

II P0372/P0,2

www.urbanfischer.de/journals/mikrokosmos

F 20582

MIKROKOSMOS



URBAN & FISCHER

März 2001
90. Jahrgang
Heft 2
ISSN 0026-3680



MIKROKOSMOS

Zeitschrift für Mikroskopie

Herausgegeben von Klaus Hausmann (Berlin)
Redaktionsassistentin: Renate Radek (Berlin)

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

Inhalt

Artikel

- 65** *Limnias melicaerta* – Ein wenig verbreitetes Rädertier in einem ungewöhnlichen Gehäuse
Martin Kreuz
- 69** Deckgläschen schwimmen im Gartenteich
Werner Nachtigall
- 73** Das Pfeifengras – Ein Fall für den Ökologieunterricht
Mikroskopische Untersuchungen an *Molinia caerulea*
Irmgard Fillbrandt
- 79** Zur Geburt des Glaskrebschens *Leptodora kindtii*
Wolfgang M. Richter und Georg Kubsch
- 85** Pilz-Fund: Protokoll der Bestimmung einer *Elaphomyces*-Art
Ignaz Kälin
- 89** Asexuelle Fortpflanzung bei Anneliden (Ringelwürmern) Teil II.
Fragmentation und Regeneration am Beispiel von *Eurythoe complanata*
Monika C. Müller und Katja Meyran
- 101** Vielleicht begann es im Kloster –
Die Bedingungen für den Erfolg der Mikroskopie
Norbert Gregor Günkel
- 110** Tantulocarida (Crustacea, Maxillopoda):
Winzige Quälgeister am Meeresgrund
Kai Horst George
- 117** Kritische Beleuchtung mit Opal-Birnen und Blitzanpassung
Werner Nachtigall
- 120** United Colours of Botany – Mikroskopische Aspekte
der Pflanzenfärbung
Erich Lüthje

Rubriken

- 68**
Kurze Mitteilungen
- 72, 84, 95, 100, 114, 116, 123**
Buchbesprechungen
- 78**
Neue Medien
- 78**
Aus der Industrie
- 84, 96**
Nachrichten
- 116**
Mikro-Ufo
- 126**
Aus den
Arbeitsgemeinschaften
- 127**
Mikro-Markt
- 128**
Impressum

Das jeweils neueste Inhaltsverzeichnis können Sie jetzt auch kostenlos per e-mail (ToC Alert Service) erhalten.
Melden Sie sich an: <http://www.urbanfischer.de/journals/mikrokosmos>

Mehr Informationen zum MIKROKOSMOS und anderen Zeitschriften finden Sie im Internet:
<http://www.urbanfischer.de>

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

Umschlagabbildung: Das Zupfpräparat des Pilzes *Elaphomyces* spec. zeigt verschiedene Entwicklungszustände von Asci und Sporen im Phasenkontrast. Siehe Artikel I. Kälin, Seite 85–88.

Limnias melicerta – Ein wenig verbreitetes Rädertier in einem ungewöhnlichen Gehäuse

Martin Kreutz

Auf manches Wiedersehen muss man als Mikroskopiker mitunter lange warten. So ging es mir mit *Limnias melicerta*. Dieses sessile Rädertier fand ich in 19 Jahren nur zweimal, obwohl die charakteristischen Gehäuse von abgestorbenen Individuen oft im Detritus meiner Fundorte zu finden waren.

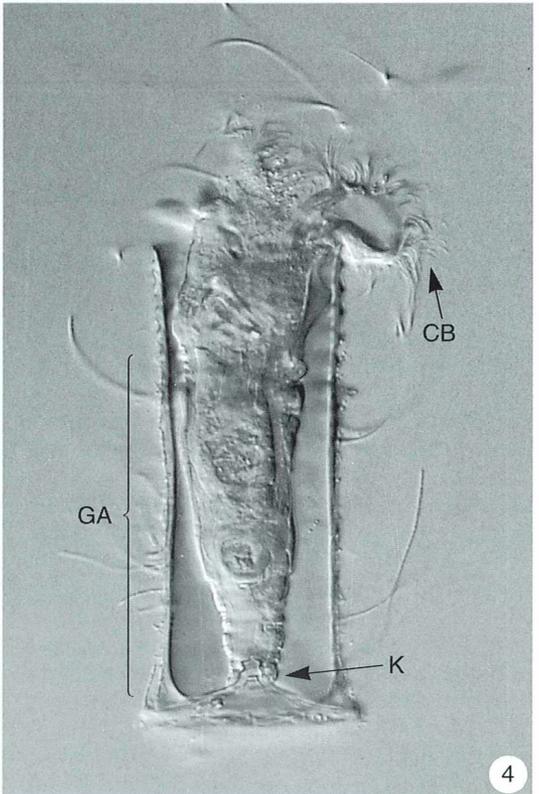
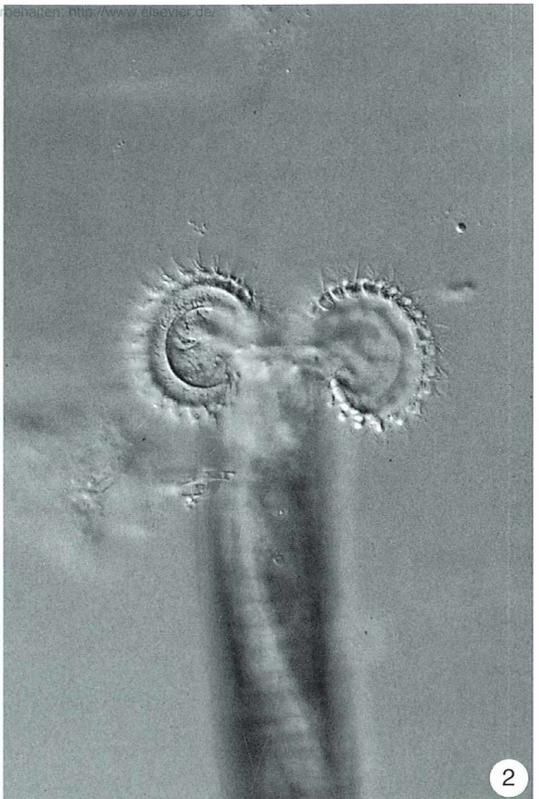
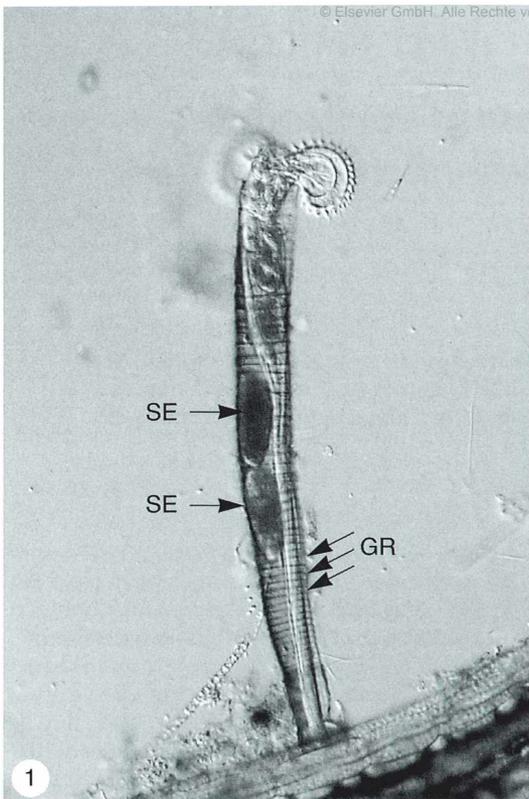
Über dieses schöne Rädertier wurde bereits im MIKROKOSMOS berichtet (Summerfield Wright, 1956/57), wobei es besonders um die Beschreibung des hochinteressanten Gehäusebaus geht, dessen Zeuge Summerfield Wright sein konnte. Dieses Glück hatte ich leider nicht, jedoch möchte ich die Gelegenheit nutzen, dieses Rädertier hier vorzustellen, besonders den Lesern, welche die Ausgabe von 1956/57 nicht in ihrem Regal stehen haben.

Das Gehäuse als Bestimmungsmerkmal

Wenn man das Glück hat *L. melicerta* zu finden, braucht man sich nicht filigranen Bestimmungsübungen hinzugeben, da dieses sessile Rädertier ein sehr charakteristisches Gehäuse besitzt, welches unverwechselbar ist. Es handelt sich um eine Röhre aus einem homogenen und hyalinen Material von brauner Farbe. Die Röhre ist scheinbar aus Ringen aufgebaut, die aufeinander gesetzt wurden (Abb. 1). Die Berührungsstellen der einzelnen Ringe bilden dabei Erhebungen. In oder auf der Röhre werden keine Fremdkörper eingelagert. Die Röhre kann je nach Alter des Individuums (also der Bauzeit) bis zu 1 mm groß werden (Voigt, 1957). Ich selbst fand nur Gehäuse bis zu einer Länge von 900 µm. Diese Gehäuse besaßen dann 50–60 separate Ringe. In dem Gehäuse finden sich außer dem erwachsenen Tier auch mitunter zahlreiche Subitaneier, welche länglich oval sind und nach meinen Messungen 120–140 × 40–45 µm groß sind (Abb. 1). In einigen Gehäusen fand ich bis zu sieben davon, in den meisten jedoch nur zwei bis drei. Durch

die dunkle Färbung des Gehäuses erkennt man schon einzelne Individuen von *L. melicerta* mit bloßem Auge. Im Fundort, einem nordwestlich von Konstanz gelegenen Braunwassertümpel, fanden sich die meisten Exemplare auf Wasserschlauch (*Utricularia*). Auf einem circa 10 cm langen Pflanzenabschnitt hatten sich durchschnittlich zwei bis drei Exemplare angeheftet. Diese ließen sich leicht samt ihrer Unterlage herausschneiden und genauer untersuchen.

Schon nach kurzer Zeit unter dem Deckglas begannen die Tiere wieder ihre Räderorgane auszustrecken (Abb. 2). Die Gattung *Limnias* besitzt eine Corona, welche in zwei separate Lappen geteilt ist, während die ebenfalls gehäusebauenden Gattungen *Ptygura* ein fast kreisrundes Räderorgan besitzt und *Floscularia* ein kleeblattförmiges mit vier Lappen (Voigt, 1957). Die Cilien der beiden Lappen von *L. melicerta* schlagen in entgegengesetzten Richtungen, wodurch der Eindruck zweier entgegengesetzt drehender Räder entsteht. Der daraus resultierende Wasserstrom führt zum oberen Berührungspunkt der Lappen, unterhalb dessen sich die Mundöffnung mit dem Kauer befindet. Die dort stattfindende Selektion der herbeigestrudelten Teilchen ist beeindruckend schnell und präzise. Nach meinen Beobachtungen wurden nur Bakterien dem Kauer zugeführt. Alles andere verlässt den Mundtrichter mit dem erzeugten Wasserstrom wieder. Die Corona misst im Durchmesser etwa 180–200 µm. Bei höheren Vergrößerungen kann man ein weiteres typisches Merkmal von *L. melicerta* ausmachen, welches am besten zu erkennen ist, wenn sich die Tiere aus der Röhre herausschieben und sich dabei entlang ihrer Längsachse etwas drehen. Kurz bevor die Corona entfaltet



wird, kann man einen kurzen Blick auf sieben warzenartige Erhebungen in einer 2-3-2 Anordnung werfen, die dorsal im Nacken der Tiere liegen (Abb. 3). Gleich nach Entfalten der Korona ziehen sich die Tiere wieder soweit ins Gehäuse zurück, dass diese Verdickungen gerade vom Gehäuserand abgedeckt werden. Über die Funktion dieser warzenähnlichen Strukturen ist nichts bekannt, aber es ist gut vorstellbar, dass sie eventuell eine Art Schutzschild darstellen, welches bei Gefahr die Röhrenöffnung versperren kann.

Der Gehäusebau

Lange war das durchsichtige und regelmäßig ornamentierte Gehäuse von *L. melicerta* für die Mikroskopiker ein Rätsel, da man sich nicht vorstellen konnte, wie ein Tier mit vergleichsweise wenig Sinnesleistungen ein solch perfektes Bauwerk errichten sollte. Offensichtlich lässt sich *L. melicerta* nicht gerne dabei beobachten und auch ich hatte nicht das Glück bei der Aufstockung des Gehäuses zuzuschauen zu können. Jedoch möchte ich hier die Beobachtungen von Summerfield Wright von 1956/57 gekürzt wiedergeben und möchte jedem interessierten Leser empfehlen, den übersetzten Originalartikel im MIKROKOSMOS von 1956/57 zu lesen (von der Redaktion gegen Einsendung von 5,- DM in Briefmarken erhältlich). Der Entdecker von *L. melicerta* (Cubitt, 1871) war noch der Ansicht, dass die höckerartigen Gebilde im Nackenbereich der Tiere etwas mit dem Gehäusebau zu tun haben müssten. Jedoch konnte Summerfield Wright fast 100 Jahre später sehen, dass es ganz anders vonstatten geht. *L. melicerta* zieht dazu die Korona ein und senkt sich auf den oberen

Gehäuserand. Dabei kontrahiert es sich derart, dass das obere Körperdrittel wie ein Pfropfen das Gehäuse dicht abschließt. Sodann beginnen Kittdrüsen einen gleichmäßigen, zu diesem Zeitpunkt noch völlig farblosen Ring von etwa 15–20 μm Höhe auszuscheiden. Dieser Vorgang dauert ungefähr 3 Minuten. Dann sinkt das Tier in die Röhre zurück und der Ring härtet aus. Der obere Rand eines jeden neuen Ringes ist durch den anliegenden Druck des Körpers leicht nach außen gewölbt. Wird darauf nun ein neuer Ring gesetzt, entsteht eine weitere der typischen reifförmigen Erhebungen auf dem Gehäuse.

