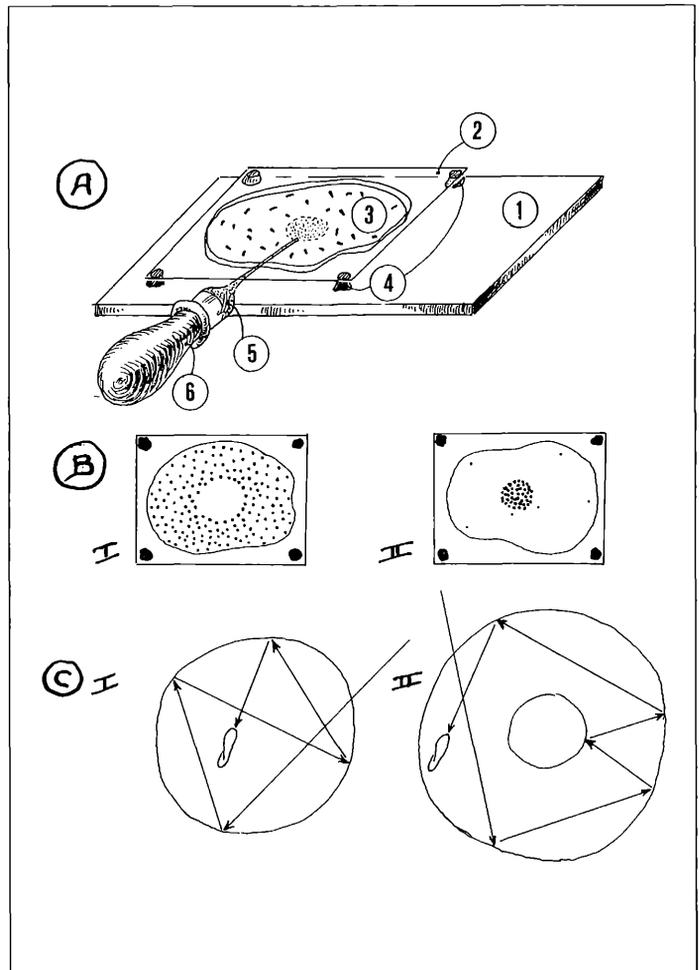


Abb. 6: A – Der standardisierte Versuchsaufbau setzt sich aus einem Objektträger (1) und einem mit Plastilinfüßchen (4) versehenen Deckgläschen (2) zusammen. Zwischen dem Objektträger und dem Deckglas befindet sich ein Tropfen Kulturmedium mit den Einzellern (3). Mit einer Mikropipette (6) bringt man die Testsubstanz (5) in das Zentrum des Kulturmediuntropfens ein. B – Die Reaktion der Ciliaten auf eine unangenehme (I) und auf eine angenehme Substanz (II). C – Die Betrachtung der Schwimmbahn eines einzelnen Parameciums zeigt, daß der Einzeller in einem kreisförmigen Raum (I) bzw. ringförmigen Raum (II) gefangen ist. Der Einzeller befindet sich in einem Raum mit optimalen Bedingungen. In der Peripherie dieses Raumes (I) werden die Bedingungen suboptimal und die Zelle schwimmt zurück zum Zentrum. Liegt die optimale Konzentration der Substanz zwischen der höchsten (im Zentrum) und der niedrigsten Konzentration (in der Peripherie), hält sich der Ciliat bevorzugt in dem ringförmigen Raum (II) des Konzentrationsoptimums auf.



nen ermöglicht es uns, abzuschätzen, wie effektiv die Bewegungsform an der Ausbreitung einer Art beteiligt ist. Die Fähigkeit zur Ausbreitung steht in direktem Zusammenhang mit der Eroberung neuer Lebensräume und erhöht somit die Überlebenschancen.

Umwelteinflüsse – im Experiment nachgestellt

Beispiele von Umweltfaktoren, die in der Natur äußert wirksam sind und deren Einflüsse auf die Organismen im Experiment leicht zu testen sind, wären etwa Temperatur, Gehalt an gelöstem Sauerstoff, pH, Licht, Schwerkraft, magnetische und elektrische Felder oder Eigenschaften des Substrats. Diese Liste ließe sich beliebig fortsetzen mit der Aufzählung hinlänglich bekannter Umweltgifte.

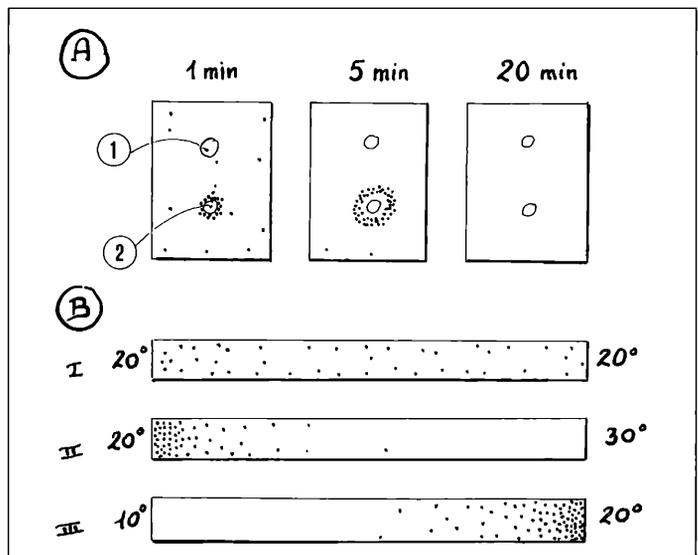
Die beste Voraussetzung für reproduzierbare Ergebnisse ist die Verwendung eines standardisierten Versuchsaufbaus für die Beobachtung (Abb. 6, A). Der einfachste Versuchsaufbau besteht aus einem Objektträger, auf den ein Tropfen Kulturmedium mit den Ciliaten pipettiert wird. Darauf wird ein Deckglas mit vier Plastikfüßchen gelegt. Diese Füßchen sollten einen Abstand von 0,5–2 mm (in Abhängigkeit von den betrachteten Organismen) zwischen Deckglas und Objektträger einhalten. Zu Beginn des Experiments bringt man nun mit einer Mikropipette (siehe Teil 1) eine kleine Menge der

Testsubstanz in das Medium ein (Abb. 6, A). Am günstigsten spritzt man die Testsubstanz in die Mitte des Mediumtropfens ein. Die haarnadelfein ausgezogene Mikropipette muß mit ruhiger Hand geführt werden, um Turbulenzen, die beide Flüssigkeiten vermischen, zu vermeiden. In den folgenden Minuten werden die Ciliaten das Zentrum des Tropfens mit der Testsubstanz entweder aktiv aufsuchen oder verlassen (Abb. 6, B). Während dieser Phase lassen sich die Bewegungen der Ciliaten am besten dokumentieren.

Für die ersten eigenen Versuche in der Verhaltensforschung ist es günstig, speziell die SSR-Sequenzen der Schwimmbewegungen (Abb. 6, C) zu beobachten. Bei Zugabe einer für die Ciliaten unangenehmen Substanz, versuchen die Zellen dem Einflußbereich dieses negativen Stimulus durch entsprechendes Verhalten zu entkommen. Anstelle einer flüssigen Substanz kann man auch die Reaktion auf Gas testen. Eine CO₂-Gasblase wirkt auf viele Ciliatenarten anziehend. Eine einfache Luftblase dagegen hat weder eine anziehende noch eine abstoßende Wirkung auf die Einzeller (Abb. 7 A).

Zum Studium des Einflusses von Umweltfaktoren auf Protozoen eignen sich neben den bereits beschriebenen chemischen auch physikalische Faktoren, wie z. B. die Temperatur. Temperaturgradienten sind einfach aufzubauen und konstant zu halten. Mit Hilfe eines Temperaturgradienten läßt sich leicht das Temperaturoptimum einer Art feststellen.

Abb. 7: A – Zwei Gasblasen, eine mit atmosphärischer Luft (1) und eine mit CO₂ (2), werden dem Kulturmediumtropfen hinzugefügt. Nach 20 Minuten haben die Ciliaten den ringförmigen Bereich der optimalen CO₂-Konzentration um die CO₂-Gasblase aufgesucht. Die Gasblase mit der atmosphärischen Luft bleibt unbeachtet. **B –** Auswirkungen unterschiedlicher Temperaturen. Bei homogener Temperatur verteilen sich die Ciliaten gleichmäßig. In einem Temperaturgradienten jedoch zeigen sie Präferenz für den Temperaturbereich um 20°C.



