

II 90372

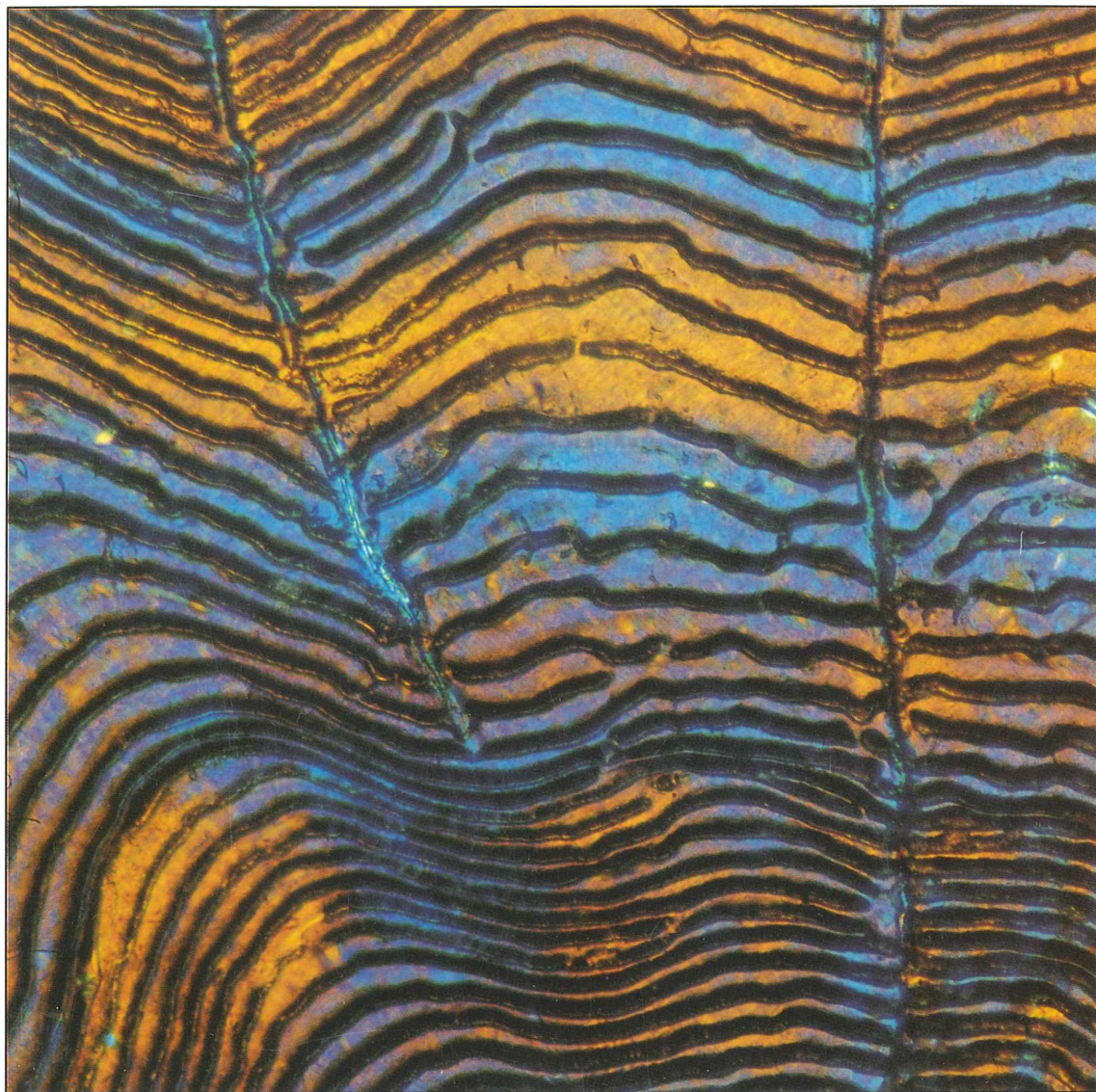
© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; <http://www.elsevier.de/>

E 20582 F

# MIKROKOSMOS

83. Jahrgang/Heft 3

Mai 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

- 129** 1875: Mikroskopieren für jedermann  
*Gerhard Teichert und Klaus Hausmann*
- 135** Altersbestimmung bei Fischen anhand von Schuppenproben  
*Andreas Vilcinskas*
- 143** Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Pilzen  
10. Humanpathogene Pilze  
*Jürgen Reiß*
- 151** Zieralgenpopulationen und ihre milieubedingten Standorte  
*Rupert Lenzenweger*
- 169** Parasiten – selbst entdecken  
*Brigitte Bannert*
- 175** Die Chinesenmütze (*Aspidisca turrita*) –  
ein seltsames Wimpertierchen  
*Wilhelm Foissner*
- 183** Was ist drin im Vollkornmehl?  
*Erich Lüthje*

#### Rubriken

- 133, 186**  
Nachrichten
- 134**  
Mikro-Lyrik
- 141, 163, 174, 180,  
182, 186**  
Kurze Mitteilungen
- 165**  
Mikro-Galerie
- 181**  
Mikro-Quiz
- 187**  
Buchbesprechungen
- 191**  
Aus den  
Arbeitsgemeinschaften
- 192**  
Mikro-Markt

**Umschlagabbildung:** Ausschnitt aus der Schuppe eines Bleis (*Abramis brama*) im polarisiertem Licht (Foto: Klaus Hausmann). Siehe Artikel Vilcinskas, Seiten 135–141.

**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



# 1875: Mikroskopieren für jedermann

Gerhard Teichert und Klaus Hausmann

Bereits im ausgehenden vergangenen Jahrhundert, vor fast 120 Jahren und über 25 Jahre bevor der MIKROKOSMOS zum ersten Mal erschien, war das Mikroskopieren eine Attraktion, welche der breiten Bevölkerung in Berlin im Mikroskopischen Aquarium angeboten wurde, wie folgender Zeitungsbericht aus dem Jahre 1877 plastisch belegt.

## Illustrierte Zeitung.

N<sup>o</sup> 1754. 10. Februar 1877.

### Das Mikroskopische Aquarium in Berlin.

Zu den bisher bestehenden sogenannten Naturanstalten, wie sie jetzt in allen größern Städten so verbreitet und beliebt sind, den Zoologischen und Botanischen Gärten und den Aquarien süßen und salzigen Wassers, ist seit 2 Jahren durch das Mikroskopische Aquarium in Berlin ein neuer Zweig, eine höchst wesentliche Ergänzung hinzugetreten. In allen diesen Anstalten ist es ja der Anblick der lebenden Geschöpfe, zum Theil von fremdartigster Gestalt, welcher uns interessirt, uns gleichsam in ihren Lebenskreis versetzt, in die sonnigen Steppen Südafrikas oder in die Eisregionen des Nordpols, auf den felsigen Grund des Meers oder auf die Klippen, von denen aus der Seeadler nach Beute späht. Aber das menschliche Auge genügt nicht, um unbewaffnet die Größe der Natur zu ermessen und zu des Lebens Tiefen vorzudringen. Wie ihm auf der einen Seite die große Welt der Himmelsräume erst durch die Hilfe des Teleskops erschlossen worden ist, bei dessen Anwendung die Gestirne in mehr als hundertfach größerer Zahl erkennbar wurden, so enthüllt ihm das Mikroskop die organische Welt in ihrer ganzen Größe und zeigt, daß auch in nächster Nähe hundertfach mehr zu sehen ist, als unser Auge sieht.



N 1754. 10. Februar 1877.]

Illustrirte Zeitung.

„Das Mikroskop wurde zwar schon vor mehr als 200 Jahren erfunden; aber erst in neuerer Zeit wurde es in seiner Wichtigkeit für alle Forschung auf dem Gebiet der lebenden, ja auch der leblosen Schöpfung gewürdigt und demgemäß angewendet. Die Fülle der Entdeckungen, welche es zutage gefördert, von Jahrzehnt zu Jahrzehnt wachsend, hat den Standpunkt der Wissenschaft mächtig emporgehoben. Nicht nur, daß eine bunte Mannigfaltigkeit von Geschöpfen entdeckt wurde, von deren Existenz man zuvor keine Ahnung hatte, die sich aber oft durch ihr plötzlich massenhaftes Auftreten in unerklärbarer Weise bemerkbar machten; auch in die inneren Lebensvorgänge konnte man eindringen, die Strömungen der Säfte verfolgen, wie sie in den Zellen des Pflanzen- und Thierkörpers stattfinden, und, von dort aus weiter vordringend, die Untersuchung Schritt für Schritt auf immer höhere Probleme ausdehnen.

Auf diesem Weg der vorangehenden Wissenschaft auch die weitem Kreise des gebildeten Publikums nachzuführen, ist die Aufgabe, welche sich das Mikroskopische Aquarium zunächst für Berlin gestellt hat. Die erforderlichen Räumlichkeiten hat der Magistrat von Berlin in der Alten Münze, einem alten, von Schinkel's Zeitgenossen Gilly errichteten Gebäude, eingeräumt. Während es, altersgrau und in würdevoll einfachem Stil gehalten, von außen ernst, ja düster erscheint, nicht unpassend für das im Erdgeschoß enthaltene Polizeilocal, schwingt sich im Innern kühn und leicht eine breite Wen-

deltreppe empor und führt uns im ersten Stockwerk an die Eingangsthür des Mikroskopischen Aquariums. Eingetreten, befinden wir uns in einem hohen, schön gewölbten Kuppelsaal, der, nach etlichen Inschriften zu urtheilen, früher zur Ausstellung von Münzsammlungen dienen mochte. Auch gegenwärtig befindet sich eine kleine Münzsammlung (vulgo Kassentisch) unmittelbar an der Thür; im übrigen aber trägt das, was man durch die auf den Tischen aufgestellten Instrumente erblickt, das Gepräge eines höheren Ursprungs als aus den Schmelzöfen einer Münzwerkstätte.

Die Mikroskope, deren das Institut im ganzen gegen fünfzig enthält, stehen in dem Kuppelsaal und in noch drei andern daranstoßenden Sälen auf länglichen Tischen befestigt; neben jedem befindet sich ein Zettel mit dem Namen und einer kurzen Beschreibung des Geschöpfes, das man beim Hineinblicken wahrnimmt. Ein Stuhl bei jedem Instrument soll den Beschauer veranlassen, sich mit Ruhe der Durchmusterung des Bildes hinzugeben, dessen Anblick meist um so interessanter wird, je mehr man sich in die Einzelheiten vertieft.

Denn schon der erste Blick in eins jener gelben Messingrohre versetzt uns in eine andere Welt. Ist dies ein Tulpenbeet, welches wir vor uns sehen? An durchsichtigen, sanftgebogenen Stielen hebt Blume neben Blume sich empor, zwar farblos weiß, aber in durchsichtiger Klarheit, an ihrem Saum kleine Wellen schlagend – da plötzlich schnellt es zusammen und die ganze Gesellschaft mit ihm, um bald darauf langsam



wieder in korkzieherartigen Windungen emporzuwachsen. Es ist eine Colonie von Infusorien, sogenannten Glockenthierchen, die wir an einem Grasblättchen sitzend bei 120facher Vergrößerung gesehen haben. Die Blütenkelche unserer vermeintlichen Tulpen sind Thierchen mit Mund, Speiseröhre und Magen, und die kleinen Wellen, die sie mit Hülfe ihrer Wimperhärchen erzeugen, dienen nur dazu, um die genannten Organe zu füllen.

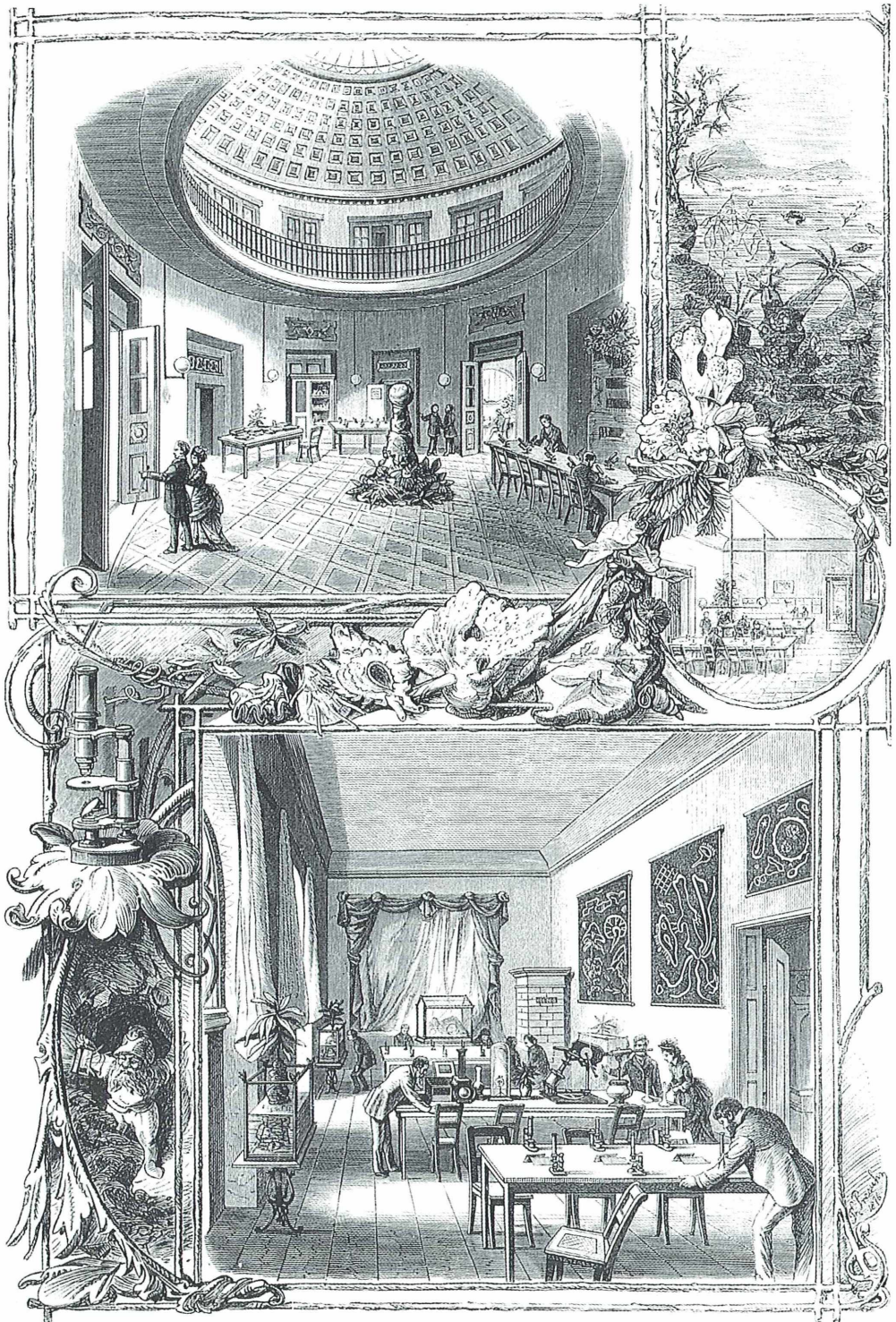
Aber was mag jenes nächste Instrument enthalten? Der Zettel sagt: Ein Wasserfloh (*Daphnia pulex*). Nun, das kann man doch wahrlich mit Mephistopheles einen „großen Floh“ nennen! Man schätzt ihn so etwa wie ein Hühnerei groß, aber freilich bei 60facher Vergrößerung! Er ist sicher verwahrt zwischen zwei Gläschen, an deren oberem er in einem hängenden Wassertropfen sich befindet. So glaubt er sich frei in seinem Element, wie einst im berliner Thiergarten, wo er vielleicht der nächste und zudringlichste Nachbar des kleinen Tulpenbeets sein mochte. Er theilt mit ihm die uns Menschen nicht zutheil gewordene Gabe der Durchsichtigkeit. Sein schnabelartig zugespitzter Kopf trägt ein stets rollendes Auge, auf dessen schwarzem Pigment die vielen Krystalllinsen erkennbar sind, durch welche das Thierchen nach allen Richtungen der Wind- und Wasserrose zugleich sehen kann. Dahinter das Gehirn, das Denkorgan des Wasserfloh. Leider reicht aber auch das Mikroskop nicht aus, um seine Gedanken lesen zu können. Vermuthlich beziehen sich dieselben allermeist nur auf den Magen, der sich vom Kopf aus durch den ganzen Körper erstreckt. Dicht über ihm am Rücken des Thiers schlägt das Herz in regelmäßigen Pulsationen und schickt das Blut durch den Körper, dessen Kreislauf wir an den kleinen Blutkügelchen deutlich verfolgen können. Die Schalen, durch die es reichlich strömt, sowie die zwischen ihnen befindlichen, hin und her schwingenden Füßchen dienen zum Athmen. Am merkwürdigsten aber sind die in einer Höhlung am Rücken unter der Schale befindlichen Eier des Thierchens, welche dort in allmählicher Entwicklung zu jungen Thieren sich umgestalten. Nach einer Reihe von Furchungen tritt die Gliederung des Körpers hervor, das Auge entwickelt sich aus zwei anfangs getrennten Hälften, das Herz beginnt zu pulsiren, und endlich arbeitet sich der junge Wasserfloh in das freie Wasser des hängenden Tropfens hervor.

So zeigt jedes neue Instrument etwas anderes: Würmer, welche sich durch Theilung vermehren, Pilze, welche in oder auf Thieren sich entwickeln, Bacterien, welche das Faulen des Fleisches bewirken haben, Wunder für den, der diese Erscheinungen noch nicht kennt, Wunder auch für den, der an der äußerlichen Auffassung sich nicht genügend, den Zusammenhang der Lebenserscheinungen zu verstehen sucht. Was in uns selbst vorgeht, wenn unser Blut durch die Adern rinnt, zeigt uns die ausgespannte Schwimmhaut eines mit dem Pfeilgift der Indianer betäubten Frosches. Wir sehen die Blutkügelchen sich schieben und drängen, indem sie aus den pulsirenden Arterien übergehen und die tausendfach verästelten Capillaren und aus diesen sich wieder sammeln in Venen, welche das Blut zum Herzen zurückführen. Es sind nicht allein die Lebensgewohnheiten, welche im Mikroskop sich uns zeigen; es sind die Lebensvorgänge der beobachteten Geschöpfe.

Das Gebiet der mikroskopischen Forschung ist ein viel zu weites, als daß wir hier versuchen dürften, ihm nach allen Richtungen zu folgen; was wir zu constatiren haben, ist nur, daß das Mikroskopische Aquarium durch seine zweckmäßigen Einrichtungen dahin gelangt ist, dieses Gebiet auch dem Laien zugänglich zu machen und ihm dadurch den Gewinn einer tiefer dringenden Naturanschauung zu verschaffen. Mag für viele der Aufenthalt in einem schönen Zoologischen oder Botanischen Garten oder in der Wunderwelt der großen Aquarien mehr Anziehungskraft haben; dauernder, man möchte sagen ergreifender ist der Eindruck, den uns der Einblick in die wenn auch noch so kleine Werkstätte der Natur hinterläßt.

Dem überwiegend belehrenden Charakter des Instituts entsprechend, sind die Räume freundlich und hell, die Ausstattung einfach und würdig. Pflanzengruppen in den Zimmern, Aquarien auf den Tischen, Vorlesungstafeln an den Wänden, endlich mikroskopische Photographien an den Glasthüren: das macht den Schmuck des Locals aus. Und um dem einmal geweckten naturwissenschaftlichen Interesse auch nach anderen Richtungen hin Nahrung zu geben, so finden wir neben den Mikroskopen noch einige Instrumente anderer Art, Spectroskope, mit einem Heliostaten als Hilfsapparat, eine Lichtmühle und, von der Höhe des Kuppelsaals herabhängend und in langsamen Schwingungen sich bewegend, ein Foucault'sches Pendel, welches bekanntlich den





Die Inneneinrichtung des Mikroskopischen Aquariums in einer zeitgenössischen Illustration.



deutlichsten Beweis für die Drehung der Erde liefert. Außer den mikroskopischen Thieren sind auch größere vorhanden: Wanderheuschrecken, welche im Institut sogar schon Eier gelegt haben, Raupen verschiedener Arten, Schnecken, Spinnen u. dgl. m., als Anfänge zu einem großen Vivarium wirbelloser Thiere.

Das neue und mit verhältnismäßig sehr bescheidenen Mitteln ins Leben gerufene Institut hat sich ein Gebiet erobert, dessen Beobachtung in besonders hohem Maß die lebende Natur verstehen lehrt. Und gleichzeitig ist ihm durch die Verwendung optischer Hilfsapparate auch das Gebiet der Physik eröffnet und ihm der Weg gebahnt, in immer umfassenderem Sinne ein populär-naturwissenschaftliches Institut zu werden. Unsere Zeit drängt nach solchem Ziel hin, denn überall hält man die Ausbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse und naturwissenschaftlichen Denkens für einen der wichtigsten Hebel künftigen Gedeihens und Fortschritts.

Es dürfte sich daher für die Fortentwicklung der neuen Art von Naturanstalten eine weite Perspektive eröffnen. Wie jene ältern, die Zoologischen Gärten und später die Aquarien, aus einzelnen Centren beginnend, allmählich über alle größeren Städte sich verbreitet und sich dasselbst die Anerkennung und Liebe des gebildeten Publikums gewonnen haben, so wird gewiß auch das Mikroskopische Aquarium zu Berlin, vielleicht schon durch unsere Beschreibung,

überall das verdiente Interesse finden und die Veranlassung werden, auch dieser Art von Naturanstalten eine weitere Verbreitung zu geben.“

Es entzieht sich unserer Kenntnis, was aus dem Mikroskopischen Aquarium geworden ist und was die Gründe dafür waren, daß es offenbar nicht mehr existiert. So neu und revolutionär ist aber demnach die Forderung nicht, die heutzutage immer deutlicher vorgebracht wird, nämlich nicht nur durch Zoologische und Botanische Gärten sowie durch Aquarienanlagen für jedermann einen Zugang zur Tier- und Pflanzenwelt zu schaffen, sondern durch den Einsatz moderner Kommunikationstechnologie wie beispielsweise der Video-Mikroskopie jedem Interessierten einen breitgefächerten Einblick in die mikroskopische Lebewelt zu ermöglichen (Hausmann, Hülsmann, 1988).

#### **Literaturhinweis**

Hausmann, K., Hülsmann, N.: Faszinierender Mikrokosmos. In: Klös, H.-G., Lange, J. (Hrsg.): Tierwelt hinter Glas. Das Zoo-Aquarium Berlin, S. 93–102. arani/Haude & Spener, Berlin 1988.

*Verfasser:* Dr. Gerhard Teichert, Preußenallee 42, D-14052 Berlin, und Prof. Dr. Klaus Hausmann, Freie Universität Berlin, Institut für Zoologie, AG Protozoologie, Königin-Luise-Straße 1–3, D-14195 Berlin

## **Nachricht**

### **5. Internationale Mikroskopie-Tage in Hagen**

Auf Wunsch vieler Berufs- und Hobby-Mikroskopiker wird die Naturwissenschaftliche Vereinigung Hagen e.V. vom 28. bis 30. Oktober 1994 die 5. Internationale Mikroskopie-Tage in Hagen ausrichten. Die Leitung übernehmen Gerhard Göke und Jürgen Stahlschmidt. Bei dieser Vortrags- und Diskussionsveranstaltung, die mit einer Ausstellung von Mikroaufnahmen, Postern und Geräten verbunden ist, steht das Mikroskop und seine Peripherie-Geräte im

Mittelpunkt des Interesses. An ausgewählten mikroskopischen Objekten werden wie bisher die verschiedensten Techniken demonstriert und diskutiert. Die Teilnehmer an den 3. und 4. Internationalen Mikroskopie-Tagen in Hagen erhielten die Einladung mit Anmeldeformular und Hotelverzeichnis per Post. Andere Interessenten werden gebeten, diese Unterlagen anzufordern.

Naturwissenschaftliche Vereinigung Hagen e.V. Mikroskopie-Tage – Bahnhofstr. 27 D-58095 Hagen, Telefon (0 23 31) 3 17 54.

## Der Wassertropfen

Hans Christian Andersen

**Von Märchenerzählern erwartet man phantastische Geschichten, die irgendwo im Unwirklichen handeln. Für einen Nicht-Mikroskopiker mag die folgende Geschichte von Hans Christian Andersen unwirklich sein. Der Mikroskopiker weiß, daß es die Realität ist, die mit etwas ungewöhnlichen Worten wiedergegeben wird. Schade ist eigentlich nur, daß Andersen die Einzeller mit überwiegend negativen Vorzeichen charakterisiert.**

*Du kennst doch sicher ein Vergrößerungsglas, so ein rundes Brillenglas, das alles hundertmal größer macht, als es ist? Wenn man es nimmt und vor das Auge hält und einen Wassertropfen vom Teich draußen anschaut, dann sieht man über tausend wunderliche Tiere, die man sonst nie im Wasser sieht, aber sie sind da und es ist Wirklichkeit. Es sieht fast so aus, wie ein ganzer Teller voll kleiner Krebse, die durcheinander springen, und sie sind so grimmig, sie reißen einander Arme und Beine, Stücke und Teile ab, und sind doch fröhlich und vergnügt auf ihre Art.*

*Nun war einmal ein alter Mann, den alle Leute Kribbel-Krabbel nannten, denn so hieß er. Er wollte stets bei einer jeden Sache das Beste herauskriegen, und wenn es gar nicht gelingen wollte, dann nahm er es mit Zauberei.*

*Nun sitzt er eines Tages und hält das Vergrößerungsglas vor das Auge und schaut einen Wassertropfen an, der draußen von einer Wasserpfütze im Graben genommen war. Nein, wie es da kribbelte und krabbelte! All die tausend Kleintiere hüpfen und sprangen, zerrten aneinander und fraßen aneinander.*

*„Ja, aber das ist ja abscheulich!“ sagte Kribbel-Krabbel, „kann man sie nicht dazu bringen, in Frieden und Ruhe zu leben, und daß jeder sich um das Seine kümmert?“ Und er dachte und dachte, aber es wollte nicht gelingen, und dann mußte er zaubern. „Ich muß ihnen Farbe geben, damit sie deutlicher werden können“, sagte er, und dann goß er etwas wie ein Tröpfchen roten Weines in den Wassertropfen, aber es war Hexenblut, die allerfeinste Sorte zu zwei Schilling; und dann wurden alle die wunderlichen Tiere rosenrot über den ganzen Körper, es sah aus wie eine ganze Stadt voll nackter Wilder.*

*„Was hast du da?“ fragte ein anderer alter Zauberer, der keinen Namen hatte, und das war just das Feine an ihm.*

*„Ja, kannst du erraten, was es ist“, sagte Kribbel-Krabbel, „dann werde ich es dir schenken; aber es ist nicht leicht herauszufinden, wenn man es nicht weiß.“ Und der Zauberer, der keinen Namen hatte, schaute durch das Vergrößerungsglas. Es sah wirklich aus wie eine ganze Stadt, in der alle Menschen ohne Kleider herumlaufen! Es war scheußlich, aber noch scheußlicher war es zu sehen, wie der eine den andern puffte und stieß, wie sie sich zwickten und zwackten, einander bisßen und einander hervorzerrien. Was zuunterst war, wollte zuoberst sein, und was zuoberst war, wollte zuunterst sein. „Schau, schau! Sein Bein ist länger als meins. Paff, weg damit! Da ist einer, der eine kleine Beule hinter dem Ohr hat, eine kleine, unschuldige Beule, aber sie quält ihn, und so soll sie noch mehr quälen!“ – Und sie hackten nach ihm, und sie zerrten an ihm, und sie fraßen ihn um der kleinen Beule willen. Da saß einer so still wie eine kleine Jungfrau und wünschte bloß Frieden und Ruhe; aber dann mußte die Jungfrau hervor, und sie zerrten an ihr, und sie rissen an ihr, und sie fraßen sie!*

*„Das ist außerordentlich lustig!“ sagte der Zauberer.*

*„Ja, aber was glaubst du, daß es ist?“ fragte Kribbel-Krabbel. „Kannst du es herausfinden?“*

*„Das ist doch leicht zu sehen“, sagte der andere, „das ist ja Kopenhagen oder eine andere große Stadt, sie gleichen ja alle einander. Eine große Stadt ist es.“*

*„Es ist Grabenwasser!“ sagte Kribbel-Krabbel.*



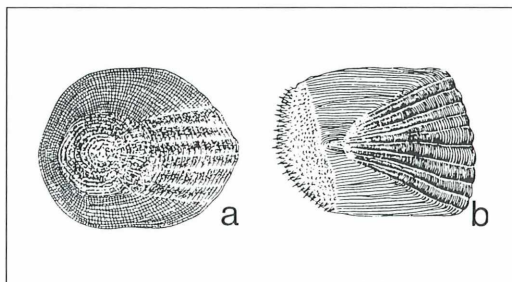
# Altersbestimmung bei Fischen anhand von Schuppenproben

Andreas Vilcinskas

**Auf den Schuppen von Knochenfischen befinden sich lichtmikroskopisch erkennbare Strukturen, die für die Altersbestimmung geeignet sind. Die Altersbestimmung anhand von entnommenen Schuppenproben wird häufig bei der Berechnung des Wachstums von Fischen bzw. von Fischpopulationen im Rahmen fischereibiologischer Untersuchungen angewendet. Damit auch Mikroskopiker das Alter eines Fisches an seinen Schuppen ermitteln können, wird diese mit geringem Aufwand verbundene Methode hier vorgestellt und erläutert.**

**B**ei Fischen sind die Schuppen Hautstrukturen mesodermalen Ursprungs, die in der Lederhaut (Corium) gebildet werden. Sie bestehen überwiegend aus organischen Bestandteilen, wie Kollagen, und tertiärem Kalziumphosphat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ). Die Anzahl der Schuppen entlang bestimmter Strukturen wie den Seitenlinien, ihre Anordnung und Form variieren bei den verschiedenen Fischarten innerhalb bestimmter Grenzen und werden bei der Artdiagnose als Bestimmungsmerkmal herangezogen. Die Schuppen wachsen dachziegelartig angeordnet und dienen dem Schutz vor mechanischen Verletzungen oder Parasitenbefall. Neben den Schuppen befinden sich in der Lederhaut auch sogenannte Chromatophoren, die Farbpigmente enthalten und den Fischen ihre jeweilige Färbung verleihen. Man unterscheidet nach den jeweils enthaltenen Pigmenten zum Beispiel Melanophoren (Melanin), Xanthophoren (gelbe Pigmente), Erythrophoren (rote Pigmente) oder Iridozyten (Guanin). Letztere verursachen den silbrigen Glanz vieler Fischarten, da die darin enthaltenen Guaninkristalle das Licht reflektieren. Die über den Schuppen befindliche Oberhaut (Epidermis) enthält Zellen, die einen Schleim produzieren, der den entstehenden Reibungswiderstand beim Schwimmen herabsetzt und Abwehrfunktionen besitzt. So sind in ihm Substanzen enthalten, welche das Wachstum von Bakterien und Pilzen hemmen (z.B. Lysozym).

Bei den meisten einheimischen Fischarten sind die Schuppen am freien Rand gerundet. Man bezeichnet sie als Rund- oder Cycloidschuppen (z.B. bei den Karpfenartigen). Fischarten aus

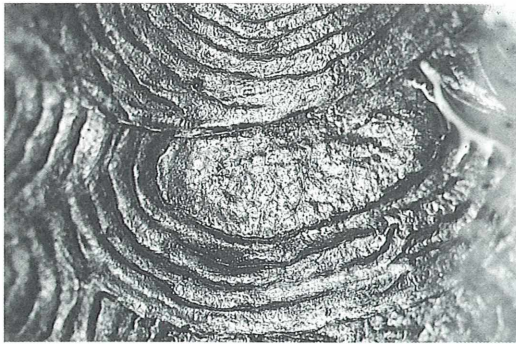


**Abb. 1: a Cycloidschuppe eines Karpfenartigen; b Ctenoidschuppe eines Barschartigen.**

der Familie der Barschartigen tragen am kopfwärts (oralen) gerichteten Rand der Schuppen kleine Zähne oder Haken. Aus diesem Grund spricht man bei ihnen von Kamm- oder Ctenoidschuppen (Abb. 1).

## Aufbau und Struktur der Fischschuppe

Das Vorderende der Schuppen ist jeweils in schrägen Taschen eingebettet. An den Rändern dieser Schuppentaschen wächst die Schuppe durch die Tätigkeit dort befindlicher Zellen (Skleroblasten). Sie besteht aus zwei Schichten, in denen keine Knochenzellen enthalten sind. Die obere, lichtbrechende Deckschicht wird als von Hofer Hyalodentinschicht, die faserige, darunter liegende als Basalschicht bezeichnet. Die Art und Weise der Ausbildung der Jahresringe unterscheidet sich z.B. von der im Stammquerschnitt bei Bäumen. Bei Fischen wachsen die Schuppen in Form von dünnen La-



**Abb. 2: Oberflächenstrukturen auf der Schuppe eines Guppys *Poecilia reticulata*. Man erkennt die Ringleisten (Sklerite) und Furchen (Striae). Foto: K. Hausmann, Berlin.**

gen, die übereinander liegen. Der Durchmesser der neu gebildeten Schichten nimmt mit dem Wachstum des Fisches zu, so daß die einzelnen Schichten pyramidenförmig übereinander liegen. Die untere Lage ist dabei jeweils die größte und jüngste. In der Aufsicht erkennt man die übereinanderliegenden Schichten in Form von Wachstumsringen. Diese charakteristischen Oberflächenstrukturen werden durch die sogenannten Ringleisten (Sklerite) und Furchen (Striae) gebildet (Abb. 2). Die Sklerite und Striae werden bei schnellen Wachstumsphasen mit größeren Abständen zueinander angelegt als in Phasen mit geringem Wachstum.

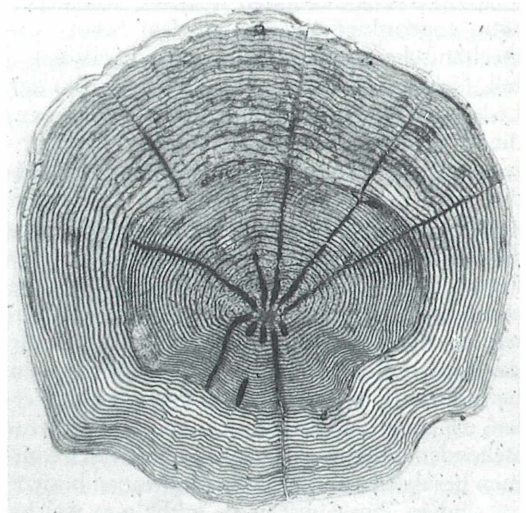
Da der Stoffwechsel bei Fischen u.a. von der Umgebungstemperatur beeinflusst wird und das Nahrungsangebot in unseren Breiten jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, sind die Zuwachsraten in heimischen Gewässern in den Sommermonaten höher. Den Winter überdauern viele einheimische Fischarten in einer Winterruhe, bei der die Stoffwechselrate und damit auch das Wachstum auf ein Minimum herabgesetzt wird.

Unter einem Binokular oder Mikroskop erscheinen auf der Schuppe helle und dunkle Ringe. Einem hellen Ring entsprechen die in den Sommermonaten mit weiteren Abständen zueinander angelegten Sklerite und Striae. Die in den Wintermonaten angelegten Sklerite dagegen stehen aufgrund der geringeren Wachstumsgeschwindigkeit enger und bilden einen dunklen Ring. Der äußere Rand eines dunklen Ringes wird als Anulus bezeichnet. Da Fische in den gemäßigten Breiten innerhalb eines Jah-

res jeweils eine Phase mit beschleunigtem und verringertem Wachstum haben, entspricht ein heller und ein dunkler Ring der Zone auf der Schuppe, die im Laufe eines Jahres angelegt wurde (Abb. 3).

Die konzentrisch angeordneten Sklerite bei einer Fische Schuppe werden von radial verlaufenden Furchen unterbrochen. Diese als Radien bezeichneten Strukturen sind ebenfalls für die Altersbestimmung anhand von Schuppenproben relevant.