Aller Anfang ist schwierig

Schlüpft aus den Subitaneiern ein neues Exemplar von *L. melicerta*, schwimmt dieses eine Zeit lang frei umher, bevor es sich an einem geeigneten Ort festsetzt und mit dem Gehäusebau beginnt. Der erste Ring des neu entstehenden Gehäuses ist dabei besonders lang, da es den gesamten Körper des jungen Exemplars umschließen muss. Junge Exemplare von *L. melicerta* sind selten zu finden. An diesen kann man jedoch deutlich erkennen, dass der erste Ring über 100 μm lang ist, während die darauffolgenden Ringe nur 7–10 μm hoch sind (Abb. 4). Die jungen Exemplare haben auch noch keine voll entwickelte Korona. Die Lappen erscheinen dick und noch nicht perfekt gerundet. Man kann auch deutlich erkennen, wie das Exemplar in Abbildung 4 am Gehäuseboden auf einem kegelartigen Zapfen festsetzt. Dies ist bei älteren Exemplaren meist schwieriger zu erkennen, da das Gehäuse schnell nachdunkelt und oft auch von Epiphyten umwuchert wird.

◀
Abb. 1: Ausgestrecktes Exemplar von *L. melicerta*. Das Exemplar ist 820 μm lang. SE = Subitaneier, GR = Gehäuseringe. – **Abb. 2:** Fokus auf das ausgebreitete Räderorgan von *L. melicerta*. Es misst in der Breite 190 μm . Der Wimpernschlag ist auf beiden Lappen gegenläufig. – **Abb. 3:** Im Moment des Hervorstreckens aus dem Gehäuse kann man die dorsal gelegenen sieben warzenartigen Erhebungen von *L. melicerta* besonders gut erkennen. Sie haben bei *L. melicerta* eine charakteristische 2-3-2 Anordnung und eventuell eine Schutzfunktion als Gehäuseverschluss. – **Abb. 4:** Ein junges Exemplar von *L. melicerta*. Es ist 186 μm lang. Deutlich ist der sehr lange (98 μm) erste Gehäuseabschnitt (GA) ohne Ringe zu erkennen, welches das Tier in einem Stück bildet. Die darauffolgenden Ringe haben nur noch Abstände von 7–8 μm . Am Gehäuseboden sitzt das Exemplar auf einem Kegel (K). Die Lappen sind noch kaum ausgeprägt, weshalb der Cilienbesatz (CB) überproportional lang erscheint.

Literaturhinweise

- Cubitt, C.: A rare melicertian. *Monthly Microsc. J.* 6, 167–169 (1871).
 Summerfield Wright, H. G.: Die geringelte Röhre des Rädertieres *Limnias melicerta*. *Mikrokosmos* 46, 80–85 (1956/1957).
 Summerfield Wright, H. G.: The rotifer fauna of

- East Norfolk. *Trans. Norfolk Norwich Naturalist's Soc.* 18, 1–23 (1957).
 Voigt, M.: Rotatoria, die Rädertiere Mitteleuropas. Gebrüder Bornträger, Berlin 1957.

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

Kurze Mitteilung**Die Elastizität der Exine**

Die Pollenkörner der Blütenpflanzen sind von einer doppelten Wand umschlossen. Die innere Wand, die Intine, besteht aus Kohlenhydraten (Pektinen, Zellulose, Kallose) und liefert bei der Pollenkeimung den Pollenschlauch; die äußere Wand, die Exine, besteht aus Sporopollenin, einem Misch-Polymer aus aliphatischen und aromatischen Verbindungen, wie beispielsweise Phenolen. Die Exine erweist sich als außerordentlich widerstandsfähig gegenüber Umwelteinflüssen. Dieses beruht nicht nur auf ihrer schweren Löslichkeit sondern auch auf ihrer Elastizität. Dies konnte erneut bewiesen werden durch Versuche, bei denen Pollen verschiedener Herkunft und Größe in einem geschlossenen Stahlzylinder (Dounce Homogenizer) mit einem genau passenden Kolben (Abstand Zylinderwand-Kolbenoberfläche 20 µm) 3–6-mal zerstoßen wurden. Die Versuche wurden sowohl mit getrocknetem als auch mit azetolysiertem Pollen ausgeführt. Die lichtmikroskopische Analyse (40×, n. A. 1,0 oder 100×, n. A. 1,3, mit planachromatischen Objektiven) zeigte, dass einige Pollenkörner Risse aufwiesen, einige weitere Pollen waren deformiert, aber die meisten Pollenkörner waren nach der Behandlung intakt geblieben, sogar die verhältnismäßig großen Körner von Mais (Durchmesser 100–110 µm). Die Exinen von Birkenpollen (*Betula pendula* Ø 21–25 µm), Buche (*Fagus sylvatica* Ø 42 µm), *Typha* (Ø Tetrade 42 µm) und von *Ephedra* (Ø 18–28 × 35–54 µm) zeigten praktisch keine Beschädigungen. Die meisten Pollenkörner von *Epilobium angustifolium* (Ø 85 µm) waren hingegen zu einem gewissen Grad verformt. Von allen genannten Pollenarten – mit Ausnahme von *Ephedra* und *Betula* – konnte auf Grund ihrer Größe erwartet werden, dass sie zwischen Zy-

linderwand und Kolbenwand zerquetscht worden wären. Die Beobachtung zeigte aber, dass die Exinen extrem flexibel und elastisch waren, so dass sie nach der Kompression ihre ursprüngliche Form wieder zurückgewinnen konnten. Die Luftsäcke der Kiefernpollenkörner waren zwar teilweise abgerissen, das eigentliche Pollenkorn aber nicht beschädigt, da die gequetschten Exinen wieder ihre ursprüngliche Form und Struktur eingenommen hatten. Viele große Pollenkörner (*Zea mays*, *Crinum purpurascens* Ø 55 × 75 µm) und von *Lilium* (Ø 35 × 95 µm) enthielten in ihrem Innern nach der Kompression kleinere Pollenkörner (Ø 20–40 µm). Im Innern von Lilienpollen wurden Exinen von *Fagus*, *Pinus*, *Epilobium* und Tetraden von *Typha* gefunden. Die Keim-pore von Lilienpollenkörnern scheint groß genug, um das „Eindringen“ von kleineren Pollenkörnern zu ermöglichen. Hingegen sind die Aperturen von Maispollen so klein, dass die im Inneren beobachteten Exinen von anderen Pollenarten nur durch Frakturen der Pollenwände ins Innere eingedrungen sein können. Selbst Brüche in der Exine können teilweise wieder zurückgehen. Zerbrochene Exinen von Pollenkörnern verhalten sich also etwa wie beschädigte Tennisbälle, die nach der Beschädigung wieder zusammenschnappen, so dass sie äußerlich intakt erscheinen. Die Exine zahlreicher Pollenarten ist also stark, sehr flexibel und elastisch.

Literaturhinweis

- Rowley, J. R., Skvarla, J. J.: The elasticity of the exine. *Grana* 39, 1–7 (2000).

H. F. Linskens, Nijmegen

Deckgläschen schwimmen im Gartenteich

Werner Nachtigall

Eine probate Methode, zu Aufwuchsorganismen zu kommen, ist der versenkte Objektträger. Man befestigt über eine Schnur einen Schwimmer (Styroporstück) an einem Stein und bindet an die Schnur Wäscheklammern, in die zwei Objektträger eingeklemmt werden. Auf der anderen Seite hält eine weitere Wäscheklammer das Objektträger-Paar auf Kontakt. Versenkt man den Stein in einem Teich, so bietet man mit den Objektträgern in festlegbarer Höhe Substrate für den Aufwuchs. Die Objektträger werden allerdings auf der gesamten Oberfläche schmierig bewachsen, und der Bewuchs dringt regelmäßig auch ein wenig in den Spalt der gegeneinander geklemmten Objektträger ein, was die Untersuchung erschwert. Das hat mich auf die Idee gebracht, es einmal mit schwimmenden Deckgläschen zu versuchen.

Deckgläschen schwimmen ohne weiteres auf einer Wasseroberfläche. Sie können somit nur von einer Seite besiedelt werden. Man kann sie jederzeit abheben, auf einem Objektträger untersuchen und wieder schwimmen lassen, so dass man die Entwicklung des Aufwuchses über Wochen beobachten kann. Dabei wird man nicht nur Organismen finden, die sowieso in der Nähe der Oberfläche oder am Oberflächenhäutchen vorkommen, sondern auch Aufwuchs-Organismen, die typisch sind für untergetauchte Wasserpflanzen. Schwimmende Deckgläschen werden für Laborkulturen seit jeher verwendet (z. B. Hentschel, 1916). Würden sie sich aber auch unter den rauen Umweltbedingungen des Gartenteichs halten? Die folgende einfache Einrichtung hat sich gut bewährt.

Bau

Man braucht beispielsweise zwei durchsichtige oder durchscheinende, leicht konische Kunststoffdosen (in denen etwa Joghurt, Quark oder Margarine verkauft worden ist), drei etwa 20 cm lange Holzstäbchen („Wurstspreiler“ oder Stützen für Topfpflanzen), sechs Flaschenkorken, drei Zahnstocher oder zugespitzte Streichhölzchen und zur Bearbeitung eine normale Schere, eine gebogene Nagelschere sowie eine Heißklebepistole.

Von einer der Kunststoffdosen wird die Basis abgeschnitten, etwa 2 cm hoch, und der Boden wird mit der gebogenen Nagelschere so her-

ausgeschnitten, dass ein noch etwa 1 cm breiter Rand bleibt. In die senkrechte Wand werden mit der Spitze der Nagelschere drei Löcher in gleichem Abstand gedrückt. Auf die drei Wurstspreiler wird beidseitig je ein Korken so aufgedrückt, dass einseitig ein knapp zentimeterlanges Stück frei bleibt. Dieses wird durch je eines der Löcher geführt, und der Korken wird mit der Heißklebepistole flächig an die Kante des Dosenausschnitts geklebt. Auch der durchgesteckte Teil wird mit einem Klebetropfen gesichert. Auf die drei inneren Korken wird je ein Zahnstocher gesteckt und zwar so, dass die zweite, mit der Öffnung nach unten aufgesetzte Dose nicht wegrutschen kann. Auf der Oberfläche des Gartenteichs sollte der Bodenausschnitt auch ohne das Gewicht der zweiten aufgesetzten Dose unter Wasser liegen; eventuell müssen die Löcher leicht in der Höhe angepasst werden. Der Bodenausschnitt wird durch ein aufgeklebtes Stück Fliegen-gitter gegen versehentliches Versenken der Deckgläschen gesichert. In Abbildung 1A ist der kleine Schwimmdock in Aufsicht und Seitenansicht aufskizziert, Abbildung 2A zeigt ihn im Ambiente, und in Abbildung 2B sind schwimmende Deckgläschen gut erkennbar. An einem Stein wird ein sehr dünner Perlonfaden befestigt. Der Stein dient als Bodenanker im Gartenteich, und der Faden wird mit einer Schlaufe über einen Zahnstocher gehängt, so dass das Schiffchen ein wenig hin und herfahren, aber nicht wegdriften kann.

Man kann auch aus einer Kunststoffdose mit ausgeschnittenem Bodenteil, die man an einem

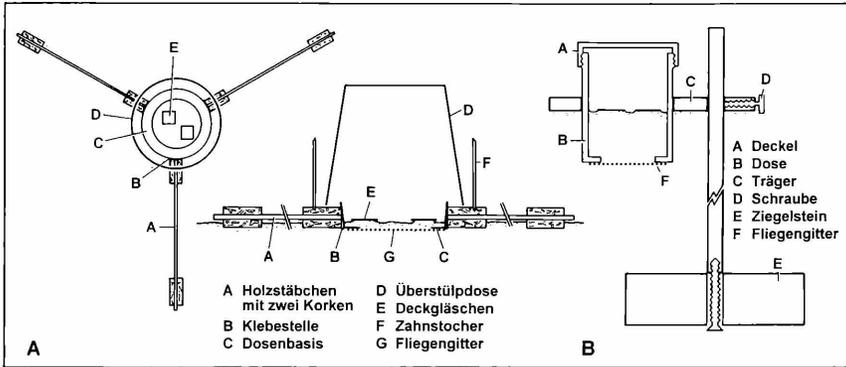


Abb. 1: Einrichtungen für schwimmende Deckgläschen; Schemazeichnungen. A Schwimmdock, B Dose.

improvisierten Stativ so im Teich verankert, dass der Wasserspiegel mittig steht, ein Behältnis bauen. Es vermeidet Bewegungen, hat aber den Nachteil, dass es sich nicht mit dem Wasserspiegel hebt und senkt (Abb. 1B, 2C).