Veränderungen in der Umwelt beantworten Organismen mit einer adäquaten Anpassung ihres Verhaltens und erhöhen auf diese Weise ihre Überlebenschancen. Verhalten ist somit ein wichtiger Selektionsfaktor in der Evolution. Für diejenigen Leserinnen und Leser, die weiter vordringen wollen in dieses spannende Teilgebiet der Biologie, habe ich am Ende dieses Artikels einige Hinweise auf verständliche Literatur mit Anregungen zu vielen weiteren leicht nachvollziehbaren Experimenten zusammengestellt.

Literaturhinweise

Jennings, H. S.: Das Verhalten der niederen Organismen unter natürlichen und experimentellen Bedingungen. Teubner Verlag, Leipzig, Berlin 1990.

Machemer, H.: Electromotor coupling in cilia. In: Luettgau, H. CH. (ed.): Membrane control of cellular activity. pp. 205–250, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1986.

Ricci, N.: The behaviour of ciliated protozoa. *Anim. Behav.* 40, 1048–1069 (1990).

Ricci, N.: Qualitative study and quantitative analysis of behaviour of ciliated protozoa: principles, techniques, tricks. In: Lee, J. J., Soldo, A. T. (eds.): *Protocols in Protozoology*, B14, Allen Press, Lawrence 1992a.

Ricci, N.: Etho-ecology of ciliates: a reappraisal of their adaptive biology, an insight in their environmental constraints. *Acta Protozool.* 31 (1), 19–32 (1992b)

Russo, A., Gualtieri, P., Ricci, N.: A semi-automatic computerized analysis of tracks of ciliates. *Experientia* 44, 277–280 (1988).

Verfasser: Dr. Nicola Ricci, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università die Pisa, I-56100 Pisa, Italien

(Übersetzung: A. Burzlaff, Redaktion)

Kurze Mitteilung

Zooplankton reagiert auf chemischen Streß

Die Lebensgemeinschaften des Zooplanktons im Süßwasser reagieren auf Streßfaktoren in ganz spezieller Weise. Sowohl die Versauerung der Gewässer als auch die Verunreinigungen mit Pestiziden begünstigen das Wachstum der kleineren Wasserflöhe (Cladocera) und Rädertierchen (Rotatoria). So fand man beispielsweise, daß bei einer Erniedrigung des pH-Wertes der relative Anteil der Wasserflöhe an der gesamten Biomasse des Zooplanktons von 10 % auf 60 % zunahm, eine Zunahme die auf Kosten des Anteils der größeren Ruderfußkrebse (Copepoda) ging. Die großen Wasserflöhe (*Daphnia*), Cladoceren und Copepoden (*Leptodora*, *Epishura*, *Mysis*) sterben bei niedrigerem pH-Wert sowohl unter Feld- als auch unter Laboratoriumsbedingungen; hingegen dominieren bei Versauerung die Crustaceen *Bosmina longirostris* und/oder *Leptodiatomus minutus*. Auch bei Belastung des Süßwassers mit Pestiziden wird das Makrozooplankton reduziert, während das Mikroplankton zunimmt.

Diese Beobachtungen in vielen Süßwasserseen der Welt zeigen Übereinstimmung mit den Voraussagen von E. P. Odum. Nach der Theorie von Odum aus dem Jahre 1969 gibt es eine Reihe von Anzeichen, die auf ein gestörtes Ökosystem hinweisen. Diese Hinweise sind gegenläufig zu den Änderungen in einem Ökosystem während der natürlichen Sukzession. Auf dem Niveau der Lebensgemeinschaften zeigt sich die Sukzession als eine Zunahme der Artenvielfalt, des Ersatzes der sogenannten r-Strategen durch K-Strategen, durch eine mittlere Zunahme der Lebenserwartung der Organismen sowie einer Zunahme der Organismengröße. Im Gegensatz dazu umfassen die vorausgesagten Erscheinungen auf dem Niveau der Ökosysteme im Falle der Störung neben Verringerung der Diversität, Erhöhung des Anteils der r-Strategen, Verringerung der mittleren Lebenserwartung auch Verkleinerung der Organismengröße.

Havens, K. E., Hanazato, T.: Zooplankton community responses to chemical stressors: A comparison of results from acidification and pesticide contamination research. *Environmental Pollution* 82, 277–288 (1993).

H.-F. Linskens, Nijmegen (Niederlande)

Buchbesprechungen

Aescht, E. (Hrsg.): Die Urtiere – eine verborgene Welt. Katalog zur Ausstellung im Oberösterreichischen Landesmuseum. Neue Folge Nr. 71, Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums, Linz-Dornach, 1994, zahlreiche z.T. farbige Abbildungen, Softcover, DM 40,00, ISBN 3-900746-63-x.

Begleitend zur gleichnamigen Ausstellung über Urtiere im Oberösterreichischen Landesmuseum (1. 1.–5. 5. 94) ist dieser Katalog erschienen. Schon beim Durchblättern zeigt sich, daß dieses Buch mehr ist als ein einfacher Ausstellungskatalog. Sofort fallen die durch höchste Qualität bestehenden rasterelektronen- und z.T. farbigen lichtmikroskopischen Fotos ins Auge. Sie geben Einblick in die faszinierende Vielfalt und Schönheit einzelliger Organismen. Die Bilder verführen zum Lesen der begleitenden Texte, um Näheres über diese Tiere zu erfahren. Nach einem ausführlichen geschichtlichen Abriss der deutschsprachigen und schwerpunktmäßig österreichischen Protozoenforschung geht es im Hauptteil des Katalogs um die Biologie der Einzeller. Die verschiedenen Autoren, ausnahmslos anerkannte Spezialisten auf ihren Fachgebieten, schreiben in verständlicher Form über die Einbindung freilebender Protisten in komplexe ökologische Zusammenhänge, Räuber-Beute-Verhältnisse, Anpassung an extreme Lebensbereiche, wie z.B. das Meereis oder den Boden. Zahlreiche schematische Zeichnungen und Grafiken verdeutlichen komplizierte Wechselbeziehungen zwischen den Protozoen und anderen Lebewesen sowie ihre Abhängigkeit von abiotischen Faktoren. Der Bedeutung parasitischer Einzeller als Erreger oftmals tödlicher Krankheiten des Menschen

in Mitteleuropa und in fernen Ländern ist ein ganzes Kapitel gewidmet.

Die mikroskopischen Aufnahmen und die daraus abgeleiteten Zeichnungen helfen beim Verständnis der überaus hochentwickelten Ultrastruktur der Protisten. Häufige Hinweise auf das methodische Vorgehen lassen den Leser nachvollziehen, wie wissenschaftliche Erkenntnis über diese Lebewesen entsteht. Die sehr ausführlichen Literaturverzeichnisse erleichtern Interessierten die Suche nach weiterführender Literatur.

Dieser Ausstellungskatalog ist ein rundum gelungenes und dabei ausgesprochen preiswertes Werk. Es vermag dem (Hobby)Biologen aktuelle wissenschaftliche Kenntnisse und gleichermaßen Faszination über die Lebewelt im Mikrokosmos zu vermitteln.

Bezugsadresse: Dr. Erna Aescht, O.Öster. Landesmuseum, Abt. Zoologie, Museumstr. 14, A-4010 Linz, Österreich.

Annett Burzlaff, Berlin

Brucker, G.: Ökologie und Umweltschutz. Ein Aktionsbuch. Biologische Arbeitsbücher, Band 44. Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden/Heidelberg, 1993, IV und 334 Seiten, 76 Abbildungen, 51 Tabellen, kartoniert, DM 49,80, ISBN 3-494-01199-0.

Niemand wird bestreiten, daß es unserer Umwelt zusehends schlechter geht. Dieses Buch, kenntnisreich geschrieben von einem MIKROKOSMOS-Autor, hilft allen, die Argumente, Fakten und Hilfe suchen bei ihren vielfältigen Bemühungen um einen wirkungsvolleren Umweltschutz. Darüber hinaus enthält das Werk zahlreiche konkrete Aktionsvor-

schläge von A bis Z, wie man sich beispielsweise gegen Müllverbrennung, Autoabgase, Lkw-Terror, Krebserkrankungen und Ozonloch wehren oder schützen kann und wie man sich möglichst effektiv für Naturschutz, Öko- und Bioprodukte sowie zukunftsorientierte Solartechnik stark machen kann. Die angesprochenen, in zwölf Kapiteln geordneten Themen laden gewiß nicht nur zum Nachschlagen, sondern auch zum Schmökern und erst recht zum Lesen ein. Neben zahlreichen Tips und Informationen finden sich Kontaktadressen von Umweltverbänden, Forschungseinrichtungen, Behörden und anderen mit Umweltfragen befaßten Institutionen. Leider ist in diesem sehr empfehlenswerten Buch lediglich das Sachregister ein bißchen zu dürftig ausgefallen.