Die Altersbestimmung bei Fischen gehört zu den wichtigsten fischereibiologischen Untersuchungsmethoden. Mit ihrer Hilfe läßt sich die quantitative Zusammensetzung bestimmter Altersgruppen innerhalb einer Fischpopulation und ihr Wachstumsverlauf erfassen und beschreiben. Solche Analysen werden in der Praxis häufig an fischereilich genutzten Fischbeständen oder im Rahmen von Schutzmaßnahmen für Fische durchgeführt. Aber auch Angler, Aquarianer und Mikroskopiker sind gelegentlich daran interessiert, das Alter eines Fisches zu erfahren.



**Abb. 3: Schuppe einer zweisömmrigen (2+) Plötze. Die mit größerem Abstand zueinander stehenden Sklerite wurden in den Sommermonaten angelegt, die enger zusammenstehenden in den Wintermonaten. Foto: K. Hausmann, Berlin.**



Neben den Schuppen sind auch andere Hartstrukturen des Fischkörpers für eine Altersbestimmung geeignet. So manifestieren sich die Wachstumsphasen eines Fisches auch bei den Kiemendeckeln (Opercula), den Flossenstrahlen, den Wirbeln und den Gehörsteinchen (Otolithen) in Form bestimmter Strukturen, die Rückschlüsse auf das Alter des jeweiligen Fisches ermöglichen. Die einzelnen Hartstrukturen sind für die Altersbestimmung bei verschiedenen Fischarten unterschiedlich geeignet. An Fischen, die keine (z.B. der Wels *Silurus glanis* L.) oder nur sehr kleine Schuppen haben (z.B. der Aal *Anguilla anguilla* L.) wird das Alter anhand der Otolithen, Flossenstrahlen oder Kiemendeckel bestimmt.

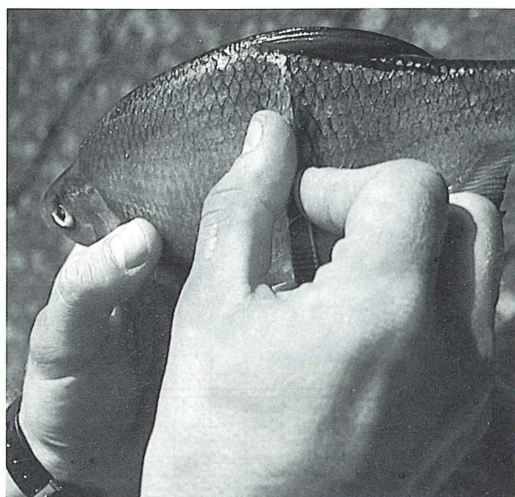
Im folgenden wird nur auf die Altersbestimmung anhand von Schuppenproben eingegangen, da diese Methode mit geringem präparativen Aufwand durchgeführt werden kann und am häufigsten in der Praxis angewendet wird. Darüber hinaus können die Schuppen bei den meisten Fischarten entnommen werden, ohne die Tiere verletzen oder töten zu müssen. Fische können entnommene oder ausgefallene Schuppen regenerieren.

## Material und Methode

Die Entnahme der Schuppen erfolgt bei Fischen mittels eines Skalpells, das vorsichtig kopfwärts (gegen den Strich) geführt wird. Um zu gewährleisten, daß die Schuppen von vergleichbaren Körperregionen stammen, werden die Schuppen zwischen der Rückenflosse und der Seitenlinie entnommen (Abb. 4).

Für eine Altersbestimmung empfiehlt es sich, mehrere Schuppen (3–6) zu entnehmen, in Wasser von anhaftenden Schleimhautresten zu befreien und auf einen Objektträger zu überführen. Für die Herstellung von Dauerpräparaten ist es besser, die Schleimhautreste zu entfernen, indem die Schuppenproben über Nacht in eine 3 bis 4 %ige Wasserstoffperoxidlösung eingelegt werden.

In der Praxis werden den gefangenen Fischen häufig am Gewässer die Schuppen entnommen und bis zur Altersbestimmung im Labor in Papiertütchen aufbewahrt, auf denen für jeden Fisch die Art und die gemessene Länge vermerkt sind. Die gefangenen Fische können bei sachgerechter Handhabung meistens nach dem



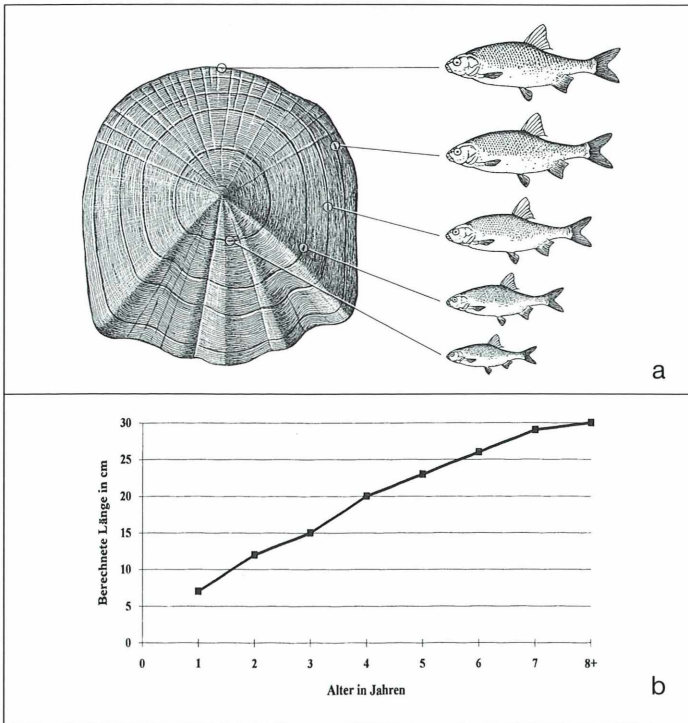
**Abb. 4:** Entnahme von Schuppenproben mit einem Skalpell, das im Bereich oberhalb der Seitenlinie und unterhalb der Rückenflosse kopfwärts geführt wird.

Vermessen und der Entnahme der Schuppen in das Gewässer zurückgesetzt werden.

Für die Altersbestimmung werden die Schuppen eines Fisches auf einen Objektträger überführt, mit einem zweiten bedeckt (keine Deckgläschen verwenden), an den Rändern mit Klebeband umwickelt und beschriftet. Anschließend werden die für die Altersbestimmung relevanten Strukturen unter dem Mikroskop oder einem Binokular untersucht. Weiterhin ist es möglich, die Schuppen in normale Glasdiarahmen einzuspannen, die Dias auf eine Leinwand zu projizieren und dort die Altersbestimmung vorzunehmen.

Die auf den Schuppen befindlichen konzentrisch angeordneten Sklerite und Striae bilden in Abhängigkeit von ihrem Abstand zueinander helle und dunkle Ringe (Abb. 5). Ein heller Ring und ein dunkler Ring bilden einen Jahresring.

Die radial verlaufenden Furchen (Radien) sind bei der Bestimmung des Alters ebenfalls von Bedeutung. Während die in den Sommermonaten gebildeten Striae meist parallel auf die Radien treffen, laufen die in den Wintermonaten angelegten leicht angewinkelt bzw. spitz auf diese zu (Abb. 6). Bei langsam wachsenden Fischen ist das Auszählen der Zonen mit abgewinkelt und parallel laufenden Jahresringen bei der Altersbestimmung besser geeignet, da die

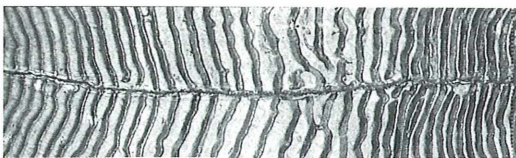


**Abb. 5 a:** Das Längenwachstum eines Fisches kann anhand von Schuppenproben berechnet werden, da der jährliche Zuwachs des Schuppenradius proportional zur Längenzunahme erfolgt. Auf der Abbildung wurden die Abstände der erkennbaren Jahresringe (Anuli) zum Schuppenzentrum markiert und dem Längenwachstum gegenübergestellt.

**b:** Bei einer 30 cm langen Plötze (*Rutilus rutilus* L.) wurden Schuppenproben entnommen und ihre Körperlänge in den vorangegangenen Jahren berechnet. Durch die Verknüpfung der ermittelten Werte entsteht eine Wachstumskurve, bei der die unterschiedlichen Zuwachsraten im Verlauf eines Jahres nicht berücksichtigt sind. Zeichnung: Peter Adam, Berlin.

unterschiedlich weit auseinanderliegenden Sommer- und Winterringe nur schwer zu erkennen sind.

Die Deutung der Jahresringe erfordert Übung und Sachkenntnis. Auch erfahrene Fischereibiologen können nicht an allen Schuppenproben das Alter eines Fisches exakt bestimmen. Faktoren wie Witterungseinflüsse, Nahrungsangebot oder Krankheiten führen gelegentlich dazu, daß nicht erkennbare Jahresringe ausgebildet werden. Weiterhin werden im ersten Jahr bei manchen Fischen keine Wachstumsringe auf den Schuppen angelegt.



**Abb. 6:** Schuppe eines Bleis (*Abramis brama* L.) unter dem Mikroskop. Die in den Sommermonaten angelegten Sklerite treffen senkrecht auf die Radialen (links), die in den Wintermonaten angelegten leicht abgewinkelt (rechts). Foto: K. Hausmann, Berlin.

### Wachstumsanalyse an Fischen

Fische gehören zu den Wirbeltieren, die ein offenes Wachstum haben. Sie wachsen nicht nur bis zum Eintritt der Geschlechtsreife, eine Längen- und Gewichtszunahme erfolgt bis zum Tod, wobei diese von genetischen und äußeren Faktoren, wie Nahrung und Temperatur, beeinflußt werden. Nach dem Eintritt der Geschlechtsreife verringert sich die Zuwachsrates bei Fischen. Bei der Berechnung der individuellen Längenzunahme eines Fisches anhand von entnommenen Schuppenproben nutzt man die Tatsache, daß Schuppen- und Längenwachstum miteinander korreliert sind. Bei den Schuppen erfolgt die Größenzunahme in der Regel proportional zum Längenwachstum des Fisches (Abb. 5).

Für die Berechnung des Längenwachstums werden die entnommenen Schuppen in Glasdiarahmen fixiert und mit einem Diaprojektor auf eine Leinwand projiziert. Anschließend werden entlang des caudalen Radius die Abstände vom Mittelpunkt der Schuppe bis zu den äußeren Rändern der Anuli und des Schuppenrandes gemessen. Die Körperlänge des Fisches in den



vorangegangenen Jahren läßt sich aus dem Verhältnis der jeweiligen Anuli-Radien zum Gesamtradius der Schuppe berechnen. Die Ermittlung der erreichten Körperlänge in einem bestimmten Alter erfolgt nach der Formel

$$Lt = L \times Rt/R$$

Dabei bedeuten: Lt Länge des Fisches zur Zeit t

L Länge des Fisches beim Fang

Rt Teilradius für die Zeit t

R Schuppenradius (bis zum äußeren Rand)

Da Fische die Schuppen erst bei einer bestimmten Länge anlegen, muß die Gliederung mit diesem Faktor (k) korrigiert werden.

$$Lt = Rt/R \times (L-k) + k$$

Die individuelle, zeitabhängige Längenzunahme läßt sich in der Regel graphisch in Form einer Kurve beschreiben (Abb. 5 b)

### Wachstumsanalyse an Fischpopulationen

Um den Wachstumsverlauf einer Fischpopulation analysieren zu können, müssen einer für eine statistische Anwendung ausreichenden Anzahl von Fischen Schuppenproben für die Altersbestimmung entnommen werden (mindestens 50 Exemplare). Dabei ist zu beachten, daß bei der Entnahme der Schuppenproben das gesamte Längenspektrum der gefangenen Fische einer Art berücksichtigt wird. Dies setzt die Anwendung von Fischereimethoden voraus, mit denen die unterschiedlichen Längenspektren der Fische gleichmäßig und repräsentativ erfaßt werden können. Da die im Rahmen von Bestandsaufnahmen bei Fischen verwendeten Fangmethoden (Elektro-, Stellnetz-, Schleppnetz, Zugnetz- und Reusenfischerei) das Längenspektrum der Fische mehr oder weniger selektiv erfassen, ist der kombinierte Einsatz dieser Methoden sinnvoll.

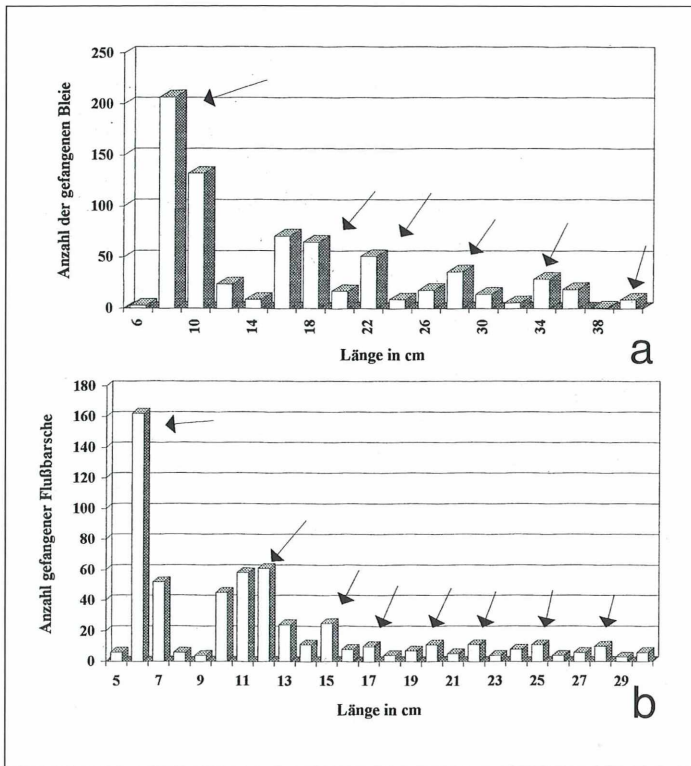
Die gefangenen Fische werden der Länge nach vermessen und ihr Alter über die entnommenen Schuppen bestimmt. Anschließend stellt man die gewonnenen Daten in Form einer Alters-Längen-Verteilung zusammen. Dabei werden die untersuchten Fische bestimmten Altersklassen zugeordnet. Die Laichzeit der meisten einheimischen Fischarten liegt im Frühjahr. Fi-

Länge (cm)	Alter in Jahren									Summe
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	
7	6									6
8	4	2								6
9		3								3
10		2								2
11		8								8
12			1							1
13			3							3
14			4							4
15			5							5
16			4	2						6
17			1	3						4
18				1						1
19				1	1					2
20				2						2
21					1					1
22					1					1
23					2	1				3
24					2	1				3
25						2				2
26						2				2
27							1			2
28							2			2
29							1	1		2
30								1	1	2
Summe	10	15	18	7	7	6	4	2	1	73

Länge (cm)	Alter in Jahren									Summe
	0	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
3	20									20
4										
5										
6		3								3
7		9								9
8		6								6
9		2								2
10										
11			2							2
12			8							8
13			2							2
14				3						3
15				5						5
16				4						4
17				1	1					2
18					2	3				5
19						2				2
20						2				2
21						1	1			2
22							1			1
23							1			1
24								1		2
25								1		1
28										
30										
32								1		1
35									1	1
Summe	20	20	12	13	3	8	4	3	1	83

**Abb. 7: Alters-Längen-Verteilung gefangener Plötzen (*Rutilus rutilus* L.) (oben) und Flußbarsche (*Perca fluviatilis* L.) (unten). Bei der Entnahme der Schuppenproben wurde das gesamte Längenspektrum der mit dem kombinierten Einsatz der Elektro- und Stellnetz-fischerei gefangenen Fische erfaßt (Fangzeit Ende Juni 1993).**

sche, die im selben Jahr geschlüpft sind (Fischbrut bzw. Jungfische) werden der Altersklasse 0 zugeordnet. Läßt sich an den Schuppen erkennen, daß die entnommenen Fische im laufenden Jahr einen Zuwachs aufweisen (wenn die äußeren Striae weit auseinander liegen und einen hellen Ring bilden), wird bei der entsprechenden Altersklasse das Symbol + ergänzt.



**Abb. 8 a:** Längenhäufigkeitsverteilung gefangener Bleie (*Abramis brama* L.) nach einer Schleppnetzfisherei in der Havel bei Berlin (März 1990). **b:** Längenhäufigkeitsverteilung von Flußbarschen (*Perca fluviatilis* L.), die mit dem kombinierten Einsatz der Elektro- und Stellnetzfisherei in der Havel bei Berlin gefangen wurden (August 1993). Die häufigeren Längengruppen (Peaks), denen einzelne Jahrgänge entsprechen, sind mit Pfeilen markiert.

Die Altersangabe 4+ bedeutet zum Beispiel, daß der gefangene Fisch vier Jahre alt ist und zum Fangzeitpunkt eine erhöhte Zuwachsrates aufwies (Abb. 7).

Anhand der Alter-Längen-Verteilung läßt sich die durchschnittliche Länge der jeweiligen Altersklassen ermitteln und graphisch darstellen. Aus dem Wachstumsverlauf einer Fischpopulation können u.a. Rückschlüsse auf das Nahrungsangebot im jeweiligen Gewässer gezogen werden. Eine unterdurchschnittliche Längenzunahme zeigt die sogenannte Zwergwüchsigkeit eines Fischbestandes an. Erreichen die Fische mit einer unterdurchschnittlichen Länge die Geschlechtsreife, wird dies als Verbutung bezeichnet.

### Statistische Methode

Innerhalb populationsbiologischer Untersuchungen wird die Altersbestimmung anhand von Schuppenproben meist im Zusammenhang mit statistischen Methoden eingesetzt. Dabei wird eine statistisch ausreichende Anzahl von

gefangenen Fischen der Länge nach vermessen und die Häufigkeit der einzelnen Größenklassen ermittelt. Diese ist in einem geeigneten Längenraster nicht homogen. Normalerweise nimmt der Anteil größerer und damit älterer Fische in einer Population ab. Weiterhin sind in der Regel die einzelnen Längengruppen bei einer Längenhäufigkeitsverteilung unterschiedlich stark repräsentiert, was bei der graphischen Darstellung in Form von Peaks in Erscheinung tritt. Die häufigeren Längengruppen entsprechen dann oft einzelnen Jahrgängen, denen ein Alter zugeordnet werden kann. Da der dänische Fischereibiologe Petersen diese Methode intensiv praktizierte, wird sie als Petersenmethode bezeichnet (Abb. 8).

Für die richtige Interpretation der Altersbestimmung anhand von entnommenen Schuppenproben ist die Erstellung einer Längenhäufigkeitsverteilung der gefangenen Fische hilfreich. Diese gibt Aufschluß über die Anzahl der enthaltenen Jahrgänge. Bei der Deutung der an den Schuppen erkennbaren Jahresringe arbeitet man mit der statistischen Methode nach dem Prinzip der wechselseitigen Erhellung. Treten



z. B. bei einem Fisch sechs häufige Längenklassen (Peaks) bis zu einer Länge von 30 cm auf, ist anzunehmen, daß ein Fisch mit dieser Länge sechs Jahre alt ist. Können auf seinen Schuppen nur fünf Anuli bestimmt werden, wurde wahrscheinlich ein Jahresring nicht ausgebildet. Ergibt die Alter-Häufigkeits-Verteilung eindeutig, daß mehr Altersstufen in einem Fang enthalten sind als aus der Längen-Häufigkeits-Verteilung zu ersehen ist, kann dies z. B. bedeuten, daß ein Jahrgang fehlt oder unterrepräsentiert ist, weil der Reproduktionserfolg eines Jahrgangs geringer war oder die verwendeten Fischereimethoden das Längenspektrum selektiv erfaßten. Um bei Wachstumsanalysen an Fischpopulationen gesicherte Aussagen machen zu können, ist ein erheblicher Aufwand und praktische Erfahrung erforderlich.

Dem Mikroskopiker erschließt das Studium von Fischschuppen ein interessantes Betätigungsfeld. Während die Gewinnung und Präpa-

ration der Schuppen eines Fisches relativ einfach ist, braucht man für die Deutung seines Alters anhand der darauf befindlichen Strukturen etwas Übung.

### **Literaturhinweise**

Segerstrale, C.: Über scalimetrische Methoden zur Bestimmung des linearen Wachstums bei Fischen, insbesondere bei *Leuciscus idus* L., *Abramis brama* L. und *Perca fluviatilis* L. Acta Zoologica Fennica 15, 1–168 (1933).

Summerfelt, R. C., Hall, G. E. (Eds.): The age and growth of fish. Iowa State University Press, Ames 1987.

Suworow, J. K.: Allgemeine Fischkunde. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaft, Berlin 1959.

Vilcinskas, A.: Einheimische Süßwasserfische. Natur Buch Verlag, Augsburg 1993.

*Verfasser:* Dipl.-Biol. Andreas Vilcinskas, Baerwaldstr. 44, D-10961 Berlin

## **Kurze Mitteilung**

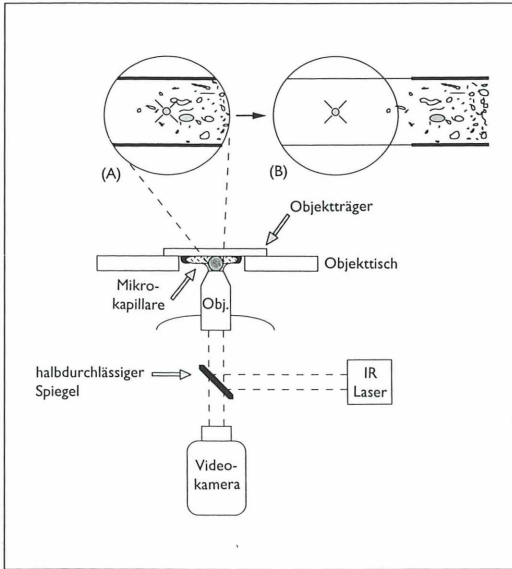
### **Eine „Licht-Pinzette“ zur Isolierung von einzelnen Zellen**

Eine der wichtigsten mikrobiologischen Techniken ist die Isolierung von einzelnen Bakterienzellen. Dazu hat man aufwendige Methoden entwickelt wie Verdünnungsreihen oder die Anwendung eines Mikromanipulators. Das schwierige Problem ist nun mit einer optischen Falle zu lösen, wenngleich ein gewisser apparativer Aufwand notwendig ist.

Das Prinzip dieser „Licht-Pinzette“ ist die Bewahrung des Momentums in den Photonen. Wenn Licht auf die Oberfläche der Zelle auftrifft, verursacht die Brechung eine Richtungsänderung der Photonen. Durch die Richtungsänderung wirken Kräfte auf das getroffene Objekt. Wenn man zur Bestrahlung einen Standardlaserstrahl benutzt, bei dem die Intensität in der Mitte des Strahles liegt und radial nach

außen abfällt, resultiert die Asymmetrie der Intensität durch die Zelloberfläche darin, daß die Zelle zum Zentrum des Strahles wandert. Fokussierung des Laser-Strahles durch den Brennpunkt eines Objektives hoher numerischer Apertur führt dazu, daß die Zelle im Bereich der maximalen Intensität (= Focuspunkt) festgehalten wird. Mit der „Licht-Pinzette“ kann man also eine Zelle dadurch bewegen, daß man den Laserstrahl, das Objektiv oder den Objektträger mit der darauf befestigten Objektkammer verschiebt. Da die Methode von der Brechung, nicht aber von der Absorption des Lichtes abhängt, fügt das eingestrahlte Laserlicht der so gefangenen, lebenden Zelle auch keinen Schaden zu. Wichtig ist, daß man einen Laser mit der Wellenlänge von 1,064 nm benutzt, bei der die Absorption minimal ist. Die Konstruktion einer solchen „optischen Pinzette“, mit der man aus einer willkürlichen

gemischten Population von Bakterien (z.B. aus dem Pansen) Einzelzellen isolieren kann, ist denkbar einfach. Man benötigt ein umgekehrtes (Plankton oder Uthermöl-)Mikroskop (z.B. ACAS/Olympus). Der 1 W Nd: YAG Laser (Hersteller: Line Lite Laser, Mountain View, Californien) hat seine Wellenlänge im nahen Infrarot. Sein Licht wird durch einen halbdurchlässigen Spiegel in den Strahlengang des Ölimmersionsobjektives (100x) mit einer numeri-



**Versuchsanordnung zur Isolierung von Einzelzellen mit Hilfe einer Lichtpinzette im Umkehrmikroskop.** Der Lichtstrahl wird durch einen halbdurchlässigen Spiegel durch das Objektiv in das Gesichtsfeld gelenkt. In der Mikrokapillare, die an der Unterseite des Objektträgers im Immersionsöl aufgehängt ist, befindet sich die Zellpopulation; die beiden dicken Linien in den Gesichtsfeldern (A) und (B) deuten die Seitenwände der Kapillare an. Im Gesichtsfeld (A) ist eine Zelle in der Mitte im Fadenkreuz sichtbar „gefangen“. Durch Verschieben des Objekttisches nach rechts wird die Kapillare verschoben (B), alle Zellen wurden nach rechts verschoben, mit Ausnahme der „gefangenen“ Zelle, die im Fadenkreuz in der optischen Achse festgehalten wurde.

schen Apertur von 1,3 geworfen. Interferenzfilter können den Strahl modulieren. Gute Justierung des Strahles ist sehr wichtig. Der Laserstrahl wird auf dem Schirm einer Videokamera sichtbar gemacht, da der Infrarot-Strahl selbst unsichtbar ist und eine Schädigung des Auges des Beobachters vermieden werden muß.

Die optisch flache Kapillare wird zunächst zu etwa 90 % mit dem sterilen Medium gefüllt, dann der Rest mit einer Probe der zu untersuchenden Bakteriensuspension gefüllt. Sobald eine gewünschte Einzelzelle im Fadenkreuz eingefangen ist, kann diese durch Verschieben des Objekttisches, an dem die Mikrokapillare befestigt ist, aus der Masse der Zellen wie mit einer unsichtbaren Pinzette herausgegriffen werden. Dazu wird der Objekttisch etwa 1–2 cm nach rechts bewegt, so daß die optisch festgehaltene Zelle sich aus der Suspension in das sterile Medium verschiebt. In Wirklichkeit wird die herausgegriffene Zelle im Laser-Strahl festgehalten, während die Zellsuspension sich weg bewegt. Sodann wird das Stückchen der Glaskapillare mit dem sterilen Medium, in dem sich die isolierte Einzelzelle befindet, mit einer sterilen Rasierklinge herausgeschnitten und mit einer sterilen Pinzette auf ein steriles Medium aufgebracht.

Die Effizienz der „Lichtpinzette“ ist etwa 1 %. So ist diese Ein-Schritt-Methode zur Isolierung einzelner Bakterienzellen aus einer komplexen Mikrobengesellschaft sicherlich ein bemerkenswerter Fortschritt. Reinkulturen, vor allem von solchen Zellen, die bei der Routinemethode überwuchert werden, können so erfolgreich hergestellt werden. Die Kombination mit dem Fluoreszenzmikroskop verspricht die Möglichkeit der Isolierung spezifischer Zellen, die ansonsten nicht möglich wäre.

Ashkin, A., Dziedzic, J. M., Yamane, T.: Optical trapping and manipulation of single cells using infrared laser beams. *Nature* 330, 769–771 (1987).  
Mitchell, J. G., Weller, R., Beconi, M., Sell, J., Holland, J.: A practical optical trap for manipulating and isolating bacteria from complex microbial communities. *Microbial Ecology* 23, 113–119 (1993).

H. F. Linskens, Nijmegen (Niederlande)



# Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Pilzen

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

## 10. Humanpathogene Pilze

Jürgen Reiß

**Pilze betreffen den Menschen gleich in mehrfacher Hinsicht: Als Destruenten organischer Substanz sind sie wesentlich am notwendigen Materialrecycling in der Natur beteiligt. Andererseits können sie aber auch die Gesundheit attackieren. Die „Rache der Pharaonen“ (eine Aspergillose) ist nur einer von vielen spektakulären Fällen. Folge 10 dieser Aufsatzserie berichtet über Pilze, die uns an und unter die Haut gehen.**

**K**leinpilze können den Menschen auf vielfältige Weise schädigen. Da gibt es zunächst Vertreter, die in den menschlichen Körper eindringen, dort einzelne Organe befallen und diese in mannigfacher Weise schädigen (*Mykosen*). Sind diese Erreger von Mykosen meist weit verbreitete, hauptsächlich saprobiontisch lebende Bodenpilze (Vertreter der Gattungen *Aspergillus*, *Absidia*, *Mucor* u.a.), so sind die *Dermatophyten* (Hauptpilze) hoch spezialisierte, keratinabbauende Pilze, die fast ausschließlich auf und in der Haut von Mensch und Tier leben können. In den beiden erwähnten Fällen kommen die Schadpilze direkt mit dem Körper in Kontakt. Es kann aber auch vorkommen, daß Pilze, die zu den Schimmelpilzen gezählt werden, auf bestimmten organischen Substraten während ihres Wachstums Giftstoffe (*Mykotoxine*) produzieren, die in den menschlichen Körper gelangen und dort Vergiftungserscheinungen verschiedenster Art (*Mykotoxikosen*) hervorrufen. Die Aufnahme solcher Toxine erfolgt meist über verschimmelte Lebensmittel (Übersicht: Reiß, 1986), doch ist auch bekannt, daß Mykotoxine selbst durch das Einatmen von verschimmeltem Mehlstaub in die Atmungsorgane gelangen können. Von gewisser Bedeutung können auch allergische Reaktionen nach Einatmung bestimmter Pilzsporen sein (*Mykoallergosen*).

Aus der großen Gruppe der erwähnten Schadpilze sind für den Mikroskopiker die Mykosen auslösenden Pilze und die Dermatophyten besonders interessant, da man diese Mikroorganismen nur mit mikroskopischen Untersuchun-

gen identifizieren kann und daher eine große Zahl von Untersuchungsverfahren und Färbetechniken entwickelt worden ist.

### Opportunisten im Körper

Opportunisten sind Saprobionten, die nur unter ganz bestimmten Bedingungen pathogen sein können. Hierzu gehören verbreitete Schimmelpilze der Gattungen *Aspergillus* und der Familie der Mucoraceen (*Absidia*, *Mucor*, *Rhizopus*) sowie die Hefe *Candida*. Diese Organismen sind ständig auf der gesunden Haut, den Schleimhäuten und in den Organsystemen, die mit der Außenwelt in Verbindung stehen, anzutreffen (Wiesmann, 1974), ohne daß sie pathogen sind. Wird jedoch die Immunabwehr infolge von Infektionen oder chronischen Erkrankungen vermindert, können diese Pilze sich ausbreiten und zusätzliche Krankheitserscheinungen hervorrufen.

Einige wichtige Vertreter der Erreger von Endomykosen sollen kurz dargestellt werden; detaillierte Informationen über die verschiedenen Verursacher dieser Krankheitsformen bietet Gemeinhardt (1976).

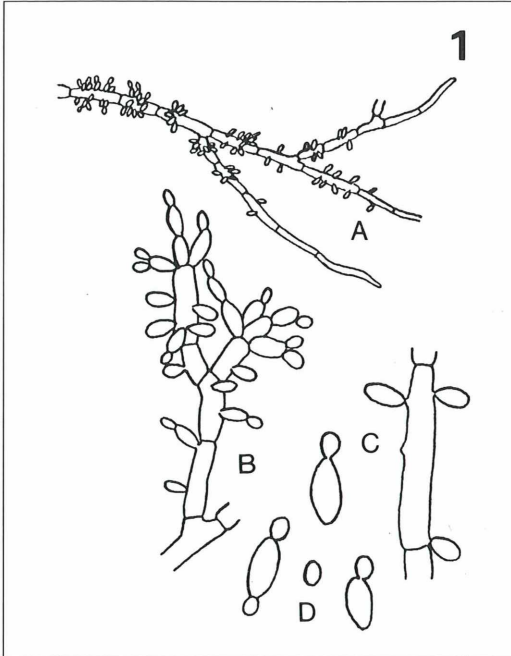
### 1. Sproßpilze

Zu den Sproßpilzen oder Hefen zählt man solche Organismen, deren Vegetationskörper ausschließlich oder überwiegend Sproßzellen (Blastosporien) bilden; Luftmycel und Konidien

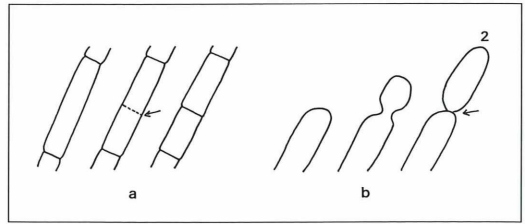
fehlen immer. Die wichtigsten fakultativ-pathogenen Sproßpilze gehören den Gattungen *Candida*, *Cryptococcus* und *Torulopsis* an. Als medizinisch bedeutsamste Gattung soll hier *Candida* vorgestellt werden.

**Gattung *Candida*.** Candidiasis oder Soor ist in erster Linie eine Schleimhautmykose. Etwa 90 % aller Erkrankungen werden durch die Art *Candida albicans* hervorgerufen. Dieser Pilz ist weltweit von allen humanpathogenen Pilzen am stärksten pathogen und am häufigsten anzutreffen (Gemeinhardt, 1976). Seine Bedeutung ist schon daran zu erkennen, daß mehr als 100 Synonyme von ihm existieren.

*C. albicans* wächst in seiner saprobiontischen Form überwiegend als Pseudomycel. Darunter versteht man bei Hefen durch Sprossung gebildete Zellverbände aus langgestreckten Zellen, die äußerlich dem Mycel der Pilze ähneln, jedoch keine nachträglich gebildeten Querwände besitzen. Echte Querwände werden durch die an der Sproßnarbe wieder geschlossenen Zellwände vorgetäuscht (Abb. 1 und 2).



**Abb. 1: Wachstumsformen von *Candida albicans* : A und B Pseudomycel mit Sproßzellen; C seitliche Bildung von Sproßzellen; D ausknospende Sproßzellen (aus Barnett und Hunter, 1986).**



**Abb. 2: Echtes Mycel (a) und Pseudomycel (b). Pfeil: Bildung der Querwand.**

Das Pseudomycel von *C. albicans* schnürt Blastosporen in typischen kompakten Haufen ab. Diese Zellen sind rund bis oval mit einem Durchmesser von 4–6 µm. Am Ende von Pseudomycelfäden werden die charakteristischen Chlamydosporen abgegliedert. Innerhalb des Wirtes beeinflusst die Art des Gewebes den Wachstumstyp. So bildet der Pilz in lockerem bzw. nekrotischem Gewebe ein Pseudomycel, in straffem Gewebe hingegen Blastosporen (Gemeinhardt, 1976). Abbildung 3 zeigt ein massives Aussprossen von Pseudomycelien in einem Pilzthrombus bei *Candida*-Endocarditis. Die Pseudohyphen wachsen ungeordnet nach allen Richtungen (Abb. 4) und besitzen an den Zellgrenzen ringartige Einschnürungen (Abb. 5). Selten sind an den Spitzen der Hyphen Anschwellungen zu beobachten, die Chlamydosporen ähneln (Abb. 6).

*C. albicans* kommt in der Milch euterkranker Kühe (Mastitis) vor und läßt sich in Käse nachweisen. Neuere Untersuchungen ergaben, daß der Pilz auch außerhalb des Warmblüterorganismus anzutreffen ist, so etwa auf Gemüse, verschiedenen Pflanzenteilen und im Boden (Gemeinhardt, 1976). Pflanzen und Böden dürften jedoch nicht der natürliche Standort für *C. albicans* sein.