Deckglaspinzette und Untersuchung

Deckgläser kann man, zwischen Daumen und Zeigefinger einige Millimeter über der Wasseroberfläche gehalten, einfach auf die Ober-

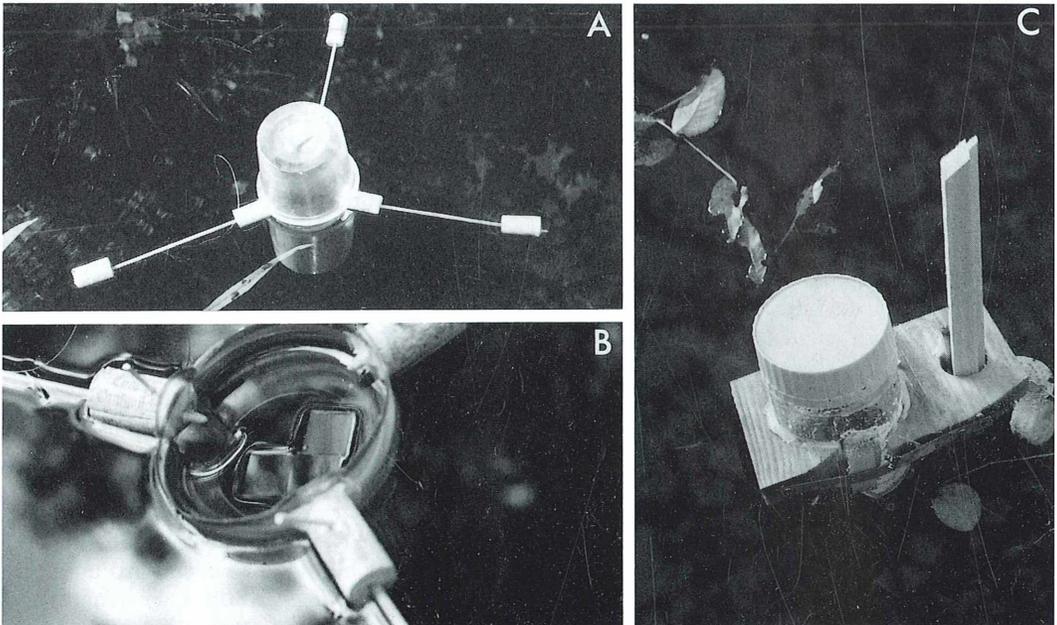


Abb. 2: Einrichtungen für schwimmende Deckgläschen; Fotos: A Schwimmdock, B Schwimmende Deckgläschen, C Dose.

fläche fallen lassen. Sie werden nicht untergehen, sondern infolge der Oberflächenkräfte schwimmen. Vier Deckgläser kann man ohne weiteres in so ein Gerätchen einbringen, bevor dann die Dose beziehungsweise der Deckel aufgesetzt wird, die vor Verschmutzung und

Regen schützen, aber Licht und Luft durchlassen. Mit einem zentrisch aufgeklebten Steinchen kann die Schwimmform etwas beschwert werden. Wenn die Korken nicht ausreichen, kann man die Schwimmfähigkeit durch aufgesteckte Styropor-Stücke erhöhen.

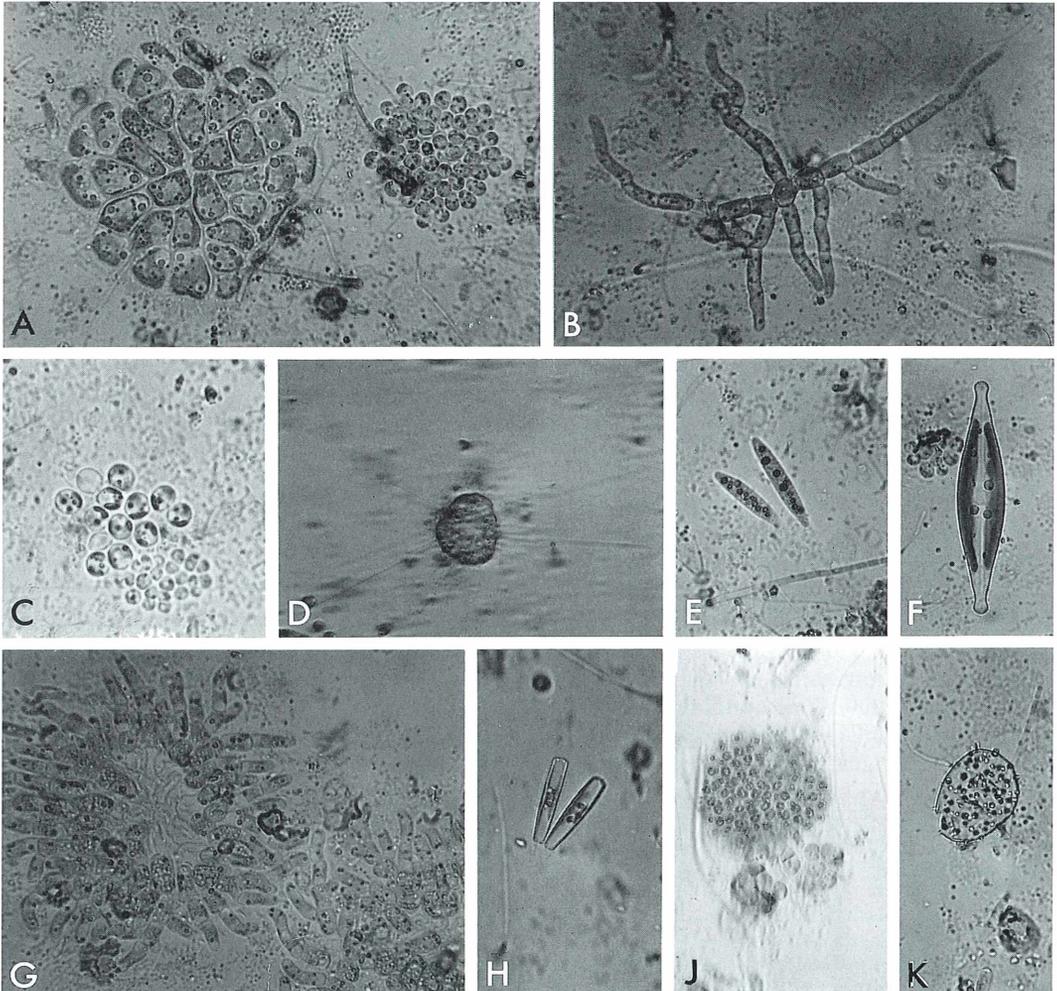


Abb. 3: Aufwuchs-Beispiele (1 Deckgläschen; 10 Tage Exposition, September; Bestimmung teilweise unsicher). A Links: Auswachsene *Chaetopeltis orbicularis* oder *Coleochaete scutata*, rechts *Chlorococcum* sp., dazu fädige Blaualgen und Bakterien. B Auswachsene chaetophorale Grünalge. C Gelbgrünalge *Botrychloris minima*. D. Wahrscheinlich (deformierte) Grünalge *Golenkinia radiata*. E Unklar; *Characium*-ähnlich, aber ohne Spitzen, hell- bis leicht bläulich-grün, zahlreiche große, stark lichtbrechende Einschlüsse. F Kieselalge *Navicula* sp. G. Wahrscheinlich auswachsende *Coleochaete soluta*. H Kieselalge *Gomphonema* sp., Gürtelbandansicht, Schleimstielchen abgerissen. J Purpurbakterium *Lamprocystis roseo-persicina*. K Unklar; geplatzte Cyste oder Eihülle?

Etwas schwieriger ist das Herausheben der Deckgläschen. Wenn man nicht aufpasst, gehen sie dabei unter. Für die Praxis hat sich eine aus einer alten, langen, gezähnelten Pinzette gebaute Deckglaspinzette bewährt. Die Greifteile werden etwas auseinandergezogen und leicht gegeneinander umgebogen, so dass sie in Ruhe etwa 11 mm auseinanderklaffen und relativ parallel sind. Ein damit eingeklemmtes Deckgläschen sollte durch den Eigendruck sicher und biegungsfrei gehalten werden. Drückt man die Pinzette etwas auseinander, übergreift das schwimmende Deckgläschen und lässt dann vorsichtig los, so kann man es auf diese Weise sicher einklemmen, aus dem Wasser heben und auf einen mitgebrachten Objektträger aufbringen. Es gibt auch große, selbstschließende Pinzetten für Elektronik-Arbeiten (Conrad-Katalog), die man sich zurechtbiegen kann. Nach der Untersuchung bringt man das Präparat wieder zu seinem Gartenteich, tropft seitlich einen Wassertropfen so auf den Objektträger, dass das Deckglas gut schwimmt, schiebt es mit dem Fingernagel vorsichtig etwa hälftig über die Objektträgerkante und hebt es mit der Deckglaspinzette ab. Aus etwa 5 mm Entfernung lässt man es wieder, ziemlich genau parallel stehend, auf die Wasseroberfläche fallen. Somit kann man ein und dasselbe Deckgläschen immer wieder untersuchen und die Entwicklung des Aufwuchses über Wochen verfolgen.

Beispiel

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel. Das Deckglas war ab Ende August einen Monat in meinem Gartenteich und wurde etwa zehnmal untersucht, bevor ich es durch Unachtsamkeit versenkt habe. Die größte Änderung im Aufwuchs sieht man nach der ersten Woche. Die Abbildung zeigt Aufwuchs nach einer Schwimmzeit von 10 Tagen. Die Organismen sind in der Legende erläutert.

Ich finde diese Deckglasmethode praktikabler als die Objektträgermethode; allerdings kann man nicht die Besiedelung in einer bestimmten Wassertiefe verfolgen. Um diesen Nachteil auszugleichen, habe ich versucht, Deckgläser an den Kanten mittels Vaseline mit der Oberseite an einen Objektträger anzukleben und immer wieder abzulösen, doch schmiert das wegen der nötigen Dichtungsvaseline stark, und meist erfolgt nach einiger Zeit doch ein Wassereintritt zwischen Deckglasoberseite und Objektträger.

Literaturhinweis

Hentschel, E.: Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen. O. Meisner, Hamburg (1916).

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

Buchbesprechung

Bast, E.: Mikrobiologische Methoden – Eine Einführung in grundlegende Arbeitstechniken. Spektrum Akademischer Verlag, Gustav Fischer, Heidelberg 1999, 425 Seiten, Ringbindung, DM 68,00, ISBN 3-82-74-0786-9.

Die praktische Ringbindung verriet es bereits: Bei dem vorliegenden Werk handelt es sich um ein Buch, das für die Arbeit an der Bench konzipiert wurde. Grundlegende wie weiterführende Anleitungen und Erläuterungen betreffen alle Bereiche der mikro-

biologischen Laborarbeit. Nach einer knappen Einleitung in die Thematik sowie nach Hinweisen für die erste Hilfe bei Laborinfektionen werden folgende Themen ganz praxisnah behandelt: Sterilisation und Keimreduzierung; Steriles Arbeiten – Sicherheit im Labor; Kultivierung von Mikroorganismen; Anreicherung und Isolierung von Mikroorganismen; Aufbewahrung und Beschaffung von Reinkulturen; Lichtmikroskopische Untersuchungen von Mikroorganismen; Bestimmung der Zellzahl und Zellmasse in Populationen einzelner Mikroorganismen. In der weiterführenden Literatur wird

auf Lehrbücher, Lexika und Methodenbücher sowie spezielle Literatur verwiesen. Die ausführliche Zusammenstellung von Produktquellen für Materialien und Geräten für mikrobiologische Arbeiten ist genauso willkommen wie die Auflistung von Konzentrationen- und Gehaltsangaben. Eine Aufschlüsselung von verwendeten Zeichen und Abkürzungen sowie ein umfangreiches Sachverzeichnis beschließen das Buch, das sicherlich seinen Platz in den mikrobiologischen Laboratorien finden wird, in den professionellen wie in den privaten.

Klaus Hausmann, Berlin

Das Pfeifengras – Ein Fall für den Ökologieunterricht Mikroskopische Untersuchungen an *Molinia caerulea*

Irmgard Fillbrandt

Molinia ist ein für den Unterricht ergiebiges Untersuchungsobjekt im Rahmen des Ökologiethemas Moor. Bei einer Exkursion 1999 ins Dosenmoor bei Neumünster (Schleswig-Holstein) mit einem Grundkurs des 13. Jahrgangs fielen uns die großen Bestände von *Molinia caerulea* (L.) Moench auf (Abb. 1). Wie konnte es zu den großen Beständen des Pfeifen- oder Bentgrases kommen? Welche Konkurrenzvorteile bietet dieses Süßgras für seine starke Verbreitung? Weshalb kommt es hauptsächlich in Mooregebieten vor?