Klaus Janke, Hamburg

Klee, O.: Wasser untersuchen – einfache Analysemethoden und Beurteilungskriterien.

2. Auflage, Biologische Arbeitsbücher, Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg, Wiesbaden 1993, 245 Seiten, DM 34,80, ISBN 3-494-01213-X

Wasser ist ein besonderes Naß. Als Lebensmittel ist es einerseits ein Thema für unsere Gesundheit, als Lebensraum andererseits eines für eine gesunde Umwelt. Für die Erhaltung einer hohen Wasser- und Gewässerqualität, für die Reinhaltung, Kontrolle und Sanierung sind grundlegende Kenntnisse der Analytik und der Gütebeurteilung notwendig. Dazu liefert dieses Buch ausführliche Informationen und Anleitungen. Nach einer Einführung zur Geologie, Hydrologie und die chemisch-physikalischen Eigenschaften

ten des Wassers geht der Autor rasch und praxisnah zum eigentlichen Thema (Grundlagen der Wasseranalytik) über. Der „wasseranalytische Trimpfad“ beginnt mit Ortsbesichtigung und Probennahme, führt über physikalisch-chemische Analysemethoden und die Bestimmung chemischer Parameter zu den verschiedenen biologisch-ökologischen Untersuchungen (Plankton, Makroflora und -fauna) und weiter zu bakteriologischen und toxikologischen Analyseverfahren (Daphnientest, Fischtest). Er endet bei den verschiedenen Methoden zur Wasser- bzw. Gewässer-gütebeurteilung und der Abwasserbehandlung. Die einzelnen Methoden zur Gütebeurteilung werden ausführlich und vor allem praxisorientiert beschrieben. Neu aufgenommen wurde die Liste der Mikro- und Makroorganismen mit ihrem Saprobienwert und Indikationsgewicht. Die Vor- und Nachteile jeder Methode zur Gütebestimmung werden abschließend noch einmal explizit gegenübergestellt (neu in der 2. Auflage). Die Versuchsanleitungen sind verständlich beschrieben, einige der benötigten Gerätschaften illustriert (wichtig für Bastler, z. B. an Institutionen, denen Etatkürzungen zu schaffen machen). Viele Grafiken und Tabellen ergänzen den Text und erleichtern die praktische Umsetzung. Allen, die Wasseranalytik in der Praxis betreiben wollen, kann dieses Buch empfohlen werden.

Nora Fischer, Köln

Amery, H., Songi, J.: Verborgene Welten. Wunder unter dem Mikroskop. Neuer Kaiser-Verlag, Klagenfurt, 1993, 39 Seiten, zahlreiche Farbabbildungen, kartoniert, DM 10,00, ISBN 3-7043-2165-6.

Begeisterten Mikroskopikern muß man sicher nicht verdeutli-

chen, welche Faszination vom Blick durch ein Lichtmikroskop ausgeht, denn sie sind im allgemeinen schon hinreichend seh-süchtig. Aber diejenigen, die solche Erfahrung noch nicht machen konnten, müßte man allerdings auf den Geschmack bringen. Diesen Versuch unternimmt die vorliegende großformatige Buchreihe mit Einzeltiteln wie „Insekten und Spinnentiere“, „Im Haus“, „Der menschliche Körper“ oder „Die Welt der Natur“. Auf je 16 Doppelseiten wird jeweils ein spezielles Thema in kurzen Texten und Fotos vorgestellt. Mag das Layout mit seinen Informations-fetzen vielleicht ein wenig unausgewogen und aggressiv wirken, so zeigt die angebotene Bildauswahl von der Lupen- bis in die REM-Dimension höchst ungewöhnliche, mitreißende Motive. Eine Rateseite mit fast alltäglichen Bildsituationen in unüblichen Aufnahmeperspektiven läßt kurzweilig überprüfen, ob und wie man sich in der Welt der kleinen Formen gut auskennt. Insgesamt eine vergnügliche, vor allem auch für größere Kinder sicher sehr anregende und unterhaltsame Reihe.

Bruno P. Kremer, Köln

Yeo, P. F.: Secondary Pollen Presentation. Form, Function, and Evolution. Springer-Verlag, Wien, New York, 1993, 268 Seiten, 55 Abbildungen, gebunden, DM 220,00, ISBN 3-211-82448-0.

Viele interessante Abläufe in der Blüte werden nur verständlich, wenn man sie ganz aus der Nähe betrachtet – am besten mit der Lupe oder im Stereomikroskop. Bei den Form/Funktions-Beziehungen einer Blüte findet auch der Hobbymikroskopiker überaus reichhaltige Themenfelder, auf denen immer noch überraschende Zusammenhänge zu entdecken sind. Ein bisher noch wenig be-

rücksichtiger Vorgang ist beispielsweise die sekundäre Pollen-präsentation. Darunter versteht man die planmäßige Verlagerung der Pollenmassen aus den Staub-beuteln auf irgendeine andere Blütenstruktur, von wo sie besonders effektiv auf anfliegende Blütenbesucher aufgetragen werden kann. Dieses indirekte Verfahren der Insektenbestäubung setzt zahlreiche Sonderanpassungen voraus. Das vorliegende Werk bietet erstmals eine beachtens-wert originelle und gründliche Gesamtanalyse der zugrundelie-genden Verhältnisse und Abläufe, die beispielsweise bei den auch wirtschaftlich so wichtigen Schmetterlingsblütengewächsen und Korbblütengewächsen geradezu familientypisch sind. Im Anhang faßt der Autor Befunde und Beobachtungen zusammen, welche die künftige Forschung in vieler Hinsicht noch erheblich vertiefen kann. Insofern ist das sehr gründlich geschriebene Werk eine außerordentlich ergiebige Fund-grube für Feldforscher, die an die Probleme überwiegend mit den Mitteln der Mikroskopie heran-gehen möchten. Die dem Buch beigegebenen Illustrationen sind angesichts des faszinierenden Gegenstandes unverhältnismäßig dürftig.

Bruno P. Kremer, Köln

Herrmann, B., Hummel, S. (Hrsg.): Ancient DNA. Recovery and Analysis of Genetic Material from Paleontological, Archaeological, Museum, Medical, and Forensic Specimens. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 1994, 263 Seiten, 50 Abbildungen, gebunden, DM 122,00, ISBN 3-540-97929-8.

„Jurassic Park“ trug das Problem erstmals in eine sehr breite Öffentlichkeit – die Gewinnung von

fossilem Erbgut in Form von Desoxyribonukleinsäure (DNA). Die rekonstruierende Wiederbelebung ausgestorbener Arten ist zwar nach wie vor science fiction, die Analyse jahrtausende- bis jahr-millionenalter DNA dagegen nicht mehr. Die Entwicklung der Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR, einer unterdessen mit den Nobelpreis ausgezeichneten Methode) zu einem molekularbiologischen Hochleistungswerkzeug hat die Untersuchung von genetischem Material aus alten bis sehr alten organischen Resten schon fast zum Routineverfahren vereinfacht.

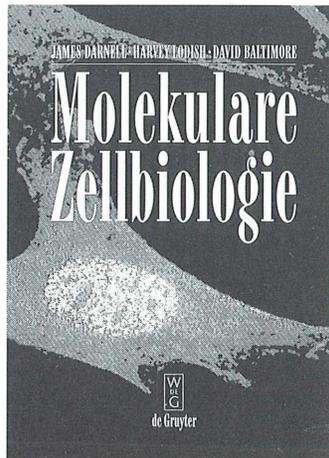
Das vorliegende Buch gibt einen ausgezeichneten Überblick über den technischen Stand der Analyseverfahren und aussichtsreiche Anwendungen. Obwohl es für die Fachwissenschaft geschrieben wurde, vermittelt es viele spannende Einsichten in aktuelle oder künftige Einsatzgebiete, die von Fragen der Evolutionsbiologie bis zur molekularen Verwandtschaftsforschung reichen. Immerhin eröffnen die neuen Techniken die fast unglaubliche Möglichkeit, Gene im Detail zu untersuchen, deren Entwicklung bereits vor vielen Millionen Jahren abbrach. Gegenstand der Fossiliengenetik sind bisher beispielsweise die über 120 Millionen Jahre alten Insekten aus Dominikanischem Bernstein, Knochen aus Ausgrabungen, Federn und Herbarpflanzen aus Museen oder Mumien aus dem arktischen Eis.