*C. albicans* ist ein Saprobiot bei Warmblütern. Von wenigen Ausnahmen abgesehen ruft der Pilz nur dann eine Mykose hervor, wenn die Resistenz des Wirtes infolge einer schweren chronischen Grunderkrankung geschwächt ist. Am häufigsten betroffen sind die Schleimhäute, seltener auch die Haut und innere Organe. So kennt man Erkrankungen von Mundhöhle, Rachen, Speiseröhre, Darm und Geschlechtsorganen. Bei der Candidiasis der Mundhöhle zeigen die Schleimhäute einen weißen bis grauen Belag auf gerötetem Grund (Mundsoor). Gelangt der Belag in die Lungen, kann eine *Candi-*

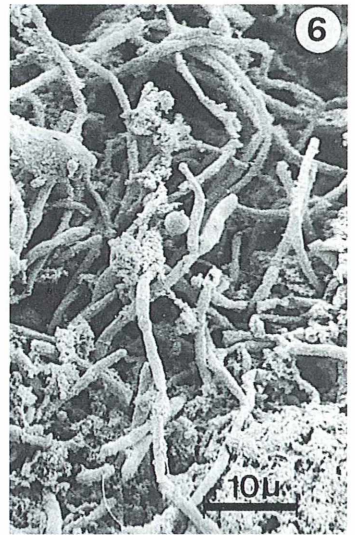
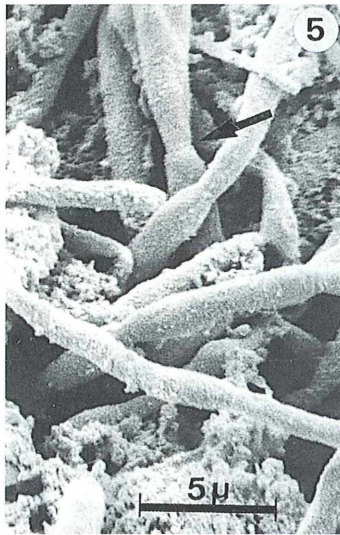
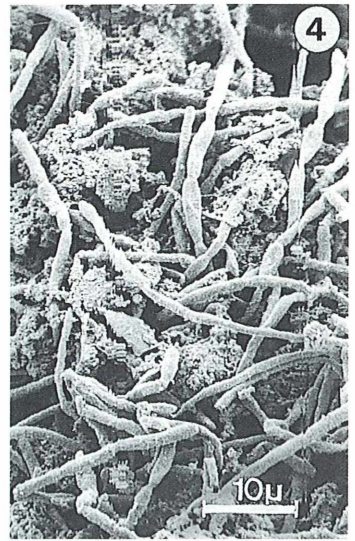
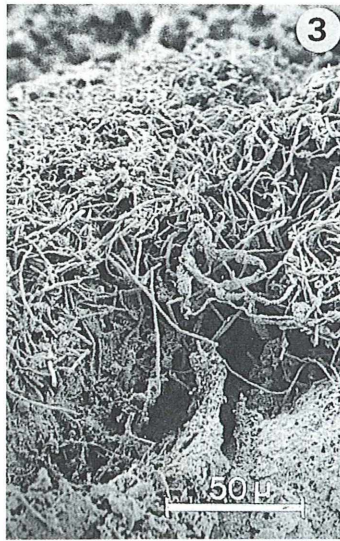


**Abb. 3:** *Candida albicans*: Filzartig verflochtene Pseudomycelien in einem Thrombus.

**Abb. 4:** *Candida albicans*: Ungerichtetes Wachstum der Pseudomycelien.

**Abb. 5:** *Candida albicans*: Ringartige Einschnürung der Pseudomycelien im Bereich der Zellgrenzen (Pfeil).

**Abb. 6:** *Candida albicans*: Kolbenförmige Anschwellung an der Spitze einer Hyphe.



da-Pneumonie entstehen. Auch die Speiseröhre kann befallen werden. Die Pseudohyphen können so dicht verfilzt sein, daß die Zellen des Plattenepithels nur noch wie kleine Schuppen zu erkennen sind (Abb. 7). Zwischen den Pseudohyphen liegen zahlreiche Blastosporen, deren Aussprossung zunächst mit flachen Aufwölbungen beginnt (Abb. 8).

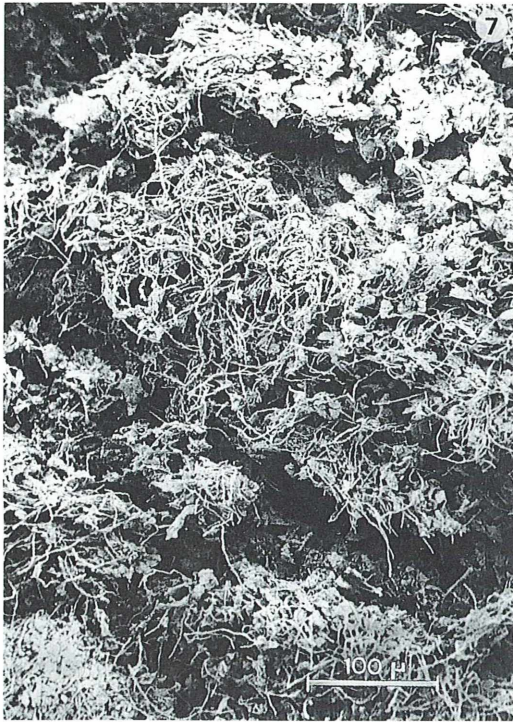
*C. albicans* gelangt schon in den ersten Lebenstagen in den menschlichen Körper. Die Infektion erfolgt über eine infizierte Vagina bereits bei der Geburt oder später im Säuglings- und Kleinkindalter über die Mundhöhle der Mutter (Gemeinhardt, 1976).

## 2. Schimmelpilze

Unter dem Begriff Schimmelpilze faßt man eine systematisch sehr heterogene Gruppe von Pilzen zusammen, die saprobiontisch leben, ein echtes Mycel bilden und sich überwiegend ungeschlechtlich durch Sporen fortpflanzen (Übersicht: Reiß, 1986). Wichtige fakultativ-pathogene Schimmelpilze gehören den Gattungen *Aspergillus*, *Absidia*, *Mucor* und *Rhizopus* an.

**Gattung *Aspergillus*.** Vertreter der Schimmelpilzgattung *Aspergillus* sind Erreger der Asper-





**Abb. 7: *Candida albicans*: Intensives Pilzwachstum zwischen den Zellen eines Plattenepithels bei einer *Candida*-Ösophagitis.**

gillosen, die bevorzugt das Bronchopneumonalsystem befallen. Haupterreger ist *A. fumigatus*, seltener sind *A. flavus*, *A. nidulans* und *A. niger* beteiligt.

Viele Arten der Gattung *Aspergillus* sind weit verbreitete Bodenbewohner. Sie bilden ein echtes Mycel, das im Wirtsgewebe charakteristische Y-förmige Verzweigungen aufweist (Abb. 9). Abbildung 10 zeigt eine durch eine nicht näher bestimmte *Aspergillus*-Art hervorgerufene Schimmelmikose der Lunge. Deutlich erkennbar sind die dichotomen Verzweigungen der septierten Hyphen.

Wichtigste Eintrittspforte für *Aspergillus* ist das Bronchialsystem. Für die Entstehung von Erkrankungen ist – wie bei *Candida* – eine verminderte Immunabwehr infolge einer Grunderkrankung die Voraussetzung. Aspergillosen befallen verschiedene Organe des menschlichen Körpers, insbesondere das Bronchopulmonalsystem (bis zu 5 cm große Pilzklumpen oder Aspergillome), die Nebenhöhlen und den äußeren Gehörgang. *A. fumigatus* ist mit Abstand

der wichtigste Schimmelpilz, der für den Respirationstrakt pathogen ist (Gemeinhardt, 1976).

Gattungen *Absidia*, *Mucor* und *Rhizopus*. Einige wenige Vertreter der Mucoraceen (Köpfenschimmel) können sogenannte Mukormykosen (Phykomykosen) hervorrufen.

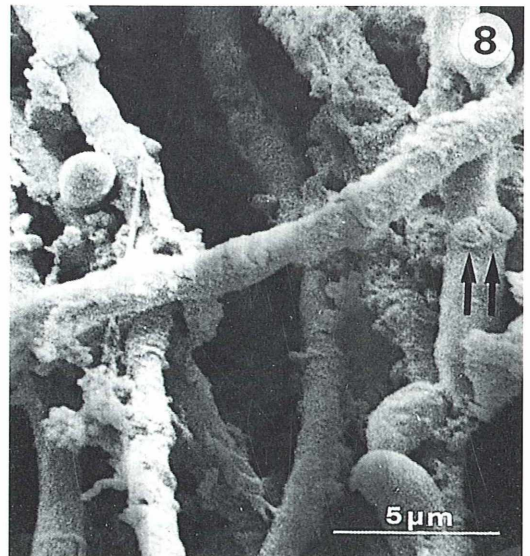
Mucoraceen bilden ein Mycel ohne Querwände; lediglich bei der Anlage besonderer Organe kommt es zu einer Septierung. Fast alle pathogen wirkenden Arten gehören zu den Gattungen *Absidia*, *Mucor* und *Rhizopus*, wobei *Rhizopus* bei kranialen und gastrointestinalen Fällen, *Mucor* bei Lungeninfektionen dominieren (Gemeinhardt, 1976).

–Gattung *Absidia*: fakultativ-pathogen sind *A. corymbifera* und *A. ramosa*.

–Gattung *Mucor*: die meisten Erkrankungsfälle beruhen auf Infektion mit der fakultativ pathogenen Art *M. pusillus*. *M. hiemalis* und *M. ramosissimus* werden selten gefunden; unklar ist die Pathogenität von *M. mucedo*.

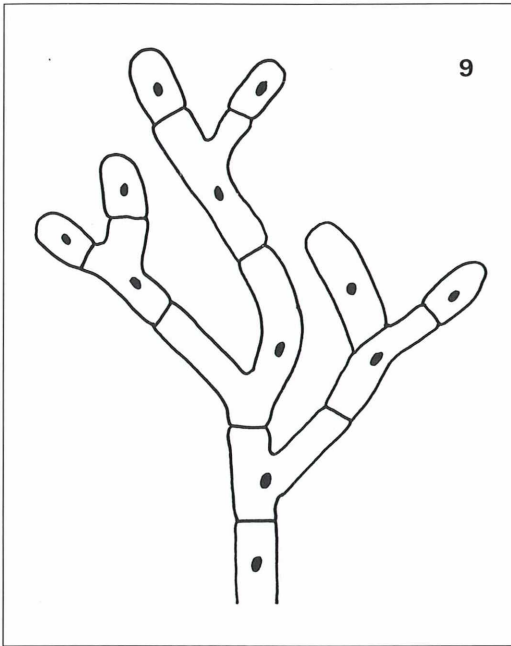
–Gattung *Rhizopus*: fakultativ pathogen sind *R. arrhizus*, *R. stolonifer* (*R. nigricans*), *R. oryzae* und *R. rhizopodiformis*.

Mucoraceen kommen ubiquitär vor und sind insbesondere in Heu, Stroh, Kompost und Humus zu finden. Sie dringen bevorzugt über den



**Abb. 8: *Candida albicans*: Aussprossungen (Pfeile) an einer Pseudomycelzelle als Beginn der Bildung von Sproßzellen.**





**Abb. 9:** Y-artig verzweigtes Mycel eines Schimmelpilzes im Wirtsgewebe.

Nasen-Rachen-Raum, das Atmungssystem und den Magen-Darm-Trakt in den Körper ein. Auch hier muß eine verminderte Körperabwehr vorliegen, wenn eine Pilzinfektion entstehen soll. Dabei befallen die Mucoraceen bevorzugt die Gefäße und führen zu Pilzthromben und Zerstörungen der Gefäßwand.

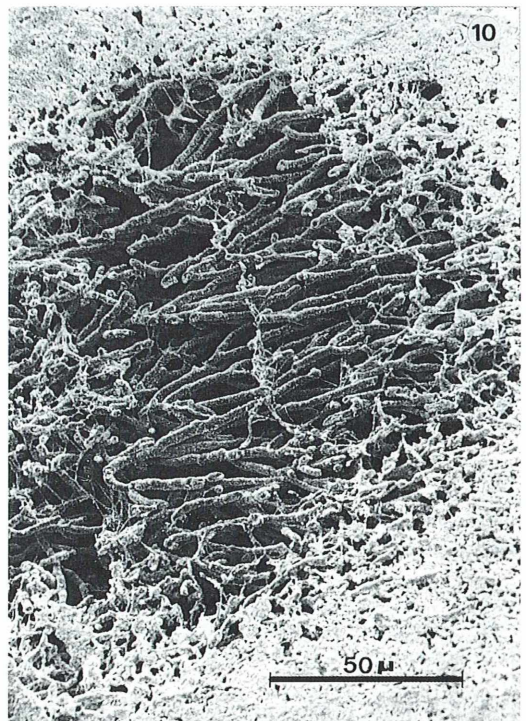
### **Pathogene Pilze auf der Körperoberfläche**

Dermatophyten (Hautpilze) sind weltweit verbreitete, meist obligate Parasiten, die außerhalb des lebenden Wirtes nicht existieren können. Somit sind die Dermatomykosen die einzigen ansteckenden Pilzkrankungen, da sie nur durch direkten Kontakt mit befallenen Körperteilen entstehen können.

Von den meisten Dermatophyten kennt man nur ungeschlechtliche Vermehrungszellen, die Mikrokonidien (einzellig, 2–6 µm groß, kugelig bis birnenförmig, dünnwandig, meist weißlich gefärbt) und die Makrokonidien (stets vielzellig, 10–150 µm groß, walzen-, keulen- oder spindelförmig, dickwandig, meist stachelige Wand). Daher ordnet man diese Pilze den Fungi

Imperfecti zu (Böhme, 1963), die geschlechtliche Fortpflanzungszellen nicht bilden oder von denen solche Hauptfruchtformen nicht bekannt sind.

Hautpilze können Keratin abbauen und sind daher in der Lage, Haare, Nägel und die äußere Epidermis anzugreifen. Die Infektion erfolgt durch Hautschuppen, Krusten oder Haare, die durch Berührung mit erkrankten Menschen oder Tieren auf die Haut gelangen. Da die Hautpilze nur bei feuchter Umgebung als Konidien auskeimen und wachsen können, finden sie nur an solchen Körperstellen, wo der Schweiß schwer verdunsten kann (Achselhöhlen, Hautfalten, Zwischenräume der Zehen, Genitalregion) günstige Entwicklungsmöglichkeiten. Zunächst setzen sich die Pilze in der obersten Schicht der Haut, der Hornschicht aus abgestorbenen Zellen, fest, breiten sich aus und wachsen von dort aus in tiefere Hautbereiche mit lebenden Zellen. Solange die Pilze in der abgestorbenen Hautschicht verbleiben, reagiert die befallene Haut allenfalls mit Pigmentbil-



**Abb. 10:** Mycel eines Schimmelpilzes im Wirtsgewebe aus Y-förmig verzweigten Hyphen.



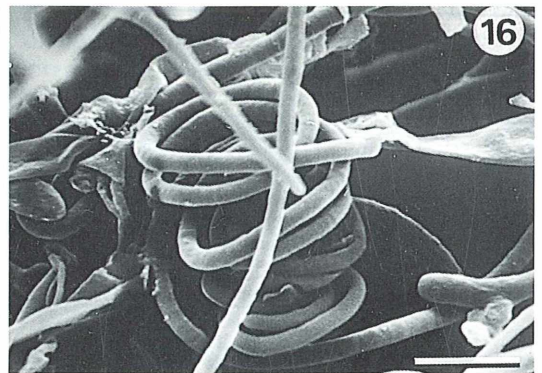
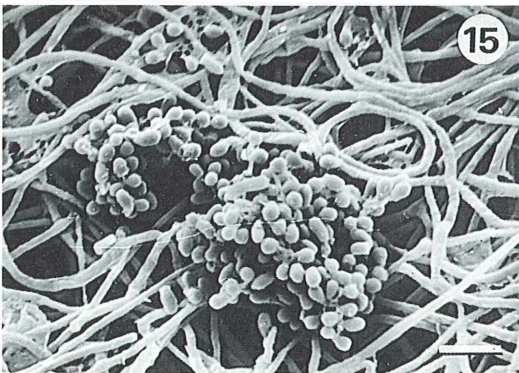
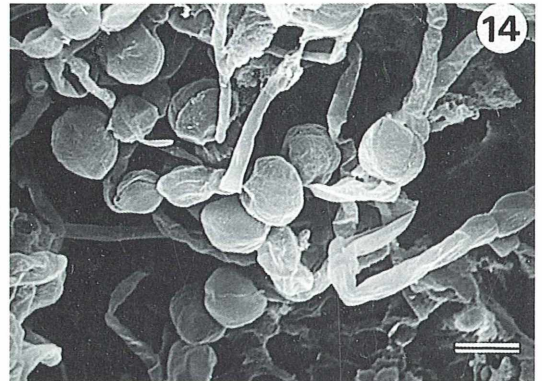
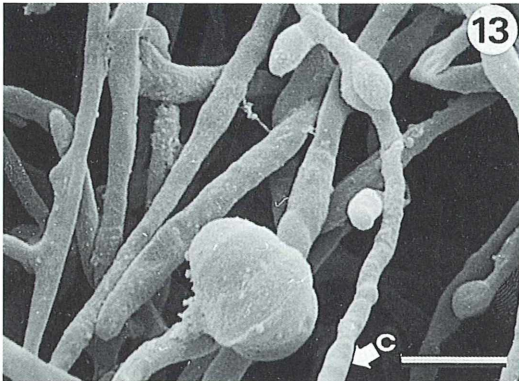
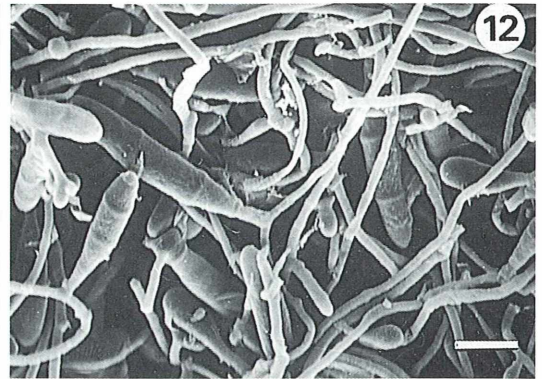
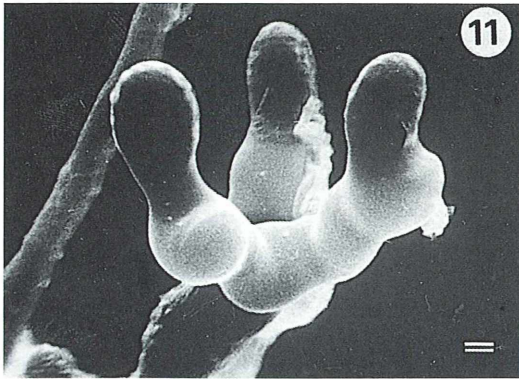


Abb. 11: *Trichophyton schoenleinii*: Typische terminale, kandelaberähnliche Hyphenverzweigung. Maßstrich: 1  $\mu\text{m}$ .

Abb. 12: *Trichophyton ajelloi*: mehrzellige Makrokonidien und an den Hyphen zerstreute Mikrokonidien. Maßstrich: 10  $\mu\text{m}$ .

Abb. 13: *Trichophyton verrucosum*: Mycel mit vereinzelt Mikrokonidien und einer terminalen Chlamydospore (C). Maßstrich: 10  $\mu\text{m}$ .

Abb. 14: *Trichophyton verrucosum*: kettenförmig gebildete Chlamydosporen. Maßstrich: 10  $\mu\text{m}$ .

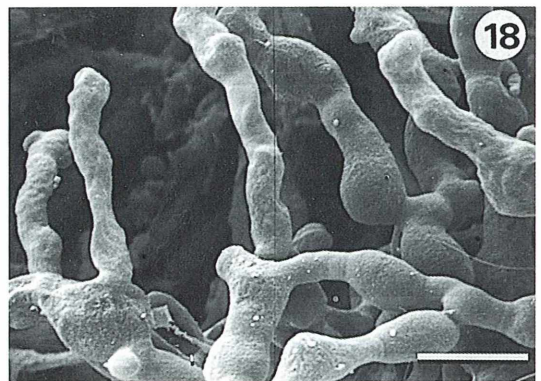
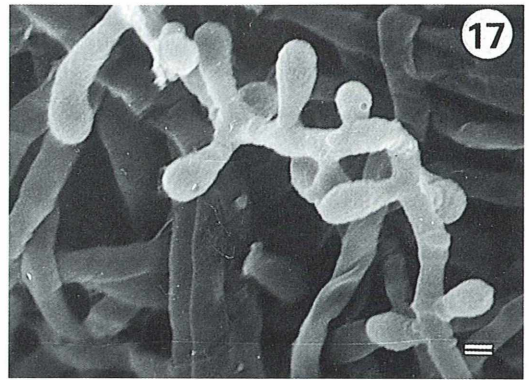
Abb. 15: *Trichophyton mentagrophytes*: Klumpen von Mikrokonidien von rundlicher bis eiförmiger Gestalt und glatter Wand zwischen den Hyphen. Maßstrich: 10  $\mu\text{m}$ .

Abb. 16: *Trichophyton mentagrophytes*: Typische Spiralhyphe. Maßstrich: 10  $\mu\text{m}$ .



derung und verstärkter Ablösung der toten Hornzellen. Gelangen die Pilze in lebendes Gewebe, dann reagiert der Körper mit verschiedenen Abwehrreaktionen auf den Infektionserreger. Dabei entstehen die für Dermatomykosen charakteristischen entzündlichen Prozesse. Besonders wichtig sind folgende Krankheitsbilder (Böhme, 1963):

- Trichophytie (Erkrankungen der behaarten Haut) durch *Trichophyton verrucosum* (Abb. 13 und 14), *Tr. mentagrophytes* (Abb. 15–17), *Tr. rubrum* und anderen Arten. Symptome sind gerötete und angeschwollene Hautpartien; bei schweren Fällen entzündet sich das Gewebe, und die befallenen Haare sterben ab.
- Epidermophytie (Erkrankungen der unbehaarten Haut, z.B. Fußpilzflechte) durch *Trichophyton mentagrophytes* (Abb. 15–17), *Tr. rubrum*, *Tr. tonsurans*, *Epidermophyton floccosum*. Diese bei Mitteleuropäern verbreitete Pilzerkrankung geht meist von den Zehenzwischenräumen aus und führt zu einem Aufquellen der befallenen Haut, die sich leicht ablöst und häufig schmerzhaft, mehr oder minder tiefe Einnisse zwischen den Zehen entstehen läßt.
- Onychomykose (Nagelpilzerkrankung) durch *Trichophyton mentagrophytes* (Abb. 15–17), *Tr. rubrum*, *Candida albicans* u.a. Die infizierten Nägel sind gelb-grau verfärbt, verdickt und brüchig.
- Mikrosporie durch *Microsporum audouinii*, *M. canis* (Abb. 19 und 20) und *M. gypsum*.



**Abb. 17: *Trichophyton mentagrophytes*: seitlich abgeschnürte Mikrokonidien von birnenförmiger Gestalt. Maßstrich: 1 µm.**

**Abb. 18: *Trichophyton proliferans*: Hyphen mit Nebenästen mit typischen Anschwellungen in Kettenform. Maßstrich: 10 µm.**

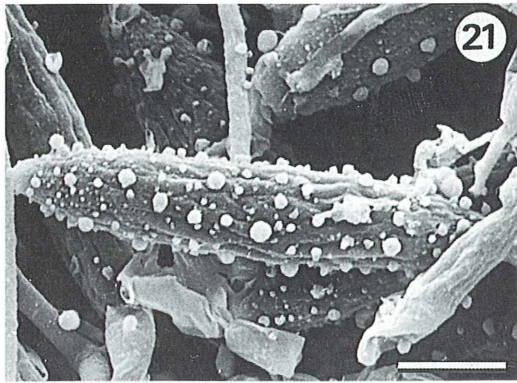
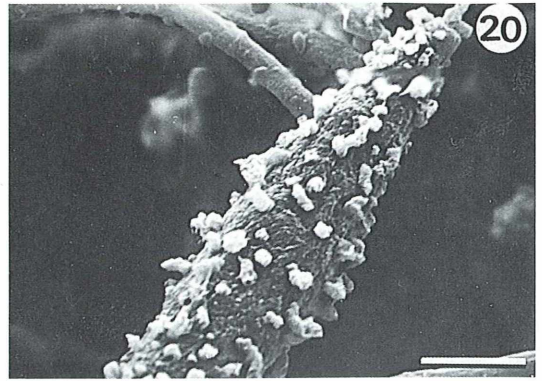
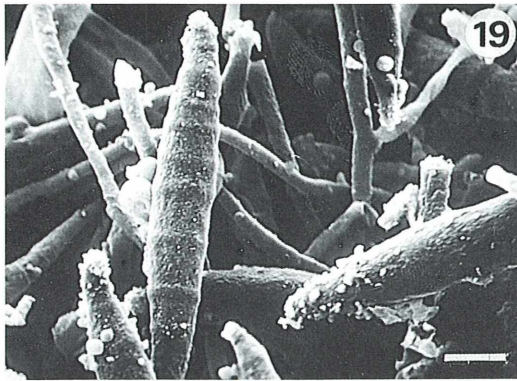
Aufgrund morphologischer und kultureller Kriterien werden die Dermatophyten in die drei Gattungen *Trichophyton*, *Microsporum* und *Epidermophyton* unterteilt. Hauptmerkmal der eindeutigen Unterscheidung dieser Gattungen ist die Form der Makrokonidien, während alle anderen Eigenschaften keine derart genaue Differenzierung erlauben (Böhme, 1963; Vazquez und Martin-Pascual, 1979). Ist die Identifizierung dieser Gattungen nach morphologischen Merkmalen einfach, müssen zur Bestimmung der Arten weitere Merkmale, wie die Bildung von Farbstoffen auf speziellen Nährböden, herangezogen werden.

*Trichophyton* (Abb. 11–18)

a) Makrokonidien (Abb. 12): walzenförmig, auch stab- und zigarrenförmig; dünn- und glattwandig; 4- bis 8-zellig; 4–6 × 10–50 µm groß.

b) Mikrokonidien (Abb. 13, 15, 17): birnen-, keulen- oder kugelförmig; dünnwandig; meist einzellig; 2–4 µm groß. Sie entstehen in wechselnder, manchmal in großer Anzahl seitlich entlang der Hyphen oder an kurzen, stark verzweigten Trägern.

c) Arten: Von den 14 bekannten Arten sind in Mitteleuropa besonders häufig und wichtig: *Tr. mentagrophytes* (Abb. 15–17), *Tr. rubrum*, *Tr. tonsurans* und *Tr. verrucosum* (Abb. 13 und 14).



**Abb. 19: *Microsporium canis*: Makrokonidium mit fein granulierter Wand und einzelnen Querwänden. Die Hyphen besitzen knospenartige Ausstülpungen mit glatten Wänden. Maßstrich: 10  $\mu$ m.**

**Abb. 20: *Microsporium canis*: Makrokonidium einer älteren Kultur: die Oberfläche ist mit kleinen Knospen bedeckt. Maßstrich: 10  $\mu$ m.**

**Abb. 21: *Microsporium cookei*: Makrokonidium mit reichlichem Besatz mit rundlichen Knospen. Maßstrich: 10  $\mu$ m.**

#### *Microsporium* (Abb. 19–21)

- a) Makrokonidien (Abb. 19–21): spindelförmig; 4- bis 12-zellig; 8–15  $\times$  40–150  $\mu$ m groß; dicke, manchmal warzig-stachelige Wand; entstehen meist in großer Zahl direkt an Hyphen oder in kleinen Büscheln an kurzen Trägern.
- b) Mikrokonidien: birnen- bis keulenförmig; einzellig; dünnwandig; 2–6  $\mu$ m groß; direkt an Hyphen gebildet.
- c) Arten: Zur Gattung *Microsporium* zählt man sieben Arten, von denen *M. audouini*, *M. canis* (Abb. 19 und 20) und *M. gypseum* pathogen sind.

#### *Epidermophyton*

- a) Makrokonidien: keulenförmig, glatt- und dünnwandig; 2- bis 5-zellig; 7–12  $\times$  20–40  $\mu$ m groß; entstehen in Büscheln an kurzen Trägern.
- b) Mikrokonidien: werden nicht gebildet.
- c) Art: zur Gattung *Epidermophyton* zählt nur eine Art, *E. floccosum*.

Die Abbildungen 3–8 und 10 wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Dr. G. Brandt (Pathologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen), die Abbildungen 11–21 von Dr. A. Martin-Pascual und Dr. R. Vazquez (Facultad de Medicina, Hospital Clinico Universitario, Universidad de Salamanca, Salamanca, Spanien).

#### Literaturhinweise

- Barnett, H. L., Hunter, B. B.: Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Macmillan Publishing Co., New York, 1986.
- Böhme, H.: Die Hautpilze (Dermatophyten). A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 1963.
- Brandt, G., Tulusan, A. H.: Rasterelektronenmikroskopische Beobachtungen an Gewerksformen opportunistischer Pilze. *Mykosen* 19, 337–343 (1976).
- Gemeinhardt, H. (Hrsg.): Endomykosen des Menschen. Gustav Fischer Verlag, Jena 1976.
- Reiß, J.: Schimmelpilze. Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1986.
- Vazquez, R., Martin-Pascual, A.: Dermatofitos (Aspectos Clínicos y Morfología Ultraestructural). Ediciones Universidad de Salamanca, 1979.
- Vazquez, R., Riesco, J. M., Pascual, A. M.: Dermato-phyte morphology: A scanning electron microscopy study. *Scanning Microscopy* 4, 363–374 (1990).
- Wiesmann, E.: Medizinische Mikrobiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1974.

Mitteilung 9 erschien in *Mikrokosmos* 81(8), 230–235 (1992).

Verfasser: Dr. Jürgen Reiß, Nikolaus-Lenau-Straße 6, D-55543 Bad Kreuznach



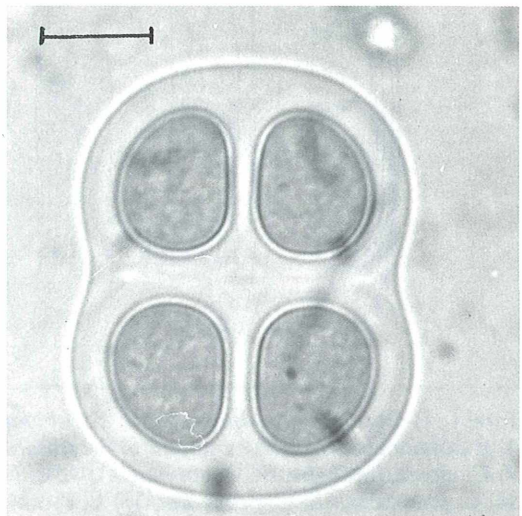
# Zieralgenpopulationen und ihre milieubedingten Standorte

Rupert Lenzenweger

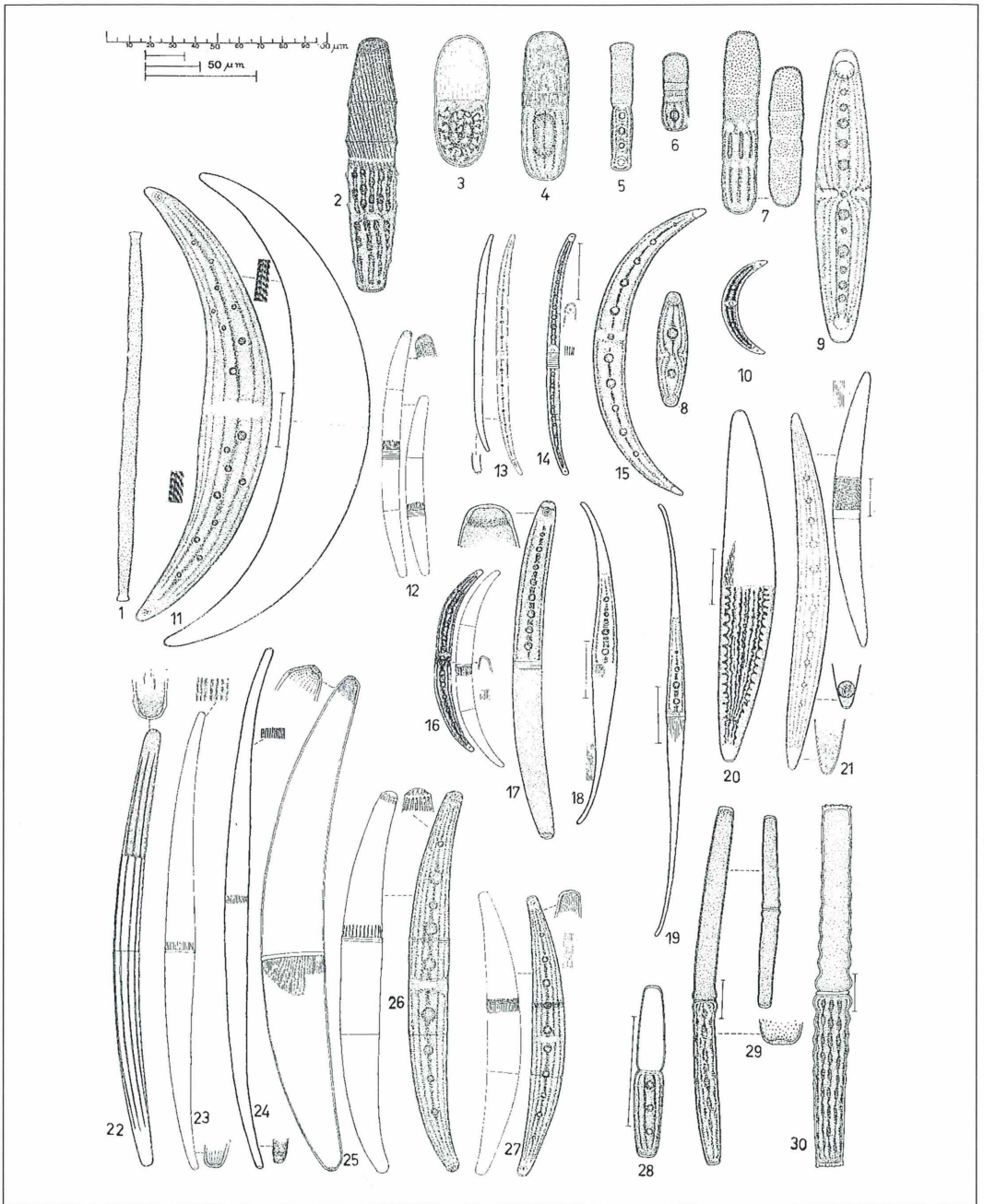
**Lebensgemeinschaften lassen sich unter anderem auch anhand bestimmter Umweltbedingungen beschreiben, unter denen sie existieren. Auch Mikroalgen-Vergesellschaften bilden da keine Ausnahme. Dieser Beitrag zeigt am Beispiel der ästhetisch so ansprechenden Desmidiaceen die Standortabhängigkeit auf und regt zu eigenen Untersuchungen an.**

Die Natur einer Landschaft besteht aus einem Mosaik unterschiedlicher Lebensräume (Biotope), die einerseits durch Übergänge und Überschneidungen miteinander verknüpft sind, andererseits aber doch ganz spezifische Lebensgemeinschaften (Biozönosen) beherbergen. Auch innerhalb einheitlich erscheinender Areale treten bei gezielt durchgeführten Untersuchungen fast immer mehr oder minder deutliche Zonen differenzierter Flora und Fauna in Erscheinung, denen schwach abgestufte unterschiedliche physikalische und chemische Faktoren zugrunde liegen. Besonders auffällig treten solche Abstufungen in extremen Lebensräumen zutage, die durch außergewöhnliche Milieubedingungen gekennzeichnet sind. In diesen können nur Lebewesen existieren, die an solche Extreme optimal angepaßt sind und darin die jeweils besten Lebensbedingungen vorfinden. Solche Lebensgemeinschaften sind immer monoton und artenarm – die wenigen Arten treten dafür aber in großer Individuenzahl und Dichte auf. Es zeigt sich auch immer wieder, daß Areale miteinander entsprechenden Bedingungen auch einander sehr ähnliche Lebensgemeinschaften aufweisen. Durch die enge Spezialisierung sind Organismen solcher Ökosysteme stark an diese gebunden und haben so gut wie keine Ausweichmöglichkeit auf anders geartete Lebensräume. Zu solchen Extremstandorten sind auch die Moore zu stellen, geprägt durch Nährstoffarmut und hohem Säuregrad (niedrige pH-Werte). Daneben spielen aber auch klimatische Bedingungen (Niederschlagsmenge, Höhenlage, Temperaturgang u.a.) eine nicht unbedeutende Rolle.