Das Gras breitet sich auf austrocknenden Moorböden mit wechselnden Wasserständen aus, überall dort, wo das Grundwasser noch fließt; es meidet Staunässe. Die Halme sind bis 1,5 m hoch, schlank, aufrecht, glatt und knotenlos, und sie wurden früher zum Pfeifenreinigen oder Besenherstellen verwendet.

Nach Ellenberg (1992) zeigt *Molinia* folgende Standortbedingungen an: Feuchtigkeitsbedürfnis (F) 7 (= feuchte Böden, die nicht austrock-



Abb. 1: *Molinia*-Bestände im Dosenmoor, Herbst 2000. Im Hintergrund Birkenwald, davor dichte Bestände des Pfeifengrases auf leicht erhöhten, trockeneren Böden. Im Vordergrund einzelne *Molinia*-Bulte in vernässten Bereichen mit den Torfmoosen *Sphagnum cuspidatum* und *Sphagnum fallax*.

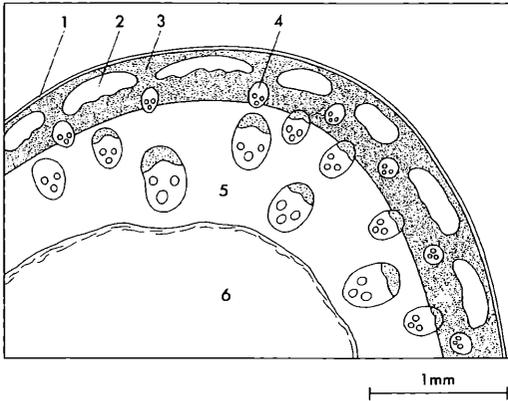
nen), Licht (L) 7 (= Halb-Licht-Pflanze), Stickstoff (N) 2 (= Böden arm an Nitrat oder Ammoniak).

Die Stickstoffzahl N = 2 zeigt die Anpassung an magere, sehr nährstoffarme Standorte. Das Gras verträgt einen pH-Wert von 5, der auf saure Moorböden hinweist, ohne Schwierigkeiten. Nach einer Schülermessung hat das Moorwasser direkt an den Torfmoosköpfchen einen noch geringeren Wert um pH 2,5–3. Die mäßig sauren Moorböden sind zum anderen auch schlecht durchlüftet. Im Frühling üben die hohen Wasserstände im Wurzelbereich einen Selektionsdruck zur Versorgung mit Atemgasen aus. Das Moorwasser ist also sauerstoffarm.

Molinia ist eine Lichtpflanze und besitzt mit den blau-grau behaarten Blättern einen gewissen Licht- und Kälteschutz.

Anpassungen an mechanische Belastung

Auf den großen, teilweise freien Flächen ist die Art Wind und Sturm ausgesetzt, der Halm knickt nicht so leicht um. Wie ist das in Horsten wachsende Gras besonders gut an starke Winde und Herbststürme angepasst? Wir betrachten deshalb Stängelquerschnitte im oberen Halmbereich, die mit Fuchsin-Safranin-Astrablau angefärbt wurden. Die Biegefestigkeit wird erreicht auf Grund des Einbaus von T-Trägern in den sklerenchymatischen Zonen



◀ **Abb. 2:** Stängelquerschnitt von *Molinia caerulea*. 1 = Epidermis, 2 = Assimilationsparenchym, 3 = Sklerenchym, 4 = Leitbündel, 5 = Grundgewebe, 6 = Markhöhle. Durchmesser des Halmes hier etwa 0,4 cm.

(Abb. 2 und 3). Das zweite T bei der Doppel-T-Trägerkonstruktion liegt auf der gegenüberliegenden Seite des Halmes. Das Bauprinzip der Röhre verhindert Knickung und Biegung, so dass das Innere der Röhre nicht mechanisch beansprucht wird. Mit einem Mindestmaß an Stoffaufwand wird ein Höchstmaß

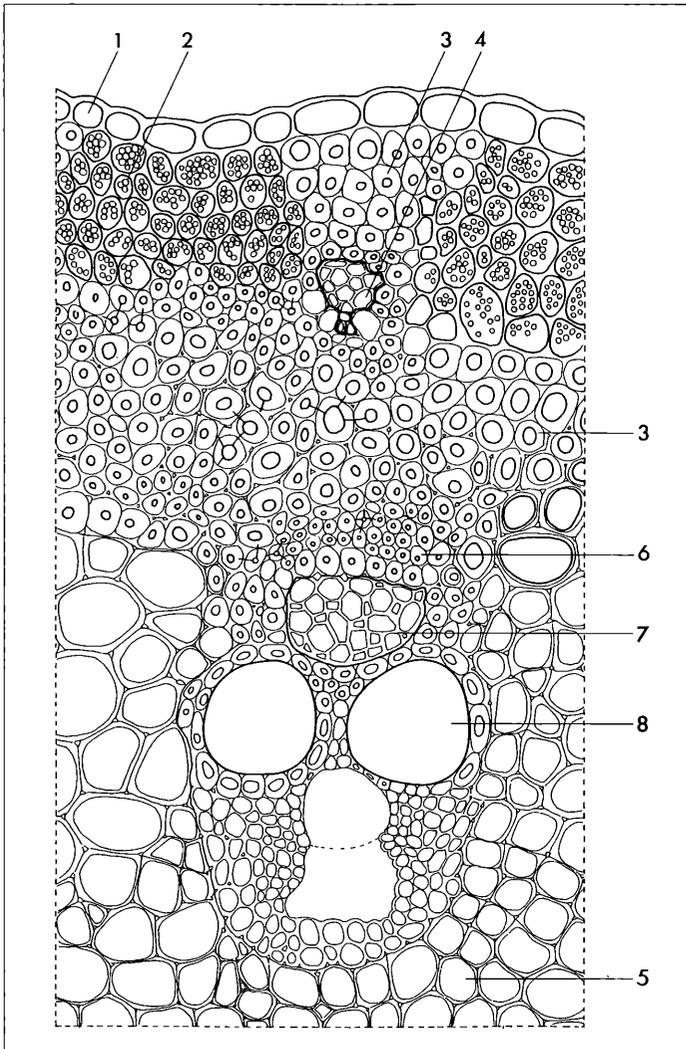


Abb. 3: Stängelquerschnitt von *Molinia caerulea*, Ausschnitt; vergleiche die Ziffern 1–5 von Abb. 2. 6 = Bastkappe, 7 = Phloem mit Sieb- und Geleitzellen, 8 = Xylem. Vergr. ca. 160×. Im Sklerenchymgewebe sind Tüpfel- und Sekundärplasmodesmen zu erkennen, ebenfalls eine Paralleltexur der Sekundärwände (Elastizität). Die Leitbündel, jeweils mit einer Bastkappe versehen, sind über den gesamten Sprossquerschnitt verteilt (Stabilität). Die größten Bündel liegen innen.

an Biegefestigkeit erreicht (Markstahler, 1995). Da der Halm auch Organ der Photosynthese sein muss, liegt ein Konflikt um den Platz für das an der Oberfläche anzuordnende, lichtbedürftige, grüne Parenchym und dem Festigungsgewebe vor. In den T-Trägern fanden wir beim Mikroskopieren einen strukturellen Kompromiss zwischen der Assimilation und der Festigkeit. Außerdem schützt das schwer verdauliche Sklerenchymgewebe vor Tierfraß.

Ein weiteres Merkmal ist das fehlende Kambium in den Leitbündeln, wie wir beim Mikroskopieren unschwer erkannten (Abb. 3). Hierin liegt ein Evolutionsvorteil bei den Monokotyledonen. Es ist kein Dickenwachstum möglich, wodurch Schnellwüchsigkeit für nur eine Vegetationsperiode erreicht wird. Der Verlust des Leitbündelkambiums und die Ausbildung einfacher, relativ wenig differenzierter Blätter sowie die Reduktion der Hauptwurzel ließe sich dadurch erklären, dass man die Monokotyledonen als neotene Dicotyledonen ansieht. Es könnte sich um eine Rückentwicklung des sekundären Dickenwachstums handeln, hervorgerufen durch eine vorverlagerte Fertilität, so dass zur Fruchtbildung nur eine kurze Vegetationszeit benötigt wird (Speck, 1988).

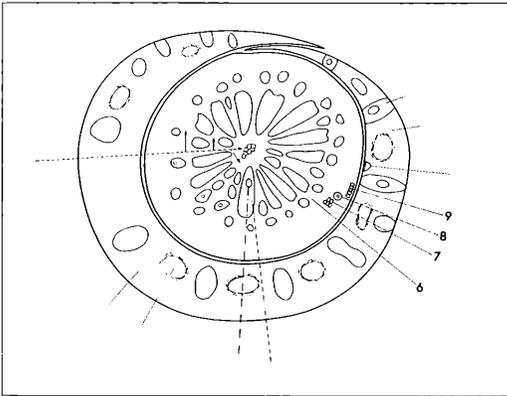


Abb. 4: Stängelquerschnitt von *Molinia caerulea* (Sprossachse mit einem Blatt) nahe dem oberen Knoten (vergleiche Nr. 2 in Abb. 5). Die Färbung mit Fuchsin-Astrablau-Safranin (nach Etzold) ergab sozusagen Botanik für's Auge: 1 = gelbbraune Markzellen mit roten Zellwänden, 2 = Blatt, 3 = Lüftungskanäle. Unterschiedliche Bereiche des Schnittes stellen sich in den verschiedensten Farben dar: 4 = violett, 5 = blau, 6 = farblos, 7 = grün-grau, 8 = gelb, 9 = rot, 10 = grün, 11 = rot-violett. Vergr. ca. 12 \times .

Interessant und wunderschön anzuschauen sind Querschnitte durch die ersten beiden Knoten, die nur einige Zentimeter über dem Boden dicht beieinander liegen, geschützt durch Blattscheiden. Abbildung 4 soll einen Eindruck davon geben, welche vielfältigen Gewebearten durch die Färbung mit Fuchsin-Safranin-Astrablau leuchtend hervorgehoben werden können.

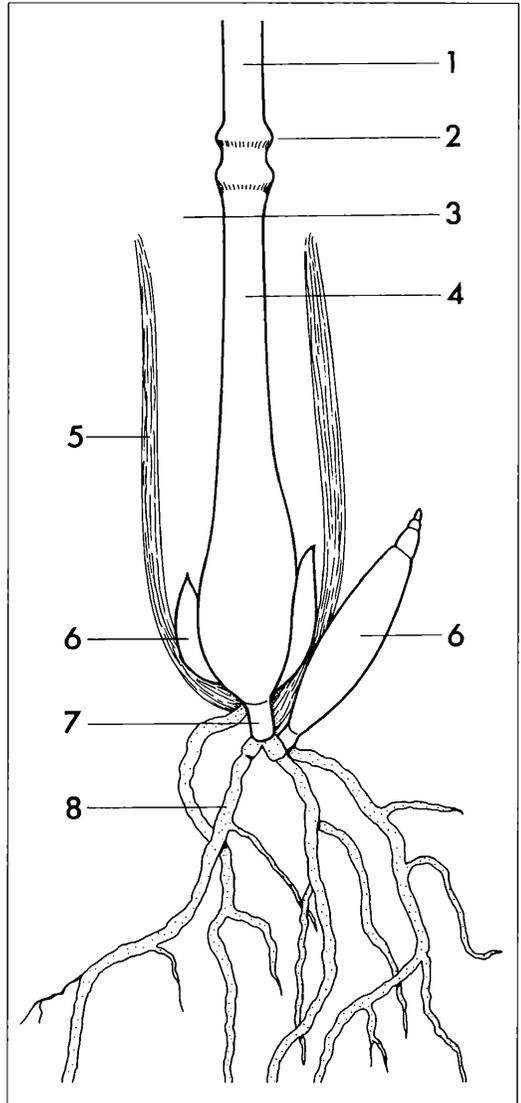


Abb. 5: *Molinia caerulea*, unterster Pflanzenteil. 1 = Halm, 2 = obere Knoten, 3 = Schnittebene der Abb. 6, 4 = grüne Zone, 5 = vorjährige Blätter, 6 = diesjährige Erneuerungssprosse, 7 = Rhizom, 8 = Wurzel. Vergr. ca. 2 \times .