Thomas Waßmann, Bonn

Darnell, J., Lodish, H., Baltimore, D.: Molekulare Zellbiologie. Walter de Gruyter, Berlin, 1994, 1277 Seiten, über 1000 meist farbige Abbildungen, 90 Tabellen, gebunden DM 129,00, ISBN 3-11-011934-X.

Hinter den mikroskopisch darstellbaren Strukturen einer Zelle,

die notgedrungen nur eine Momentaufnahme liefern können, verbirgt sich ein höchst dynamisches stoffliches Geschehen. Die moderne Zellbiologie kann sich daher nicht mehr nur auf die Begriffswelt der Form- oder Gestaltbeschreibung beschränken, sondern muß eine detaillierte Betrachtung auf der molekularen Ebene anstreben, auf der viele klassische Arbeitsfelder (Physiologie, Entwicklungsbiologie, Biochemie, Genetik) zusammenfließen.



Das vorliegende, großformatige und schon nach äußerem Augenschein sehr schwergewichtige Werk bringt Ordnung in die Fülle vorhandenen Wissens. Es beginnt nach einem historischen Exkurs in die Geschichte der Zellbiologie mit den chemischen Grundlagen, behandelt dann in übergeordneten Abschnitten Aufbau und Umsetzung biologischer Information sowie Struktur und Funktion ausgesuchter Zellen. Das Abschlußkapitel widmet sich klassischen Fragen wie Krebs, Immunität oder Zellevolution. Diese Gesamtdisposition gliedert sich in eine stark verfeinerte Kapitelfolge, die ein Inhaltsverzeichnis von 26 Druckseiten umfaßt. Das Werk bietet somit einen ungewöhnlich ausführlichen, didaktisch hervorragend aufbereiteten und gerade auch in der deutschen Übersetzung sehr gut mitvollzieh-

baren Überblick über das aktuelle molekular- und zellbiologische Wissen. Ein wichtiges und sehr reichlich eingesetztes Verständigungsmittel sind die zahlreichen Farbgraphiken und sonstigen Bilddokumente. Das Werk ist zweifellos eine optimale Lernhilfe und als Lehrbuch ebenso wie als Nachschlagewerk von den Fachkursen der weiterführenden Schulen bis zum Hochschulstudium uneingeschränkt zu empfehlen. Auch den Nichtfachmann, der sich außerhalb der Molekularbiologie in anderen Teilbereichen der Biowissenschaften betätigt, wird es als Referenzwerk oder Handbuch zur raschen Klärung spezieller Teilfragen sehr überzeugen.

Thomas Waßmann, Bonn

Karlson, P., Doenecke, D., Koolman, J.: Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler. 14. neubearbeitete Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, 1993, 552 Seiten, 330 Abbildungen, 41 Tabellen, kartoniert, DM 68,00, ISBN 3-13-357814-6.

Ein Lehrbuch, welches seit seinem ersten Erscheinen 1960 neben den zahlreichen deutschsprachigen Auflagen auch 41 Auslandsaufgaben in 17 verschiedenen Sprachen erfahren hat, darf uneingeschränkt als erfolgreiche Standardliteratur angesehen werden und benötigt fast schon keine empfehlende Besprechung mehr. Dennoch sei auf die jetzt vorliegende gänzlich neubearbeitete 14. Auflage nachdrücklich hingewiesen. In gewohnter Weise führt der Text sehr behutsam und rundum verständlich in die Grundfragen der Biochemie ein und zeigt alle wichtigen molekularen Abläufe auf, die sich hinter den licht- und elektronenmikroskopisch darstellbaren Zellstrukturen verbergen. Als Basislektüre zum besseren Verständnis der Zellbiologie und zum Kennenlernen ihres gesamt-

ten stofflichen Szenariums ist das bewährte Werk zweifellos eine der besten Einführungen. Neben zahlreichen Graphiken und Einzeldarstellungen im Text führt eine beigegebene, sehr übersichtlich angelegte Faltkarte die wichtigeren Stationen aus dem Stoffwechselfgeschehen vor Augen und vermittelt somit ein höchst dynamisches Bild von Zellen, Geweben und Organen. Auch für Mikroskopiker, die sich für die Vorgänge in den Strukturen und Substrukturen ihrer Objekte besonderes interessieren, unbedingt zu empfehlen.

Thomas Waßmann, Bonn

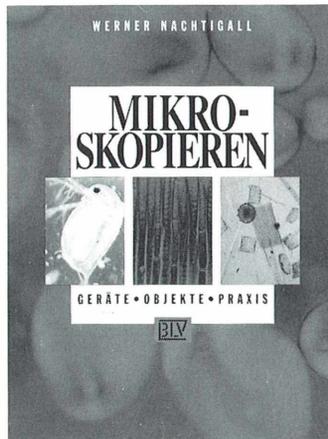
Häder, D.-P., Häder, M.: Moderne Labortechniken. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1993, 320 Seiten, 121 Abbildungen, 8 Tabellen, flexibles Taschenbuch, DM 30,00, ISBN 3-13-116601-0.

In dem Maße, wie die technische Entwicklung voranschreitet, tauchen in den Forschungslaboratorien Geräte auf, deren Aufbau und Funktionsweise nicht nur einem Anfänger, sondern vielfach auch den „Profis“ nicht auf Anhieb klar sind. Diese Lücke will das vorliegende Buch schließen. Unter den Stichworten Mikrocomputer, Videotechnik, Bildverarbeitung, Strahlungserzeugung, -filtrierung und -messung, Lichtmikroskopie, Elektronenmikroskopie, Spektroskopie, Kulturverfahren, Aufschlußtechniken für Zellen und Gewebe, Zentrifugation, Chromatographie, Elektrophorese, Immunotechniken, Isotopentechniken, Fotografie, Elektrophysiologie, Laborgeräte, Statistik findet der Leser den jeweiligen aktuellen Stand der Technik erläutert und mit zahlreichen Abbildungen illustriert. Kurzum: Ein Buch, das nicht nur in die Bibliotheken, sondern auf jede Laborbank gehört.

Klaus Hausmann, Berlin

Nachtigall, W.: Mikroskopieren: Geräte, Objekte, Praxis. 2. völlig überarb. Aufl., BLV München, 1994, 159 Seiten, DM 29,80, ISBN 3-405-14592-9.

Dieses nun in zweiter Auflage erschienene Buch ist als Einstiegslektüre in die Mikroskopie konzipiert und behandelt demzufolge grundlegende Fakten über Geräte, Zubehör, Aufbau und Funktion des Mikroskops sowie Grundlagen der Optik und der Mikrofotografie. Anleitungen zur Beschaffung, Aufbereitung und Untersuchung geeigneter Objekte sind weitere wichtige Themen. Von ganz besonderem Interesse dürfte der Anhang sein, in dem wichtige Literatur- und Zeitschriftenhinweise, Bezugsquellen für Geräte, Zubehör und Präparate sowie eine Liste der deutschsprachigen Mikroskopischen Vereinigungen zusammengestellt sind.



Es erscheinen immer wieder neue Anleitungsbücher zur Mikroskopie und mikroskopischen Technik auf dem Buchmarkt. Dieses ist ein deutliches Indiz dafür, daß offenbar nach wie vor eine ständig nachwachsende Gemeinschaft von an der Mikroskopie interessierten Privatpersonen existiert. Das vorliegende Buch ist sicherlich dazu geeignet, das Wissens-

bedürfnis dieser neu Hinzukommenden zu stillen. Und dabei gehört es, was Inhalt, Anspruch und Aufmachung angeht, eindeutig in das obere Drittel dieser Publikations-Kategorie, wenngleich für meinen Geschmack die dargestellten Mikrofotos bisweilen etwas zu schillernd-bunt erscheinen.

Klaus Hausmann, Berlin

Feneis, H.: Anatomisches Bildwörterbuch. 7. neubearb. erweit. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1993, 451 Seiten, 800 Abbildungen, DM 35,00, ISBN 3-13-330107-1.