Von den Algen finden besonders die Zieralgen (Desmidiaceen) gerade in Mooren eine weite Verbreitung. Die Einteilung in verschiedenen Moortypen spiegelt zugleich auch unterschiedliche Säurewerte wider, und es zeigt sich dabei, daß gerade diese für die verschiedenartige Zusammensetzung von Zieralgenesellschaften verantwortlich sind. Obwohl bei einzelnen Charakterarten Unterschiede im Vorkommen von Moor zu Moor festzustellen sind, kann man in groben Zügen doch von unterschiedlichen Moortypen entsprechenden Zieralgenesellschaften sprechen.

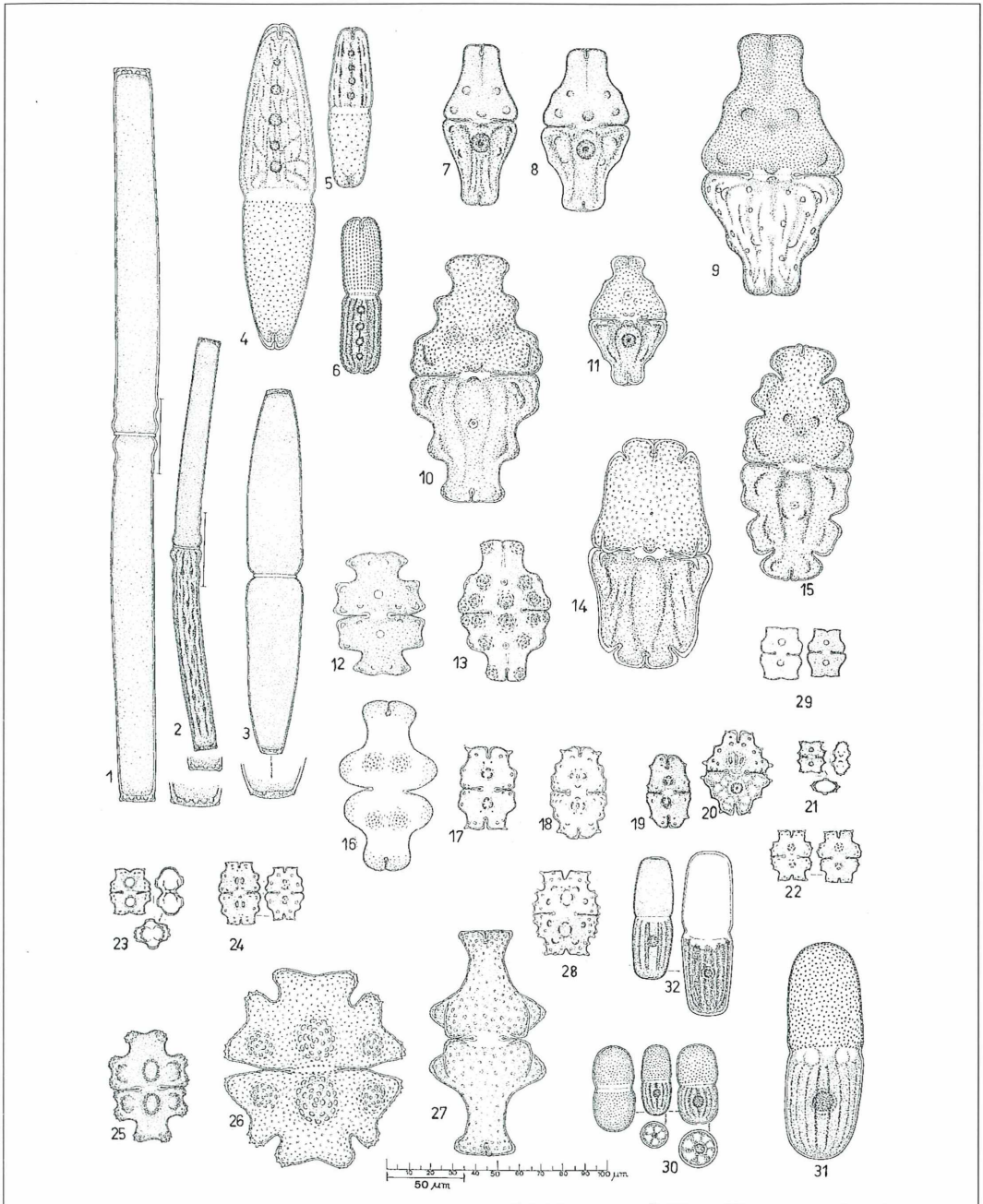


**Abb. 1: Blaualge *Chroococcus turgidus* aus der Mikroalgenpopulation eines Hochmoores. Maßstrich = 100 µm.**



Tafel I: 1) *Gonatozygon brebissonii*, 2) *Penium spirostriolatum*, 3) *P. silvae-nigrae*, 4) *P. polymorphum*, 5) *P. exiguum*, 6) *P. cylindrus*, 7) *P. margaritaceum*, 8) *Closterium navicula*, 9) *C. closterioides*, 10) *C. incurvum*, 11) *C. ehrenbergii*, 12) *C. nilssonii*, 13) *C. gracile*, 14) *C. juncidum*, 15) *C. parvulum*, 16) *C. cynthia*, 17) *C. baillyanum*, 18) *C. rostratum*, 19) *C. kuetzingii*, 20) *C. lunula*, 21) *C. acerosum*, 22) *C. angustatum*, 23) *C. ralfsii*, 24) *C. lineatum*, 25) *C. didymotocum*, 26) *C. costatum*, 27) *C. striolatum*, 28) *Pleurotaenium minutum*, 29) *P. trabecula*, 30) *P. coronatum*.





Tafel II: 1–2) *Pleurotaenium ehrenbergii*, 3) *P. truncatum*, 4) *Tetmemorus granulatus*, 5) *T. laevis*, 6) *T. brebissonii*, 7) *Euastrium ansatum*, 8) *E. ansatum* var. *pyxidatum*, 9) *E. didelta*, 10) *E. humerosum*, 11) *E. ampullaceum*, 12) *E. pectinatum*, 13) *E. sinuosum*, 14) *E. crassum*, 15) *E. oblongum*, 16) *E. intermedium*, 17) *E. pulchellum*, 18) *E. bidentatum*, 19) *E. elegans*, 20) *E. divaricatum*, 21) *E. gayanum*, 22) *E. denticulatum*, 23) *E. subalpinum*, 24) *E. dubium*, 25) *E. gemmatum*, 26) *E. verrucosum*, 27) *E. insigne*, 28) *E. turneri*, 29) *E. binale*, 30) *Actinotaenium cucurbita*, 31) *A. cucurbitinum*, 32) *A. crassiusculum*.

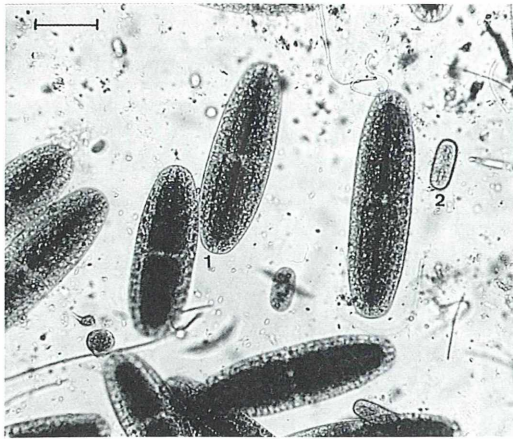
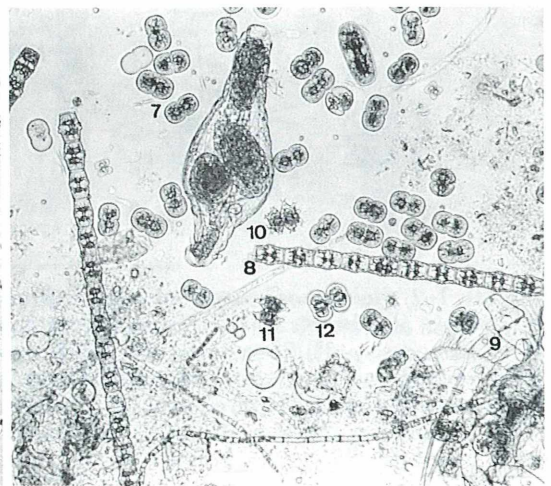
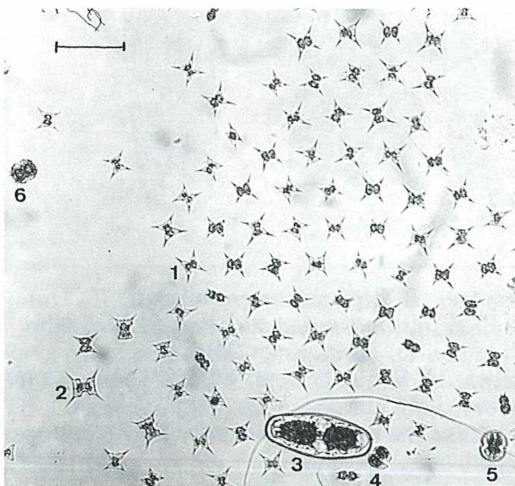


Abb. 2: Hochmooralgen. 1 *Netrium digitus*, 2 *Cyliodrocystis brebissonii*. Maßstrich = 100 µm.

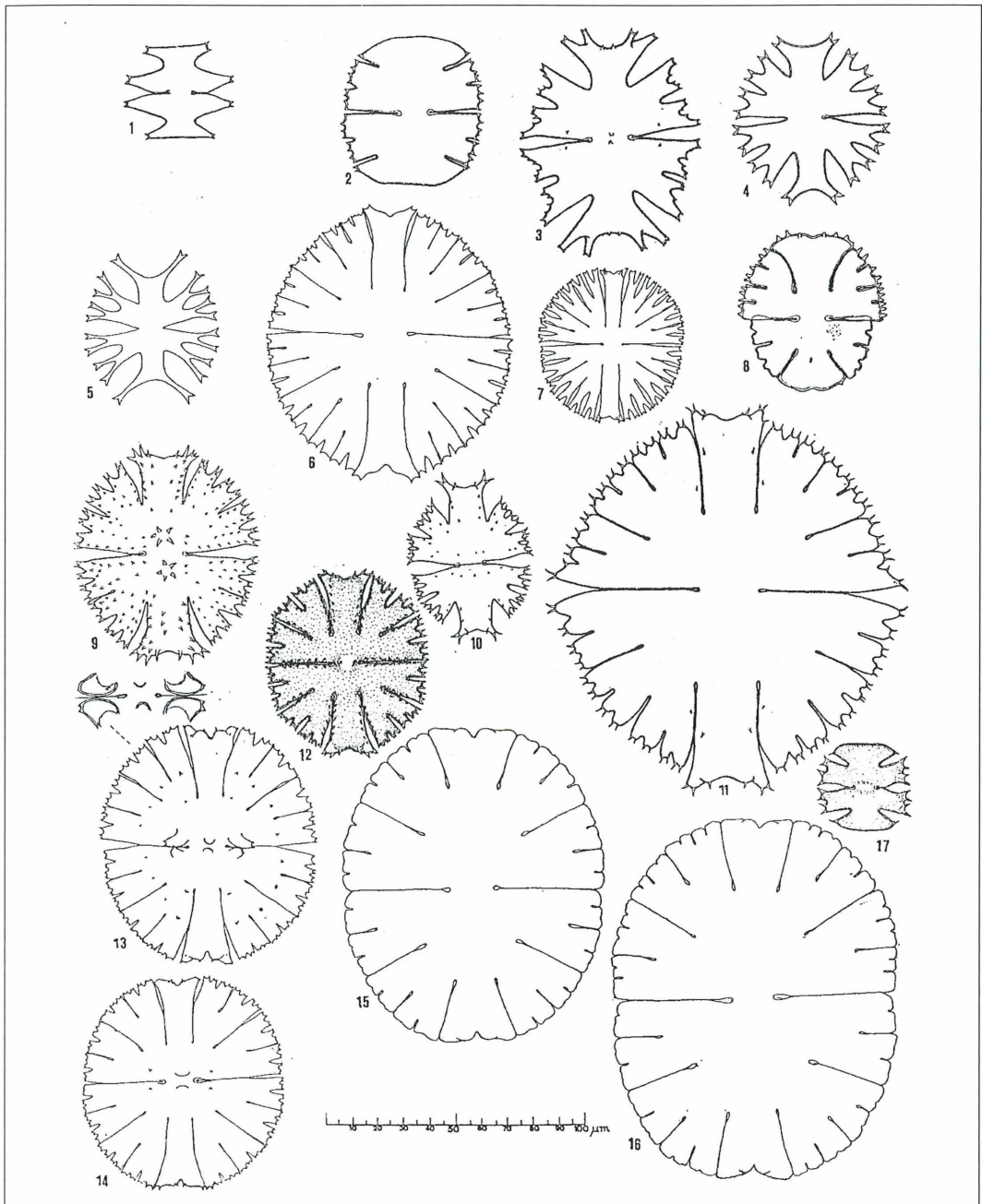
## Hochmoorspezialisten

Die sauersten Moore (oder Bereiche eines Moores) sind die sogenannten Hochmoore. Das Wasser in deren Tümpeln (oft auch als Mooraugen bezeichnet) ist wegen des hohen Gehaltes an Humusstoffen immer dunkelbraun bis fast schwarz. Es zeichnet sich weiterhin durch Übersättigung mit Kohlensäure, Kalkarmut und pH-Werten von 3,5–5,2 (sehr sauer) aus. Die Uferzonen weisen einen durchgehenden Bewuchs mit Torfmoosen (*Sphagnum*-Arten) auf, meist sind sie auch gänzlich von diesen durchwachsen. Diese Torfmoose sind ebenfalls für den hohen Säuregrad dieser Gewässer mitverantwortlich, da ihre Blattzellen die Eigenschaft haben, aus gelösten Salzen nur die Basen zu absorbieren und die Säuren freizusetzen (Ionentausch). Algenproben aus solchen Gewässern oder aus ausgepreßten Torfmoosrasen zeigen ein recht einheitliches Bild – und das so gut wie weltweit! Dieses ist gekennzeichnet durch Massenvorkommen bestimmter Cyanobakterien (Cyanophyceen, Blaualgen), speziell *Chroococcus turgidus* (Abb. 1) und einem solchen der Mesotaeniaceen *Cyliodrocystis brebissonii* und *Netrium digitus* oft auch *Netrium oblongum* (Abb. 2). An Desmidiaceen enthalten sie: *Penium polymorphum* (Tafel 1:4), *Closterium gracile* (Tafel 1:13), *Euastrum insigne* (Tafel 2:27), *Actinotaenium cucurbita* (Tafel 2:30), *Staurodesmus incus* (Tafel 5:12), *Staurastrum aciculiferum* (Tafel 7:4), *Staurastrum hirsutum* (Tafel 6:2), *Staurastrum margaritaceum* (Tafel 6:13) und *Staurastrum muricatum* (Tafel 6:1). Dieses Spektrum acidophiler (säu-

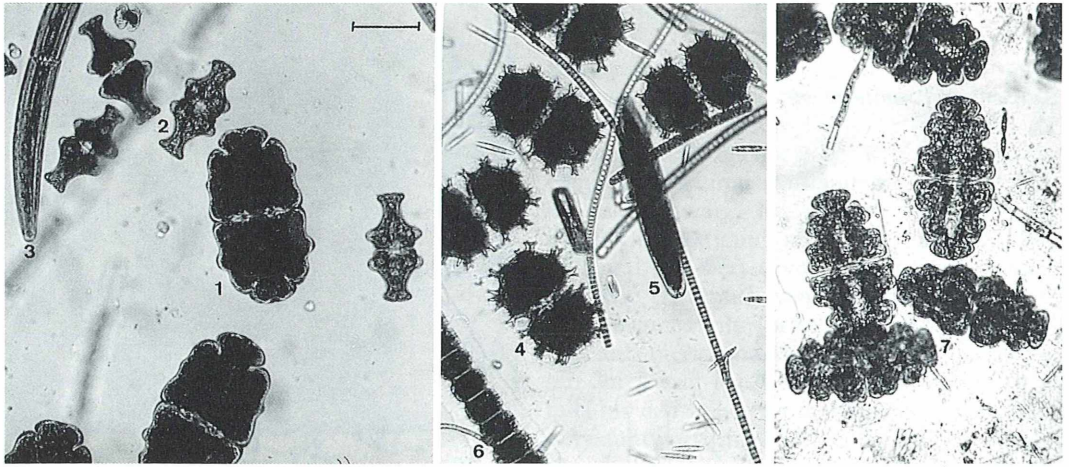
Abb. 3: Zieralgen aus dem Hochmoor-Randbereich im Hochgebirge. 1 *Staurodesmus phimus*, 2 *Staurodesmus extensus* var. *vulgaris*, 3 *Netrium digitus*, 4 *Staurodesmus lanceolatus*, 5 *Staurastrum orbiculare* var. *depressum*, 6 *Staurastrum simonyi*, 7 *Actinotaenium cucurbita*, 8 *Bambusina brebissonii*, 9 *Euastrum ansatum*, 10 *Staurastrum senarium*, 11 *Staurastrum controversum*, 12 *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum*. Maßstrich = 100 µm.



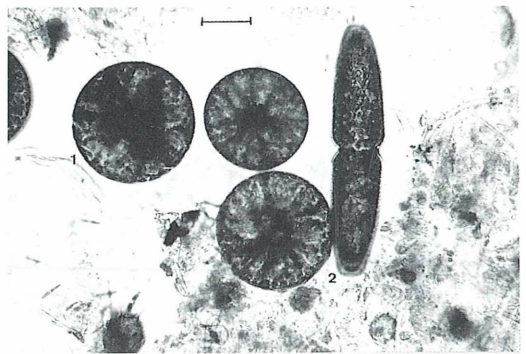




Tafel III: 1) *Micrasterias pinnatifida*, 2) *M. truncata*, 3) *M. americana*, 4) *M. crux-melitensis*, 5) *M. furcata*, 6) *M. rotata*, 7) *M. radiosa*, 8) *M. conferta*, 9) *M. apiculata*, 10) *M. brachyptera*, 11) *M. fimbriata*, 12) *M. papillifera*, 13) *M. thomasiana*, 14) *M. thomasiana* var. *notata*, 15) *M. denticulata*, 16) *M. denticulata* var. *angulosa*, 17) *M. decemdentata*.



**Abb. 4 (oben):** Zieralgen aus dem Hochmoor-Randbereich des Flachlandes. 1 *Euastrum crassum*, 2 *Euastrum insigne*, 3 *Closterium costatum*, 4 *Xanthidium armatum*, 5 *Tetmemorus granulatus*, 6 *Desmidium grevillii*, 7 *Euastrum oblongum*. Maßstrich = 100 µm.



**Abb. 5:** Moorkugel *Eremosphaera viridis* und *Pleurotaenium truncatum*. Maßstrich = 100 µm.

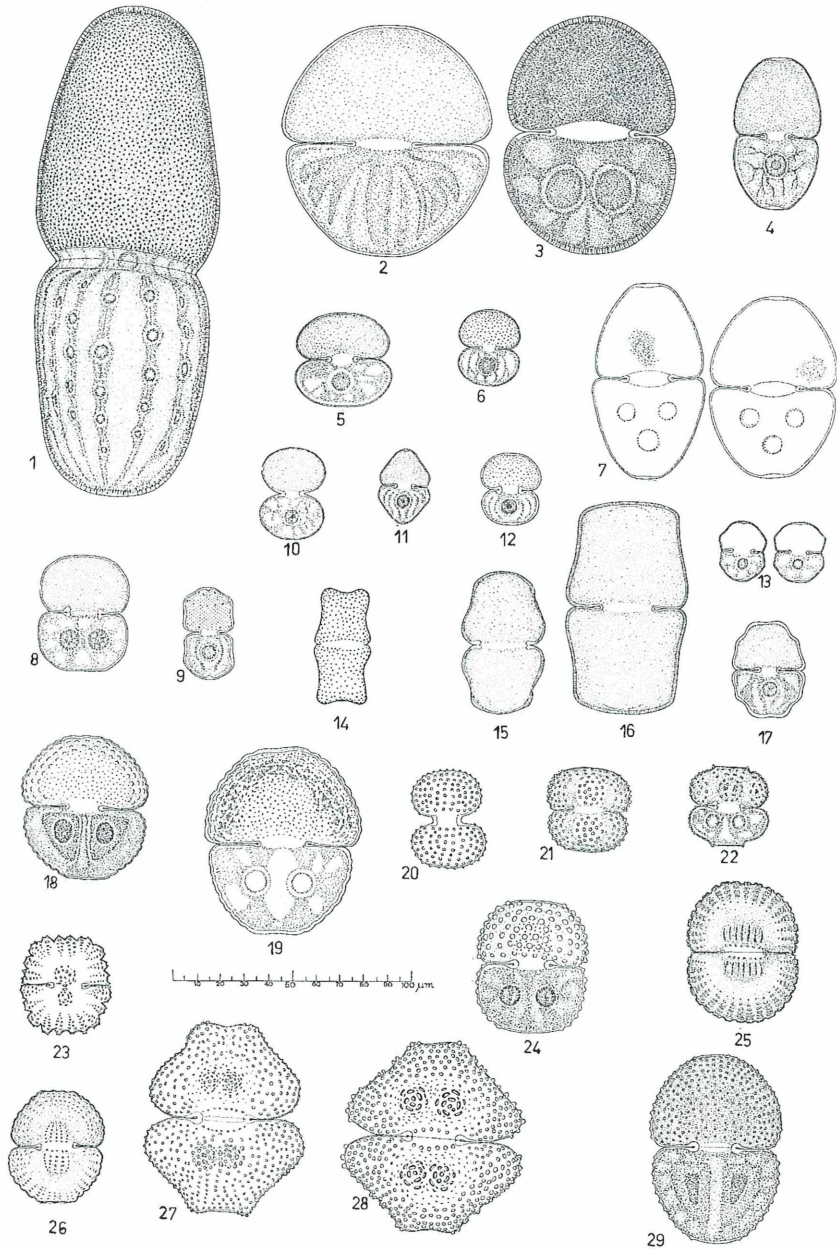
reliebender) Arten variiert nur geringfügig und wird nur durch von zusätzlichen Faktoren abhängigen Arten erweitert (Abb. 3).

Dem zentralen Teil eines Hochmoores folgt gegen dessen Rand zu ein zwar noch immer sehr saurer, aber doch schon etwas nährstoffreicher Boden. Zu den reinen Hochmoorarten, die mengenmäßig deutlich zurücktreten, gesellen sich nun bereits größere Arten (Abb. 4), wie etwa *Closterium costatum* (Tafel 1:26), *Euastrum crassum* (Tafel 2:14), *Euastrum oblongum* (Tafel 2:15), *Euastrum didelta* (Tafel 2:9), *Xanthidium armatum* (Tafel 5:7) und mit *Micrasterias truncata* (Tafel 3:2) und *Micrasterias papillifera* (Tafel 3:12) treffen wir hier bereits die ersten Vertreter dieser attraktiven Gattung an. In diesem Milieubereich finden wir auch die Moorkugel *Eremosphaera viridis*, eine große, kugelige Grünalge (Abb. 5).

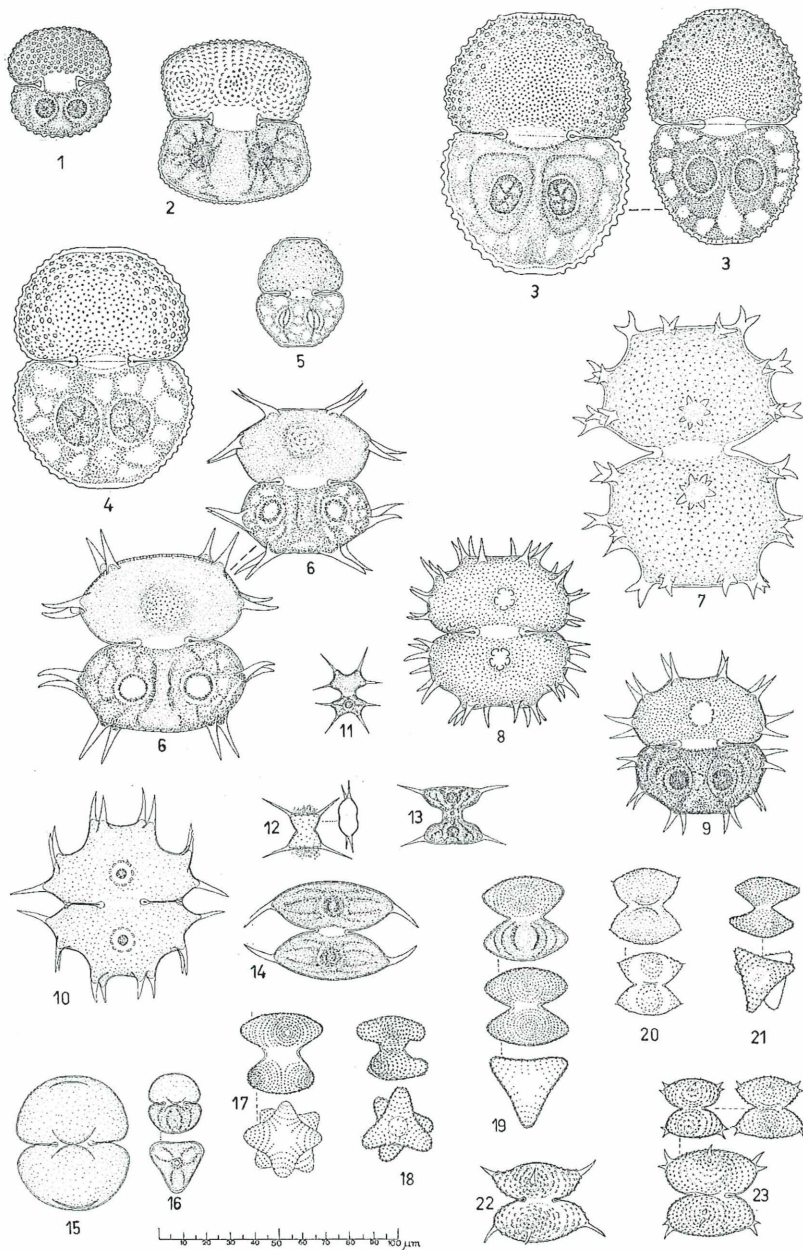
Verläßt man den Hochmoorbereich im weiteren Sinne, so schließt sich ein Übergangsbereich an, den man den Zwischen- oder Übergangsmoor-

ren zuordnen kann und der dann oft in Feucht- und Sumpfwiesen übergeht. In diesem Zwischenmoorkomplex macht sich der Einfluß des nährstoffreicheren Untergrundes durch Abnahme des Säuregrades (pH-Wert 6–6,5) und Zurückweichen der Torfmoose zugunsten von Braunmoosen deutlich bemerkbar. Sie sind mit zahlreichen kleinen Flachwassertümpeln durchsetzt. Dazwischen wachsen Sumpfgräser (*Carex* spp.), Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) usw. Proben aus dem Bodengrund solcher Kleingewässer enthalten meist eine derart reichhaltige Zieralgenflora, daß eine Aufzählung eine lange Liste ergäbe (Abb. 6). Bis zu 50 verschiedene Arten in einem einzigen Präparat sind da oft keine Seltenheit! In solchen Biotopen sind die Milieubedingungen auch viel variabler, was eine große Artenstreuung bedingt. Hier finden sich in einander ähnlichen Standorten stark unterschiedliche Zusammensetzungen der Arten. Man kann und darf aber nun nicht erwarten, in allen derartigen Moor-



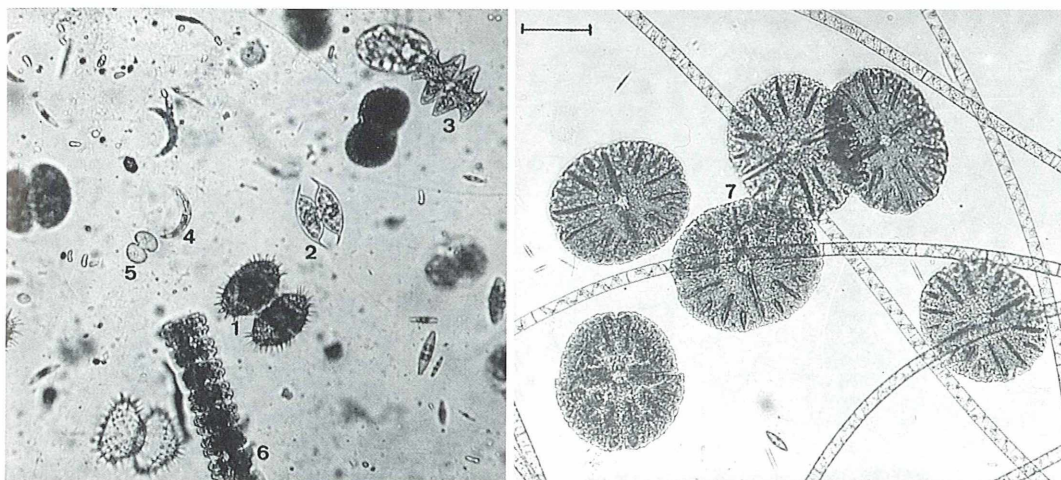


Tafel IV: 1) *Actinotaenium turgidum*, 2) *Cosmarium ralfsii*, 3) *C. pachydermum*, 4) *C. pseudo-pyramidatum*, 5) *C. depressum*, 6) *C. tumidum*, 7) *C. pyramidatum*, 8) *C. rectangulare*, 9) *C. difficile*, 10) *C. contractum*, 11) *C. granatum*, 12) *C. subtumidum*, 13) *C. laeve*, 14) *C. decedens*, 15) *C. holmiense* var. *integrum*, 16) *C. holmiense* var. *hibernicum*, 17) *C. venustum*, 18) *C. obtusatum*, 19) *C. ochthodes*, 20) *C. portianum*, 21) *C. pseudoornatum*, 22) *C. ornatum*, 23) *C. caelatum*, 24) *C. margariferum*, 25) *C. binum*, 26) *C. formosulum*, 27) *C. turpinii*, 28) *C. turpinii* var. *podolicum*, 29) *C. botrytis*.



Tafel V: 1) *Cosmarium reniforme*, 2) *C. biretum* var. *trigibberum*, 3) *C. tetraophthalmum*, 4) *C. subochthodes*, 5) *C. vexatum*, 6) *Xanthidium antilopaeum*, 7) *X. armatum*, 8) *X. aculeatum*, 9) *X. fasciculatum*, 10) *X. cristatum* var. *delpontei*, 11) *Arthrodemus octocornis*, 12) *Staurodesmus incus*, 13) *S. extensus* var. *isthmus*, 14) *S. convergens*, 15) *Staurastum orbiculare*, 16) *S. orbiculare* var. *depressum*, 17) *S. dilatatum*, 18) *S. alternans*, 19) *S. punctulatum*, 20) *S. granulosum*, 21) *S. dispar*, 22) *S. lunatum*, 23) *S. avicula*.





und Feuchtkomplexen eine wie oben angepriesene Artenvielfalt anzutreffen. Allein schon die durch menschliche Aktivitäten verübten Veränderungen der Umwelt stellen deutlich negative, artenreduzierende Faktoren dar. Einschwemmungen und Einwehungen der verschiedensten chemischen Substanzen bewirken einen ständigen Selektionprozeß, dem nur solche Arten widerstehen, die an ihren Lebensraum wenig differenzierte Ansprüche stellen und daher sehr anpassungsfähig sind. Aber auch viele natürliche Gegebenheiten können dafür verantwortlich gemacht werden, daß die Artenfülle weit unter unseren Erwartungen zurückbleibt. Ähnlich artenreich wie die Übergangsmoore sind auch die Verlandungszonen von Mooren mit Schwingrasenbildung, soweit sie nicht durch Badebetrieb zu schwarzen Schlammpfuhlen zertrampelt werden, was nicht selten der Fall ist. Aber auch in den Uferzonen nährstoffreicherer Seen, wo sich stellenweise eutrophe Flachmoore bilden, wird man nicht ganz vergeblich nach Zieralgen suchen, auch wenn da die sogenannten Allerweltsformen vorherrschend sind.

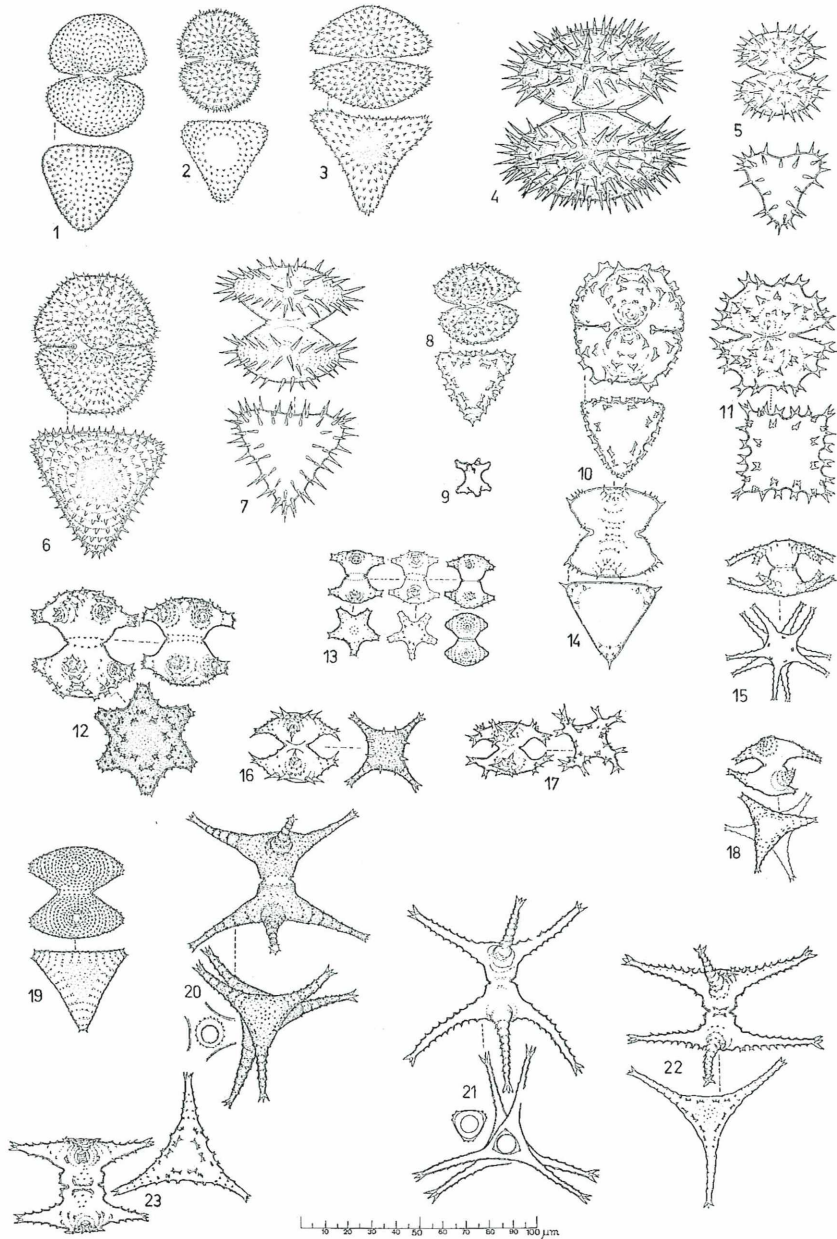
### **Zieralgengemeinschaften anderer Standorte**

Einer gänzlich anderen Zieralgenflora begegnen wir in Almtümpeln und den moorigen Ufern von Seen in höheren Gebirgslagen. Kurze Vegetationsperioden, zeitlich lange Schneelagen und durchschnittlich niedrigere, zwischen Tag und Nacht stark schwankende Temperatu-

**Abb. 6:** Typische Zieralgen aus einem Übergangsmoor. 1 *Staurostrum polytrichum*, 2 *Staurodesmus convergens*, 3 *Micrasterias pinnatifida*, 4 *Closterium venus*, 5 *Cosmarium portianum*, 6 *Desmidium swartzii*, 7 *Micrasterias thomasi* var. *notata*. Maßstrich = 100 µm.