Photosynthese im Herbst

Nun gelangten wir im Unterricht zu folgender Entdeckung. Nach Hegi (1983) findet sich zwischen dem am Grunde durch mehrere endständige Knoten flaschenförmig verdickten, weiß erscheinenden Halmbasisbereich und dem oben beschriebenen Knoten ein 2–4 cm langes Internodium (Abb. 5). Dieses Internodium erregte unser Interesse, weil es im oberen Teil intensiv grün gefärbt ist und selbst im Spätherbst, wenn der Halm und die Blätter allmählich absterben, noch weiter grün bleibt. Dann bilden sich auch neben der Halmbasis über dem Rhizom Erneuerungssprosse aus. Diese besitzen jeweils auch längere, grüne Internodialbereiche und wachsen im Frühling dann zu neuen Blättern und Halmen der Horstpflanze heran.

Was ist im Querschnitt durch diesen grünen Internodialbereich neu zu entdecken? – Zunächst einmal ein grünes Assimilationsgewebe. Aber weshalb ist dieser Internodialbereich relativ weich im Gegensatz zum festen Halm? Der mikroskopische Querschnitt brachte folgende Entdeckung (Abb. 6):

Unter dem mehrschichtigen Assimilationsparenchym folgt ein Aerenchym mit großen Interzellularräumen, unterbrochen durch Reihen von großen, runden, vakuolenreichen Zellen, die wenig Chloroplasten enthalten. In diesem grünen Internodialbereich wird auch im Herbst, wenn der übrige Halm sein Chloro-

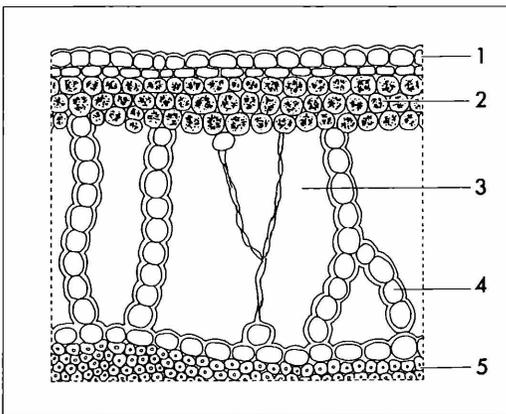


Abb. 6: *Molinia caerulea*, Stängelquerschnitt im grünen Internodialbereich. 1 = Epidermis, 2 = Mesophyll, 3 = gasgefüllter Raum im Aerenchym, 4 = Zellen mit großen Vakuolen, 5 = Sklerenchymzellen.

phyll bereits abgebaut hat, Photosynthese betrieben und Assimilationsstärke gebildet. Das große, lockere Durchlüftungsgewebe gewährleistet den erforderlichen Gasaustausch. Dieses wichtige Gewebe liegt wohlgeborgen in den alten Blattscheiden des Grasbultes. Das Aerenchym hat natürlich auch die Aufgabe, die Durchlüftung der Wurzeln zu fördern und sie mit Sauerstoff zu versorgen. Auch im Frühling kann *Molinia* im oberen grünen Abschnitt des Internodiums, geschützt durch die alten Blattscheiden, Photosynthese betreiben.

Zum Schluss untersuchen wir einige Zellen in der untersten, flaschenförmig verdickten Zone der Halmbasis (Abb. 5). Beim Anfärben mit Jod-Jodkali erkennen wir im Querschnitt in allen Zellen Speicherstärke, die der Pflanze im Frühling als Energiereserve zur Verfügung steht (Abb. 7).

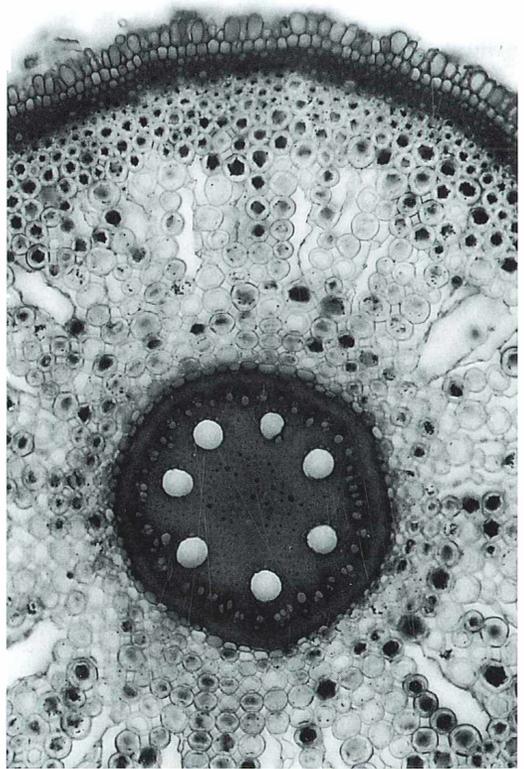


Abb. 7: *Molinia caerulea*, Wurzelquerschnitt. Nach Astrablau-Safranin-Färbung wurde mit Lugol'scher Lösung der Stärkenachweis geführt (dunkler Inhalt in den starkwandigen Rindenzellen). Vergr. ca. 130× (Foto: E. Lüthje, Kiel).

Wie stark das sklerenchymhaltige Rhizom und die harten Wurzeln (Abb. 7) miteinander verflochten sind und die Torf-, Humus- und Spreuteilchen zusammenhalten, wird jeder entdecken, der einmal versucht, *Molinia* auszugraben, was schier unmöglich ist.

Ökologische Problematik

Molinia ist zu einer äußerst unbeliebten Problem- pflanze in unseren heutigen, durch Torfabbau degenerierten und entwässerten Mooren geworden. Durch vegetative Vermehrung wird das erfolgreiche Weiterwachsen in den sich immer weiter erhöhenden Horsten gefördert. Die oberirdisch liegenden Erneuerungs- sprosse entwickeln sich geschützt innerhalb der alten Blattscheiden. Diese vegetative Fort- pflanzung stellt in einem Moorbiotop einen Selektionsvorteil dar. Dagegen ist die geschlecht- liche Fortpflanzung eher eingeschränkt mög- lich. Die Samen der Rispen werden von Vögeln gefressen und auch durch den Wind verdriftet. Durch die langen Frost- und Kälteeinbrüche im Frühling wird die Samenreife verzögert. Erörterenswert ist die Frage, wie sich eine wei- tere Ausbreitung der Bentgrasflure verhindern lassen könnte. Bei Staunässe können sich Torf- moose zwischen die Bulten drängen. Wird das Moor wiedervernässt, zum Beispiel Regulie- rung der Gräben durch Mönche (dicke, seit- lich offene Stahlrohre, in die höhenverstellbare Staubretter aus Holz eingeschoben werden können) und das Einrichten von Staubrettern, so können die Torfmoose (Sphagnen) erfolg- reich wachsen. Dabei können sie die Bulte so- gar überwachsen und ersticken und den Boden weiter versauern, so dass sich die Standortver- hältnisse ändern. Sphagnen werden so zu Kon- kurrenten (Abb. 1). Bei Bespannung einer großen Fläche mit Wasser kann das Pfeifengras regelrecht ertrinken.

Molinia als Evolutionsobjekt

Auch im Evolutionsunterricht diene *Molinia* als interessantes Beispiel. *Molinia caerulea* wird bis zu 1,5 m hoch, die nah verwandte Art *Molinia arundinacea* bis zu 2,5 m. *M. caerulea* hat 36 Chromosomen und *M. arundinacea*

90 Chromosomen im diploiden Satz ($2n$). Auf welche Weisen könnte die Chromosomen- zahl von $2n = 90$ entstanden sein? Es ist be- kannt, dass durch Vermehrung der Chromoso- mensätze einer Art (Autopolyploidie) Gräser größer und kräftiger werden können. Dieses Phänomen tritt in nordischen Breiten häufiger auf. Eine Kreuzung einer diploiden mit einer oktoploiden Pflanze (Genom $2n = 36$ und $8n = 144$) mit 18 und 72 Gametenchromoso- men ergäbe die Chromosomenzahl $2n = 90$. Dasselbe Ergebnis erhielte man bei einer Kreuzung einer diploiden und einer tetraploiden Pflanze mit $2n = 36$ und $4n = 72$, wobei bei der letzteren bei der Gametenreife die Reduk- tionsteilung unterbliebe. Denkbar wäre auch eine Kreuzung von hexaploiden Pflanzen ($6n = 108$) mit tetraploiden Kreuzungspart- nern ($4n = 72$) und damit 54 und 36 Gameten- chromosomen. Dabei berechnet sich die hexa- ploide Form aus der Polyploidisierung von Kreuzungen von Rassen mit den Gameten- chromosomenanzahlen 36 und 18.

Literaturhinweise

- Ehrendorfer, F., Ziegler, H., Bresinski, A., Sitte, P.: Strasburger, Lehrbuch der Botanik, 33. Aufl., Gu- stav Fischer Verlag, Stuttgart 1991.
- Ellenberg, H.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleu- ropa, 2. Aufl., Erich Goltze, Göttingen 1992.
- Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 3. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stutt- gart 1990.
- Hegi, G. (Begr.), Conert, H. J. (Hrsg.): Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band 1, Teil 3, 3. Aufl., Parey, Berlin 1983.
- Irmiler, U., Müller, K., Eigner, J. (Hrsg.): Das Dosen- moor, Ökologie eines regenerierenden Hochmoor- es. Faunistisch-ökologische Arbeitsgemeinschaft, Kiel 1998.
- Markstahler, U.: Der Strandhafer, Mikrokosmos 84, 228–229 (1995).
- Mevius, W., Miede, H.: Taschenbuch der Botanik, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1961.
- Meyer, G., Lammert, F.-D.: Moor. Unterr. B. 109 (1985).
- Overbeck, F.: Botanisch-geologische Moorkunde, Karl Wachholtz Verlag, Neumünster 1975.
- Schnitzler, H.: Wechselbeziehungen im Lebensraum Moor, Unterrichtspraxis Biologie, Band 19, Aulis Verlag, Köln 1997.
- Speck, T., Rottländer, E.: Evolution der Pflanzen- und Tierwelt 5/1 Geschichte der Pflanzen 3. Teil, DIFF Tübingen, Beltz, Hemsbach 1988.

Verfasserin: Irmgard Fillbrandt,
Poststr. 19, D - 24241 Schierensee

Neue Medien

Multimedia CD-ROM: Vom Eiweiß zur Zelle. Moleküle des Lebens. Target Film & Video Produktion GmbH, München (Hrsg.). Springer, Berlin 2000, DM 49,90, ISBN 3-540-14823-X.

In der Serie „Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik“ erschien kürzlich als 7. Thema der Reihe die Multimedia CD-ROM „Vom Eiweiß zur Zelle“. In spielerischer Weise sollen Inhalte der Wissenschaft und Technik naturwissenschaftlichen Laien, Schülern, Studenten und Lehrern nahe gebracht werden. Die Bedienung des Programms ist

erfreulicherweise recht einfach und selbsterklärend. Auf der Startseite kann man unter anderem über Symbole Inhaltsverzeichnis, Hilfemenü, (Benutzungs-)Protokoll und den Index mit alphabetisch sortierten Anfangsbuchstaben von Stichworten anwählen. Videos, Animationen, gesprochener und geschriebener Text erläutern Inhalte zu folgenden Themen: Baustoffe des Lebens, Pioniere, Fokus auf die Zelle, Gene und DNS, Geschichtliches und Geschichte, Laborbesuch. Ausgehend von der Entdeckung der Zelle über die Entzifferung des genetischen Codes bis zur Gentechnologie wird die Entwicklung der modernen Bio-

logie dargestellt. Die Erklärungen sind gut verständlich und die vielen farbigen, bewegten und unbewegten Bilder faszinieren und regen zum Weiterstöbern an. Die Aufmachung ist recht einfallreich. So kann man die sechs Hauptthemen durch Klicken auf die Seiten eines Würfels (oder die rechte Maustaste) auswählen, oder ergänzende Videos und Texte durch Klicken auf bewegliche Symbole, sogenannte Floater, regelrecht einfangen. Die CD ersetzt kein Lehrbuch, doch mit Spaß kann man hier Wissen ergänzen und interaktiv seine eigenen Multimedia-Entdeckungen machen.

Renate Radek, Berlin

Aus der Industrie

Leica-Adapter zur Nutzung von Leica-Okularen an astronomischen Teleskopen

Wenngleich – rein dimensionsmäßig – die Astronomie genau das Gegenteil der Mikroskopie darstellt, beide Dimensionsbereiche sich aber optischer Hilfsmittel bedienen müssen, sei hier auf eine Neuentwicklung für den astronomischen Bereich hingewiesen.

Mit dem neuen Leica Astro-Adapter $1\frac{1}{4}$ " (Abb. 1) bietet die Leica Camera AG Astronomen die Möglichkeit, Leica Okulare an den meisten astronomischen Teleskopen mit $1\frac{1}{4}$ " Okularanschluss zu nutzen. Die vom üblichen Einsatz an den Leica Spektiven bekannte hohe Qualität der Leica Okulare führt vielfach zu einer deutlichen Steigerung der Gesamtleistung des astronomischen Beobachtungsgeräts.