Schulze, P. (unter Mitarbeit von Chr. Donalies): Anatomisches Wörterbuch: Lateinisch-Deutsch, Deutsch-Lateinisch. 6. neubearb. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1993, 181 Seiten, DM 19,80, ISBN 3-13-795306-5.

Tillmann, B., Schünke, M.: Taschenatlas zum Präparierkurs. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1993, 421 Seiten, 178 Farbtafeln, DM 44,00, ISBN 3-13-111701-X.

Welcher Nichtmediziner, Medizinstudent und auch ausgebildeter Mediziner wäre nicht schon einmal mit einem Fachterminus aus der Medizin konfrontiert worden, dessen Bedeutung ihm nicht geläufig war? Die drei aufgeführten Bücher können in diesem Zusammenhang von großem Nutzen sein, da man nicht nur Worterklärungen und -ableitungen erfährt (Schulze & Donalies), sondern auch bildlich die Sachzusammenhänge dargeboten bekommt (Feneis) und schließlich, was natürlich nur für Medizinstudenten von Belang ist, Anleitungen zur Präparation erhält (Tillmann & Schünke). Die beiden erstgenannten Bücher blicken auf eine bedeutende Tradition zurück: Das anatomische Bildwörter-

terbuch erschien (neben 23 Auflagen in 15 verschiedenen Sprachen) nun in 7 deutscher Auflage, das anatomische Wörterbuch in der 6. Auflage. Somit haben sich diese beiden Publikationen sehr bewährt, was von dem Buch mit den Präparationsanleitungen auf Grund der herausragenden Qualität der Abbildungen ebenfalls zu erwarten ist.

Klaus Hausmann, Berlin

Lexikon der Biologie, Ergänzungsband 1994, Allgemeine Biologie, Pflanzen, Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1994, 324 Seiten, 250 Abbildungen, gebunden, DM 198,00, ISBN 3-86025-155-4.

Gerade die Biologie mit ihren weithin verzweigten Wissensgebieten ist eine äußerst dynamische Fachwissenschaft, die sich rasch fortentwickelt. Um das zehnbändige und längst abgeschlossene [Band 8 (Spini-Zz) und Band 9 (Register) jeweils 1987, Band 10 (Biologie im Überblick 1992)] Werk fortschreibend zu aktualisieren, liegt nun ein erster Ergänzungsband vor, zu dem 44 Fachautoren in etwa 2500 weiteren Stichworten wesentliche neue Erkenntnisse z. B. aus der Zellbiologie, Molekularbiologie oder Bio- und Gentechnologie aufbereitet haben. Biographische Artikel würdigen das Werk der Nobelpreisträger der letzten Jahre. In weiteren 300 Stichwörtern, die bereits in den übrigen Bänden enthalten waren, bietet das Werk zusätzliche Informationen. Die inhaltliche Präsentation sowie die begleitenden Texte entsprechen dem hervorragenden Standard des Hauptwerkes. Die farbige Unterlegung mancher Tabellen läßt das Textlayout etwas ansprechender erscheinen. Für alle Benutzer des einzigartigen Biologielexikons ist auch der neueste Band eine si-

cherlich sinnvolle und wichtige Informationsquelle, die den Wissenszuwachs dokumentiert und Beachtung verdient.

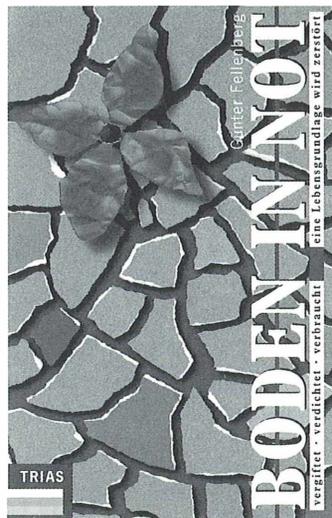
Patrick Haller, Köln

Fellenberg, G.: Boden in Not: Vergiftet, verdichtet, verbraucht. Eine Lebensgrundlage wird zerstört. TRIAS (Thieme, Hippokrates, Enke), Stuttgart, 1994, 178 Seiten, 26 zweifarbige Grafiken, gebunden, DM 39,80, ISBN 3-89373-247-0.

Während umweltrelevante Veränderungen in Wasser und Luft unvermittelt und oft recht spektakulär (Fischsterben, Smog) zutage treten, spielen sich Bodenveränderungen unbemerkt und dem direkten Blick entzogen buchstäblich im Dunkeln ab. Die zunehmende Belastung der Böden erregt daher in der Öffentlichkeit nicht in gleichem Maße Interesse wie im Fall des nassen oder luftigen Elements. Dabei ist nichts schwerer zu regenerieren, geschweige denn zu ersetzen, wie gerade ein fruchtbarer, unbelasteter Boden – die unentbehrliche

Grundlage für ausreichende Pflanzenproduktion und eine gesunde Ernährung. Dieses Buch führt in die aktuelle Problematik der Bodenzerstörung ein. Der Autor informiert einleitend über die Entstehungsgeschichte der Typologie verschiedener Böden, erläutert wichtige physikalische und chemische Prozesse bei Versauerung, Verdichtung, Versiegelung, Schadstoffbelastung. Er schildert die Folgen für die Bodenstruktur und die Wirkung auf Mikroorganismen, Bodenfauna und das Wachstum der höheren Pflanzen. Anregungen zu verantwortungsvollem Handeln im Umgang mit dem komplexen Mikrokosmos Boden runden das Buch ab. Patientrezepte zur Entschärfung der Zeitbombe, die schon längst in unseren Böden tickt, kann das Buch allerdings nicht anbieten, möchte seine Leser jedoch stärker für die mehr als bedenklich fortschreitende Bodenzerstörung sensibilisieren. Das Werk ist sehr verständlich und in ansprechender, fast unterhaltsamer Weise geschrieben. Man legt es so schnell nicht aus der Hand. Für alle am Umweltschutz Interessierte, für Lehrende und Lernende und vor allem für die unglaublich interessante Kleinlebewelt der Böden Begeisterte zweifellos eine sehr lohnende Lektüre.

Nora Fischer, Köln



Drews, U.: Taschenatlas der Embryologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1993, 385 Seiten, 176 Farbtafeln, flexibles Taschenbuch, DM 48,00, ISBN 3-13-109901-1.

Dieses Buch spricht nicht nur Mediziner und Biologen, sondern jeden naturwissenschaftlich interessierten Leser durch seine didaktisch ausgesprochen gelungene Illustration des Stoffes an. Auf 176 Farbtafeln wird das faszinierende Gebiet der Embryologie mit Hilfe

von zwei- und dreidimensionalen Grafiken, Mikro- und Makrofotos sowie Ultraschallaufnahmen allgmeinverständlich dargestellt, wobei die Grundzüge der Fortpflanzungsbiologie gleichermaßen wie die allgemeine Embryologie mit ihren hochaktuellen zell- und molekularbiologischen Aspekten behandelt werden. Das medizinisch relevante Wissen ist von den allgemeinen naturwissenschaftlichen Grundlagen getrennt dargestellt, wodurch es dem Leser ermöglicht wird, eine gezielte Auswahl des Stoffes zu treffen. Gemessen an dem Illustrationsaufwand, der bei diesem Buch betrieben wurde, ist der Preis sehr moderat.

Klaus Hausmann, Berlin

Kinzelbach, R. (Hrsg.):

Biologie der Donau. Limnologie aktuell. Band 2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1994, XIV, 370 Seiten, 96 Abbildungen, 51 Tabellen, kartoniert, DM 124,00, ISBN 3-437-30671-5.

Große Ströme betrachtet man gewöhnlich nicht in erster Linie als Lebensräume, obwohl sie bis in den mikroskopischen Bereich eine Fülle bemerkenswerter Biozönoson aufweisen. Der vorliegende Band, in dem 22 Beiträge von Autoren aus verschiedenen Donau-Anrainerstaaten zusammengeführt sind, gibt davon ein höchst differenziertes Bild. Unter den Einzelbeiträgen, die nach

Anorganische Grundlagen und Plankton, Zoobenthon, Nekton sowie Wassergüte und Ökosysteme angeordnet sind, dürften für Mikroskopiker beispielsweise die Dokumentationen zum Artenbestand der Rotatorienfauna (Beiträge Gulyás) oder auch zur Mikroflora (Beitrag Humpesch, Moog) im Vordergrund stehen. Eine wertvolle Materialsammlung, die den derzeitigen Kenntnisstand spiegelt und gleichzeitig auch die Notwendigkeit eines umfassenden Naturschutzes betont.