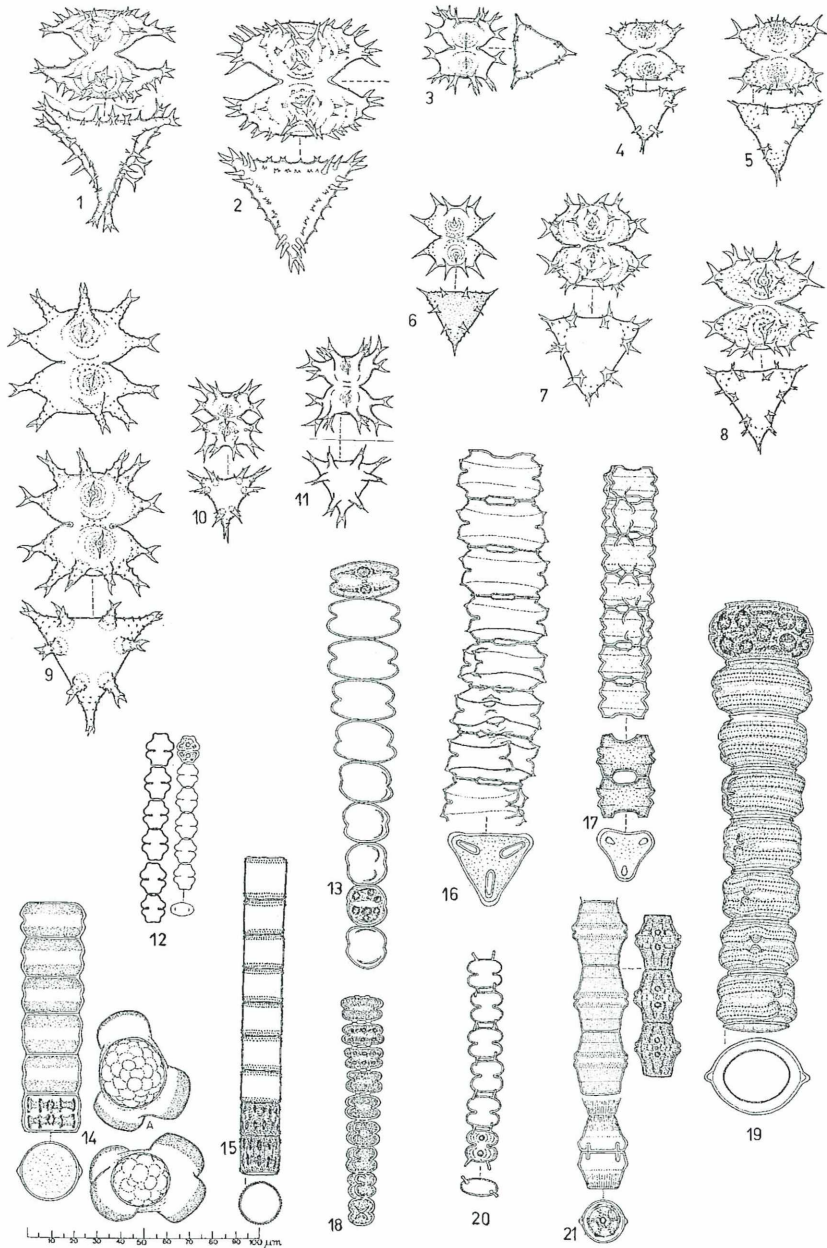
ren kennzeichnen die klimatischen Bedingungen. Da sehr ähnliche Verhältnisse auch in den hohen nördlichen und südlichen Breiten vorherrschen, ist es nicht weiter verwunderlich, daß wir etwa in den Alpen in Höhenlagen ab 1300 m relativ viele Arten, die in diesen Breitengraden verbreitet sind, antreffen können. Man kann hier wie im Fall der Farn- und Blütenpflanzen mit Recht von arktisch-alpinen Florenelementen sprechen. Zu diesen gehören Arten wie: *Euastrum divaricatum* (Tafel 2:20), *Micrasterias decemdentata* (Tafel 3:17), *Micrasterias conferta* (Tafel 3:8), *Staurostrum pyramdatum* (Tafel 6:6), um nur einige zu erwähnen. Leider sind aber auch diese Standorte nicht unbeeinträchtigt, denn durch die in den letzten Jahrzehnten praktizierte freie Viehhaltung auf den Almen werden diese zu Viehtränken degradiert, zertrampelt, durch die Tierexkremente hochgradig eutrophiert und damit ihrer Natürlichkeit beraubt.

Aber nicht nur in den Mooren gedeihen die Zieralgen, auch in schwach alkalischen Gewässern, die nicht zu sehr überdüngt oder verschmutzt sind. In den stillen Uferzonen von Fisch- oder Steinbruchteichen, Badeseen usw. wachsen vornehmlich Closterien, wie etwa *Closterium parvulum* (Tafel 1:15) und Pleuro-

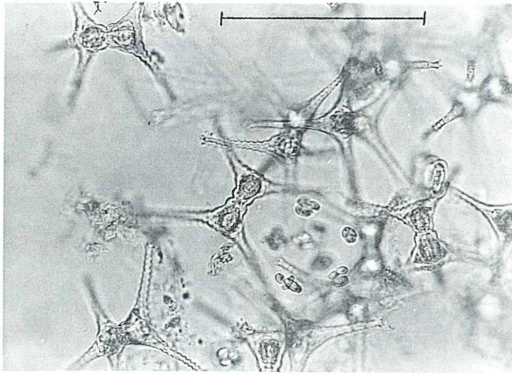


Tafel VI: 1) *Staurastrum muricatum*, 2) *S. hirsutum*, 3) *S. trapezicum*, 4) *S. polytrichum*, 5) *S. teliferum*, 6) *S. pyramidatum*, 7) *S. setigerum*, 8) *S. subscabrum*, 9) *S. inconspicuum*, 10) *S. spongiosum*, 11) *S. spongiosum* var. *perbifidum*, 12) *S. sexcostatum* var. *productum*, 13) *S. margaritaceum*, 14) *S. oligacanthum* var. *incisum*, 15) *S. arachne*, 16) *S. oxyacanthum*, 17) *S. controversum*, 18) *S. inflexum*, 19) *S. proboscideum*, 20) *S. cingulum*, 21) *S. pingue*, 22–23) *S. luetkemulleri* (zwei etwas unterschiedliche Phänotypen).





Tafel VII: 1) *Staurostrum vestitum*, 2) *S. aculeatum*, 3) *S. furcatum*, 4) *S. aciculiferum*, 5) *S. subavacula*, 6) *S. pungens*, 7) *S. forficulatum*, 8) *S. senarium*, 9) *S. furcigerum*, 10) *S. furcatum* var. *subsenarium*, 11) *S. furcatum* var. *elegantior* 12) *Spondylosium pulchellum*, 13) *S. pulchrum*, 14) *Hyalothea dissiliens*, 15) *H. mucosa*, 16) *Desmidium swartzii*, 17) *D. aptogonum*, 18) *D. pseudostreptonema*, 19) *D. grevillii*, 20) *Onychonema filiforme*, 21) *Bambusina brebissonii*.



**Abb. 7:** Planktonprobe mit *Staurastrum pingue*. Maßstrich = 100 µm.

taenien, z.B. *Pleurotaenium trabecula* (Tafel 1:29) und unter Umständen auch attraktive Formen wie *Micrasterias americana* (Tafel 3:3) und *Micrasterias thomasi* (Tafel 3:13 u. 14). Das gleiche gilt auch für die Verbreitung von Zieralgen im Plankton von natürlichen und künstlichen Seen. Ihr Vorhandensein im Phytoplankton eines Gewässers weist immer auch auf einen guten Reinheitsgrad hin, da eben nur wenige Arten auch einen geringfügigen Verschmutzungsgrad ertragen, so, z.B. *Closterium acerosum* (Tafel 1:21). Echte Planktonbewohner (Euplankter) gibt es unter den Zieralgen nur in geringer Zahl, die meisten von ihnen gelangen durch mechanische Umstände in das Plankton, indem sie durch Wellenschlag, Fressaktivität von Wasservögeln und dergleichen vom Ufersaum ins Plankton gelangen und sich dort eine zeitlang schwebend halten können (Tychoplankter). Zu den echten Planktern zählen vielfach Staurastren mit langen Zellarmen, von denen man annimmt, daß sie den Zellen durch Vergrößerung der Oberfläche eine gute Schwebefähigkeit verleihen, so etwa *Staurastrum cingulum* (Tafel 6:20), *Staurastrum pingue* (Abb. 7; Tafel 6:21) und *Staurastrum luetkemuellieri* (Tafel 6:22–23). Mit einiger Regelmäßigkeit findet man im Plankton aber auch solche Formen, die keine Schwebefortsätze haben, wie *Cosmarium depressum* (Tafel 4:5), *Cosmarium formosulum* (Tafel 4:26) und *Cosmarium turpinii* (Tafel 4:27). Diese Zellen sind dafür oft von einer Gallerthülle umschlossen, die den gleichen Effekt wie die Schwebefortsätze erzielen sollte. Andererseits finden wir solche Gallerthüllen sehr häufig auch bei Arten, die seichte, manchmal austrocknende Kleinge-

wässer bewohnen, da soll sie wiederum das Überleben solcher Trockenperioden ermöglichen. Man schreibt ihr aber auch eine Schutzfunktion gegen Parasitenbefall zu.

Obwohl die Zieralgen allgemein helle, sonnen- durchflutete Lebensräume vorziehen und Dauerbeschattung schlecht ertragen, kann man auch in Waldtümpeln solche finden und so kommt *Closterium rostratum* (Tafel 1:18) in solchen oft fast in Reinkultur massenhaft vor. Nicht ganz übersehen sollte man auch die Möglichkeit, auf feuchter Erde auf Zieralgen zu stoßen. So ist mir aus eigener Erfahrung bekannt, daß auf diesem Substrat an Waldrändern *Penium spirostriolatum* (Tafel 1:2), *Euastrum bidentatum* (Tafel 2:18) und *Cosmarium decedens* (Tafel 4:14) zu finden sind und *Hyalotheca dissiliens* (Tafel 7:14) bildet ausge- dehnte, grüne Rasen auf blanker, feuchter Torf- erde.

### Überraschender Artenreichtum

Die sieben Bildtafeln im Anhang beinhalten die wohl am häufigsten bei uns vorkommenden Arten. Tafel 3 enthält so gut wie alle in Mitteleuropa vorkommenden Arten der Gattung *Micrasterias*. Anhand der Figuren sollte es auch dem Nichtfachmann möglich sein, das eine oder andere Exemplar seines Zieralgenfundes zu bestimmen. Alle Figuren sind Originalzeichnungen des Autors und wurden hauptsächlich bei einer Mikroskopvergrößerung von  $60 \times 10$  angefertigt. Mit Hilfe des beigefügten Maßbalkens sind auch die annähernden Größenverhältnisse und absoluten Dimensionen zu eruieren. Daß es sich hierbei aber nur um eine bescheidene Auswahl heimischer Arten handelt, sollte durch den Hinweis unterstrichen werden, daß allein aus Österreich mehr als 200 Arten der Gattung *Cosmarium* bekannt sind. Es ist daher nicht zu erwarten, mit diesen Abbildungen ein vollständiges „Bestimmungsbuch“ in Händen zu haben.

Häufigkeitsangaben bei Organismen im allgemeinen sind immer relativ und daher nur beschränkt gültig. Eine Art kann in vielen Gebieten als absolute Rarität gelten, da sie da eben nur selten oder sporadisch gefunden wird, während sie in anderen Gebieten wiederum häufig anzutreffen ist und nicht als Rarität gehandelt wird. Solche großräumigen Häufigkeitsverteilungen haben ihre Ursachen in eben-



falls weiträumigen geologischen oder klimatischen Bedingungen, so etwa, daß Organismen, die sauren, kristallinen Untergrund benötigen (Zentralalpen), in kalkreichen Gebieten (Kalkalpen), trotz fast gleicher klimatischer Verhältnisse nicht gedeihen, sondern bestenfalls kleinräumig vegetieren können. Für die acidophilen Hochmoorbewohner trifft diese Aussage allerdings nicht zu, denn diese zeigen kaum unterschiedliche Häufigkeitsverhältnisse.

#### Literaturhinweise

Krieger, W.: Die Desmidiaceen Europas mit Berücksichtigung der außereuropäischen Arten. 1. Teil. Rabenhorsts Kryptogamenflora von Deutschland,

Österreich und der Schweiz. 13, Akad. Verlagsgesellschaft m.b.H, Leipzig 1937  
Krieger, W. Gerloff, I.: Die Gattung *Cosmarium*. Cramer, Weinheim 1962–1969.  
Meyers kleines Lexikon Ökologie; Bibliographisches Institut (F. A. Brockhaus) Mannheim, Wien, Zürich 1987  
Ralfs, J.: The British Desmidiaceae, London 1848. J. Cramer, Weinheim, Reprint 1962.  
Rieth, A.: Jochalgen, Sammlung: Einführung in die Kleinlebewelt, Kosmos-Verlag, Stuttgart 1961.  
Ruttner, F.: Grundriß der Limnologie, Walter de Gruyter & Co., Berlin 1962  
Růžicka, J.: Die Desmidiaceen Mitteleuropas, Bd. 1. E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1981.

Verfasser: Rupert Lenzenweger, Schloßberg 16, A-4910 Ried/Innkreis

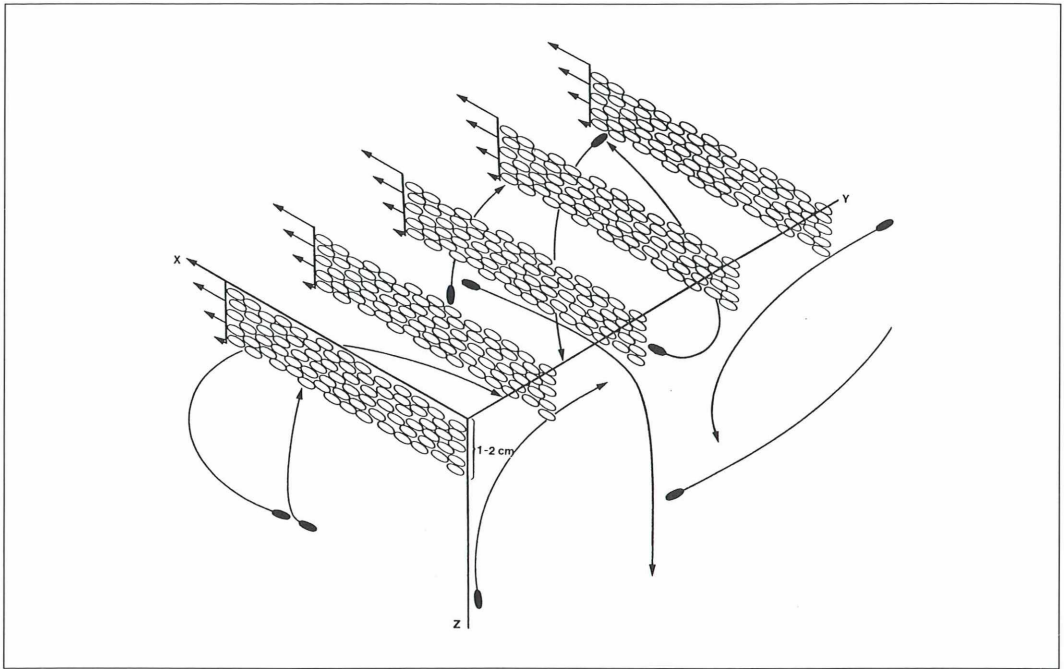
## Kurze Mitteilung

### Algenbänder

Bei spiegelglatter Wasseroberfläche und nur ganz leichter Brise kann man sowohl auf dem Meer als auch auf Seen mehr oder weniger parallel verlaufende Bänder von Algen beobachten. Solche Algenbänder sind seit längerem bekannt; sie können Abstände zwischen 1,5 Meter bis zu einigen hundert Metern haben und manchmal auch komplexe Strukturen bilden. Diese mehr oder weniger parallel angeordneten, oft gekräuselten Bänder werden durch verschiedenartige physikalische Prozesse bedingt. Windbänder an der Oberfläche von Seen und Ozeanen, die an der Anhäufung von Schaum und Debris zu erkennen sind, kommen wahrscheinlich durch Oberflächenkonvergenz von Wirbelstrahlen mit dem Wind zustande.

Bei Windstille kommt es jedoch zur Bildung schmalere Bänder, die sich durch hohe Konzentration von positiv phototaktischem Plankton und von Blaualgen auszeichnen und auf die etwa 5 cm dicke Oberflächenschicht beschränkt sind. Diese Algenbänder dürften durch andere physikalische Prozesse zu erklären sein. Bei Fast-Windstille, wenn die Wasseroberfläche noch nicht gerippt ist, beträgt der

Abstand zwischen den Windbändern nur 5 bis 10 cm. Die Bänder bleiben dann oft für Stunden unverändert. Sobald auch nur der leiseste Wind aufkommt, werden die Windbänder durch die Windrichtung ausgerichtet. Die Anhäufung der Algen erfolgt kurzzeitig, manchmal in wenigen Minuten, in einer dünnen Oberflächenschicht von etwa 1–2 cm direkt unter der Wasseroberfläche. Auffallend ist, daß der Raum zwischen den Bändern praktisch frei ist von Algenzellen. Die Bänder bestehen hauptsächlich aus Algenfäden von 2–3 cm Länge und haben Ellipsenform (Abb. 1) mit einem Achsenverhältnis von 1:3–5. Die Algenfäden sind dicht zusammengepackt, ohne jedoch durch Kohäsion miteinander verbunden zu sein. Mit bloßem Auge kann man in etwa 20 cm Tiefe einzelne Algenfäden sich horizontal in verschiedener Tiefe und in verschiedenen Richtungen bewegen sehen. Die Masse der Algenfäden gehört zu den Arten *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae* und anderen Cyanophyceen, die durch den Besitz von Gasvakuolen in der Lage sind, sich für Stunden schwebend zu halten. Die Erklärungen für das Zusammenbleiben der Algenfäden in parallel zur Windrichtung ausgerichteten Bändern wird



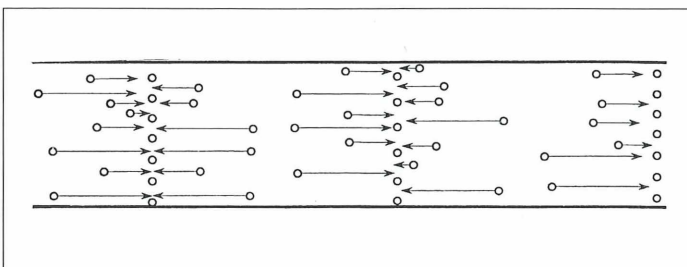
**Abb. 1:** Schema der Bewegung der Algenfäden, die zur Bildung von Algenbändern führt. Die offenen Ellipsen stellen die Algen dar, welche durch Scherkräfte in Bändern zusammengehalten werden. Die geschlossenen Ellipsen sind solche Algenfilamente, die sich unterhalb der oberflächlichen Scherschicht bewegen. Sie legen lange Wege zurück, bevor sie wieder in einem Band durch Scherkräfte festgehalten werden.

Die X-Achse gibt die Windrichtung und die Orientierung der Algenbänder an, die Z-Achse ist die Tiefen-Koordinate. Der Abstand auf der Y-Achse zwischen den Bändern, die eine Tiefe von 1 bis 2 cm haben, ist 5 bis 10 cm. Einzelne Algenfäden fallen aus den Bändern heraus und werden durch die Turbulenz der unterliegenden Schicht oft in ein weiter entferntes Band vertikal transportiert (aus Kenney, 1993).

in Scherkräften gesucht, die zwischen den einzelnen Zellen entstehen, wenn diese sich aufeinander zubewegen (Abb. 2). Hinweise für eine Abwärtsbewegung innerhalb der Algenbänder wurden nicht beobachtet. Die Bandbildung ist offensichtlich strikt zweidimensional über einer Wasserschicht, die turbulent ist und dreidimensionale Ordnungen hervorbringt. Solche durch Scherkräfte bedingten Algenbänder scheinen bei Windstille häufig vorzukommen, aber wegen der Abwesenheit geeigneter Algenfäden, die mit bloßem Auge sichtbar sind, oft unerkannt zu bleiben.

Kenney, B. C.: Observations of coherent bands of algae in a surface shear layer. *Limnology and Oceanography* 38, 1059–1067 (1993).

H. F. Linskens, Nijmegen (Niederlande)



**Abb. 2.:** Schematisches Diagramm der Bewegung der Algenfäden in der oberflächlichen Scherschicht (Aufsicht). Die Pfeile deuten die Richtung der Verschiebung der Algenzellen an, die in den Bändern durch Scherkräfte zusammengehalten werden (aus Kenney, 1993).



## Die Kunst des Holzschnitts

Friedrich Thormann

**S**eit die Möglichkeit der mikroskopischen Beobachtung besteht, haben sich Generationen von Mikroskopikern an der Zellstruktur des Holzes erfreut. Das zieht sich durch die einschlägige Literatur – Mikrokosmos 83, 223 (1993) – und ist sicherlich auch darin begründet, daß hier ein Material vorliegt, das ohne große Vorbereitungen bearbeitet werden kann. Wer allerdings schon versucht hat, Holz mit dem Mikrotom zu schneiden, weiß um die Tücken und Tricks, die angewandt werden müssen, um einen guten Schnitt zu erhalten.

### Strukturen im Holz

Die hier vorgestellten Querschnitte unterschiedlicher Holzarten zeigen immer wieder den gleichen Aufbau. Durch die jahreszeitlich bedingten Klimaschwankungen bildet das Kambium (das teilungsfähige Gewebe an der Grenze zwischen Rinde und Holz) im Frühjahr weite Gefäße mit relativ dünnen Wänden, im Sommer und Herbst enge und dickwandige Zellen. Das Frühholz ist daher locker, das Spätholz im Sommer ziemlich dicht. Der Übergang erfolgt allmählich. Die Jahresgrenze zwischen dem Spätholz eines Jahres und dem Frühholz des folgenden Jahres ist im allgemeinen sehr scharf ausgeprägt.

Das Holz der Nadelbäume ist recht einfach strukturiert – bei vielen Arten finden sich darin Harzgänge. Die Hölzer der Laubbäume sind wesentlich komplizierter aufgebaut. Sie weisen mehr unterschiedliche Zelltypen und insbesondere große, wasserleitende Gefäße (= Tracheen) auf; außerdem fallen hier die besonders großen Markstrahlen ins Auge, die unter anderem auch der Speicherung von Stärke und Lipiden dienen.

Möchte man sich nicht nur an den schönen Mustern der Querschnitte ergötzen, sondern mehr über den Aufbau des Holzes erfahren, müssen tangentielle und radiale Schnitte, die zusätzliche interessante Strukturen aufweisen, angefertigt werden, um den Verlauf der Gefäße und Zellen genauer zu verfolgen.

Im Literaturverzeichnis sind die speziell im MIKROKOSMOS der letzten Jahre veröffentlichten Artikel hierzu aufgeführt.

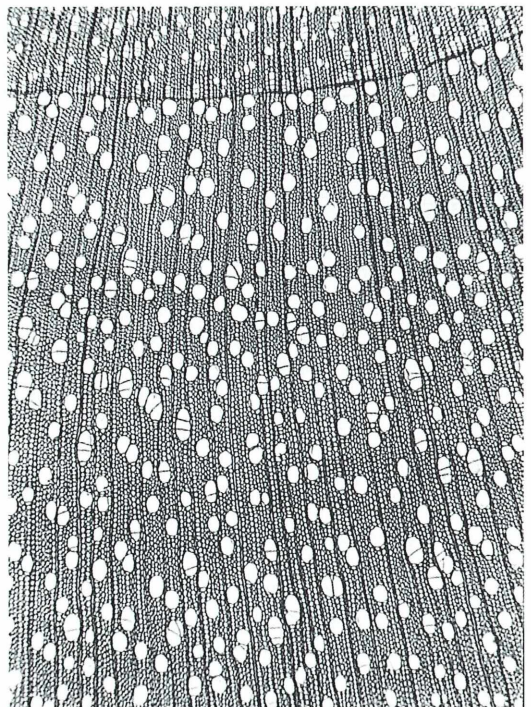


Abb. 1: Querschnitt durch Weidenholz, 25 x.

## Literaturhinweise

- Jung, J., Bukatsch, F.: Einheimische Hölzer, Mikrokosmos 66, 69–72, 97–98, 129–132, 169–172 (1977).  
 Jurzitza, G.: Pflanzengewebe unter dem Rasterelektronenmikroskop. Mikrokosmos 63, 355–359 (1974) sowie 64, 33–36 (1975).  
 Jurzitza, G.: Laubholz und Nadelholz. Mikrokosmos 72, 75–74 (1983).  
 Kremer, B. P.: Das Wasserleitungssystem der Bäume. Mikrokosmos 72, 235–241 (1983).  
 Kremer, B. P.: Der Kalender im Baumstamm. Mikrokosmos 74, 94–95 (1985).  
 Kremer, B. P.: Querschnitt durch das Holz der Platane. Mikrokosmos 76, 289–293 (1987).

- Roeser, K. R.: Zweig der Linde im Querschnitt. Mikrokosmos 78, 264–272 (1989).  
 Roeser, K. R.: Querschnitt durch den Birkenzweig. Mikrokosmos 78, 325–328 (1989).  
 Rupp, P.: Das Holz der Waldkiefer *Pinus sylvestris* im Mikrofoto. Mikrokosmos 73, 129–137 (1984) (vgl. auch Mikrokosmos 74, 4–16, 303–312 (1985)).

*Anschrift des Verfassers:* Friedrich Thormann,  
 Dr. Dölger Straße 36, D-63834 Sulzbach

**Abb. 2: Querschnitt durch Kirschholz, 40 ×.**

# Exkursionsflora von Deutschland

Begründet von Prof. Dr. Werner ROTHMALER



## Band 1 – Niedere Pflanzen

Herausgegeben von R. SCHUBERT, H. H. HANDKE und H. PANKOW

3. Aufl. 1990. 812 S., 2400 Abb., geb. DM 55,–

*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 2 – Gefäßpflanzen: Grundband

Herausgegeben von R. SCHUBERT, K. WERNER und H. MEUSEL

15., durchges. Aufl. 1994. 640 S., 800 Abb., geb. DM 49,–

*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 3 – Gefäßpflanzen: Atlasband

Herausgegeben von R. SCHUBERT, E. J. JÄGER und K. WERNER

8., durchges. u. verbesserte Aufl. 1994. 752 S., 2800 Abb., geb. DM 55,–

*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.*

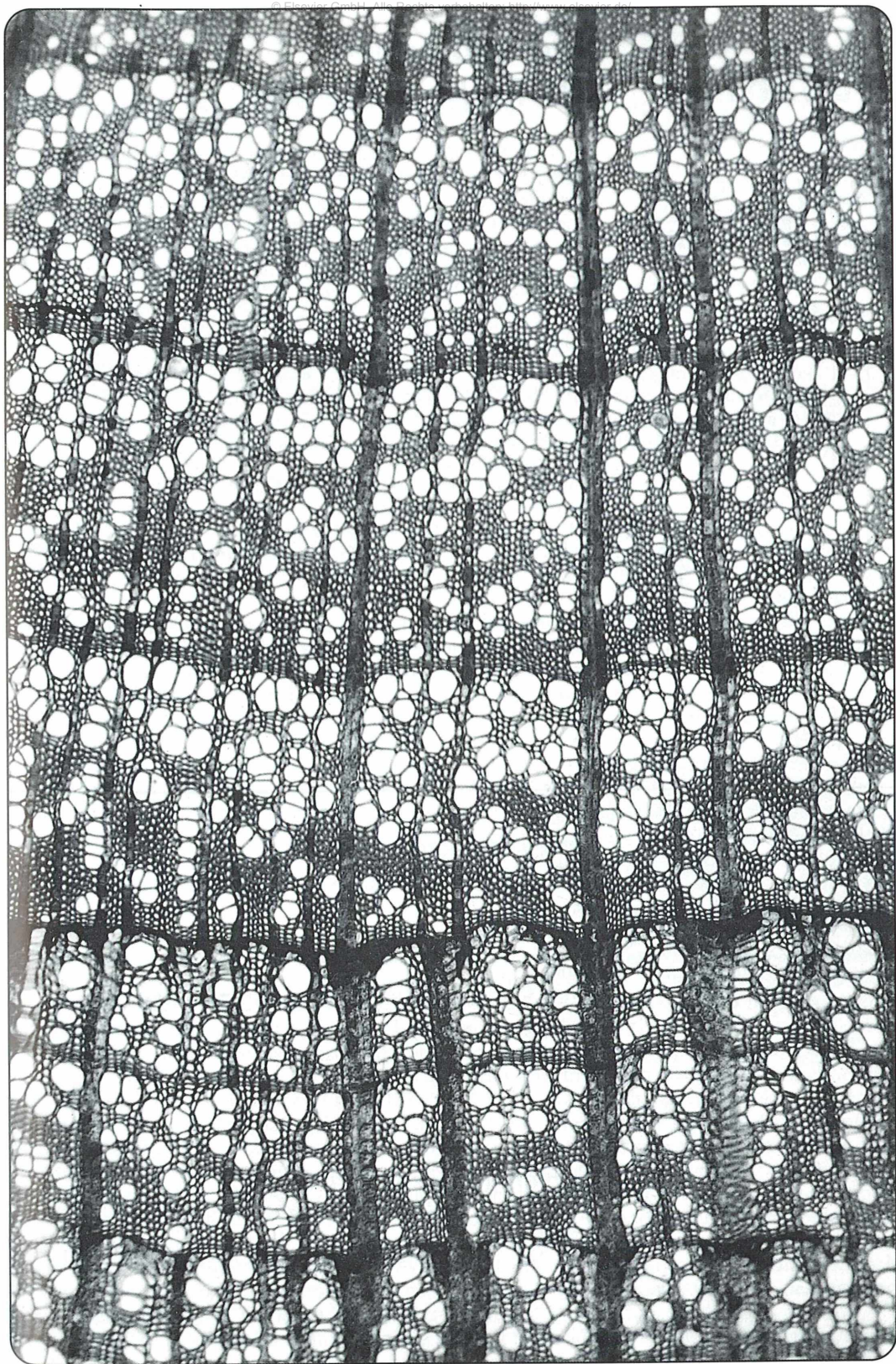
## Band 4 – Gefäßpflanzen: Kritischer Band

Herausgegeben von R. SCHUBERT und W. VENT

8. Aufl. 1990. 812 S., 743 Abb., geb. DM 55,–

*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.*







# BUCHTIPS



## Bau und Leben der Rhinogradentia

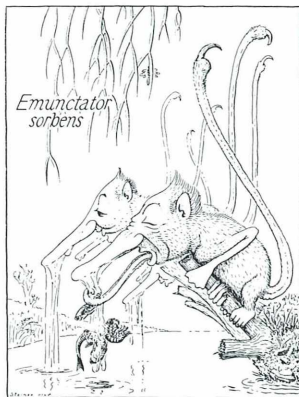
Von Prof. Dr. Harald Stümpke alias Prof. Dr. Gerolf Steiner.

1988. VI, 85 S., 15 Taf., 12 Abb., kt. DM 24,80

Der Autor erweckt eine bisher gänzlich unbekannte Spezies zum Leben. Über 50.000 Freunde hat dieses Büchlein bisher seit seinem Erscheinen gefunden, und immer wieder wurde der Wunsch laut, die originellen Abbildungen der einzelnen Gattungen im Posterformat zu veröffentlichen.

Tafel IV, X und XII liegen als Poster im Format 42 x 57 cm vor und können beim Verlag zu je DM 8,- bestellt werden.

Ob als Wandschmuck, zum Sammeln oder zum Verschenken an Freunde und Kollegen, leisten Sie sich diesen »tierischen« Spaß.



Tafel IV

Über das Buch:

... Wenn ein Biologe am häuslichen Kamin sich vom »tierischen Ernst« der Zoologie ausruhen und zwei Stunden schmunzeln will, dann lese er diese kleine Köstlichkeit.

Die Naturwissenschaften

... es handelt sich um eine wirklich vergnügliche Persiflage, die auch jedem Mediziner als Präsent oder »Nachtpostille« Freude bereiten wird.

Hippokrates



Tafel XII

Steiner

### Tierzeichnungen in Kürzeln

2. Aufl. 1984. VIII, 94 S., engl. Br. DM 29,80

Steiner

### Wort-Elemente der wichtigsten zoologischen Fachausdrücke

7. Aufl. 1988. 31 S., kt. DM 8,-

Steiner

### Zoomorphologie in Umrissen

65 Tafeln zum Vergleichen der Eumetazoen mit über 900 Einzeldarstellungen

1977. XIV, 134 S., 65 ganzseitige Tafeln, Ringheftung DM 49,-



# Parasiten – selbst entdecken

Brigitte Bannert

Bei dem Gedanken an Parasiten schaudert es die meisten Menschen, weil sie damit ekelerregendes Getier und scheußliche Krankheitsbilder verbinden. Das mag in vielen Fällen sogar zutreffen, in vielen anderen aber nicht. Besonders dort, wo Wirt und Parasit eine lange Koevolution durchlaufen haben, besteht ein hohes Maß an wechselseitiger Anpassung, so daß der Wirt durch seine ungebeten Gäste keinen Schaden nimmt, sofern er nicht durch andere Faktoren (z.B. Hunger, Streß usw.) bereits geschwächt ist. Das stetig zunehmende Bedürfnis, besonders der Städter, nach Heimtieren bringt uns auch heimliche Gäste ins Wohnzimmer, von deren Existenz so mancher Heimtierbesitzer nicht einmal etwas ahnt.

**S**olange keine klinischen Erscheinungsformen den Gang zum Tierarzt erforderlich machen, wissen die wenigsten Heimtierhalter, mit wie vielen mehr oder weniger harmlosen Parasiten ihr Liebling belastet ist. Für den Mikroskopiker unter den Haustierbesitzern lohnt es sich, einmal eine frische Kotprobe seines Pfleglings zu untersuchen, auch wenn das am Anfang vielleicht etwas Überwindung kostet. Besonders, wer einen frisch importierten Exoten sein Eigen nennt, wird staunen, was er alles Interessantes miterworben hat.

## Nachweis von Helminthen und Protozoen in Tierexkrementen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Parasitenstadien im Kot nachzuweisen. Am wenigsten Aufwand erfordert der direkte Nachweis im Frischpräparat. Hierzu wird eine kleine Menge Kot mit einer physiologischen Kochsalzlösung (0,9 %ig = 0,9 g NaCl/100 ml H<sub>2</sub>O) vermischt und ein Tropfen davon auf einen Objektträger verbracht, mit einem Deckglas bedeckt und nativ unter dem Mikroskop durchgemustert. Mittels dieses Verfahrens kann man erkennen, ob Flagellaten, Opalinen, Amöben oder Ciliaten vorhanden sind. Häufig entdeckt man auch Larven und Eier von Würmern sowie Dauerstadien von Kokzidien, allerdings nur, wenn von diesen relativ viele in der Kotprobe vorliegen. Bei geringem Befall mit Würmern oder Kokzidien kann man diese meist nur mit Hilfe eines Anreicherungsverfahrens finden.