Der Leica Astro-Adapter $1\frac{1}{4}$ " verfügt über ein Filtergewinde für astronomische Filter. Mit dem integrierten Anschlussgewinde für den Leica Photoadapter erschließen sich phantastische Möglichkeiten zur Astro-Fotografie. Für die Gesamtbrennweite und Arbeitsblende ergibt sich in dieser Kombination ein Verlängerungsfaktor von 1,82.

Die Palette der jetzt auch für die Sternenbeobachtung mit Teleskopen verwendbaren Leica Okulare umfasst neben dem besonders kompakten 40x Okular mit der Brennweite $f' = 11$ mm und den beiden herausragenden Weitwinkelokularen B 20x WW mit

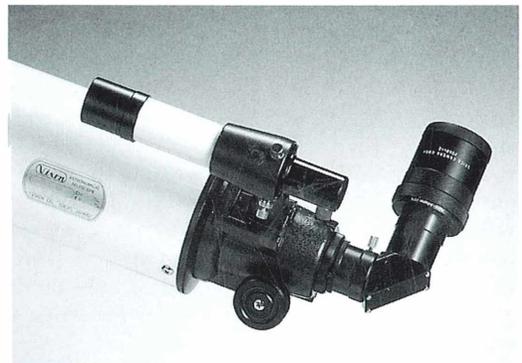


Abb. 1: Der Leica Astro-Adapter.

der Brennweite $f' = 22$ mm und B 32x WW mit der Brennweite $f' = 13,75$ mm auch ein Vario-Okular B 20–60x mit Brennweiten von $f' = 22$ mm bis 7,3 mm.

Das neue Zubehörteil der Leica Camera AG ist ab Mitte April 2000 im Astronomie- und Optikkfachhandel erhältlich. Bezugsquellen nennt der Leica Infodienst unter Telefon 06442/208-111.

Zur Geburt des Glaskrebschens *Leptodora kindtii*

Wolfgang M. Richter und Georg Kubsch

Am Mikroskop sitzen und die Natur in ihren feinsten Strukturen studieren, ist eine faszinierende Beschäftigung. Das gilt für den, der damit beruflich befasst ist genauso, wie für den, der die Lichtmikroskopie nur als Steckenpferd betreibt. Besonders interessant, ja geradezu spannend aber wird es immer, wenn Lebendiges auf dem Objektträger zappelt oder schwimmt.

Diese Erfahrung konnten auch die Teilnehmer des 6. Sommerworkshops 2000 der Humboldt Universität, Berlin, und der Arbeitsgemeinschaft BONITO machen, als sie am vorletzten Tag in der Krüseliner Mühle mit Herrn Dr. Täuschers Vortrag den Themenbereich Hydrophyten, Seenplankton und Gewässergüte erschlossen. Da wurden zuerst einmal die eingesammelten Wasserpflanzen bestimmt und ihre mögliche Aussage zur Wassergüte besprochen, alles gewissermaßen parallel zu den vorher ausgeführten physikalischen und chemischen Untersuchungen einiger Seen der Feldberger Seenlandschaft. Recht deutlich konnten die Unterschiede zwischen dem sich langsam bessernden, aber fast doch noch polytrophen Feldberger Haussee sowie dem oligotrophen Krüselin, in dem unter anderem Horn- und diverse Laichkräuter, das Ährige Tausendblatt oder der fleischfressende Große Wasserschlauch anzutreffen sind, herausgearbeitet werden. Ein weiteres wichtiges Kriterium lieferten zu dieser Unterweisung die von den Teilnehmern ermittelten Sichttiefen des Haussees (etwa 1 m), andererseits die des Krüselin (etwa 6 m), gemessen mit der weißen Secchi-Scheibe. Damit wurde eine Eindringtiefe des Lichtes von etwa 2 m beziehungsweise 12 m nachgewiesen, was wiederum Rückschlüsse auf die Hydrophytenwelt zuließ. Diese Methode hatte bekanntlich Pater A. Secchi (1866) bereits im vorletzten Jahrhundert in Italien praktiziert. Sie überlebte nicht nur, sondern wird noch heute als Kriterium verwendet, sogar vom Gesetzgeber. Vom Kursmikroskop bis zur Video-Mikroeinrichtung waren für diesen Lehrgangsabschnitt wieder allerlei technische Geräte herangeschafft worden.

Leptodora kindtii im Plankton

Im Rahmen des Seminars zur Lebewelt des Süßwassers am 8.9.2000 wurde im Haussee (nahe der tiefsten Stelle) Plankton gefischt. Dabei konnte das probate Klappnetz der Arbeitsgemeinschaft BONITO (Abb. 1) ebenso vorgeführt werden wie die (Zoo-) Planktonküvette (Abb. 2), die eine schnelle Grobmusterung des Fanges vor Ort zulässt.

Neben dem, an anderer Stelle auszuwertenden Plankton des Haussees, wurden unter anderem bei einem Zug mit dem Planktonnetz (Maschenweite 250 µm) aus 7 m Tiefe bis zur Oberfläche, entsprechend einer Passage von 105 Litern, folgende *Leptodora kindtii* gefunden: eine kleines (< 6 mm), sieben große (6–9 mm) und ein sehr großes (10–12 mm) Exemplar. Gemessen wurde vom Kopf- bis zu den Furcaspitzen. Die vorgefundene Individuenanzahl entspräche rein rechnerisch, und nur um eine gewisse Vorstellung zu vermitteln, einer Population von etwa 400–450 Exemplaren des Glaskrebschens *Leptodora* unter 1 m², wenn der nach vorliegenden Messungen noch mit Sauerstoff angereicherte Tiefenbereich des Haussees bis in eine Tiefe von etwa 5 m berücksichtigt würde.

Leptodora lebt räuberisch. Sie ernährt sich von Zooplankton. Unter anderem zeigte sich die carnivore Lebensweise von *Leptodora* auch auf einer Darminhaltsaufnahme mit dem noch gut erkennbaren Rest eines Rüsselkrebsschens *Bosmina coregoni*, die Richter und Kubsch 1998 im MIKROKOSMOS zeigten. Als anatomisch-physiologische Auffälligkeit an diesem Krebschen sind beim Betrachten die gut sichtbare Peristaltik in der überlangen Speiseröhre

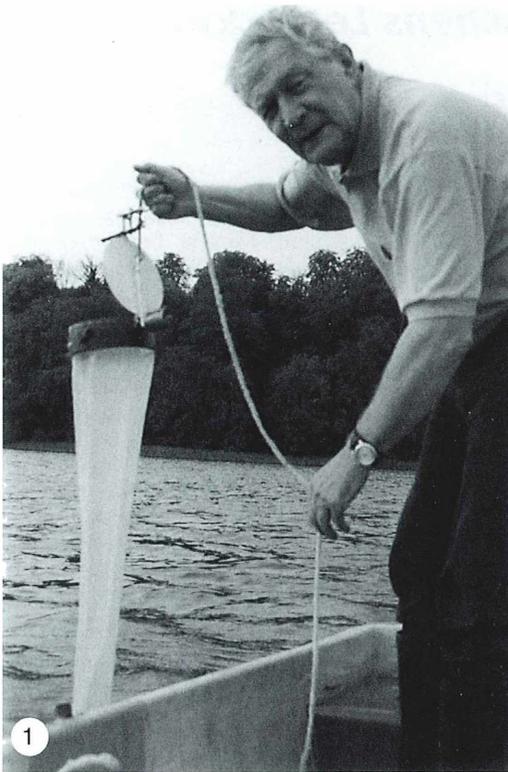


Abb. 1: Wolfgang M. Richter führt das einfache und praktische, selbst hergestellte Schließnetz für Plankton-Stufenproben, welches auch mit unterschiedlichen Netzen bestückt werden kann, auf dem Feldberger Haussee vor (Foto: I. Richter, BONITO).



und dem Darmkanal sowie ein oftmals recht kurzer Magensack zu nennen.

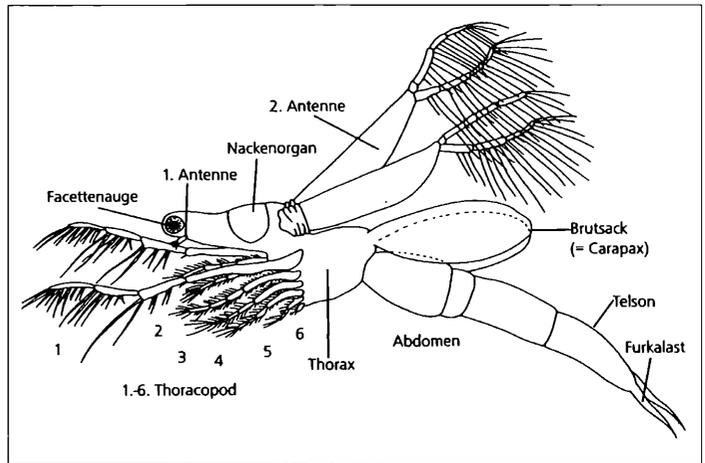
Aus dem Gesagten geht hervor, dass zum Beispiel bei heute gerne angestrebten biomanipulatorischen Eingriffen in ein Gewässer – und während des Lehrganges wurde ja von dieser Methode der Gewässerverbesserung gesprochen – der Faktor *Leptodora* sowie andere, räuberisch lebende Planktonorganismen (z. B. *Bythotrephes longimanus*, *Polyphemus pediculus* oder sogar *Ceratium hirundinella*) nicht unberücksichtigt bleiben darf. Offenbar wird *Leptodora* nachhaltig behindert, ja sogar zum Absterben gebracht, wenn ein verstärkter Aufwuchs von fädigen Algen zu verzeichnen ist, in dem sich die langarmigen Tierchen sehr leicht verheddern. Ob nun aber *Anabaena spiroides*, die sogenannte Lager-Ringelalge, die im Haussee gerade zu diesen Tagen zur Massenentwicklung kam, die feinen (griech. leptos = fein, zart), durchsichtigen, kaum auszumachenden *Leptodora hyalina* beeinflusst, kann von den Beobachtern nicht mit Bestimmtheit gesagt werden. Andere Algen, wie die fädigen Oscillatoren, tun es jedenfalls.

Trächtige Glaskrebschen und Geburt eines Babys

Eine aus diesem Fang unter das Mikroskop gebrachte weibliche *Leptodora* (Abb. 3) von etwas weniger als 10 mm Länge sollte jedoch während der folgenden Unterweisung ungewollt mit einer kleinen Sensation für die Lehrgangsteilnehmer aufwarten. Diese konnten nämlich der Geburt einer winzig-kleinen *Leptodora* beiwohnen. Von dem sich in Windeseile vollziehenden Prozess konnten allerdings nur wenige Video-Aufnahmen gemacht werden. Für die bessere Verdeutlichung dieses interessanten Vorganges wurde darum anschließend, auch für den Bericht zum 6. Sommerworkshop 2000, noch einmal die Dokumentation einer solchen Geburt, die vielleicht besser mit Schlüpfen zu bezeichnen wäre, im Labor der BONITO in Feldberg versucht. Zu diesem

Abb. 2: Eine praktische Einrichtung zur Grobmu-
sterung eines Planktonfanges ist die von BONITO
genutzte und konstruierte Planktonküvette (Foto:
I. Richter, BONITO).

Abb. 3: Habitus von *Leptodora*
(aus: Westheide und Rieger,
1996).



Zwecke konnte bei einem am 12.09.2000 (15 Uhr) im Haussee, in der Schlichter Lank, speziell auf *Leptodora* ausgelegten Planktonfang durch einen Zug mit dem Planktonnetz von 5 m Tiefe bis zur Oberfläche (entsprechend einer Passage von 75 Litern) erneut *Leptodora* erbeutet werden: ein kleines (< 6 mm) und ein großes, weibliches Exemplar von 6–9 mm. Erstaunlicherweise waren an diesem Tage die auch im Breiten Luzin – in Ufernähe, im Flachwasser sowie im Freiwasser und tiefer – häufig anzutreffenden Tierchen nicht zu fangen.

Am 14.09.2000 wurde die große weibliche der beiden in einem Gefäß gehälterten *Leptodora* gegen 12 Uhr unter das Mikroskop gebracht. Es musste, da eine entsprechende Kammer nicht zur Verfügung stand, wieder ein Hohlobjektträger verwendet werden. Seine relativ kleine Höhlung musste ständig mittels einer Pipette mit temperiertem Hausseewasser nachgefüllt werden, einmal um das Krebschen halbwegs aktiv zu halten, dann aber auch, um ihm Sauerstoff zuzuführen und die Temperatur unter dem Mikroskoplicht erträglich zu gestalten. Wir hatten auch Glück, denn im Brutraum war tatsächlich ein winziges Etwas zu sehen, welches vielleicht (humanmedizinisch gesehen entsprechend dem 1.–3. Monat einer Schwangerschaft) als Embryo einer *Leptodora* bezeichnet werden konnte (Abb. 4). Dabei war, man muss es zugeben, Mutter *Leptodora* auf dem Objektträger des Mikroskops in der Höhlung des Objektträgers etwas eingeeengt. Da sie auch sicherlich mit sich selbst vollauf zu tun hatte, schien sie von den Vorgängen in ihrem prallen

Brutsack weniger berührt. In diesem Brutsack tat sich nun aber einiges. Schon nach wenigen Stunden – gegen 14 Uhr – war, um bei der humanen Terminologie zu bleiben, aus dem Embryo offensichtlich ein Fetus geworden, der bereits beachtliche Merkmale eines Glaskrebschens erkennen ließ. Nach und nach bildete sich eine winzige *Leptodora* heraus. Hin- und herzuckend bewegte sie sich in ihrem Domizil, wie es eben ein Fetus tut, hatte dabei allerdings erheblich mehr Platz zur Verfügung, als wir es bei anderen Lebewesen kennen (Abb. 5).