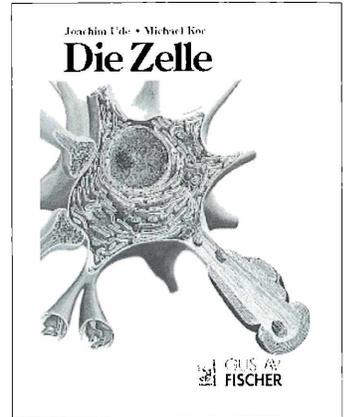
Thomas Waßmann, Bonn

Ude, J., Koch, M.: Die Zelle.

Atlas der Ultrastruktur. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1994, 309 Seiten, 238 elektronenmikroskopische Aufnahmen, 43 Farbtafeln und weitere 52 zweifarbige Abbildungen, kartoniert, DM 78,00, ISBN 3-334-60532-9.

Physiologische und biochemische Sachverhalte sind in der Zelle an bestimmte makromolekulare Strukturen gekoppelt, die sich erst im elektronenmikroskopischen Bild angemessen darstellen lassen. In diesem Buch werden nach einer einführenden Schilderung der apparativen Grundlagen wichtige Struktur- und Funktionsbereiche aus dem komplexen Betriebsgefüge Zelle in Bild und Text vorgestellt: Aussagekräftigen EM-Aufnahmen stehen farbig gefaßte, dreidimensionale Rekon-

struktionen gegenüber, die das vom Elektronenmikroskop höchst ausschnittshaft Dargestellte wieder zu einer (auch in der Ganzheit) überschaubaren Einheit zusammensetzen.



Das erstmals 1982 erschienene Werk liegt hier in einer völlig neubearbeiteten Form vor. Viele Bildtafeln sind gründlich überarbeitet und im Vergleich zur Erstauflage ansprechender gestaltet worden. Manche bleiben graphisch dennoch aufwertungsfähig (S. 95, 143, 165, 265) oder erscheinen übertrieben bunt (S. 107, 241). Vielfach verwenden sie veraltete oder unübliche Schreibweisen (Zitrat, Glycerat, endozytisch; andererseits aber Cytochrom, Nucleus, Succinat) und enthalten sachliche Fehler (S. 111: bei der Photolyse des Wassers entstehen keine Hydroxid-Ionen). Insgesamt dennoch ein sehr beachtlicher und beachtenswerter Text-/Bildband zur Biologie der Zelle.

Patrick Haller, Köln

Aus den Arbeitsgemeinschaften

Kontaktadressen der Mikroskopischen Vereinigungen

Berliner Mikroskopische Gesellschaft e.V.

Kontaktadresse: Günther Zahrt, Kyllmannstr. 7a,
12203 Berlin, Tel.: 8 33 69 17

Treffpunkt: Institut für Zoologie (Kursraum A),
Königin-Luise-Str. 1–3, 14195 Berlin

Termine: siehe Programm

Arbeitskreis Mikroskopie im Freundeskreis Botanischer Garten Köln e.V.

Kontaktadresse: Dr. Hartmut Eckau, Homburger
Str. 10, 50969 Köln

Treffpunkt: Betriebsgebäude des Botanischen Gartens,
Amsterdamer Str. 34, 50735 Köln

Termine: siehe Programm

Arbeitskreis Mikroskopie im Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen

Kontaktadresse: Hans Klemeyer, Suhrfeldstr. 33,
28207 Bremen, Tel.: 04 21/44 20 90, 0 42 06/65 85

Treffpunkt: Raum B 3236 Universität Bremen NW 2,
Eingang Leobenerstr./James-Watt-Straße, 3. Stock

Termine: 2. Montag im Monat um 18.00 Uhr

Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Mainfranken

Kontaktadresse: K. H. Orlishausen, Friedhofstr. 5,
96215 Lichtenfels, Tel.: 0 95 71/34 77

Mikrobiologische Vereinigung München

Kontaktadresse: Siegfried Hoc, Friedensstr. 32,
82178 Puchheim

Treffpunkt: Lehrsaal 04 (Kellergeschoß des Neubaus)
der TU, Lothstr. 17, Haltestelle Lothstraße der
Straßenbahnlinie 20, Zugang von der Dachauer-
oder Heßstraße

Termine: siehe Programm

Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft der Naturwissenschaftlichen Vereinigung Hagen e.V.

Kontaktadresse: Gerhard Göke, Bahnhofstr. 27,
58095 Hagen, Tel.: 0 23 31/3 17 54, Jürgen Stahl-
schmidt, Haferkamp 60, 58093 Hagen, Tel.: 0 23 31/
5 75 09

Treffpunkt: Umweltzentrum Hagen (NWV-Raum),
Boeler Str. 39, 58097 Hagen

Termine: siehe Programm

Deutsche Mikrobiologische Gesellschaft Stuttgart

Kontaktadresse: Dr. Dieter Krauter, Landhausstr.
269, 70188 Stuttgart

Mikrobiologische Vereinigung Hamburg

Kontaktadresse: Christina Kaeser, Rupertistr. 7a,
22609 Hamburg, Tel.: 0 40/82 61 18

Treffpunkt: Gymnasium Meiendorf, Schierenberg
60e

Termine: siehe Programm

Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Stuttgart e.V.

Kontaktadresse: Dr. Felix Schumm, Schreiberstr. 36,
70199 Stuttgart

Treffpunkt: Übungsraum U150 der Genetik und Mi-
krobiologie im Gebäude BIO 1 der Universität Ho-
henheim, Garbenstr. 30, Hintereingang

Termine: jeder 2. und 4. Freitag im Monat, 19.00 Uhr
(ausgenommen in den Schulferien)

Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Hannover (MAH)

Kontaktadresse: Karl Brüggemann, Sonnenweg 33,
30171 Hannover, Tel.: 05 11/81 33 33, 05 11/
3 08 15 10, Michael Butkay, Klapperweg 9, 30966
Hemmingen, Tel.: 0 51 01/23 16, Petra Hasenleder,
Wasserkampstr. 10, 30559 Hannover, Tel.: 05 11/
52 67 09

Treffpunkt: Räume des Instituts für Andrologie der
Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bünteweg

Termine: 1. Montag im Monat, 19.00 Uhr

Mikrographische Gesellschaft Wien

Kontaktadresse: Gretl Schmid, Postfach 25, A-1081
Wien, Erich Steiner, Assmaygasse 11, A-1120 Wien

Treffpunkt: Räume der Mikrographischen Gesell-
schaft, Marinelligasse 10 a, Wien 2

Termine: Dienstags um 19.15 Uhr

Mikroskopische Gesellschaft Zürich

Kontaktadresse: A. Mahler, Bruggerweg 14, CH-
8037 Zürich, Tel.: 01-2 71 39 44

Treffpunkt: Kurs- und Arbeitslokal, Vortragssaal im
Schulhaus Ilgen B, Ilgenstr. 15, 8032 Zürich

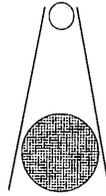
Termine: siehe Programm

Aus den Arbeitsgemeinschaften

Mikrobiologische Vereinigung München e.V.

Programm

November bis Dezember 1994



9. 11.: M. Schubert: Die Kryptomonadengattung *Chlamydomonas*.
 23. 11.: S. Hoc: Schneiden und Präparieren eines Lack-Portlings. Arbeitsabend.
 7. 12.: S. Hoc und M. Schubert: Bau der Säugetier-niere. Arbeitsabend.
 14. 12.: Mitgliederversammlung 1994. Anschlie-ßend: Dr. F. Sauer: Einheimische Räder-tiere.

Alle Veranstaltungen finden im Lehrsaal 04 (Unterge-schoß) des Neubaus der T.U. München, Lothstr. 17 (hinter dem ehemaligen Zeughaus) statt. Haltestelle Lothstraße der Trambahnlinie 20. Zugang von der Dachauer oder der Heßstraße. Beginn 19.30 Uhr. Gäste sind zu allen Veranstaltungen herzlich will-kommen. Kontaktadresse: Klaus Henkel, Dachau, Tel.: 0 81 31/64 04.