Ist es notwendig, Wurmeier oder Kokzidienstadien anzureichern, so empfiehlt sich vor allem das Flotationsverfahren. Bei dieser Technik wird die Kotprobe in ein Becherglas gegeben und zur Verdünnung je nach Menge mit gesättigter Kochsalz-(340 g NaCl in 1 l Leitungswasser) oder gesättigter ZnCl<sub>2</sub>/NaCl-Lösung (287,5 g ZnCl<sub>2</sub> + 275 g NaCl auf 1 l Aqua dest.) aufgegossen und kräftig umgerührt, um sie möglichst vollständig aufzuschwemmen. Anschließend gießt man die ganze oder einen Teil der Flüssigkeit durch ein engmaschiges, normales Teesieb, das die groben Bestandteile zurückhalten soll, und über einen Plastiktrichter in ein Zentrifugenröhrchen. Diese Suspension wird nun entweder 3 Minuten bei 2000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert (ZnCl<sub>2</sub>/NaCl-Lösung) oder 20 bis 30 Minuten (nicht länger!) im Zentrifugenröhrchen stehen gelassen (Kochsalzlösung), damit die schweren Schmutzpartikel absinken und die spezifisch leichteren Parasitenstadien an die Oberfläche gelangen. In beiden Fällen wird anschließend die Oberflächenflüssigkeit mittels einer Drahtöse oder einer Pipette vorsichtig abgenommen, auf einen Objektträger überführt und mit einem Deckgläschen versehen. Das Durchmuster des Präparates sollte zügig vor sich gehen, da die Parasitenstadien mit zunehmender Dauer in dem konzentrierten Flotationsmedium zum Teil stark schrumpfen und dann nur noch schwer oder gar nicht mehr zu identifizieren sind.

Will man die Entwicklung von Wurmeiern und besonders auch die Dauerstadien von Kokzi-

dien über einige Tage verfolgen, so müssen sie natürlich schnell von der Salzlösung gereinigt werden. Nach der Anreicherung in der gesättigten Salzlösung nimmt man die Parasitenstadien mit einer Pipette vorsichtig von der Oberfläche ab, überführt sie in ein neues Reagenzglas, das mit Aqua dest. aufgefüllt wird, und zentrifugiert sie 12 Minuten bei 3 000 Umdrehungen pro Minute. Danach wird der Überstand dekantiert, das Sediment mit den Parasiten suspendiert und der Waschvorgang wiederholt. Die im Sediment angereicherten Parasitenstadien können nun in wenig Aqua dest. in einer Petrischale mit leicht geöffnetem Deckel bei Zimmertemperatur stehen gelassen werden, um sie am nächsten oder übernächsten Tag auf ihren Entwicklungszustand zu überprüfen. Will man z.B. Kokzidienstadien über einen längeren Zeitraum aufbewahren, so ist dies im Kühlschrank ohne weiteres möglich, jedoch eignet sich hierfür eine 2,5 %ige Kaliumbichromatlösung besser als reines Aqua dest., weil dadurch das übermäßige Pilz- und Bakterienwachstum eingeschränkt wird.

Auch spezifisch schwerere Eier, z.B. Trematodeen, oder Wurmlarven lassen sich in einer Kotprobe aufspüren, doch wendet man in diesem Fall das Sedimentationsverfahren an. Hierfür wird wiederum eine kleine Menge Fäzes mit 100 ml physiologischer Kochsalzlösung verührt und anschließend zur Beseitigung grober Bestandteile durch ein Sieb gegossen. Die Suspension bleibt nun etwa 30 Minuten stehen, bis sich ein Bodensatz bildet. Der Überstand wird dekantiert und der Bodensatz erneut mit sauberer Flüssigkeit aufgeschwemmt. Anschließend läßt man wiederum eine geraume Zeit sedimentieren. Dieser Vorgang wird mehrmals wiederholt. Bleibt der Überstand weitgehend klar und bildet sich ein feiner Bodensatz, kann dieser nun tropfenweise unter dem Mikroskop durchmustert werden.

Grundsätzlich ist beim Umgang mit Tieren immer auf ein gewisses Maß an Hygiene zu achten, auch wenn es sich um den Liebling der Familie handelt. Dies gilt natürlich in besonderer Weise, wenn Kotuntersuchungen vorgenommen werden sollen, d.h., zum einen ist es ratsam, beim Sammeln der Kotproben Einweg-Handschuhe zu tragen, und zum anderen sollte die Präparation vielleicht nicht gerade auf dem Küchentisch durchgeführt werden.

## Einige Parasiten aus Reptilien

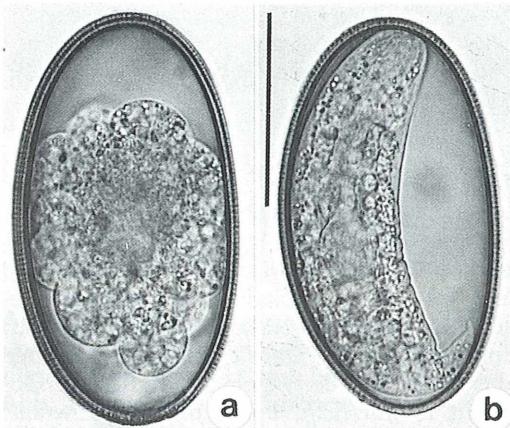
Jedes Haustier dürfte das eine oder andere an Parasiten zu bieten haben, ohne dabei gleich krank zu sein. Besonders, wer Schildkröten, Schlangen oder Echsen zu Hause hält, wird sicher fündig werden. Die genaue Bestimmung der Parasiten, also, um welche Arten es sich handelt, bleibt zumeist den jeweiligen Spezialisten vorbehalten. Aber eine Einordnung der gefundenen parasitären Objekte in größere systematische Gruppen wird in der Mehrzahl der Fälle sicher ohne Schwierigkeiten gelingen. Bei der Diagnose ist zu beachten, daß besonders bei Untersuchungen von Kotproben fleischfressender Tiere immer damit gerechnet werden muß, daß es sich bei den gefundenen Parasitenstadien auch um sogenannte Darmpassanten handeln kann, also um Parasitenstadien, die aus den gefressenen Beutetieren stammen.

Relativ einfach zu finden und oft schon bei geringen Vergrößerungen ( $100\times$ – $200\times$ ) gut sichtbar sind verschiedene Wurmeier (Abb. 1 und 2). Obwohl bei Reptilien Vertreter der Saugwürmer (Trematoden), Bandwürmer (Cestoden), Fadenwürmer (Nematoden) und Kratzer (Acanthocephalen) parasitieren – mit zum Teil sehr komplizierten Entwicklungszyklen und ganz unterschiedlicher pathogener Bedeutung – wird man doch in erster Linie die Eier von Nematoden finden. Diese Würmer können fast alle Organe besiedeln, leben aber bevorzugt im Verdauungstrakt und in der Lunge. Bei den magen- und darmbewohnenden Arten handelt es sich hauptsächlich um Madenwür-



**Abb. 1:** Cestodei aus den Fäzes einer Schlange. Deutlich sichtbar sind die drei Hakenpaare der Onkosphäre. Der Maßstab bedeutet 20  $\mu\text{m}$ .





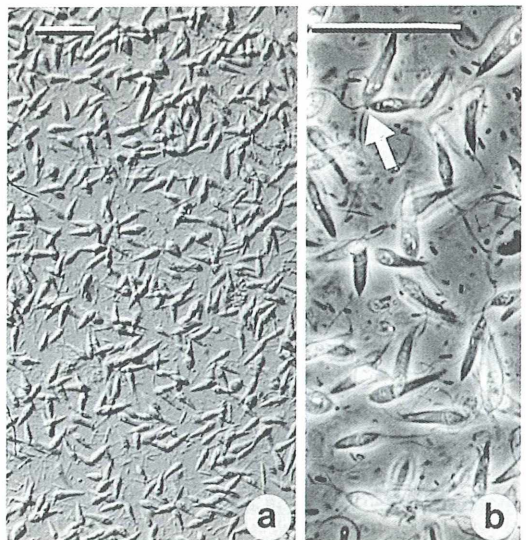
**Abb. 2 a:** Oxyurenei mit Blastomeren aus der Kanareneidechse *Gallotia galloti*. Der Maßstab entspricht 50  $\mu\text{m}$ . – **Abb. 2 b:** Oxyurenei mit gut entwickelter Larve aus der Kanareneidechse *G. galloti*.

mer (Oxyuren), Spulwürmer (Ascariden) und Zwergfadenwürmer (Strongyliden). Besonders Oxyuren-Eier sind relativ leicht an ihrer typischen, zumeist asymmetrischen, ovalen Form zu erkennen. Die Eier enthalten teilweise Blastomeren (Abb. 2 a) oder bereits gut entwickelte Embryonen (Abb. 2 b). Eine pathogene Bedeutung kommt den Oxyuren kaum zu, obwohl sie gelegentlich massenhaft auftreten. Bei hochgradigem Befall können sie den Darm aber regelrecht verstopfen.

Leicht zu identifizieren sind auch Bandwurmer, sofern die typische Onkosphäre oder Sechshakenlarve zu erkennen ist (Abb. 1). Adulte Cestoden leben zumeist im Mitteldarm ihrer Wirte. Es gibt einerseits Arten, deren Eier innerhalb der reifen Glieder (Proglottiden) mit den Fäzes ausgeschieden werden, und andererseits solche, die ihre Eier im Darmkanal des Wirtes entlassen, so daß im Kot Eier bzw. Eipakete zu finden sind. Obwohl Reptilien recht häufig von Bandwürmern parasitiert werden, ist die Schädigung durch die adulten Würmer meist gering, sofern kein Massenbefall vorliegt. Auch Stadien von Einzellern lassen sich relativ leicht aufspüren, aber für ungeübte Augen erst bei stärkeren Vergrößerungen. Flagellaten sind bei Reptilien zumeist harmlose Darmbewohner. Manche Arten, wie z.B. *Proteromonas lacertaeviridis*, können gelegentlich massenhaft

in frischen Fäzes auftreten (Abb. 3), ohne das Wohlbefinden des Wirtes in irgendeiner Weise zu beeinträchtigen. Massenbefall anderer Flagellaten hingegen, z.B. *Hexamita*, *Giardia* oder Trichomonaden, kann das Wirtstier schwer schädigen, insbesondere durch Gewebszerstörungen und entzündliche Prozesse im Darm, in der Leber und vor allem in der Niere und der Harnblase.

Des öfteren findet man auch mehrkernige Amöbenzysten im frischen Kot. Es kommen zahlreiche harmlose Amöbenarten bei Reptilien vor, gefürchtet ist aber besonders unter Schlangenhaltern *Entamoeba invadens*, die wohl eine der schlimmsten Erkrankungen, die sogenannte Amöbenruhr oder Darmfäule, bei Schlangen, Echsen und anderen Reptilien verursacht und in kurzer Zeit ganze Bestände ausrotten kann. Die umfangreichen Gewebszerstörungen und Abszeßbildungen beschränken sich keineswegs nur auf den Darmtrakt, denn die Erreger breiten sich schnell aus und dringen durch Zerstörung von Blutgefäßwänden auch in das Kreislaufsystem ein. Über die Blut-



**Abb. 3 a:** Massenvorkommen von *Proteromonas lacertaeviridis* aus der Smaragdeidechse *Lacerta viridis*. Der Maßstab entspricht 25  $\mu\text{m}$ . – **Abb. 3 b:** Bei stärkerer Vergrößerung sind im Phasenkontrast die Flagellen deutlich sichtbar (Pfeil). Der Maßstab entspricht 25  $\mu\text{m}$  (Fotos: K. Hausmann, Berlin).

bahn werden sie in die Leber und weiter in alle Organe transportiert. Die Zystenbildung findet allgemein im Darm statt. Sowohl akut erkrankte als auch latent infizierte Tiere scheiden Zysten mit den Fäzes aus. Besonders Schildkröten können klinisch gesunde Dauerausscheider sein und eine potentielle Infektionsquelle für andere Reptilien darstellen. *Entamoeba invadens* hat ein Temperaturoptimum von 27–29 °C und ist auf Warmblüter nicht übertragbar.

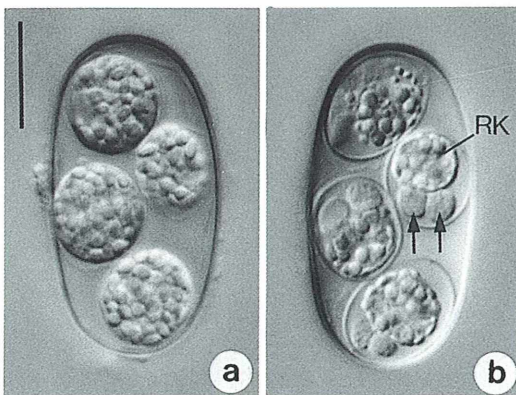
Nicht selten findet man – besonders nach dem Anreicherungsverfahren – Dauerstadien von Kokzidien. Kokzidien sind Einzeller aus der Gruppe der Apicomplexa. Zu diesen intrazellulär lebenden, bei allen Wirbeltiergruppen auftretenden Parasiten zählen medizinisch und wirtschaftlich bedeutsame Krankheitserreger von Mensch und Tier (z.B. Malariaerreger, *Toxoplasma*, *Sarcocystis* u.a.). Ihre Lebenskreisläufe sind teilweise äußerst kompliziert. Neben einwirtigen (monoxenen) Entwicklungszyklen, gibt es auch solche mit heteroxener Entwicklung, bei denen ein Wirtswechsel fakultativ oder obligat sein kann. Gemeinsam ist ihnen allen ein dreiphasiger Entwicklungsgang mit einer sexuellen (Gamogonie) und zwei asexuellen

Phasen (Schizogonie, Sporogonie). Bei den mit den Fäzes übertragenen Kokzidien steht am Ende der Entwicklung die Bildung von beschalteten, widerstandsfähigen Dauerstadien (Oozysten bzw. Sporozysten) und deren Ausscheidung ins Freie.

Eine Vielzahl von Arten aus den Gattungen *Eimeria* und *Isospora* kommt recht häufig bei Reptilien, Vögeln und Säugern vor. Sie vollziehen keinen Wirtswechsel; die meisten Arten sind sehr wirtsspezifisch. Ihre pathogene Bedeutung ist sehr unterschiedlich. Sie besiedeln Epithelzellen des Darmes, der Gallengänge aber auch der Niere. Zumeist werden die Oozysten in unreifem, unsporuliertem Zustand ausgeschieden und entwickeln sich dann im Freien zu den reifen, sporulierten Sporen. Während die Oozysten der *Isospora*-Arten in sporuliertem Zustand zwei Sporozysten mit je vier infektiösen Sporozoiten enthalten, bilden die Oozysten der *Eimeria*-Arten (Abb. 4) vier Sporozysten mit je zwei Sporozoiten aus. Da sich in frischen Kotproben häufig nur unsporulierte Oozysten befinden, muß man diese erst für ein bis zwei Tage bei Zimmertemperatur sporulieren lassen, will man die Gattungszugehörigkeit bestimmen.

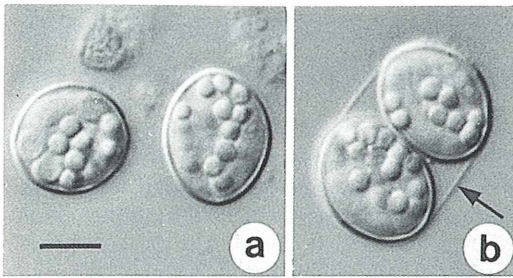
Mit ein bißchen Glück kann man, besonders, wenn man Schlangen hält, auch die sehr kleinen Sarkosporidiensporozysten in den Kotproben finden. Protozoen der Gattung *Sarcocystis* sind zystenbildende Kokzidien. Sie vollziehen einen Wirtswechsel zwischen zwei Wirbeltieren, die in einem Räuber-Beute-Verhältnis zueinander stehen, wobei sich eine intestinale Phase im karnivoren Endwirt mit einer extraintestinalen Phase im herbivoren Zwischenwirt abwechseln. Der Endwirt scheidet als infektiöse Dauerstadien Oozysten bzw. Sporozysten aus, die bei einem geeigneten Zwischenwirt nach oraler Aufnahme zur Zystenbildung in der Muskulatur führen. Sarkosporidien sind weltweit verbreitet und aus der Muskulatur von Reptilien, Vögeln und Säugetieren, einschließlich des Menschen, der Affen und sogar der Wale, beschrieben.

Ein ungewöhnliches, auf Kannibalismus beruhendes Räuber-Beute-Verhältnis, zeigt sich bei den Eidechsen von Madeira und den Kanarischen Inseln, das sich in diesen Echsen parasitierenden Sarkosporidien zunutze gemacht haben. Frißt eine Echse mit *Sarcocystis*-infiziertes Muskelgewebe eines Artgenossen, so werden die Parasiten während des Verdauungsvor-



**Abb. 4 a:** Ansporulierte Oozyste von *Eimeria gallotiae* mit vier Sporoblasten im Differentialinterferenzkontrast (DIK). Der Maßstab entspricht 10 µm. – **Abb. 4 b:** Vollsporulierte Oozyste von *Eimeria gallotiae* mit vier Sporozysten, die je zwei Sporozoiten (Pfeile) und einen Sporozystenrestkörper (RK) enthalten. DIK.





**Abb. 5 a:** Zwei Sporozysten von *Sarcocystis dugesii* aus der Madeira-Eidechse *Podarcis dugesii*. DIK. Der Maßstab bedeutet 5  $\mu\text{m}$ . – **Abb. 5 b:** Oozyste von *Sarcocystis dugesii* aus der Madeira-Eidechse *Podarcis dugesii*. Der Pfeil weist auf die sehr zarte Oozysten-hülle. DIK.

gangs frei und dringen in die Dünndarmwand der Echse ein, wo sie sich zu reifen Oozysten und Sporozysten (Abb. 5) entwickeln, die mit dem Kot ausgeschieden werden und für weitere Echsen infektiös sind. Nimmt eine Echse mit Sporozysten kontaminierte Nahrung oder Wasser auf, so entwickelt sie wiederum parasitenhaltige Gewebezysten in ihrer Muskulatur. Grundlage für diesen ungewöhnlichen, nur in einer einzigen Wirtstierart ablaufenden Lebenszyklus ist das Verhalten der Eidechsen, die bei ihren heftigen innerartlichen Auseinandersetzungen abgeissenen Schwanzstücke aufzufressen.

Was immer man auch in einer Kotprobe zu sehen bekommt, für den Laien ist es sicher schwer zu entscheiden, ob es sich bei den gefundenen Parasiten um pathogene oder apathogene Formen handelt. Man sollte sich also nicht nur darüber freuen, daß man im Kot seines Haustieres etwas zum Mikroskopieren entdeckt hat, sondern sicherheitshalber einen Tierarzt zu Rate ziehen, ob es nicht vielleicht doch besser ist, eine Behandlung durchzuführen. Liebenswerte Geschöpfe sind Parasiten vielleicht nicht, aber sie haben so viele hochinteressante Anpassungen an ihre außergewöhnliche Lebensweise entwickelt, daß die Beschäftigung mit ihnen für den Zoologen immer eine lohnende und faszinierende Aufgabe ist.

## Glossar

- Gamogonie:** Entwicklungsphase im Lebenszyklus von Sporozoen, in der Geschlechtszellen ausgebildet werden und miteinander verschmelzen
- heteroxen:** mehrwirtig
- monoxen:** einwirtig
- Onkosphäre:** erstes kugelförmiges Entwicklungsstadium von Bandwürmern, das durch drei Häkchenpaare gekennzeichnet ist
- Oozyste:** resistentes Dauerstadium von den durch Fäzes übertragenen Kokzidien, das aus einer Zygote hervorgeht und in dem die infektiösen Sporozoiten eingeschlossen sind
- Proglottiden:** Körperabschnitte von Bandwürmern
- Schizogonie:** ungeschlechtliche Vielfachteilung im Lebenszyklus der Apicomplexa
- Sporogonie:** ungeschlechtliche Vermehrungsphase im Lebenszyklus von Sporozoen, in der die infektiösen Sporozoiten entstehen
- Sporozoit:** infektiöses Stadium der Apicomplexa
- Sporozyste:** widerstandsfähiges Dauerstadium (Spore) von den durch Fäzes übertragenen Kokzidien, das die Sporozoiten enthält
- Zygote:** Verschmelzungsprodukt einer männlichen und einer weiblichen Geschlechtszelle

## Literaturhinweise

- Hackbarth, R.: Krankheiten der Reptilien. 2. Aufl., Franckh-Kosmos, Stuttgart 1992.
- Ippen, R., Schröder, H.-D., Elze, K.: Handbuch der Zootierkrankheiten. Bd. 1 Reptilien. Akademie-Verlag, Berlin 1985.
- Isenbügel, E., Frank, W.: Heimtierkrankheiten. UTB Große Reihe, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1985.
- Mehlhorn, H. (Hrsg.): Parasitology in Focus. Springer-Verlag, Heidelberg 1988.
- Mehlhorn, H., Piekarski, G.: Grundriß der Parasitenkunde. 3. Aufl., UTB 1075, G. Fischer, Stuttgart 1989.
- Mehlhorn, H., Düwel, D., Raether, W.: Diagnose und Therapie der Parasitosen von Haus-, Nutz- und Heimtieren. G. Fischer, 2. Aufl., Stuttgart 1993.

**Verfasserin:** Dipl.-Biol. Brigitte Bannert, Institut für Zoologie, AG Protozoologie, FU Berlin, Königin-Luise-Str. 1–3, D-14195 Berlin

## Kurze Mitteilung

### Einbettung bei tiefer Temperatur

Professor Fritjof Sjöstrands Name ist mit der Frühzeit der Elektronenmikroskopie, insbesondere der Entwicklung geeigneter Mikrotome zur Herstellung von Dünnschnitten verbunden. Er hat neuerdings Experimente ausgeführt, die zeigen, was es mit der Cryofixation, der Fixierung von Geweben bei tiefen Temperaturen, auf sich hat. Er konnte zeigen, daß es vielmehr die hohe Viskosität eines organischen Lösungsmittels bei niedriger Temperatur ist, welche die Denaturierung der Eiweiße verlangsamt, nicht aber die tiefe Temperatur an sich.

Das Wort Fixierung wird seit langer Zeit von den Mikroskopikern dazu benutzt, eine Behandlung zu charakterisieren, welche zum Ziel hat, die Strukturen der Zellen eines Präparates festzulegen. Damit sollen Schäden verhindert werden, die während der Einbettung in ein geeignetes Medium, z.B. zur Schnittherstellung, auftreten können. Das Wort „Cryofixation“ erweckt dabei den Eindruck, daß durch Einfrieren das Gewebe fixiert wird und so strukturelle Veränderungen verhindert werden, welche ansonsten während der Einbettung des gefrorenen Gewebes auftreten können.

Es gibt zwei Methoden der Einbettung von gefrorenen Geweben: die Gefriertrocknung und die Gefriersubstitution. Von beiden Methoden nimmt man an, daß es sich um eine physikalische Fixierung (Festlegung), im Gegensatz zur konventionellen chemischen Fixierung, handelt. Wenn ein Gewebe schnell genug, d.h. in Bruchteilen von Sekunden, eingefroren wird, dann entstehen keine Eiskristalle, sondern das Wasser geht direkt von seinem flüssigen in den amorphen Zustand über. Dieser Übergang kann stattfinden ohne eine Störung der Zellstrukturen; sie findet so lange nicht statt, wie die Temperatur des Gewebes bei  $-80$  bis  $-100$  °C gehalten werden kann, so daß keine Eiskristallbildung auftritt. Sobald aber das Gewebe ohne vorhergehende Gefriertrocknung geschnitten wird, kann man beträchtliche Änderungen wahrnehmen, die beim Auftauen entstanden sind.

Bei der Gefriersubstitution werden die Wassermoleküle des amorphen Eises im schnell gefro-

renen Gewebe durch die Moleküle eines Substitutionsmediums ersetzt; meist wird dazu Aceton benutzt. Das heißt also, daß wir es mit Diffusionsprozessen verschieden großer Moleküle zu tun haben, bei denen die schwereren Moleküle langsamer diffundieren als die leichteren: Die Wassermoleküle diffundieren in das Substitutionsmittel, so daß das Gewebe und das Fixiermittel exponiert wird. Da aber das meist höhermolekulare Fixiermittel, z.B. Osmiumtetroxid, langsamer diffundiert als das Substitutionsmedium, erreicht es das Gewebe erst, wenn das amorphe Eis bereits entfernt ist. Das heißt, daß das Gewebe nicht in einem gefrorenen Zustand vom Osmiumtetroxid fixiert wird. Dies aber bedeutet, daß bei der Gefriersubstitution in Wirklichkeit eine chemische Fixierung stattfindet! Die Eiweißmoleküle in den Zellen waren bereits denaturiert durch das Substitutionsmittel und wurden dann der stark denaturierenden Wirkung des Fixiermittels ausgesetzt. Die Struktur der Zelle ist daher nicht in der ursprünglichen Situation erhalten, so daß eine Analyse der molekularen Struktur der Zellkomponenten nicht mehr stattfinden kann.

Die starke Denaturierung der Proteinmoleküle erklärt auch, warum die Zellstrukturen nach Gefriersubstitution im wesentlichen genauso aussehen wie nach konventioneller, chemischer Fixierung. Fixierung bei der niedrigen Temperatur allein verhindert also die Eiweißdenaturierung nicht. Die Kombination von Gefriertrocknung und Einbettung bei niedriger Temperatur scheint die Methode der Wahl zu sein. Dazu benötigt man jedoch ein Einbettungsmedium, daß eine geeignete Viskosität während des Einbettungsvorganges hat. Dabei sollte die Viskosität des Mediums oder die Konzentration des Dehydrierungsmittels so gewählt werden, daß die Proteindenaturierung wesentlich verlangsamt wird.

Sjöstrand, F. S.: Common sense in electronmicroscopy. About cryofixation, freeze-substitution, low temperature embedding, low denaturation embedding. *J. Structural Biol.* 103, 135–139 (1990).

H. F. Linskens, Nijmegen (Niederlande)



# Die Chinesenmütze (*Aspidisca turrita*) – ein seltsames Wimpertierchen

Wilhelm Foissner

**Warum Ehrenberg, der dieses Ciliat im Jahre 1831 als Erster sah, es „Chinesenmütze“ nannte, ist im Rasterelektronenmikroskop leicht nachvollziehbar. Von der leicht gewölbten Dorsalseite der rundlichen Zelle entspringt ein kräftiger Dorn, wodurch ein Gebilde entsteht, das sehr der traditionellen Kopfbedeckung der Chinesen ähnelt. Im folgenden Beitrag werden die Morphologie und Ökologie der drei bei uns vorkommenden *Aspidisca*-Arten kurz vorgestellt. Ausführlich behandelt sind diese in der Saprobologie als Bioindikatoren verwendeten Arten, besonders *A. cicada* und *A. lynceus*, im Ciliaten-Atlas (Foissner et al., 1991).**

Die Gattung *Aspidisca* (Schildtierchen) Ehrenberg gehört zu den hypotrichen Ciliaten. Es sind 25–50 µm große, rundliche, ventral und dorsal abgeflachte Infusorien, bei denen die adorale Membranellenzone zweigeteilt ist, in drei unscheinbare Frontal-membranellen am Vorderende und 10–15 starke Mundmembranellen in einer tiefen Grube am linken hinteren Körperrand (Abb. 2, 4, 6, 11, 14). Die Wimpern sind auf der Ventralseite zu 12 kräftigen Griffeln (Cirren) verklebt, auf der Dorsalseite stehen sie einzeln und sind borstenartig verkürzt (Abb. 2, 11, 13, 17). Der Makronucleus ist C-förmig und liegt in der Peripherie der Zelle (Abb. 2, 8, 15). Die kontraktile Vakuole und ihr Exkretionsporus befinden sich rechts hinten auf der Ventralseite (Abb. 2, 6). Ökologisch sind die Schildtierchen Weidegänger, die mit ihren Cirren behende auf Detritus-Flocken und festen Unterlagen umherklettern und mit den adoralen Membranellen vorwiegend Bakterien abweiden (Abb. 1, 9, 18). Die Unterscheidung der drei im Süßwasser vorkommenden Arten erfolgt hauptsächlich nach der Ausbildung der Dorsalseite. Alle übrigen Merkmale (z.B. Größe, Anordnung der Cirren, Form des Makronucleus) sind sehr ähnlich und daher bei der Identifikation keine große Hilfe.

*Aspidisca turrita* (Ehrenberg, 1831) Claparède & Lachmann, 1858

Das wesentliche Merkmal dieses 35–50 µm großen Ciliats ist der Dorn, den schon Ehren-

berg (1838) so treffend abgebildet hat (Abb. 1). Er entspringt von der ebenen bis leicht gewölbten und manchmal auch flach gerippten Dorsalseite. Der Dorn, dessen Funktion nicht bekannt ist, variiert in Form und Größe auch innerhalb einer Population sehr stark (Abb. 4, 5, 9, 10, 12–14) und soll manchmal sogar fehlen, weshalb einige Autoren Synonymie mit *A. lynceus* vermuten. Das ist meiner Meinung nach nicht der Fall; vielmehr ist *A. turrita* oft mit *A. lynceus* vergesellschaftet, wodurch dornenlose Individuen vorgetäuscht werden. In der von mir untersuchten reinen Population hatten jedenfalls alle Exemplare über mehrere Wochen hindurch den typischen Dorn. Außerdem besitzt *A. turrita* einen bisher übersehenen Munddorn (Abb. 4, 9, 11), der *A. lynceus* fehlt. *Aspidisca turrita* ist viel seltener als *A. cicada* und *A. lynceus*. Es sind nur etwa 50 Nachweise aus Europa, Amerika, Asien und Neuseeland bekannt; auch ich habe sie nur ein halbes Dutzendmal gefunden. Angeblich kommt *A. turrita* auch an Meeresküsten vor, die meisten Nachweise stammen aber aus dem Süßwasser, wo sie in Flüssen, Seen, Teichen und im Belebtschlamm kommunaler Kläranlagen beobachtet wurde. Die abgebildete Population fand ich in einem winzigen, stark verockerten Waldtümpel neben der Röslau in Bayern (Fichtelgebirge). Sie entwickelte sich reichlich im Standortwasser, dem zur Förderung des Bakterienwachstums ein zerdrücktes Weizenkorn beigegeben wurde. In stark saprobem Milieu überlebte sie nicht.

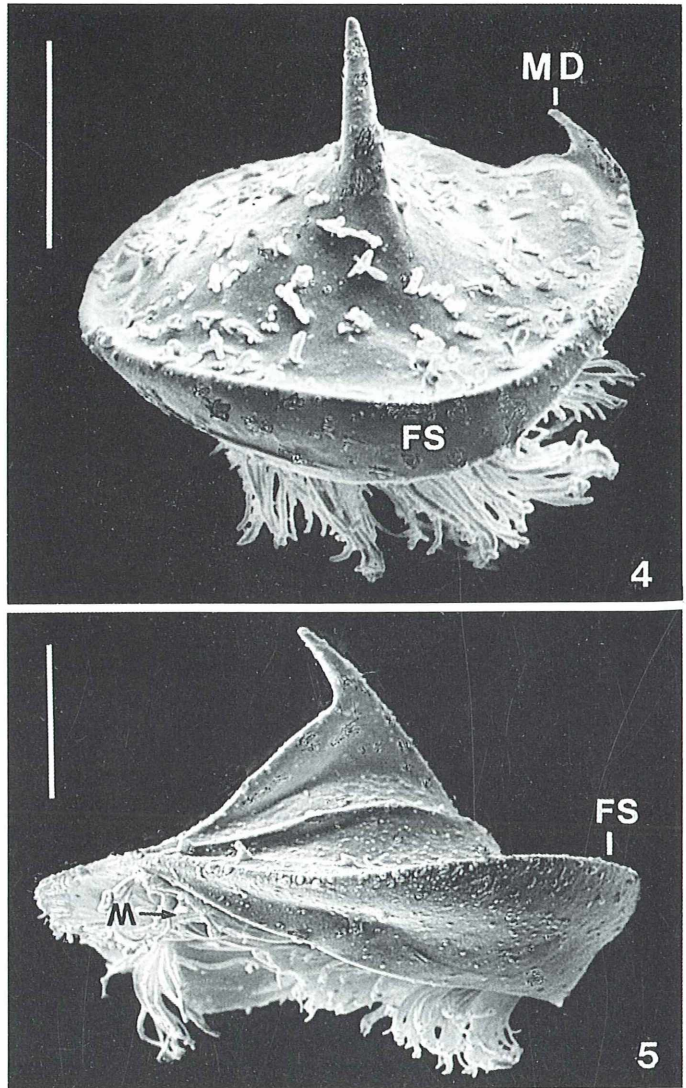
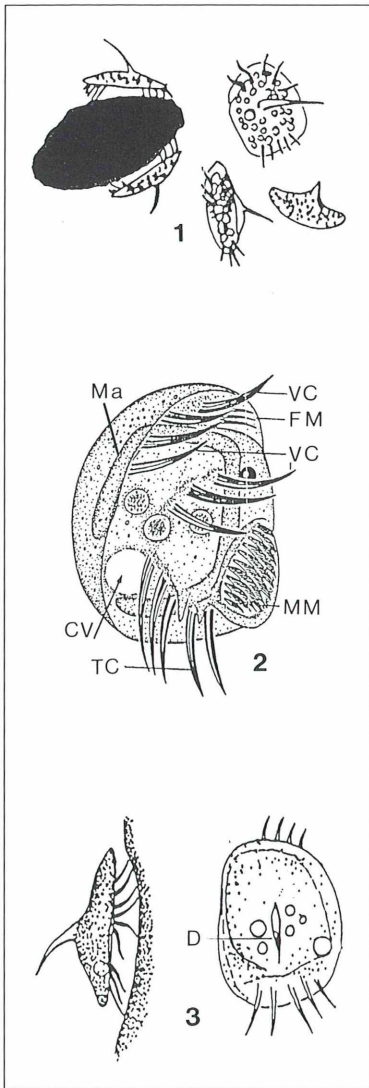


Abb. 1–5: *Aspidisca turrita* (1–3, in vivo nach mehreren Autoren aus Foissner et al. 1991; 4, 5, Originale). – Abb. 1: Originalzeichnung von Ehrenberg (1838). Dieses „Lebensbild“ zeigt nicht nur den typischen Dorn sondern auch das charakteristische Klettern auf einer Detritus-Flocke. – Abb. 2: Ventralansicht nach neueren Untersuchungen. Die beiden anderen Arten sehen sehr ähnlich aus. – Abb. 3: Lateral- und Dorsalansicht. – Abb. 4, 5: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen schräg von vorne (eine typische Chinesenmütze) und seitlich (kahnförmig). Maßstriche = 10 µm. CV kontraktile Vakuole, D dorsaler Dorn, FM Frontalmembranellen,

FS Frontalschild, M Mundeingang, Ma Makronucleus, MD Munddorn, MM Mundmembranellen, TC Transversalscirren, VC Ventralscirren.

*Aspidisca turrita* indiziert in Fließgewässern mittelstarke (beta- bis alpha-mesosaprobe) Verunreinigung mit abbaubaren organischen Stoffen: a–b; b = 4, a = 6, I = 3, SI = 2,6. Im Ablauf von biologischen Kläranlagen zeigt sie gute Klärleistung an.