Langes Abwarten

Am 15.09.00, etwa gegen 0 Uhr nachts, bot sich dem Betrachter ein durchaus weiterentwickelter Fetus dar. Bei dem vielleicht gerade 0,5 mm messenden Exemplar konnte nun schon deutlich das Werden des charakteristischen Komplexauges (Abb. 6) beobachtet werden, welches beim ausgewachsenen Krebschen letztlich etwa 250 Facetten ausmacht und für den flüchtigen Beobachter eigentlich das einzig Sichtbare ist.

Die nächste Aufnahme gegen 2 Uhr ließ vermuten, dass ein Schlüpfen in den nächsten beiden Stunden erfolgen könnte (Abb. 7). Da war nämlich schon ein fertiger kleiner Glaskrebs zu sehen der – überaus temperamentvoll – an seinem „zu Wasser kommen“ arbeitete. Mutter *Leptodora* schien zu diesem Zeitpunkt allerdings bereits recht ermattet, was wohl auf die beengenden Umstände zurückzuführen war und weniger auf den Geburtsvorgang.

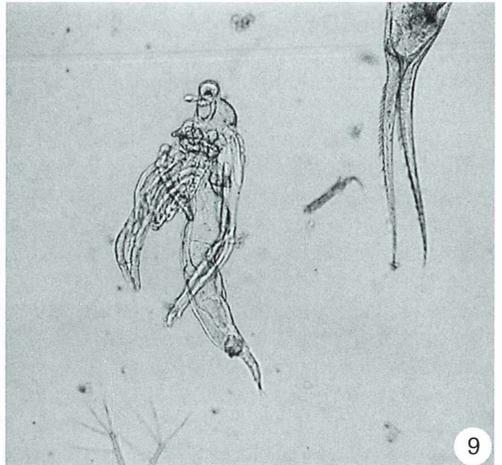
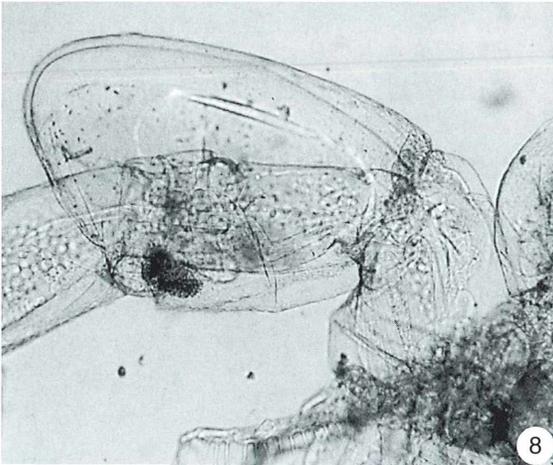
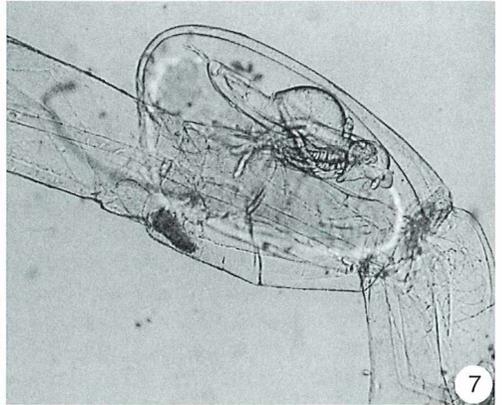
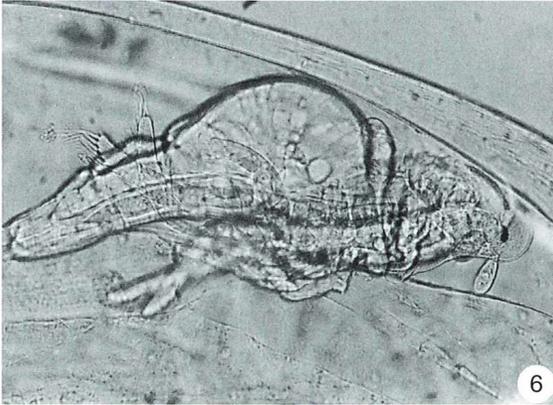
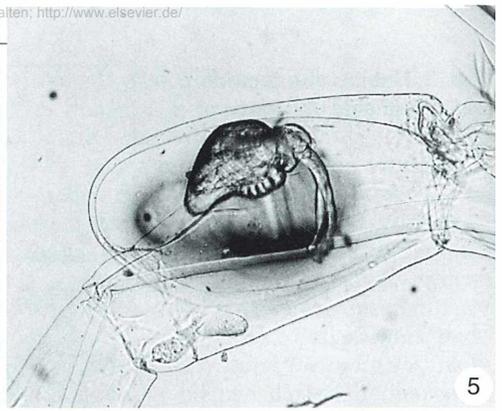
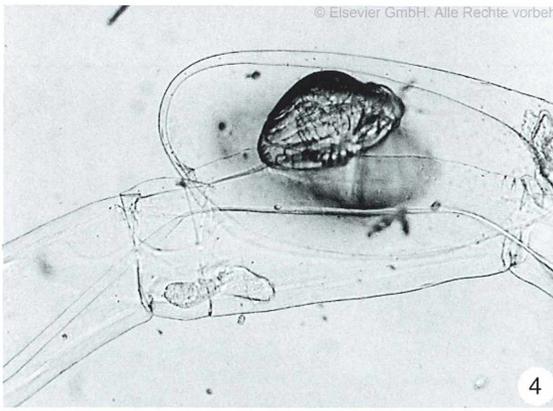


Abb. 4–9: Wachsen und Schlüpfen eines *Leptodora*-Babys in der Mutter. – Abb. 4: Embryo im auf dem Rücken getragenen Brutsack einer *Leptodora* bei Beginn der Untersuchung gegen 12 Uhr. – Abb. 5: Die vom Embryo zum Fetus entwickelte *Leptodora* gegen 14 Uhr. Speiseröhre (Darmkanal) und Magensack sind zu sehen. – Abb. 6: Der gegen 0 Uhr nachts beobachtete, bereits erheblich weiter entwickelte Fetus mit sich ausbildendem Auge. – Abb. 7: Übersichtsaufnahme des Brutraumes kurz vor dem Schlüpfen des Fetus gegen 2 Uhr des 15.09.00. Länge des Tieres < 0,5 mm. – Abb. 8: Der verlassene Brutsack, unmittelbar nach dem Geburtsvorgang, der im linken unteren Teil perforiert scheint. – Abb. 9: Die gerade geschlüpfte *Leptodora*, die bemüht ist, die Ruderarme und die noch verklebten Beinpaare in gelenkte Aktivität zu bringen. Rechts oben die Furca des verendeten Muttertieres (Fotos: W. M. Richter, BONITO).

Immer wieder das Licht stark zurücknehmend, dabei Frischwasser zuführend, blickten wir schließlich gegen 2.45 Uhr erneut durchs Okular, und, ja da war es bereits wieder geschehen! Wir sahen nur noch einen leeren Brutsack, der in seinem hinteren und unteren Abschnitt (Abb. 8) perforiert schien. Bei schwacher Vergrößerung hatten wir dann auch schnell das geschlüpfte Baby entdeckt. Im Bereich von Mutters Furca zappelte es umher. Es erprobte nun offenbar den Umgang mit seinen noch recht ungeübten Ruderarmen sowie den im Bauch- beziehungsweise Kieferbereich angeordneten, wahrscheinlich auch noch etwas verklebten sechs Beinpaaren (Abb. 9).

Auf dem Foto ist Mutters Furca ein hilfreicher Größenvergleich. Es muss allerdings berichtet werden, dass diese zu diesem Zeitpunkt bereits leider verendet war. Unser sehr lebhaftes Baby aber konnten wir noch einige Stunden beobachten, wobei es sogar zu wachsen schien, uns aber – ob seiner Aktivität – nur schwer zu einer vergrößernden Aufnahme kommen ließ.

Historisches und Zukünftiges zu *Leptodora*

Immerhin, unsere kleine Beobachtungsreihe könnte dazu führen, die an sich spärlichen Erkenntnisse zum Leben des (vielleicht für die Limnologie noch ganz wichtig werdenden) Glaskrebschens *Leptodora kindtii* erneut zu überdenken und neue Untersuchungen zu konzipieren. Während sein Entdecker G. W. Focke (1844) diesen Krebs einst ausgerechnet im Bremer Stadtgraben entdeckte, als *Polyphemus kindtii* im Bremer Sonntagsblatt vorstellte und sehr schön beschrieb, gibt es kaum hinreichende Auskünfte zu seiner Physiologie. Wie steht es zum Beispiel mit den Nauplien im Frühjahr? Sie sollen überwinterten Dauereiern entspringen? Sind die erwachsenen Krebse tatsächlich nur von Juni bis in den Herbst anzutreffen? Auch die Qualität von *Leptodora* als Nahrung für Fische – in unserem Falle vielleicht speziell für die Kleine Maräne – müsste erneut abgeklärt werden. Dazu reichen aber

die von uns beobachteten 15 Stunden im Leben einer schwangeren *Leptodora* keineswegs aus.

Auf jeden Fall aber könnte unser Protokoll Anreiz zu weiteren Untersuchungen für diejenigen sein, die ihre Liebe zur faszinierenden Arbeit am Mikroskop während unseres 6. Sommerworkshops 2000 in der Krüseliner Mühle entdecken konnten.

Literaturhinweise

- Focke, G. W.: Der Bremer Stadtgraben. Bremer Sonntagsblatt 34 (1844).
- Richter, W. M.: Gewässergütebestimmungen an Hand alter Planktonfänge – Ein Versuch. Untersuchungen am Feldberger Seengebiet (DDR). Mikrokosmos 79, 174-178 (1990).
- Richter, W. M.: Das Glaskrebschen *Leptodora* – ein räuberischer Blattfußkrebs. Mikrokosmos 79, 338-340 (1990).
- Richter, W. M.: Einfaches Planktonschliefnetz für Stufenproben mit wechselbaren Gazen. Acta hydrochim. hydrobiol. 18, 501-503 (1990).
- Richter, W. M., Glatzer, M.: Eine handliche Küvette zur Beurteilung des (Zoo-) Planktons von Gewässern. Mikrokosmos 85, 51-53 (1996).
- Richter, W. M., Kubsch, G.: 3. Feldberger Sommer-schule und 2. Sommerkurs für Schüler 1997 - Aktives Tun junger Leute bei Umweltforschung für den Umweltschutz. Mikrokosmos 87, 148-150 (1998).
- Sauer, F.: Tiere und Pflanzen im Wassertropfen nach Farbfotos erkannt. Fauna-Verlag, Karlsfeld 1995.
- Secchi, A.: Esperimenta per determinare la trasparenza del mare. Cialdu, sul moto endoso del mare 258 (1866).
- Strebbe, H., Krauter, D.: Das Leben im Wassertropfen. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1985.
- Westheide, W., Rieger, R. (Hrsg.): Spezielle Zoologie, Teil 1: Einzeller und wirbellose Tiere. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996.

Verfasser: Dipl. Biol. Wolfgang M. Richter, Wissenschaftlicher Leiter der Arbeitsgemeinschaft BONITO e.V., Drosselgang 2, D-21709 Himmel-pforten (Nd.-Elbe), und Dr. Georg Kubsch, Humboldt-Universität Berlin, Math.-Nat. Fakultät, Fachinstitut für Angewandte Analytik und Umweltchemie, Hessische Straße 1-2, D-10115 Berlin

Nachricht

Variationen der Holzfärbung

Im Heft 5 des vergangenen Jahrgangs des MIKRO-KOSMOS erschien ein Artikel von Gerhard Göke mit dem Titel „Die Verarbeitung von Holzproben zu Mikropräparaten“, in dem unter anderem eine Reihe von Färbemethoden vorgestellt wurde. Nun bot uns der Vorsitzende der Koninklijk Antwerps Genootschap Voor Micrografie (K.A.G.M.), Herr Van Campen, als Ergänzung eine verbesserte Rezeptur der Astrablau-Acridinrot-Chrysoidin-Färbung an. Herr Dujardin, der Erfinder dieser Färbemethode und vorherige Vorsitzende des genannten Vereins, veröffentlichte im Märzheft 1964 im MIKRO-KOSMOS das ursprüngliche Rezept, wandelte es aber später wie folgt um:

Astrablau FM-Lösung

0,5 g Astrablau FM, 100 ml destilliertes Wasser, 2 g Weinsäure, 1 Kristall Thymol.