17. 01.: Prof. Erich Steiner: Reisebericht über Indo-nesien (Video-Film)
 24. 01.: Friedrich Wertl: Präparationsabend (bota-nisches Material)
 31. 01.: Jahreshauptversammlung
 7. 02.: Ing. Konrad Liebeswar: Bromelien – Pflan-zen ohne Wurzeln. Präparationsabend
 14. 02.: Semesterferien
 21. 02.: Herbert Palme und Prof. Peter Schulz: Prä- parationsabend (Knochendünnschliffe)
 28. 02.: Herbert Palme und Prof. Peter Schulz: Prä- parationsabend (Fortsetzung vom 21. Fe- bruar 1995)
 7. 03.: Alfred Schultes: Mikro-Dias-Abend über Vergleichende Histologie von Insekten
 14. 03.: Georg Sverak: Die Geschichte der österrei- chischen Meteoritenforschung (mit Dias)
 21. 03.: Herbert Fidi: Präparationsabend (Botanik)
 28. 03.: Anton Losert: Präparationsabend (histolo- gisches Material)

Vorschau für April 1995:

4. 04.: Peter Pavlicek: Präparationsabend (Fora- miniferen aus Nußdorf; mit Dias)
 11. 04.: Osterferien
 18. 04.: Osterferien
 25. 04.: Univ.-Prof. Dr. Ferdinand Starmühlner: Rei- sebericht über Neukaledonien (Video-Film)

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

Mikrographische Gesellschaft Wien

Programm

Januar bis März 1995



10. 01.: Mikroprojektion – Besprechung von Präpa- raten, Kurzvorträge, Vorweisungen, Berich- te

Mikrobiologie des Meeresbodens

Herausgegeben von Prof. Dr. L.-A. Meyer-Reil und Dr. M. Köster Kloster/Hiddensee

Inhalt: Der Meeresboden, Struktur und Sedimente Mikrobielle Besied- lung und Produktion - Mikrobielle Aktivitäten an Grenzflächen Isolie- rung und Identifizierung benthischer Bakterien Marine Pilze Mikrobi- elle Matten Mikrobiologische Aspekte von Fluid- und Gasaustritten Mikrobiologie von Tiefseesedimenten

GUSTAV
FISCHER

1993. Etwa 320 S., 90 Abb., 12 Tab., kt. DM 78,-
 ISBN 3-334-60457-8

Mikro-Markt

Kleinanzeigen im MIKRO-MARKT kosten DM 20,- (bis 20 Worte); jedes weitere Wort DM 1,-, Chiffregebühr DM 5,-. Senden Sie Ihren Anzeigenauftrag an den: GUSTAV FISCHER VERLAG, Anzeigenabteilung, Postfach 72 01 43, 70577 Stuttgart.

Mikroskope und Mikroskopzubehör. Objektive, Okulare, Kondensoren, Lichtfilter, Objektträger, Deckgläser, Präparatekasten und -mappen. Prospekte und Preislisten auf Anforderung. Bitte Interessengebiet angeben. R. Göke – Mikroskopie – Bahnhofstr. 27, 58095 Hagen, Tel. (02331) 31754.

Mikroskopische Präparate aus Zoologie und Botanik in **besten Qualität direkt vom Hersteller.** Wir liefern auch **Semi-Dünnschnitte** (1 µm). Bitte Liste anfordern. **Gelegenheit:** Preise wie vor 30 Jahren! Präparate aus unserem Lager zu DM 2,50 pro Stück, solange der Vorrat reicht. Labor f. mikroskop. Technik u. mikroskop. Fotografie Ingrid Neureuther, Brentanostr. 7a, 85055 Ingolstadt, Tel.: 08 41/5 43 98. FAX: 08 41/5 68 53

Sonderpreise Achromate Tubus L 160. Planachromat 9x0,20, DM 95,-, Wasser-achromat 40 x 0,75, – DM 160,-, Öl-apochromat 90 x 1,30, DM 190,-. **Russen-Direkt-Import/Preiswerte Geräte für jeden Geldbeutel:** Forschungs-Stereo-Mikroskop, Bauj. 94, Niedervolt-Punkt-Beleuchtung, Durch- und Auflichtsockel, 4linsiges Frontobjektiv, 5fach Schaltwalze, 4,8–56fach, ausbaufähig bis 196fach, DM 610,00. Labormikroskop monokular DM 410,00/Binokular DM 690,00. Transportables Stereo-Mikroskop 8,75fach DM 150,00. Köhlersche Beleuchtung kompl. DM 220,00. Kollektor-Standleuchte 8V/20W N.V. DM 160,00. Phasenkontrasteinrichtung DM 540,00. Halogen-Ringbeleuchtung mit Trafo DM 455,00. Fototubus für Stereo-M. DM 445,00. Okularschraubenmikrometer DM 290,00. K-Okulare 7/10 DM 50,00, 15/20 DM 70,00. Achromate 40 x 0,65 DM 50,00, 90 x 1,25 DM 95,00. Achromate fragen Sie nach Sonderpreisen. Biologisches Forschungsmikroskop, Planapochchromatisch, 21 KG, Durch- und Auflicht, komplett DM 4.700,00. Operations-Stereo-Mikroskop, Elektrozoom/Elektrofokus DM 5.900,00. Infra-Rot-Mikroskop DM 5.500,00. Metall-Mikroskop DM 1.700,00. Langner-Voss, Lindenstr. 52, 45894 Gelsenkirchen, Tel./FAX 02 09/39 47 45.

Großformat-Kameramikroskop **ZEISS ULTRA-PHOT II** mit Niedervolt-, HG-Lampe und Phasenkontrast, sowie **ZEISS UNIVERSAL** mit Projektionskopf und Diskussionsbalken zu verkaufen; Chiffre 694-2

Trinokularer Phototubus, Kreuztisch, zusätzlich Immersionsdunkelfeldkondensator und 2. Objektivrevolver. Ohne abbildende Optik. Gebot an: Tel. 0 30/4 31 59 09

Labormikroskop Winkel/Zeiss, Göttingen, 1925 schwarz/Messing, mit Holzkasten, sehr gut erhalten, 4 Objektive Winkel/Zeiss, 2 Okulare, 1250,-; Kalkspat-Pol-Einrichtung, Sammlerstück, 250,-. 073 64-88 23.

Universelles Großfeldmikroskop **ZEISS ORTHOPLAN** für Auf- und Durchlicht, mit 2 Lampenhäusern, Variotubus, Trinokular, ORTHOMAT-Kamera günstig abzugeben; Chiffre 694-1

Anwender aufgepaßt! Handgefertigte Micro-Präzisionswerkzeuge für alle Arbeiten unter dem Mikroskop. Möchten Sie mehr wissen? Ing.-Büro für Lasertechnik, Nerotal 16, 65193 Wiesbaden, Tel.: 06 11-59 01 15, Fax 06 11-59 06 35

Verkaufe **ZEISS** Operationsmikroskop **OPMI 1** bzw. Epitechnoskop und **LEITZ** Forschungsmikroskop **ORTHOLUX** mit Zubehör; Tel. 0 57 53/41 90

Zeichnungen von mikroskopischen Objekten können mit dem preiswerten **Zeichenokular 10x** von PZO bequem angefertigt werden. Eine Beschreibung erhalten Sie auf Anforderung. R. Göke – Mikroskopie – Bahnhofstr. 27, 58095 Hagen, Tel. (02331) 31754

Gesucht: **Auflicht-Fluoreszenz Kondensator IV FL** für Zeiss Standard mit Refl. Geh. 2 FL, kompl. Filtersatz f. Blauanr. und Leuchte 100 für Niedervolt 12/100W und Zeiss Neofluar 40/0,75/160 PH 2, Tel. 0 89/4 31 53 40 abends.