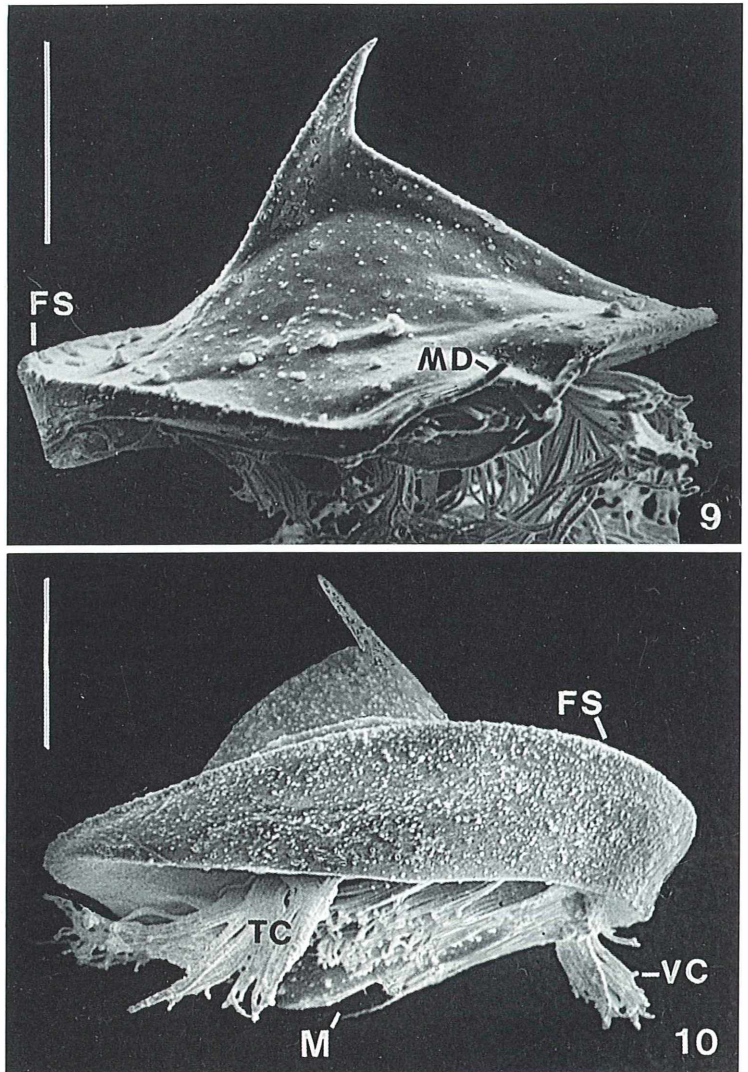
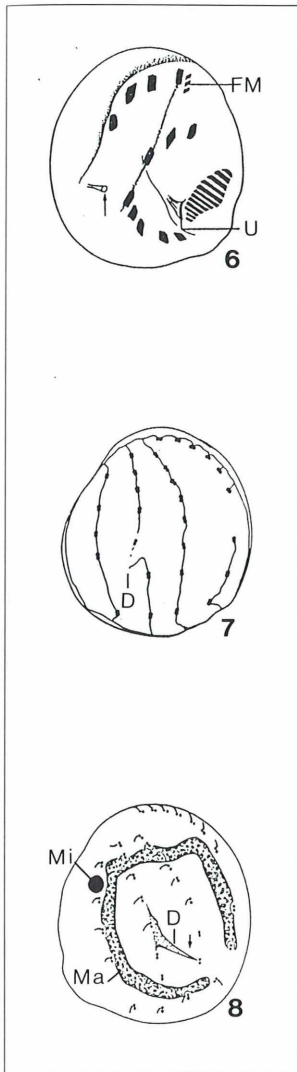
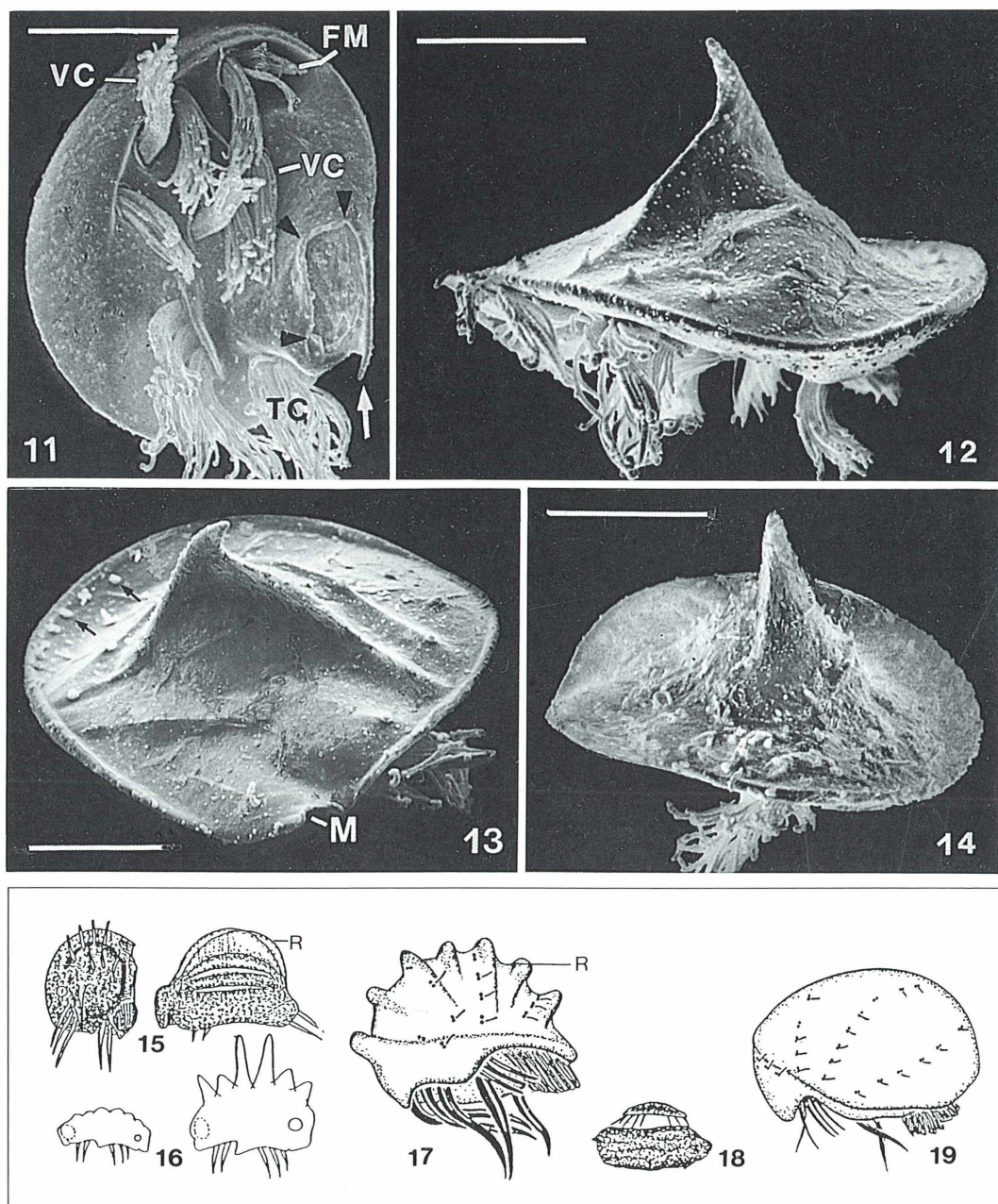


Abb. 6–10: *Aspidisca turrita* (6–8, aus Foissner et al. 1991; 9, 10, Originale). – Abb. 6, 8: Infraciliatur (Anordnung der Cirren, Cilien und Mundstrukturen) auf der Ventral- und Dorsalseite und Kernapparat nach Protargol-silberimprägnation. Der Pfeil weist auf den Exkretionsporus der kontraktiven Vakuole. – Abb. 7: Silberliniensystem der Dorsalseite nach Silbernitratimprägnation. Eine der Silberlinien folgt der Kontur des Dorns. – Abb. 9, 10: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von der linken und rechten Seite; das Exemplar in Abb. 9 sitzt auf einer Detritus-Flocke. Die Cirren sind durch die Präparation aufgefasert, d.h. in ihre Komponenten, die Cilien, aufgelöst. Maßstriche = 10 µm. D dor-

saler Dorn, FM Frontalmembranellen, FS Frontalschild, M Mundeingang, Ma Makronucleus, MD Munddorn, Mi Mikronucleus, TC Transversalcirren, U undulierende Membran, VC Ventralcirren.

*Aspidisca cicada* (Müller, 1786) Claparède & Lachmann, 1858

Diese Art findet sich im Kahl unter dem Namen *Aspidisca costata*, der aus Prioritätsgründen aufgegeben werden mußte. *Aspidisca cicada* ist meist etwas kleiner (25–40 × 20–40 µm) als *A. turrita* und *A. lynceus* und hat als wesentliches Merkmal 6–8 dorsale Längsrippen



(Abb. 15–17). Die Anzahl und Höhe der Rippen variiert stark, ähnlich wie der Dorn von *A. turrita*; bei 95 % der Populationen sind sie aber sehr deutlich und die Artbestimmung daher leicht.

*Aspidisca cicada* ist ein Kosmopolit und in den verschiedensten stehenden und fließenden Ge-

wässern regelmäßig anzutreffen. Sie ist ein typisches Mitglied der *Sphaerotilus*-Zotte (ein Fadenbakterium, das in stark verschmutzten Fließgewässern zottenartige Beläge bildet, die in der Freiwelle dann als „Pilztreiben“ sehr auffallend werden) und eine der häufigsten Hypotrichen-Arten im Belebtschlamm, wo sie Häu-



**Abb. 11–14: *Aspidisca turrita* im Rasterelektronenmikroskop (Originale).** – **Abb. 11:** Ventralansicht mit Munddorn (Pfeil) und Mundeingang (Pfeilspitzen). Die Cirren sind durch die Präparation etwas aufgelöst, wodurch ihr Aufbau aus vielen Cilien ersichtlich wird. – **Abb. 12:** Seitenansicht eines stark abgeflachten Exemplars. – **Abb. 13:** Dorsalansicht eines stark abgeflachten, schildförmigen Exemplars mit relativ kurzem, hakenförmigem Dorn. Die Pfeile weisen auf die kurzen Dorsalcilien. – **Abb. 14:** Stark abgeflachtes Individuum mit großem dorsalem Dorn. Die Ähnlichkeit mit einer Chinesenmütze ist unverkennbar. Maßstriche = 10 µm. FM Frontalmembranellen, M Mundeingang, TC Transversalcirren, VC Ventralcirren.

**Abb. 15–17: *Aspidisca cicada* (15, 16, in vivo; 17, Protargolsilberimprägnation; nach mehreren Autoren aus Foissner et al. 1991).** – **Abb. 15:** Ventral- und Lateralansicht eines Exemplars mit flügelartigen Rippen (R) auf der Dorsalseite. – **Abb. 16, 17:** Caudal- und Frontalansichten. Die Höhe der dorsalen Rippen ist sehr variabel. – **Abb. 18, 19: *Aspidisca lynceus* (18, in vivo; 19, Protargolsilberimprägnation; nach mehreren Autoren aus Foissner et al. 1991).** – **Abb. 18:** Kletternd auf einer Detritus-Flocke. Die Zelle ist stark abgeflacht und auf der Dorsalseite glatt. – **Abb. 19:** Frontalansicht. Die Dorsalseite ist glatt, während sie bei *A. cicada* gerippt ist (Abb. 17) und bei *A. turrita* einen Dorn hat (Abb. 8).

figkeiten bis 40 000 Individuen/ml erreicht und niedrige bis normale Belastungsverhältnisse und eine ausreichende Sauerstoffversorgung anzeigt. So wie die anderen Arten der Gattung ernährt sich *A. cicada* vorwiegend von Bakterien, gelegentlich werden auch kleine Algen, heterotrophe Flagellaten und Detritus ingestiert. Die Generationszeit beträgt 13 h bei 20 °C. Wassertemperaturen über 30 °C werden gemieden, 37 °C sind letal. Untere pH-Toleranzgrenze = 4,7, obere 10,2. Freies Ammoniak ist ab 3 mg/l, NO<sub>2</sub>-N ab 15 mg/l letal. Ähnlich weite Grenzen bestehen hinsichtlich Sauerstoff und abbaubaren organischen Stoffen. *Aspidisca cicada* ist also ziemlich euryök, häufig wird sie aber meist nur in der Beta- bis Alphameso-

saprobie, also bei mittelstarker Verschmutzung: a–b; b = 4, a = 5, p = 1, I = 2, SI = 2.7. Polysaprobie wird gemieden.

*Aspidisca lynceus* (Müller, 1773) Ehrenberg, 1830

Diese Art ist so wie *A. turrita* 35–50 × 30–45 µm groß, hat aber keine Dornen oder Rippen auf der Dorsalseite, ist also glatt (Abb. 18, 19). Vereinzelt findet man Populationen, deren Dorsalseite sehr zarte Rippen zeigt; sie sind nicht immer leicht von niedrig gerippten (Hunger-) Populationen von *A. cicada* zu trennen (Größe!).

Vorkommen, Verbreitung und Ökologie von *A. lynceus* decken sich weitgehend mit *A. cicada*; der Schwerpunkt ist etwas in Richtung Betamesosaprobie verschoben: b–a; o = 1, b = 4, a = 4, p = 1, I = 1, SI = 2.5.

Die drei *Aspidisca*-Arten werden also wie folgt unterschieden: Dorsalseite mit Dorn (*A. turrita*), mit 6–8 deutlichen Rippen (*A. cicada*), glatt oder mit wenigen sehr flachen Rippen (*A. lynceus*). Alle drei Arten sind ziemlich euryök. In Fließgewässern indizieren sie bei reichlichen Vorkommen mittelstarke Verschmutzung mit abbaubaren organischen Stoffen, in biologischen Kläranlagen weisen sie bei mäßig hoher bis sehr hoher Abundanz auf ausreichende Sauerstoffversorgung des Belebtschlamm und gute Klärleistung.

### Dank

Für technische Assistenz danke ich Frau Dr. Eva Herzog und Herrn Andreas Zankl. Der Abteilung Elektronenmikroskopie (Doz. Dr. Peter Simonsberger, Dr. Wolfdietrich Krautgartner) danke ich für die Wartung des Gerätes.

### Literaturhinweise

Alle im Text zitierte und/oder verwendete Literatur ist ausführlich diskutiert und angeführt bei Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien systems – Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, 1/91, 478 Seiten (1991).

**Verfasser:** Prof. Dr. Wilhelm Foissner, Universität Salzburg, Institut für Zoologie, Hellbrunnerstr. 34, A-5020 Salzburg

## Kurze Mitteilung

### Blütennachahmung durch einen Rostpilz

In Colorado, USA erregt der Rostpilz *Puccinia monoica* Aufsehen, der einen erheblich stärkeren Einfluß auf seine Wirtspflanzen (*Arabis*-Arten) hat als etwa der Verwandte Getreiderostpilz *Puccinia graminis*.

Nach der Infektion im Winter dringt *P. monoica* in das Meristemgewebe der Wirtspflanze ein, wodurch ein normales Wachstum unterdrückt wird. Statt dessen verursacht der Pilz tiefgreifende morphologische Veränderungen des Wirtes, wobei vermehrte Blattzahl und Größenzunahme auffallen sowie die Unterbindung der Blütenentwicklung. Durch Ausbildung hochgestellter Bündel infizierter Blätter auf einem Stengel werden Blüten anderer Pflanzen in Gestalt, Größe, Farbe und Nektarproduktion nachgeahmt. Die strahlend gelbe



Der Schmetterling *Polygonia* auf einer *Arabis holboellii*, die mit *Puccinnia monoica* infiziert ist. Foto: Barbara A. Roy, Davis, USA; aus *Nature* 362, 57 (1993).

Oberfläche der infizierten staubblattähnlichen Blätter bilden die Spermogonien des Pilzes, in denen sich Spermarien, rezeptive Hyphen und zuckerreiche Spermarienflüssigkeit befinden.

Die Ähnlichkeit dieser Pseudoblüten zu Blüten standortgleicher, aber nicht verwandter Pflanzen in Farbe, Form und Zuckerproduktion zieht eine hohe Frequentierung durch verschiedene Insekten (Schmetterlinge, Bienen, Fliegen) nach sich. Da Rostpilze heterothallisch sind, d.h. verschiedene Geschlechtstypen besitzen, tragen diese Insekten, adäquat zu ihrer Aufgabe als Blütenbestäuber, dazu bei, Spermarien kontrahären Kreuzungstyps (+/-) zusammenzubringen, entweder auf derselben Pflanze oder durch Transport auf ein anderes befallenes Individuum. Aecidiosporen (Sexualsporen) werden nur auf infizierten Pflanzen gebildet, die von spermarietragenden Insekten frequentiert wurden.

In welchem Umfang *P. monoica* Einfluß auf das Bestäubungsverhalten der Insekten nimmt, ist noch nicht vollständig geklärt. Es sprechen Daten für die Tatsache, daß die Insekten wegen der hohen Nektarausbeute häufiger Pseudoblüten als echte Blüten anfliegen und dort erheblich länger verweilen und somit die Bestäubungsraten der umgebenden Pflanzen gesenkt werden. Andererseits bleiben Insekten in Gebieten mit *P. monoica*-Befall durchschnittlich länger auf einer echten Blüte als in Gebieten ohne Befall.

Kurioserweise sind die Pseudoblüten so blumenähnlich, daß Botanik-Studenten solche herbarisieren und zu bestimmen versuchen oder sogar eingefleischte Botaniker aus der Ferne auf die Pseudoblüten hereinfallen...

B. A. Roy: Floral Mimicry by a plant pathogen. *Nature* 362, 56–58 (1993).

E. Müller, W. Löffler: *Mykologie*. 4. Aufl., Thieme-Verlag, Stuttgart 1982.

Michael Nickel, Schorndorf



## Mikro-Quiz

### Gesucht wird...

... der einzige Sohn aus einer jüdischen Familie, die seit Generationen in einer kleinen schlesischen Kreisstadt nahe Breslau ansässig war. Erwiesene Neugier und großer Tatendrang brachten ihn bereits in früher Jugend zur Naturforschung. So machte er einmal zwei weiße Tauben seiner Mutter buchstäblich blau, indem er sie eine Farblösung trinken ließ. Tatsächlich flatterten die malträtierten Vögel am folgenden Tag mit deutlich gebläutem Gefieder auf dem Hof umher – zum Entsetzen der erschreckten Eltern, aber auch zur tiefen Befriedigung des jungen Forschers. Nach der problemlos absolvierten Schulzeit entschließt er sich zum Studium der Medizin, zunächst in Breslau, dann in Straßburg und zuletzt in Freiburg. Der Umgang mit Farbe bestimmt auch seine ernstzunehmende Arbeit. Er interessiert sich insbesondere für die Histologie und ihre Färbemethoden.

Mit 23 Jahren promoviert er zum Doktor der Medizin, läßt sich in Leipzig kurzzeitig als Arzt nieder, nimmt aber im gleichen Jahr eine Assistenzstelle an einer großen Klinik in Berlin an. Schon sechs Jahre später wird er Titularprofessor – drei Jahre bevor er sich als Privatdozent an der Berliner Universität habilitierte, was als ungewöhnliche und alle sonstigen Laufbahnbräuche durchbrechende Auszeichnung gelten muß. Als gerade Dreißigjähriger richtet er sich auf eigene Kosten ein Privatlabor ein und forscht darin unentwegt. Hier entwickelte er unter anderem neue Vitalfärbungen. Dabei entdeckt er ein bis heute angewendetes Verfahren, mit dem man säurefeste stäbchenförmige Bakterien kontrastisch rot auf leuchtend blauem Hintergrund darstellen kann. Inzwischen hat er sich auch verheiratet. Seine Frau stammt ebenfalls aus einer jüdischen Familie aus Schlesien. Im Jahre 1890 zieht er sich – offenbar infolge eines nicht immer ganz sorgsam experimentellen Umgangs mit Mikroorganismen – eine schwere Infektionskrankheit der Lunge zu und muß seine Arbeit mit einem längeren Kuraufenthalt in Ägypten unterbrechen. Nach rund anderthalb Jahren setzt er seine Forschung fort, zunächst im eigenen Labor, wenig später in einem Kliniklabor. Hier beginnt ein weiterer wichtiger Abschnitt seines Lebenswerkes – die

Erforschung der körpereigenen Abwehrprozesse gegen die Wirkung von Giften oder anderen krankheitserzeugenden Stoffen, die wir heute unter dem Begriff Immunität zusammenfassen. Die Krönung seiner ergebnisreichen Arbeit war zweifellos die Verleihung des Nobelpreises für Medizin. Unterdessen war er (als Fünfundvierzigjähriger) zum Leiter des Königlichen Institutes für Experimentelle Therapie in Frankfurt berufen worden und seit 1904 Ordentlicher Professor in Göttingen.

Seine mikrobiologische und biochemische Forschung folgt einer Idee, die wir auch heute noch als äußerst fruchtbare Arbeitshypothese begreifen. „Nur wenn sich Medikamente mit den Zellrezeptoren verbinden, wirken die Stoffe im Organismus“, schrieb er einmal. Schon um 1875 entwickelte er die Idee, wonach die Wirkung irgendeines Stoffes im Organismus (gleichgültig ob Nahrungsmittel, Gift oder Medikament) von dessen Verteilung im Gewebe abhängen muß und diese von den chemischen Eigenschaften der beteiligten Verbindungen bestimmt wird. Ein vorhandener Stoff kann seine besondere biologische Wirkung nur dort entfalten, wo er sich nach dem Schloß-Schlüssel-Prinzip an bestimmte, auf den Oberflächen von Zellen vorhandenen Bindungsstellen koppelt. Er nannte solche Kopplungsstellen Rezeptoren – ein Begriff, der die molekularbiologische Forschung seit nunmehr über 100 Jahren außerordentlich beeinflußt und beflügelt hat.

Rastlos hat der Gesuchte an der genaueren Kennzeichnung entsprechender Bindungsstellen gearbeitet. Bei seinen mikrobiologischen und histologischen Arbeiten war ihm das Mikroskop ein wertvolles und unentbehrliches Instrument. Das gesellschaftliche Leben mied er weitgehend. Zur gelegentlichen Entspannung reichten ihm ein wenig Unterhaltungsmusik, ab und zu ein Kriminalroman und ein paar Kartenspiele mit seiner Familie völlig aus. Obwohl er auf der einen Seite ein geradezu genialer und unbestritten sehr erfolgreicher Naturforscher war, kann man ihn wohl kaum als genußvollen Beobachter oder gar Liebhaber der Natur bezeichnen. Das Mikroskop ermöglichte ihm zwar sicherlich das Vordringen in Bereiche des zuvor nie Gesehenen, aber er setzte es lediglich zur Kontrolle und Überprüfung von Arbeitser-

gebissen ein. Erbauung oder Bewunderung organischer Schönheit gewann er auf diesem Wege sicherlich nicht. Jedenfalls findet sich in seinen zahlreichen Schriften darauf kein Hinweis.

Vier Jahre vor Eintritt in den gesetzlichen Ruhestand, wie wir heute sagen würden, stirbt er in Bad Homburg. Wenige Jahre zuvor hat er sein Lebenswerk noch einmal um eine besondere Leistung bereichert. Er war an der Entdeckung einer Chemotherapie beteiligt, mit der man eine damals gefürchtete Infektionskrankheit wirksam eindämmen konnte und die sich bereits während des Ersten Weltkrieges sehr bewährt hat.

Bruno P. Kremer, Redaktion MIKROKOSMOS

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 20. Mai 1994. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Unter den richtigen Einsendungen werden dieses Mal je ein Exemplar folgender Bücher verlost:

- Eisenbeiß/Wichard, Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden
- Quick/Hauck, Strukturen des Lebens
- Fujita et al., Zellen und Gewebe.

Der Gesuchte aus dem Quiz in Heft 83/1 ist der Dichterst Johann Wolfgang von Goethe, der, wie

Hildegard Maria Finke aus Essen uns mitteilte, ein Sonnenmikroskop besaß, das der Archivar Ludwig Christian Lichtenberg (1738–1813) für ihn besorgt hatte. Wer sich näher für den Naturforscher Goethe interessiert, wird in folgender Literatur viele weitere Informationen finden.

Eckermann, J. P.: Gespräche mit Goethe in den letzten Jahren seines Lebens. Deutsche Bibliothek Berlin, 1. Band.

Reukauf, E.: Goethe als Mikroskopiker, Mikrokosmos 6, 163–165, 234–239 (1912).

Darüberhinaus wird in einem der nächsten MIKROKOSMOS-Hefte ein von Rainer Hendel verfaßter biographischer Artikel über Goethe erscheinen.

Die drei Bücher haben gewonnen:

- Wolfgang Jacob, Großräschen
  - Karen Pflugmacher, Meerbusch
  - Friedrich Thormann, Sulzbach
- Die Redaktion gratuliert sehr herzlich!

Der Gesuchte aus dem Quiz in Heft 83/2 ist Frits Zernike, der für seine epochemachende Erfindung, nämlich die Phasenkontrast-Mikroskopie, im Jahre 1953 mit dem Nobelpreis für Physik geehrt wurde.

Die drei Bücher haben gewonnen:

- Rainer Hendel, Uffenheim
- René Müller, Winterthur (Schweiz)
- Michael Ringel, Frankfurt/M.

Die Redaktion gratuliert sehr herzlich!

## Kurze Mitteilung

### Mikrowellenofen als Helfer bei der Färbung

Der im Haushalt vielfältig verwendete Mikrowellenofen (z.B. Miele Modell M720 oder Sharp Microwave Oven Model R-4060) kann auch bei der Beschleunigung von Färbemethoden dienlich sein.

So hat man gefunden, daß Farbverstärker (mordants), die bestimmte Farbstoffe an das Gewebe fester binden, sehr viel schneller wirken, wenn diese statt der gebräuchlichen ein bis mehrstündigen Einwirkung bei 60 °C für einige Sekunden (15–45 s) in den Mikrowellenofen gebracht werden. Gomoris Trichrome oder Mallorys Phosphorwolframsäure-Hämotoxylin mit Bouin-Verstärker liefern im Mikrowellenofen in wenigen Sekunden ausgezeichnete Ergebnisse (nach Barone).

Aber auch immunhistochemische Färbungen in Hauptpräparaten ergaben nach einer 5–9minütigen Behandlung im Mikrowellenofen eine besser Färbung als eine 30–60minütige bei Zimmertemperatur (nach van Vlijmen-Willems und van Erp).

Die Kurzbehandlung im Mikrowellenofen hat offensichtlich nicht nur den Vorteil der Beschleunigung der Färbung, sondern sie führt auch zu einer geringeren Schädigung des Gewebes infolge der kürzeren Temperatureinwirkung.

van Vlijmen-Willems, I., van Erp, P.: Microwave irradiation for rapid and enhanced immunohistochemical staining: Application to skin antigens. *Biotechnic & Histochemistry* 68, 67–74 (1993).

Barone, C. A.: Microwave stimulation for commonly used mordants. *Biotechnic & Histochemistry* 68, 122–124 (1993).

H. F. Linskens, Nijmegen (Niederlande)



# Was ist drin im Vollkornmehl?

## Ein reizvolles Thema für die Schulmikroskopie

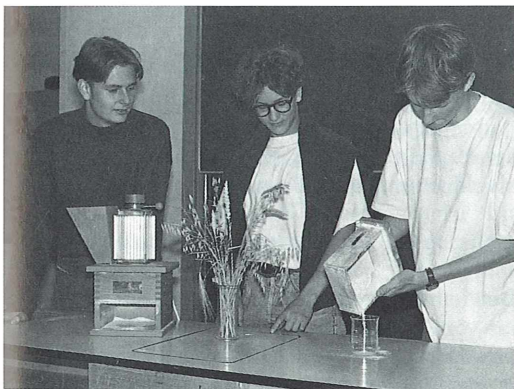
Erich Lühje

**Im Mittelpunkt des Biologieunterrichts der 10. Klassenstufe steht nach dem geltenden Gymnasiallehrplan für Schleswig-Holstein der Mensch. Unter dem Aspekt Ernährung und Gesundheit soll unter anderem über Nahrung und Nährstoffe sowie über eine gesunde, vollwertige Ernährung gesprochen werden.**

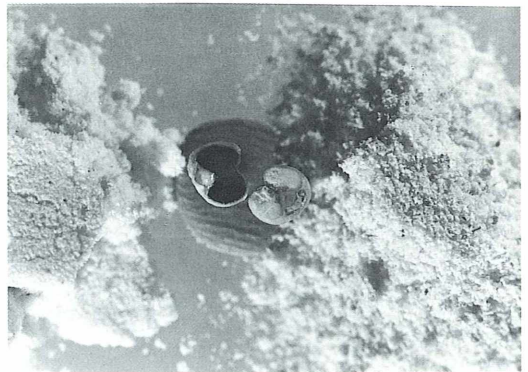
Im folgenden wird die Gestaltung einer Doppelstunde zum Thema Vollkornmehl unter Einbezug von Stereolupe und Videomikroskop vorgestellt.

### Unterrichtsverlauf

- 1) Anhand eines Getreidestraußes (Abb. 1) werden die vier Arten Weizen, Roggen, Gerste und Hafer benannt.
- 2) Weizenkörner werden ausgeteilt und unter der Stereolupe betrachtet. Durch den Vergleich mit Körnern in der Weizenähre des Straußes wird ermittelt, wie das ausgedroschene Korn im Fruchtstand gegessen hat.
- 3) Das Korn wird mit der Rasierklinge nahe dem unteren Ende quer durchgeschnitten und



**Abb. 1:** Weizenkörner werden mit einer Haushaltsmühle zu einer Probe Vollkornmehl für die Untersuchung in der Klasse ausgemahlen – ein motivierender Einstieg für die anschließenden Betrachtungen.

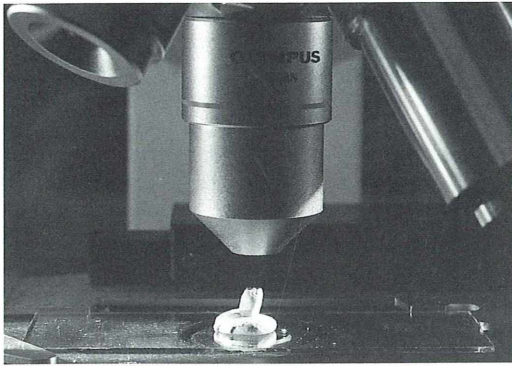


**Abb. 2:** Auf einem Objektträger liegen käufliches Mehl vom Typ 405, Weizenkörner mit und ohne Stärkenachweis sowie das frisch gemahlene Vollkornmehl zur Videodemonstration bereit. Die Oberfläche aller vier Objekte ist mittels eines weiteren Objektträgers mit leichtem Druck auf ein gleiches Niveau gebracht worden.

der größere Teil in Knetgummi zur Betrachtung auf dem Objektstisch der Stereolupe fixiert (Abb. 2). Schale, Mehlkörper und Keim sind zu erkennen und werden im Heft skizziert (Abb. 4).

4) Auf das Präparat wird Lugol'sche Lösung getropft; die Wirkung wird beobachtet, protokolliert und skizziert: Das stärkehaltige Mehl färbt sich tiefschwarz, Schale und Keim bleiben unverändert (Abb. 5).

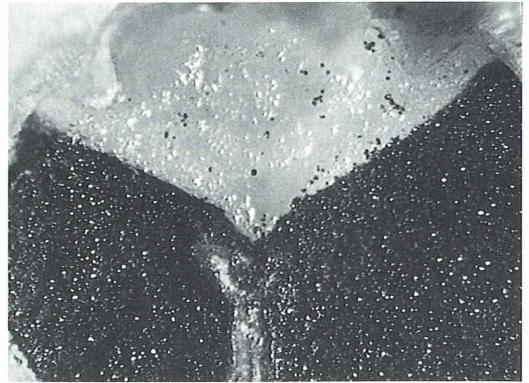
Für das Videomikroskop wird ein Präparat hergestellt, auf dem ein ungefärbtes sowie ein gefärbtes Weizenkorn in Knetmasse, ferner käufliches Mehl mit sehr wenigen Keimlings- und Schalenanteilen sowie selbstgemahlene Voll-



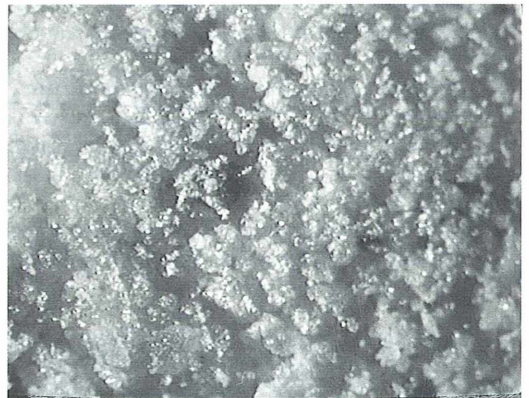
**Abb. 3:** Denkbar einfach ist die Präsentation von Schrot und Korn bei Auflicht. Auch das mikroskopische Trockenverfahren ohne Deckglas und Wassereinbettung ergibt mit der 4x (links) und 10x-Optik (hier fokussiert) einwandfreie Videobilder.



**Abb. 4:** Weizenkornanschnitt in Keimlingshöhe auf dem Bildschirm. Mehr noch als diese Schwarzweißwiedergabe läßt das farbige Bild des Monitors die Details hervortreten (Keimling oben, Mehlkörper links und rechts der Rille).



**Abb. 5:** Bildschirmwiedergabe eines Weizenkorns nach positivem Stärkenachweis. Der Keimling bleibt unverändert (die schwarzen Punkte sind durch den Schnitt verschleppte Mehlkörner). – Eine vergleichbare Ansicht dieses Objekts haben die Schüler mit ihren 20- und 30fach vergrößernden Stereolupen.



**Abb. 6:** So bietet sich eine Mehlprobe unter dem 4x-Objektiv auf dem Bildschirm dar. Schrägliegt ist günstig zur Skulpturierung der nivellierten Oberfläche.

kornmehl zusammengestellt sind. Diese Objekte werden jeweils an passender Stelle des Unterrichtsganges bei Auflicht auf dem Bildschirm projiziert (Abb. 3). Durch diese Ergänzung der eigenständigen Schüleruntersuchungen können alle Details rekapituliert und gefestigt werden. 5) Die Schüler mahlen mit einer mitgeführten Getreidemühle eine Handvoll Weizen zu Vollkornmehl aus (Abb. 1).

Der Lehrer fertigt inzwischen ein Schnittpräparat vom Randbereich des Weizenkorns an und projiziert es auf dem Bildschirm (Abb. 8). Frucht- und Samenschale, Aleuronzellen sowie Mehlkörper sind zu erkennen. Ein Schüler fügt dem Präparat Lugol'sche Lösung zu; auf dem Bildschirm färbt sich das Mehl dunkel, während die Schalen und das Aleuron unverändert bleiben. Der Befund wird notiert und gedeutet.





**Abb. 7:** Feine Krümel eines Vollkornbrötchens vom Bäcker. Auch als Vollkornbrötchen muß dieses Backprodukt nur einen relativ geringen Anteil an Vollkornmehl enthalten (30 %). Es wäre eine reizvolle Ergänzung des Projekts, wenn die Schüler aus dem selbstgefertigten Vollkornmehl einige Brötchen backen und dessen Krümel zum Vergleich untersuchen könnten.

6) Die Schüler betrachten das Vollkornmehl mit der Stereolupe und suchen die zerkleinerten Elemente Schale, Keimling, Mehlkörper wieder.

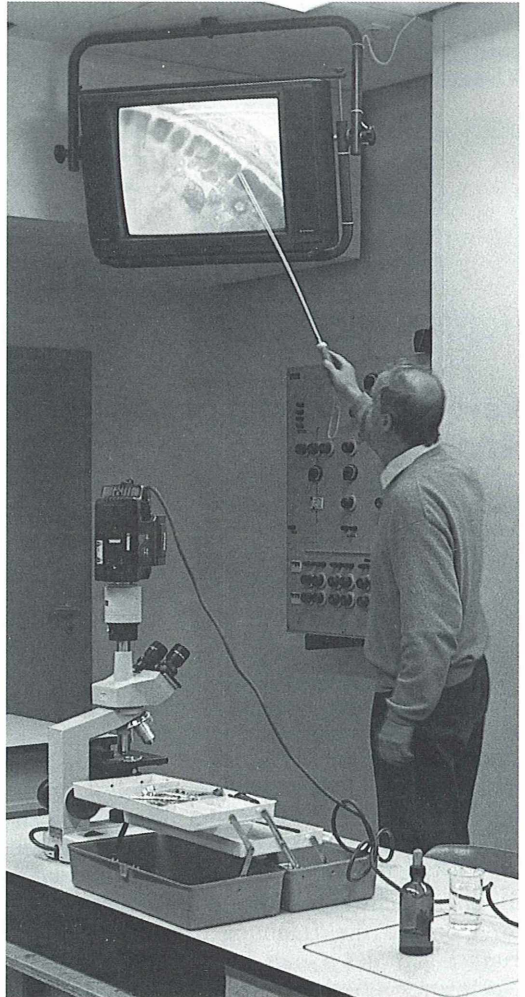
7) Sie vergleichen eine Probe Mehl des Typs 405 und stellen fest, daß hier die Anteile der Schale und des Keimlings verschwindend gering sind. Dieses Ergebnis wird festgehalten. Beide Mehlproben werden auch als Auflichtpräparate auf dem Bildschirm gezeigt (Abb. 6). Die Bestandteile sind hervorragend zu erkennen, und die Proben können durch Manipulation am Kreuztisch über den Bildschirm akribisch durchgesehen werden. Wiederum wird Lugol'sche Lösung hinzugefügt und das geradezu dramatisch wirkende Vordringen der Lösung im Mehl verfolgt; Schalen- und Keimfragmente färben sich nicht.