Laborbedarf, Sedimentproben und marines Tiermaterial aus aller Welt, für Mikroskopiker. Beispiel: Plankton von Malaysia, nur DM 2,50; **naturreine ätherische Öle, fette Öle und Hydrolate**, sehr preiswert und Spitzenqualität. Beispiel: Orangenöl, 10 ml nur DM 2,30. Gratisinfo von: Labor Dr. H.-G. Müller, Postfach 22 68, 35532 Wetzlar, Tel./Fax 0 64 41-78 11 81

Leitz-Labor-Mikroskop (schwarz) 4 Objektive (10-20-40-100) Kreuztisch, Nonius, Klappkondensator, Beleuchtung 220V und Spiegel, Schrank, wie neu DM 500,-. Tel.: 06 11/56 03 54

Das **Polarisations-Interferenzmikroskop BIOLAR PI** ist für Hellfeld, polarisiertes Licht, variablen DIK, Interferenz-Streifenfeld, totale Bildverdopplung im homogenen Feld und alle interferometrischen Messungen im Durchlicht geeignet. Eine Beschreibung erhalten Sie auf Anforderung. R. Göke – Mikroskopie – Bahnhofstr. 27, 58095 Hagen, Tel. (0 23 31) 3 17 54

Suche MIKROKOSMOS-Jahrgänge vor 1960. Rüdiger Kasch, Prinzenstr. 109, 24340 Eckernförde, Tel. 0 43 51/8 54 90

LEITZ Heiztischmikroskop – Bj. 1960 – VHB DM 1600,-. Tel.: 0 61 54/54 90

LEITZ Mikromanipulator R. u. L. neuwertig, zu verkaufen. Fax: 06 41/6 76 54

Suche Gesteinsdünnschliffe und andere mikroskopische Präparate, Zeiss Phasenkontrastobjektive, Drehtisch, Triokulartubus, kpl. Weitfeldokular 6,3 und Zeicheneinrichtung. Boxberger, Tel. 0 40/7 53 12 35

Verkaufe **Leitz Objektive** NPL, teilweise Phaco, sowie Plan FL10, Plan25, Plan40 sowie **Plan Apo6,3** und **Plan Apo100** Hellfeld für Tubuslänge 160 mm, NPL Fluotare 10Ph, 40Ph; sowie **Okulare** PP:GF 10x und 12,5x, GW 10xM und GW 8xM; Tel.: 0 40/5 20 21 07

Exkursionsflora von Deutschland

Begründet von Prof. Dr. Werner ROTHMALER



Niedere Pflanzen • Herausgegeben von R. SCHUBERT, H. H. HANDKE und H. PANKOW. 3. Aufl. 1990. 812 S., 2400 Abb., geb. DM 55,- / öS 429,- / sFr 60,50

Dieser Band gibt Einblick in die Vielfalt der Algen, Pilze, Flechten und Moose. Leicht erkennbare Bestimmungsmerkmale und zahlreiche Abbildungen führen den Benutzer in vielen Gruppen bis zur Art, in anderen zu höheren systematischen Kategorien. Hinweise zum Sammeln, Präparieren und zu anderen Arbeitstechniken machen den Band nicht nur für Studenten und Lehrer, sondern auch für Laien attraktiv.

Band 1

Gefäßpflanzen: Grundband • Herausgegeben von R. SCHUBERT, K. WERNER und H. MEUSEL. 15., durchges. Aufl. 1994. 640 S., 800 Abb., geb. DM 49,- / öS 382,- / sFr 54,-

Band 2 ermöglicht das Bestimmen aller im Gebiet wild vorkommenden Farn- und Blütenpflanzen, dazu auch häufiger Kulturpflanzen einschließlich wichtiger Forstbäume. Zahlreiche Detailabbildungen verdeutlichen die verwendeten Bestimmungsmerkmale. Der Band enthält für alle aufgeschlüsselten Arten Angaben über die gesamte Verbreitung, das Vorkommen im Gebiet, die soziologische Bindung, die Blüten- und Ausbreitungsbiologie und andere Hinweise, beispielsweise auf die Nutzung.

Band 2

Gefäßpflanzen: Atlasband • Herausgegeben von E. J. JÄGER und K. WERNER. 9., durchges. u. verbesserte Aufl. 1994. 752 S., 2814 Abb., geb. DM 55,- / öS 429,- / sFr 60,50

Höchst praktikabel ist dieser neu bearbeitete Atlas. 2800 Pflanzenarten sind durch exakte Schwarzweißzeichnungen dargestellt. Detailzeichnungen verdeutlichen wichtige Kennmerkmale. Dem Anfänger wird der Atlas zur Kontrolle seiner Bestimmungsarbeit willkommen sein, dem versierten Pflanzenkenner hilft er bei der Unterscheidung ähnlicher Arten. Die gelungenen Abbildungen sind eine Freude für jeden Naturfreund.

Band 3

Gefäßpflanzen: Kritischer Band • Herausgegeben von R. SCHUBERT und W. VENT. 8. Aufl. 1990. 812 S., 743 Abb., geb. DM 55,- / öS 429,- / sFr 60,50

*Die Schlüssel erfassen in diesem Band auch die Aufgliederung der im Band 2 durch * oder ** gekennzeichneten polymorphen Arten und ermöglichen das Bestimmen von Kleinarten bzw. von Unterarten oder anderen Kategorien unterhalb der Art. Sie werden ergänzt durch Detailabbildungen, kritische Bemerkungen zu den noch ungenügend bekannten Sippen sowie Übersichten über Bastardierungen.*

Band 4

Komplettpreis bei Abnahme der Bände 1–4: DM 185,-

Preisänderung vorbehalten

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 Veröffentlichung angeboten werden, dürfen nicht gleichzeitig anderweitig zum Druck eingereicht werden.

2. Die Redaktion bittet, Manuskripte grundsätzlich nur maschinenschriftlich auf einseitig beschriebenen, fortlaufend nummerierten 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 Platzierung der Abbildungen und Tabellen angeben. Computergeschriebene Manuskripte bitte entsprechend einrichten. Am Ende des Manuskriptes steht die vollständige Autorenadresse.

3. Tabellen und Bildlegenden (beide jeweils fortlaufend numerieren) bitte nicht in den Haupttext einbauen, sondern als Anhang auf eigenen 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 Beitrags wieder zurückgesandt.

6. Literaturzitate in alphabetischer Reihenfolge nach folgendem Schema anordnen:

Zitate von Zeitschriftenbeiträgen:

Kappel, T., Anken, R.H.: Zur Biologie des Schwerträgers *Xiphophorus helleri*. *Mikrokosmos* 81, 241–244 (1992).

Buchzitate:

Schwoerbel, J.: Einführung in die Limnologie. 5. Aufl., UTB 31, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1984.

Zitate von Buchbeiträgen:

Caspers, N.: Die Insektenfauna im unteren Hochrhein und im Oberrhein – Stand Sommer 1987 In: Kinzelbach, R., Friedrich, G. (Hrsg.): *Biologie des Rheins*, S. 349–359. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1990.

7. Jeder Autor erhält von seinem Beitrag vor dem Druck eine Korrekturfahne zum Gegenlesen. Korrekturen müssen sich auf Satzfehler beschränken. Umfangreiche Textnachträge oder Umstellungen (Autorenkorrekturen) 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 MIKROKOSMOS veröffentlichten Arbeit kostenlos 25 Sonderdrucke sowie ein Belegheft.

9. Der Verlag honoriert jede volle Druckseite mit DM 50,—, Kurzbeiträge bis zu einer halben Druckseite mit DM 25,— und Farbmikrofotos, die auf der Titelseite erscheinen, mit DM 100,—.

10. Text- und Bildbeiträge 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 35 a
53343 Wachtberg

(Manuskripte zu botanischen Themen).



Die Zelle

Atlas der Ultrastruktur

Von Prof. Dr. J. UDE
und Dr. M. KOCH, Jena

2., völlig neu bearb. u. erw. Aufl. 1994.
309 S. mit 238 elektronenmikroskopischen
Aufnahmen, 43 Farbtaf., 52 zweifarbigen
Textabbildungen u. 4 Tab., kt. DM 78,-
ISBN 3-334-60532-9

biologi-
chäftigt,
struktur
lemente

eine unabdingbare Notwendig-
keit, wird doch erst durch die
Synthese von Struktur und Funk-
tion ein Gesamtsystem voll ver-
ständlich.

Tiefe Einblicke in die morpholo-
gischen Dimensionen der ma-
kromolekularen Elemente hat
erst das Elektronenmikroskop
erschlossen und damit die bio-
chemischen, physiologischen
und molekularbiologischen Sach-
verhalte leichter verständlich
gemacht.

Nach einer Einführung in die
apparativen Grundlagen folgt
im zweiten Teil des Buches die
Beschreibung der submikrosko-
pischen Morphologie der Zell-
organelle, im dritten Teil wird
das Gesamtsystem an ausge-
wählten Zellformen der vier
Grundgewebearten (von Tieren)
erläutert.

Schwerpunkt der Darstellung
ist das elektronenmikroskopi-
sche Bild; hervorragende Farb-
tafeln und Textabbildungen er-
leichtern zugleich die Vorstel-
lung von der dreidimensionalen
Organisation der Zelle.

Preisänderung vorbehalten.

GUSTAV
FISCHER

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mikrokosmos, Zeitschrift für Mikroskopie](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [83_6](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Mikrokosmos 83_6 1](#)