8) Ein Stückchen Vollkorn-Knäckebröt wird zerkrümelt und unter der Stereolupe betrachtet. Auch hier sind die Schalenfragmente gut im übrigen Teig auszumachen.

Dasselbe Präparat wird wiederum im Auflicht auf dem Bildschirm projiziert (Abb. 7) und abschließend besprochen.

## Schlußbetrachtung

Nach diesem abwechslungsreichen Programm sind Interesse und Verständnis für die Inhaltsstoffe der einzelnen Kornbestandteile sowie für



**Abb. 8:** Ein ad hoc gefertigtes Schalenpräparat des Weizenkorns wird im Unterricht mit dem 25x-Objektiv (unter Deckglas) videografiert. Neben dem Mehlkörper mit seiner Stärke (links unten) treten die Aleuronzellen als dunkler Ring hervor. Nach außen schließen sich die in einer Farbwiedergabe als rötliche Linie erkennbare Samenschale und die hellgelbe Fruchtschale an.

die ernährungsphysiologischen Vorzüge des Vollkornmehls bei den Schülern geweckt. Einzelheiten sind u.a. der angeführten Literatur zu entnehmen. Dank der eingesetzten Videotechnik ist es möglich, ohne großen präparativen Aufwand die wesentlichen Bildeindrücke gemeinsam auszuwerten und ein gleiches Beobachtungsergebnis bei jedem Schüler zu erzielen. Eine merkliche Erleichterung für den Lehrer: Auf- und Abbau der Anlage sowie ein Teil der Präsentation der Objekte lagen in der Hand einer gut eingespielten Bio-Video-AG dieser Klasse.

### Literaturhinweise

- Bundesausschuß für volkswirtschaftliche Aufklärung e.V.: Brot. Köln 1971.  
 Gassner, G., Hohmann, B., Deutschmann, F.: Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel. 5. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1989.  
 Kremer, B. P.: Mikroskopische und mikrochemische Untersuchungen an Weizenkörnern. Mikrokosmos 74, 243–249 (1985).  
 von Koerber, K. W., Männle, Th., Leitzmann, Cl.: Vollwert-Ernährung. 6. Aufl. Karl F. Haug Verlag, Heidelberg 1987

Verfasser: Dr. Erich Lühje, Kruppalle 13, D-24146 Kiel

## Kurze Mitteilung

### Reversible Störung des Golgi-Apparates

In den Pflanzenzellen werden viele Proteine am endoplasmatischen Retikulum synthetisiert und von dort aus an die Zelloberfläche oder zur Vakuole transportiert. In den meisten Fällen wird dieser Transport durch den Golgi-Apparat vermittelt, der eine Schlüsselfunktion bei der Glykosylierung, Verteilung und Verpackung der Eiweiße auf dem Weg zum endoplasmatischen Retikulum hat. Der pflanzliche Golgi-Apparat ist auch verantwortlich für die Synthese und Zusammenstellung der Polysaccharide, die charakteristisch für die pflanzliche Zellwand sind. Viele Untersuchungen befassen sich mit diesen beiden Golgi-Apparat-Funktionen, die aber erschwert werden, da es keinen Inhibitor gibt, der die Trennung der verschiedenen Funktionen des Golgi-Apparates ermöglicht. Nachdem bei tierischen Zellen das Brefeldin A, ein aus Pilzen stammendes Fettsäurederivat, neue Wege für die Untersuchung der Funktion des Golgi-Apparates geboten hat, wurde diese Substanz nun auch für pflanzliche Golgi-Apparate untersucht. Brefeldin A (BFA) wird von den Firmen Cambio in England oder Tebu in Frankreich hergestellt und blockiert den Transport von Proteinen zwischen dem endoplasmatischen Retikulum und dem Golgi-Apparat,

auch in pflanzlichen Zellen. Die Wurzelspitzen von vier Tage alten Maiskeimlingen oder Suspensionskulturen von Maiszellen wurden in einem Konzentrationsbereich von 10 bis 200 µg pro Milliliter mit BFA behandelt. Unter dem Einfluß von BFA wurden die Golgi-Felder zerstört, so daß zahlreiche Vesikel in das Cytoplasma entlassen wurden. Besonders bemerkenswert ist die Beobachtung, daß dieser Prozeß der Transformation der Golgi-Apparate nach einer dreistündigen Behandlung mit 200 µg/ml BFA reversibel ist! Nach einstündigem Aufenthalt in einer geeigneten Lösung ohne BFA erholt sich der Golgi-Apparat und bekommt wieder die charakteristischen Eigenschaften des Golgi-Feldes vor der Behandlung. Das bedeutet, daß die durch BFA hervorgerufene Desintegration und Dissoziation des Zisternenstapels wieder rückgängig gemacht werden kann. Der Angriffspunkt des BFA bei pflanzlichen Zellen muß noch geklärt werden. Bei tierischen Zellen konnte nachgewiesen werden, daß BFA die Assoziation des „coatamer complex“ an der Peripherie der Golgi-Zisternen durch Hemmung eines 110 kD Proteins, das homolog zum  $\beta$ -Adap-tin ist, verhindert.

Satiat-Jeunemaitre, B., Hawes, C.: Reversible dissociation of the plant Golgi apparatus by Brefeldin A. Biol. Cell 75, 325–328 (1992).

H.-F. Linskens, Nijmegen (Niederlande)



## Buchbesprechungen

**Karg, W.: (Acarina), Milben; Parasitiformes (Anactinochaeta); Cohors Gamasina Leach: Raubmilben.** Die Tierwelt Deutschlands, 59. Teil, 2. überarbeitete Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena, 1993, 523 Seiten, 437 Abbildungstabellen, DM 178,00, ISBN 3-334-60445-5.

1971 hat der Autor seine erste Auflage dieses Bestimmungswerks als „Die freilebenden Gamasina (Gamasides), Raubmilben“ herausgegeben. Es enthielt 650 Arten, und es wurde zu einem europäischen Standardwerk der Acarologie. Die neue erweiterte Auflage umfaßt mehr als 1000 Raubmilbenarten, dabei auch Arten aus Nachbarländern, deren Vorkommen auch im engen Bearbeitungsgebiet zu erwarten ist.

In einer allgemeinen Einführung werden die Morphologie, die systematische Gliederung, Biologie und das Verhalten sowie die Untersuchungsmethoden der Raubmilben behandelt. Diese Abschnitte sind sehr informativ und lebendig geschrieben. Das Werk ist reichlich mit Original-Strichzeichnungen versehen, so daß die Detailbeschreibungen gut nachvollziehbar sind. Die systematische Gliederung wurde im Vergleich zur ersten Auflage ohne übertriebene Spaltung von Taxa verfeinert, also sind etliche neue Gattungen enthalten und Umbenennungen erfolgt. Dies wurde jedoch möglichst nach phylogenetischen Gesichtspunkten vorgenommen, die der Spezialliteratur zu entnehmen sind, und hält sich in einem auch für den Praktiker überschaubaren Rahmen (im Detail gibt es unter Spezialisten jedoch konzeptionell unterschiedliche Auffassungen). Erfreulicherweise wird in den Bestimmungstabellen auf Abkürzungen verzichtet, die einem

Nichtspezialisten die Einarbeitung erschweren. Wegen der Fülle der Arten und der mikroskopisch oft nicht einfach erkennbaren Merkmale ist das Werk dennoch nur nach intensiver Einarbeitung gut benutzbar. Dies mag für den Laien-Acarologen eine Hürde bedeuten. Der Praktiker, etwa aus dem Pflanzenschutz, wird sich auf Teilgruppen der Raubmilben konzentrieren, in denen er dann mit großer taxonomischer Sicherheit zum Ergebnis kommen kann. Schwächen des Werks liegen teils in der Sache begründet: Es sind nicht in allen Familien und Gattungen die Jugendstadien und Männchen über Tabellen bis zur Art bestimmbar, insbesondere weil sie nicht durchgehend für alle Arten beschrieben sind. Die Bestimmung stützt sich hauptsächlich auf die Weibchen. Dem Sammler ist also anzuraten, jeweils mehrere Tiere pro Fundort zu erfassen, damit über die erhaltenen Weibchen eine sichere Determination gelingt. Wer Männchen bestimmen will, wird teilweise auf Spezialliteratur zurückgreifen müssen (jeweils Hinweise darauf bei den Arten wären nützlich gewesen, hätten wohl aber das Buch noch umfangreicher gemacht). Das Buch enthält ein gutes Literaturverzeichnis. Die Abbildungen zu einer Art, sind vielfach auf mehrere Tafeln auf verschiedenen Seiten verteilt. Mal sind unterschiedliche Details artenweise zusammengestellt, mal vergleichend für verwandte Arten. Es erfordert Geduld, will man etwa ein zu bestimmendes Tier mit verschiedenen Abbildungen zu der jeweiligen Gattung vergleichen. Abbildungshinweise im Namensindex wären hilfreich.

Das Buch dokumentiert nicht nur den immensen Fortschritt der Taxonomie der Gamasiden, sondern auch die notwendige Differenzierung der Ökologie der Arten. Pauschalangaben über „Großarten“ älterer Literatur behindern

hingegen wissenschaftliche Erkenntnisse und die praktische Nutzung für Pflanzenschutz und Ökologie. Für Praktiker im Pflanzenschutz und für Bodenökologen und Bodenzoologen ist dieses Werk unverzichtbar. Interessenten der Kleinf fauna bekommen eine seriöse Detailkenntnis der faszinierenden freilebenden Raubmilbenfauna im Boden und in der Vegetation.

Gerd Weigmann, Berlin

**Van den Hoek, C., Jahns, H. M., Mann, D. G.: Algen.** 3. neubearbeitete Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart 1993, 411 Seiten, 235 Abbildungen, 5 Tabellen, DM 98,00, ISBN 3-13-551103-0.

Bei Streifzügen durch die Kleinlebewelt der Gewässer begegnet der Mikroskopiker immer wieder auch der beachtlichen Typenvielfalt der Algen vom winzigen Einzeller bis zur fädigen oder flächigen Makroalge. Dabei stellt sich häufig nicht nur die Frage nach der Zugehörigkeit der verschiedenen Formen, sondern auch nach ihrer Lebensweise oder nach Besonderheiten von Zellstruktur und Entwicklung. Das vorliegende Werk – die zur Zeit zweifellos beste deutschsprachige Einführung in die Algen – gibt darauf genauere Antwort. Es bietet unter Berücksichtigung auch der neuesten Literatur eine aktuelle Zusammenschau des gegenwärtigen Kenntnisstandes zur Cytologie, Morphologie und Systematik der Algen und veranschaulicht die übersichtlich aufbereitete Information anhand von 235 Abbildungen in fast 1 200 Einzeldarstellungen. Gerade für Lernende, die sich in die faszinierende Biologie der Algen einarbeiten, ist dieses Werk sicher ein sehr empfehlenswerter Begleiter.

Thomas Waßmann, Bonn

**Schwoerbel, J.: Einführung die die Limnologie.** 7. vollst. überarbeitete Auflage, UTB 31, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, 1993, 387 Seiten, 124 Abbildungen, 50 Tabellen, DM 29,80, ISBN 3-8252-0031-91.

Es ist nicht unbedingt ein leichtes Unternehmen, den Rahmen für ein Lehrbuch der Limnologie abzustecken, zumal es als Einführung einen gewissen Umfang nicht überschreiten sollte bzw. darf. Die Limnologie ist ein außerordentlich vielschichtiger Themenkomplex. Als Teilgebiet der aquatischen Ökologie und als solches eingebettet in die Wissenschaft der Ökologie, verwischen sich die Grenzen und sind nicht scharf zu ziehen. So erhebt sich bei der Konzeption eines limnologischen Lehrbuchs ganz zwangsläufig die Frage, wo Limnologie beginnt und wo sie aufhört. Daß die vorliegende Einführung in die Limnologie nun in der 7. Auflage erschienen ist, kann man sicher als Beleg dafür sehen, daß es dem Autor gelungen ist, in diesem Buch alles notwendige Wissen zum Thema zu liefern.

Was unterscheidet nun diese Auflage von der vorherigen? Mit 387 Seiten hat das Taschenbuch an Umfang erheblich zugenommen. Alle Kapitel sind, um dem enormen Wissenszuwachs gerecht zu werden, vollständig überarbeitet und durch Einknüpfen neuer Erkenntnisse erweitert und ergänzt worden.

Darüber hinaus sind neue Kapitel zu aktuellen Problemen wie Gewässerverschmutzung, Epidemiologie wasserbürtiger Krankheiten und Ökotoxikologie hinzugekommen.

Beibehalten wurde die bisherige Gliederung: Von der Geschichte der Limnologie spannt sich der Bogen über physikalische Verhältnisse und Lebensgemeinschaften im Gewässer zum Stoffhaushalt I, die Chemie, und Stoffhaushalt II,

die Biologie betreffend, bis hin zur angewandten Limnologie. Ganz erfreulich und deshalb besonders anzumerken ist, daß sich (zwar immer noch recht zaghaft), einige Fotos in den Text – man möchte fast sagen – „hineingemogelt“ haben. Sie lockern den mit Tabellen und grafischen Darstellungen üppig ausgestatteten Text etwas auf. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen, wie die Filtrierstruktur einer planktischen Cladocere (S. 188), sind beachtenswert, erfreuen das Auge und gönnen ihm eine kleine interessante Verweilpause, bevor es sich in die nachfolgende mathematische Beschreibung der Filtrierintensität von Organismen versenkt. Man hätte dem Auge weitere solche optischen Verschnaufpausen gewünscht. Nach wie vor ist dieses Werk dem Interessentenkreis, an den es sich richtet (Studierende der Limnologie, Biologie, Hydrologie, Wasserwirtschaft und Ingenieurwissenschaft sowie Entscheidungsträgern in ökologischen Fragen) auf jeden Fall als Standardlektüre zu empfehlen.

Nora Fischer, Köln

**Schmid, G. H., Radunz, A., Gröschel-Stewart, U.: Immunologie und ihre Anwendung in der Biologie.** Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1993, 248 Seiten, 111 teils zweifarbige Abbildungen, DM 39,00, ISBN 3-13-771501-6.

In den letzten Jahren ist unser Kenntnisstand über die Mechanismen bei einer Immunantwort enorm gewachsen. Dies ist unter anderem eine Folge der rasanten Entwicklung neuer molekularbiologischer Techniken. Mit Hilfe dieser Methoden gelang es in kurzer Zeit, die an einer Immunantwort beteiligten Komponenten wie Rezeptoren, Antikörper und Botenstoffe in ihrer Struktur aufzuklären, sie zu isolieren und ihre

Wechselwirkungen zu analysieren. Das bessere Verständnis der elementaren Grundlagen hat dazu geführt, daß das lange Zeit ausschließlich unter humanmedizinischen Aspekten erforschte Fachgebiet auch endlich in der biologischen und biochemischen Wissenschaft etabliert wurde. Viele Erkenntnisse der heutigen Molekularbiologie, Biochemie und Physiologie der Pflanzen hätten ohne die immunchemischen Techniken unmöglich gewonnen werden können. Die Immunologie ist nicht länger auf klinische Aspekte der Humanmedizin beschränkt, sondern sie hat sich in der biologischen Forschung fest etabliert. Das Buch „Immunologie und ihre Anwendung in der Biologie“ leistet bezüglich dieser Entwicklung einen wertvollen Beitrag.

Dieser brandneue Titel aus der bewährten Reihe der flexiblen Taschenbücher des Thieme-Verlages hält, was er verspricht. Das Buch bietet eine hervorragende allgemeine Einführung in den aktuellen Wissensstand dieses äußerst komplexen Themas. Es soll sich nicht primär an Mediziner, sondern an Biologiestudenten richten, die im Rahmen eines Praktikums immunchemische Methoden studieren und anwenden wollen, wobei die Autoren im Vorwort des Buches versprechen, das Buch so ausgelegt zu haben, daß der Leser keine zusätzliche Literatur zu Rate ziehen muß, um dem Thema folgen zu können. Dies ist den Autoren in überzeugender Weise gelungen.

Auf den ersten 70 Seiten wird der Leser kurz und prägnant in alle wichtigen Komponenten des Immunsystems eingeweiht: Zellen, Gewebe und Rezeptoren des Immunsystems, Komplementsystem, Cytokine, humorale Immunantwort, Antigenbeschaffenheit, Antikörperproduktion, Antigen-Antikörper-Wechselwirkung, Regulation der Immunantwort. Nach dieser Einführung, die mit sehr schnell verständlichen und z.T. zweifarbigen Abbildungen illustriert ist, verfügt der Leser über eine solide Basis, die er für den



darauffolgenden angewandten Teil des Buches benötigt.

In den folgenden Kapitel wird der Leser mit Anwendungsbeispielen immunologischer Methoden vertraut gemacht wie z.B. Herstellung von Antikörpern gegen Proteine und niedermolekulare Verbindungen, Einsatz der Antikörper und Wirkung der Antikörperbindung auf die Funktion einer Membran, wobei diese konsequent am Beispiel der komplex aufgebauten Thylakoidmembran dargestellt werden. Der Leser lernt neben generellen Prinzipien der Analyse einer Membran mit immunologischen Methoden auch spezielle Anwendungsmöglichkeiten von Antikörpern als hochspezifische Sonden zum Nachweis biologisch relevanter Moleküle kennen. Er wird außerdem informiert über die Herstellung von Antisera (z.B. gegen lösliche und membrangebundene Thylakoidmembranproteine, gegen Phytohormone am Beispiel der Abscissinsäure und gegen Herbizide am Beispiel von Antrazin). Methoden wie die SDS-Polyacrylamidgелеlektrophorese von Proteinen, die Affinitätschromatographie und die Immunogoldmarkierungen werden äußerst detailliert und gut verständlich beschrieben.

Der wissenschaftliche Hintergrund der Autoren bringt es mit sich, daß auch im letzten der fünf Kapitel eingehend die Thylakoidmembran beleuchtet wird, nun aber ihre Funktion einschließlich der Lichtreaktionen der Photosynthese im Vordergrund steht. Danach mag der interessierte Leser sich auch nicht mehr über den Anhang wundern, in dem sich neben einer Darstellung der Korrelation zwischen Struktur und Funktion in der Thylakoidmembran auch ein Schema der Photosysteme I und II sowie weiterer Strukturkomplexe, die die Thylakoidmembran durchspannen, findet.

Der Zielgruppe kann man dieses Buch wärmstens empfehlen. Es hebt sich von all den klinisch orientierten Immunologiewerken sowohl hinsichtlich der Idee als

auch in der Konzeption aus der Sicht eines Naturwissenschaftlers positiv ab. Die wichtigsten immunologischen Methoden und die praktische Anleitung dazu werden anhand von klaren Beispielen vorgestellt. Die von den Autoren favorisierte Thylakoidmembran eignet sich als Demonstrationsobjekt vorzüglich.

Tamara Kleber-Janke, Hamburg

**Weber, H. C.: Parasitismus von Blütenpflanzen.** Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1993, 168 Seiten, 42 sw-Abbildungen, kartoniert, DM 36,00, ISBN 3-534-10529-X.

Blütenpflanzen, die auf anderen Arten parasitieren, sind nicht nur ökologisch, sondern gerade auch für die strukturelle lichtmikroskopische Untersuchung besonders faszinierende Objekte, weil hier zelluläre Kontakte zwischen art-

über die anatomischen, physiologischen, ökologischen und entwicklungsgeschichtlichen Besonderheiten ihrer ausgefallenen Lebensweise. Ferner enthält es auch Anregungen zur Kultur entsprechender Arten, welche die Möglichkeit eröffnet, Infektionsstadien auch im Experiment lückenlos zu verfolgen. Eine empfehlenswerte und inhaltlich sehr kompetente Zusammenschau, auch wenn ihr Bildteil etwas ansprechender und üppiger hätte ausfallen können.

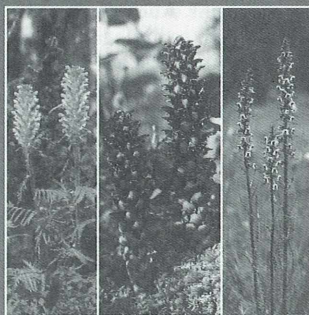
Bruno P. Kremer, Köln

**Wagner, H.: Drogen und ihre Inhaltsstoffe.** Pharmazeutische Biologie, Band 2. 5. neubearbeitete Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1993, XII, 522 Seiten, 330 Abbildungen und Formeln, gebunden, DM 86,00, ISBN 3-437-20498-X.

Arzneidrogen sind ausgesprochen interessant für die Mikroskopie, und immer noch ist das Lichtmikroskop eines der wichtigsten Hilfsmittel zu deren Erkennung und Überprüfung. Die kennzeichnenden Merkmale der Arzneidrogen beschränken sich jedoch nicht allein auf den anatomischen oder morphologischen Bereich. Vor allem die Inhaltsstoffe stehen im Vordergrund, weil sie für Qualität und Anwendung von besonderer Bedeutung sind, und dazu gibt das vorliegende Lehrbuch aktuelle, vollständige und sehr übersichtlich aufbereitete Information. Es beschreibt detailliert alle im Europäischen Arzneibuch aufgenommenen Drogen biogener Herkunft, die Art der Gewinnung, ihre wichtigsten Inhaltsstoffe und deren Wirkungen. Neben Pharmazeuten oder Biochemikern können gerade auch interessierte Mikroskopiker diese aktuelle Zusammenstellung als Nachschlagewerk einsetzen.

Patrick Haller, Köln

## HANS CHRISTIAN WEBER PARASITISMUS VON BLÜTENPFLANZEN



verschiedenen Organen und Geweben zustande kommen. Das vorliegende Buch behandelt alle bisher bekannten parasitischen Verwandtschaftsgruppen und gibt einen breit angelegten Überblick

**Masuch, G.: Biologie der Flechten**, UTB 1546. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg, Wiesbaden, 1993, 411 Seiten, 8 Tafeln, DM 48,00, ISBN 3-494-02167-8.

Was sind Flechten? So leicht sich die Frage stellt, erweist sich der Versuch, sie befriedigend zu beantworten, durchaus nicht. Wird der Morphologe, der Physiologe oder der Ökologe gefragt, spiegelt sich deren Sichtweise in der jeweiligen Antwort wider – eine Symbiose, eine Form von Parasitismus, ein Mikrokosmos. Das Interesse an dieser faszinierenden Lebensform, der Assoziation Pilz-Alge, war schon immer recht groß. Seit man die Bedeutung der Flechten als Bioindikatoren für Luftverunreinigungen erkannt hat, ist dieses Interesse noch gestiegen. Viele Publikationen sind erschienen, entsprechend der Bandbreite an Fragestellungen allerdings recht verstreut. Im vorliegenden Taschenbuch hat der Autor moderne Erkenntnisse der Lichenologie zusammengetragen und umfassend dargestellt. Der Bogen spannt sich über verschiedene Teildisziplinen der Biologie, angefangen bei Morphologie über Ernährungsphysiologie zu Wachstum und Vermehrung der Flechten, weiter über Flechtenchemie zu Ökologie und Taxonomie. Die sachinformierenden Kapitel werden jeweils durch detaillierte Anleitungen zu praktischen Arbeiten ergänzt (z. B. Sammeln, Herbarisieren, mikroskopische Techniken, Isolierung und Kultivierung der Phyco- und Mycobionten, physiologische und ökologische Untersuchungen in Labor und Freiland). Umfangreiche Literaturangaben nach jedem Kapitel ermöglichen vertiefende Studien. Der Text liest sich gut, die Versuchsbeschreibungen sind sehr ausführlich und oft mittels Schemata veranschaulicht. Einige Abbildungen im Textteil (Abb. 2.1–2.3, Abb. 71) enttäuschen etwas, dies wird jedoch durch

REM-Aufnahmen im Anhang des Buches mehr als wettgemacht. Allen Interessierten, die sich mit dem Thema Flechten beschäftigen, sei diese gelungene Kombination aus Sachinformation und Anleitung zu praktischen Arbeiten sehr empfohlen.

Nora Fischer, Köln

**Gotthard, W.: Hormone – Chemische Botenstoffe**. Basiswissen Biologie, Band 6. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1993, 104 Seiten, 86 Abbildungen, 6 Tabellen, Ringheftung, DM 36,00, ISBN 3-437-20470-X.

Das vorliegende Buch ist ansprechend aufgemacht, gut illustriert und übersichtlich gegliedert. Es ist vom Umfang recht knapp gefaßt und daher ein Grundlagenwerk, nach dem man auch noch lernen kann. Da es sich an Anfänger des behandelten Wissensgebietes wendet, hätte man sich oft eine stärker motivierende Thematisierung der einzelnen Kapitel gewünscht. Wünschenswert wäre auch ein mehr erklärender Darstellungsstil gewesen, der nicht nur lexikalisch Fakten und Begriffe nennt. Auch die Begründung, warum es biologisch sinnvoll ist, wenn einige Drüsen (Nebenschilddrüse, Bauchspeicheldrüse) unabhängig vom Hypophysen-/Hypothalamus-System reguliert werden, andere diesem aber hierarchisch unterstellt sind, wird nicht hinreichend klar herausgestellt. Neuere Erkenntnisse der Hormonforschung, insbesondere des Gehirnstoffwechsels, hätten eingehender und besser erläutert werden können. So fehlen beispielsweise der Neurotransmitter GABA oder wichtige Bezüge zu Krankheitsbildern wie Depression oder Parkinsonismus. Dies sind vor allem didaktische Wünsche, die das Buch offen läßt. Sie schmälern jedoch nicht die Tatsache, daß es entsprechende unter-

richtliche Einführungsveranstaltungen durchaus wirksam unterstützt.

Horst Bannwarth, Köln

**Roth, F., Frank, H., Kormann, K.: Giftpilze – Pilzgifte**.

Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg, 1990, 328 Seiten, zahlreiche Abbildungen, gebunden, DM 98,00, ISBN 3-609-64730-2.

Obwohl schon eine Weile am Markt, hat das vorliegende Werk von seiner Aktualität noch nichts verloren. Es befaßt sich ausführlich mit der Biologie, Ökologie und Toxikologie der wichtigsten giftigen Arten aus der heimischen Pilzflora. Nach einer knappen Einführung in das Themengebiet stellt es auf über 100 Seiten in alphabetischer Reihung der wissenschaftlichen Gattungsnamen makroskopische heimische Schlauch- und Ständerpilze vor, listet dann in einem lexikalisch gestalteten Teil die bekannten Pilzgifte mit Strukturformel und weiteren (bio)chemischen Daten auf, behandelt dann die unter anderem auch für die mikroskopische Arbeit so interessanten Schimmelpilze und deren Mykotoxine. Ein separater medizinischer Teil beschreibt Symptome und Verlauf von Vergiftungen. Das ausführliche Glossar erläutert wichtige mykologische Fachbegriffe. Für den Pilzmikroskopiker ist das Buch von speziellem Interesse, weil es vielfach auch mikromorphologische Kennzeichen der Pilze benennt oder abbildet, beispielsweise die für die sichere Bestimmung unerläßliche Sporenform oder deren Oberflächengestalt. Der praktische Nutzen des Buches steht somit außer Frage. Bedauerlich erscheint lediglich, daß der allgemeine Teil die Pilze immer noch dem Pflanzenreich zuordnet – eine völlig veraltete und dringend revisionsbedürftige Sicht.

Thomas Waßmann, Bonn



# Aus den Arbeitsgemeinschaften

## Berliner Mikroskopische Gesellschaft



Programm  
Mai bis September 1994

- 1. 5.: Axel Grambow:  
Exkursion ins Berliner Umland
- 12. 5.: Himmelfahrt
- 26. 5.: Wolfgang Tammeler:  
Wohnungsbau wider Willen: Gallen  
auf Pflanzen
- 9. 6.: Dr. Andreas Ochs:  
Morphologische Beurteilung von  
Spermien der Haus- und Nutztiere
- 7. 7.: Arbeitstagung
- 21. 7.–24. 8.: Sommerferien
- 25. 8.: Dipl. Biol. Michael Zölffel:  
Ein Tag im Leben eines Teichs: (Plank-  
tonfärbung)
- 8. 9.: Arbeitstagung

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

## Anwender aufgepaßt!

Kleinste Präzisionswerkzeuge  
für Arbeiten unter dem Mikroskop



### Möchten Sie mehr wissen?

Ing.-Büro für Lasertechnik  
Nerotat 16  
65193 Wiesbaden  
☎ 0611-590115  
FAX 0611-590635

## Mikrobiologische Vereinigung Hamburg

Programm Mai bis August 1994  
(Mikro und Planktongruppe)

- 3. 5.: Plankton 18.30 Uhr  
Untersuchung von Meeresplankton
- 27. 5.: Mikro 18.00 Uhr!  
Prof. Dr. Dorothee Spiegler, GEOMAR,  
Forschungszentrum Kiel: „Geologische For-  
schungsarbeiten auf einem Bohrschiff entlang  
der nördlichen Packeisgrenze“
- 7. 6.: Plankton 18.30 Uhr  
Katharina Kurz, Max-Planck-Institut Ham-  
burg: „Die Simulation einer einfachen Plank-  
tonsukzession innerhalb eines globalen Koh-  
lenstoffkreislaufmodells“
- 17. 6.: Mikro 18.00 Uhr/20.00 Uhr  
Praktikum  
Prof. Dr. K. Mannweiler, Heinrich-Pette-Insti-  
tut für experimentelle Virologie und Immuno-  
logie an der Universität Hamburg: „Elektro-  
nenmikroskopische Studien über die Wechsel-  
beziehungen zwischen Wirtszelle und Virus“
- 5. 7.: Plankton 18.30 Uhr  
Freier Arbeitsabend  
Sommerpause

Treffpunkt: Gymnasium Meiendorf, Schierenberg  
60. Weitere Informationen bei Christina Kaeser,  
Rupertistr. 7a, 22609 Hamburg, Tel.: 040/82 61 18.



## Mikrophische Gesellschaft Wien

Vorschau für Oktober 1994

- 4.: Leopold Schweighofer: Präparationsabend  
(botanisches Material)
- 11.: Walter Slonek: Naturkundliche Spaziergänge  
am Strand (Ton-Bild-Show)
- 18.: Prof. Peter Schulz: Präparationsabend (bota-  
nisches Material)
- 25.: Friedrich Posch: Mikroprojektion – Bespre-  
chung von Präparaten der Histologie des  
Menschen

Alle Vorträge und Kurse finden in den Räumen der  
Gesellschaft in Wien 2, Marinelligasse 10a, an  
Dienstagen statt und beginnen um 19.15 Uhr. Gäste  
sind willkommen.

## 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 7201 43, 70577 Stuttgart.

**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

**Probleme beim Ausbau des Mikroskops?** Unsere Liste „Zubehör für die Mikroskopie und Mikrofotografie“ enthält die passende Optik und viele Bauteile. In unserer „Präparate-Liste“ finden Sie u.a. auch Test-Präparate zur Überprüfung des Leistungsvermögens Ihres Mikroskops.  
**R. Göke, Bahnhofstraße 27, 58095 Hagen, Telefon 023 31/3 17 54.**

**Russen-Direkt-Import/Preiswerte Geräte für jeden Geldbeutel:** Forschungs-Stereo-Mikroskop, Bauj. 93, Niedervolt-Punkt-Beleuchtung, Durch- und Auflichtsockel, 4liniges Frontobjektiv, 5fach Schaltwalze, 4,8–56fach, ausbaufähig bis 196fach. DM 560,00. Labormikroskop monokular DM 410,00/Binokular DM 690,00. Transportables Stereo-Mikroskop 8,75fach DM 150,00. Köhlerrische 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. Achomate 40×0,65 DM 65,00. 90×1,25 DM 95,00. Apochromate fragen Sie nach Sonderpreisen. Biologisches Forschungsmikroskop, Planapochromatisch, 21KG, 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.

**Zeiss Ph-Neofluare** sowie Leitz Okular-Schraubenmikrometer abzugeben. (0 30) 4 33 20 74.

**Rotationsmikrotom** (Jung); **Inverses Auflichtmikroskop** (russ. Produkt, neu), Hell- und Dunkel-feld, Pol., vier Objektive, Binokular, sehr viel Zubehör, Qualität auf westlichem Niveau; **Olympus**

**Stereolupe** (ohne Stativ), Modell VM mit Vorsatzlinse.

Alle Preise VHS (Hobbyaufgabe, sehr günstig), tags: 07 11-26 31-3 21, abends 0 70 71-8 12 89.

Suche **Kleinmikroskop „Protami“** der Firma Hensoldt u. Söhne, Wetzlar. H. Ringel, Haintalstr. 57, 60437 Frankfurt/M., Tel.: 0 61 01/4 34 79 (nach 18 Uhr).

Verkaufe für **Zeiss Standard Mikroskop** (West.) Trinokular tubus NLG 750,-. Chiffre 943-1

Gesucht antiquarisch das **Buch „MIKROSKEPE“** von Gerald Turner (1981/Callwey-Verlag München). Jean Rüegger-Deschenaux, Alte Landstraße 33, CH-8803 Rüschlikon, Teleph.: 01-724.28.61, Fax: 01-724.29.84.

„Verkaufe **ZEISS JENA: AMPLIVAL** mit Zubehör und **METAVAL** (umgekehrtes Metallmikroskop mit unendlich Optik).“ Telefon: 03 35/52 02 32.

Suche für **Zeiss-Standard-Mikroskop** Diskussionsbrücke oder Diskussionswürfel mit Lichtzeiger. Verkaufe Doppelkollektor-TTL-Mikroblitz-einrichtung für Zeiss-Axio.

Verkaufe **Zeiss Objektive:** Planapo 40/1,0 Öl. Iris; Plan 100/1,25 Öl m. Iris; Plan 16/0,35 Ph; sowie versch. KPL-Okulare und Quarzkomparator nach Ehringhaus. Suche Mikrokosmos Jg. 1–37. Tel. 0 70 73/39 98 abends.

„Wer besitzt den **Fluoreszenz-Farbstoff „Cori-phosphin O‘** und würde mir eine Teilmenge abgeben. Auch für die Angabe von Bezugsquellen wäre ich dankbar.“  
M. Breithaupt, Lange Str. 55, 37127 Dransfeld; Tel.: 0 55 02-9 15 00.

Tausche Fabrikneue **Jubiläums-Contax S2** mit 1:1,4 Zeiss-Objektiv (SFr.2.500.-) gegen altes Mikroskop.  
Jean Rüegger-Deschenaux, Alte Landstraße 33, CH-8803 Rüschlikon.



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) oder handschriftlich auf einem aufgelegten Transparent-Deckblatt anbringen. In letzterem Fall nimmt die Redaktion die Beschriftung der Bildvorlagen nach den Angaben der Autoren vor. 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 Schwertträgers *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).



Mikrokosmos

Heft 3/94

1 Bote(6 )

300229

Bibliothek des OÖ.Landesmuseum

Museumstraße 14

4020 Linz

Gunning/Steer  
**Bildatlas zur Biologie  
der Pflanzenzelle**

103 Seiten, 49 Tafeln, kt. DM 42,-

»"Sehen hilft verstehen" – unter diesem Motto vermittelt der Bildatlas einen Einblick in die Ultrastruktur der Pflanzenzelle und ihrer Organellen. Durch die fachkundige Auswahl und Zusammenstellung der über 200 licht- und elektronenmikroskopischen Aufnahmen ist ein exzellenter Bildband mit 49 Bildtafeln entstanden.«

Berichte d. Bayerischen Botan. Ges.



SEMPER

BONIS ARTIBUS

**GUSTAV  
FISCHER**