Acridinrot-Lösung

0,5 g Acridinrot, 5 ml einer 5%igen wässrigen Ammoniumalaun-Lösung, 95 ml destilliertes Wasser, 0,5 ml Essigsäure.

Chrysoidin-Lösung

0,5 g Chrysoidin, 5 ml einer 5%igen wässrigen Ammoniumalaun-Lösung, 95 ml destilliertes Wasser, 0,5 ml Essigsäure.

Zwei Teile Acridinrot-Lösung und ein Teil Chrysoidin-Lösung werden zu einer gebrauchsfertigen Lösung gemischt. Diese Lösung ist lange Zeit haltbar. Die Astrablau-Lösung und das Acridin-Chrysoidin-Gemisch werden wie im Artikel von Göke beschrieben, nacheinander angewendet.

Ein Hinweis des Vorsitzenden der K.A.G.M.: Der Verein trifft sich jeden Montagabend ab 20.00 Uhr in den Gebäuden der RUCA (Universität von Antwerpen), Bioräume, zwischen den Gebäuden U und S in der Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerpen, Belgien.

Redaktion MIKROKOSMOS

Buchbesprechungen

Dragesco, J.: Revision des Geléiides (Ciliophora, Karyorelictea). Stapfia 66, 1999, 91 Seiten, 280 Abbildungen, broschiert, DM 42,00, ISSN 0252-192X.

Das vorliegende Werk ist sicherlich nicht für einen weitgespannten Leserkreis konzipiert. Aber die taxonomisch an Ciliaten arbeitenden Spezialisten werden sicherlich mit großem Interesse erfahren, dass nun von dem bekannten Ciliatenforscher Jean Dragesco dieses Bestimmungswerk für die Ciliatengruppe Geléiides publiziert wurde. Diesen Personenkreis sollte es nicht irritieren, dass das Buch abgesehen von einer einseitigen englischen Zusammenfassung in französischer Sprache verfasst ist. Es erübrigt sich fast, darauf hinzuweisen, dass es im Hinblick auf

die Illustrationen (lichtmikroskopische Fotos und Zeichnungen) dem zu erwartenden Standard entspricht.

Das Buch ist zu beziehen über das Biologiezentrum des O.Ö. Landesmuseums, Johann-Wilhelm-Klein-Str. 73, A-4040 Linz, Österreich, oder per e-mail an bio.buch@landesmuseum-linz.ac.at

Klaus Hausmann, Berlin

Nowotny, W., Biologiezentrum des O.Ö. Landesmuseums (Hrsg.): Wolfsblut und Lohblüte – Lebensformen zwischen Tier und Pflanze. Stapfia 73, 2000, 186 Seiten, zahlreiche Schwarzweiß- und Farbfotos, broschiert, öS 330,00, ISSN 0252-192X.

Bei diesem Buch handelt es sich um einen Katalog zur gleichnamigen Schleimpilz-Ausstellung im

Biologiezentrum des O.Ö. Landesmuseums Linz, auf die im MIKROKOSMOS (4/2000) hingewiesen wurde. Nun ist es aber nicht ein Katalog, in dem Stück für Stück die Ausstellungsexponate kommentiert werden, sondern es ist vielmehr eine (sehr verdienstvolle) Zusammenstellung von 19 Einzelartikeln, in denen verschiedenste internationale Spezialisten über den aktuellen Stand ihrer jeweiligen Forschungsfacette an Schleimpilzen berichten. Qualitätsmäßig entspricht diese Publikation dem gewohnten hohen Herstellungsstandard der Stapfia-Ausgaben. Das Buch ist zu beziehen über das Biologiezentrum des O.Ö. Landesmuseums, Johann-Wilhelm-Klein-Str. 73, A-4040 Linz, Österreich, oder per e-mail an bio.buch@landesmuseum-linz.ac.at

Klaus Hausmann, Berlin

Pilz-Fund: Protokoll der Bestimmung einer *Elaphomyces*-Art

Ignaz Kälin

Ein Spaziergang oder eine Wanderung in der Natur bringt nicht nur Erholung und Bewegung, sondern zeigt immer wieder Objekte, welche der Mikroskopiker dank seines geschärften Blickes vielleicht schon etwas kennt oder aber kennen lernen möchte. So geschah es auf einer Herbstwanderung, die Ignaz Kälin in seiner heimatlichen Umgebung unternahm, dass er im Wald, dicht an einer Viehweide, auf dem Wanderpfad ein offenbar ganz kurz vorher (von einem Eichhörnchen, Hasen oder Reh?) ausgegrabenes ziegelrotes Knöllchen fand, das er schnell als einen Pilz und zwar als eine *Elaphomyces*-Art identifizierte. Der folgende Bericht beschäftigt sich mit diesem Fund.

Die genaue Fundstelle ist der Landeskarte Nr. 1132, Einsiedeln, 1:25000, zu entnehmen und hat die Koordinaten 697 140 / 220 710, 1120 m ü. M., «Chätzern». Der Boden ist als Waldhumus mit Nadel- und Laubstreu einzustufen und gehört pflanzensoziologisch dem Simsen-Tannen-Buchenwald an. Die geologische Grundlage ist nach Hantke (1967) granitische Molasse, also feldspatreiches Sandgestein mit bunten Mergeln.

Fundbearbeitung

Zu Hause ging es umgehend an die Bearbeitung dieses interessanten Materials, also an die Herstellung der mikroskopischen Präparate und die Anfertigung von Makro- und Mikroaufnahmen. Das Bücherstudium über Hy-

pogäen (unterirdisch wachsende Pilze) sollte Aufschluss darüber geben, um welche Art es sich bei dem Fund wohl handelte.

Verwandtschaft

Bei der Analyse der Mikropräparate kam schnell das große Wiederentdecken. Solch ähnliche Asci waren vom Autor schon einmal gesichtet und beschrieben worden (Kälin, 1994). Seinerzeit waren es Trüffeln. Da konnte also eine Verwandtschaft vermutet werden. Konsultation des Altmeisters der Mykologie Gäumann (1949) ergab, dass die stammesgeschichtliche Entwicklung von *Elaphomyces* eine Parallel-Reihe zu derjenigen der Tuberales darstellt; bei ersteren seien die zytologischen Einzelheiten noch wenig bekannt.

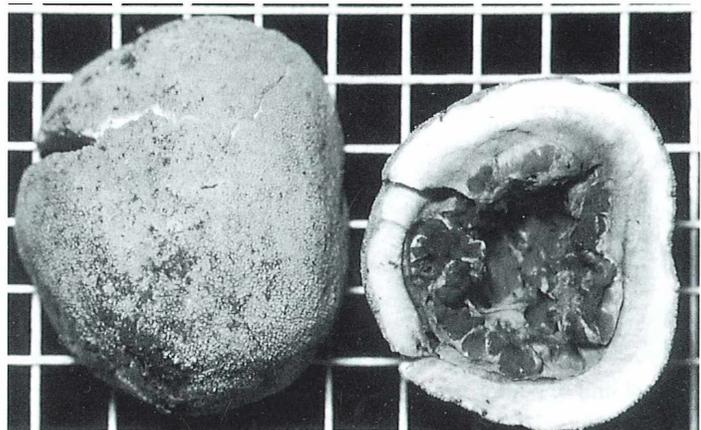


Abb. 1: Aufgebrochener *Elaphomyces*-Pilz auf 5-mm-Fadennetz. Man beachte den zentralen Hohlraum im Pilzkörper.

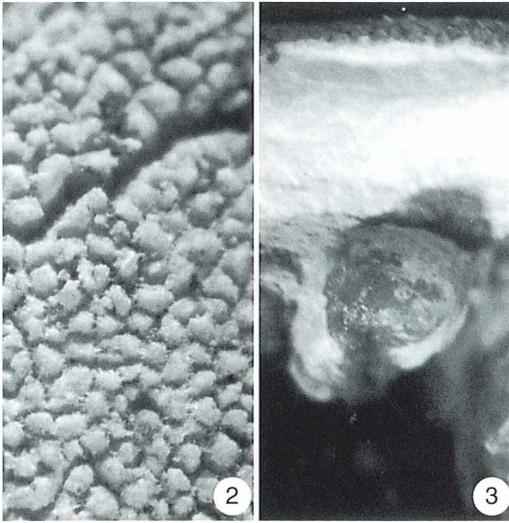


Abb. 2: Aufsicht auf Exoperidie mit der typischen \pm pyramidenförmigen Struktur. Vergr.: 17 \times . – **Abb. 3:** Ausschnitt von Exoperidie bis Glebateil. Durch den Bruch kommen die weißen Hüllen, welche die Gleba unterteilen, besser zur Geltung als im Schnitt. Vergr.: 7 \times .

Asci und Sporen

Durch weiteres Literaturstudium wurde die vermutete Gattung *Elaphomyces* des Untersuchungsgutes bestätigt. Die zunächst makroskopischen Messungen wurden durch mikroskopische Asci- und Sporenmessungen komplettiert.

Als erstes wurde von einer größeren Zahl von den birnen-/ballonförmigen Asci die Länge gemessen (bis zum Ansatz an das ascogene Hyphengewebe). Das ergab folgende Resultate: a) Asci nur gefüllt mit Plasmamasse, aber noch ohne unterscheidbare Sporenbildung; Länge \bar{x} 39,6 μm (St. D. 4,61 μm); (St. D. = Standard Deviation [engl.] beziehungsweise Standardabweichung [deutsch]); b) Ascuslänge bei fünf bis sechs reifenden Sporen \bar{x} 46,64 μm (St. D. 4,33 μm). Die Ascuswanddicke liegt bei etwa 1–1,5 μm . Spezielles Augenmerk wurde auf die Sporenzahl gerichtet. Wo halb und ganz reife Asci (in großer Zahl) vorhanden sind, konnten, wenn nötig, auch in verschiedenen Schärffentiefen stets sechs Sporen ausgezählt werden.

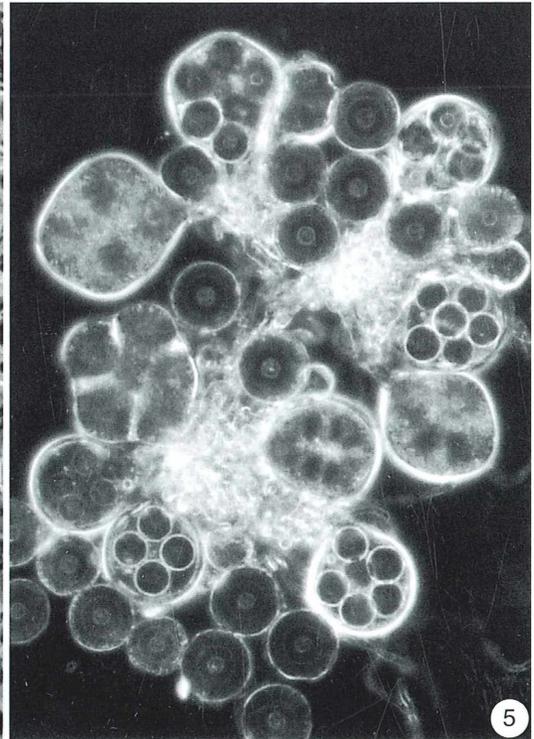
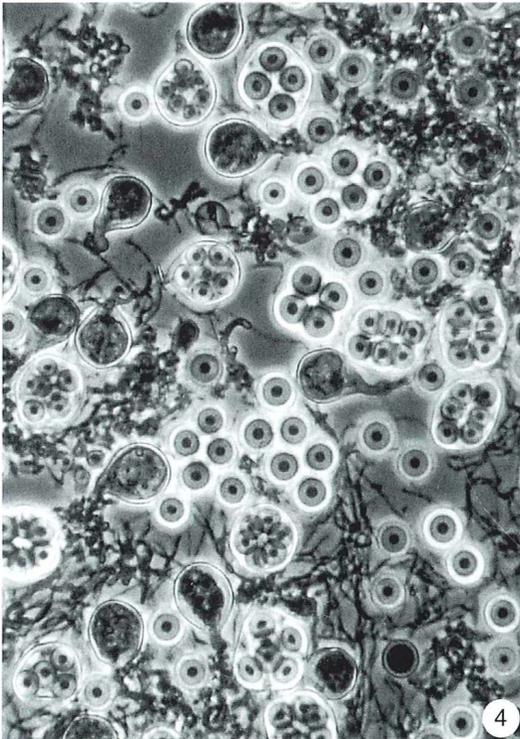


Abb. 4 und 5: Zupfpräparat mit den verschiedenen Entwicklungszuständen von Asci und Sporen im Phasenkontrast (Abb. 4) und im Dunkelfeldaspekt (Abb. 5). Vergr. Abb. 4: 230 \times , Abb. 5: 380 \times .

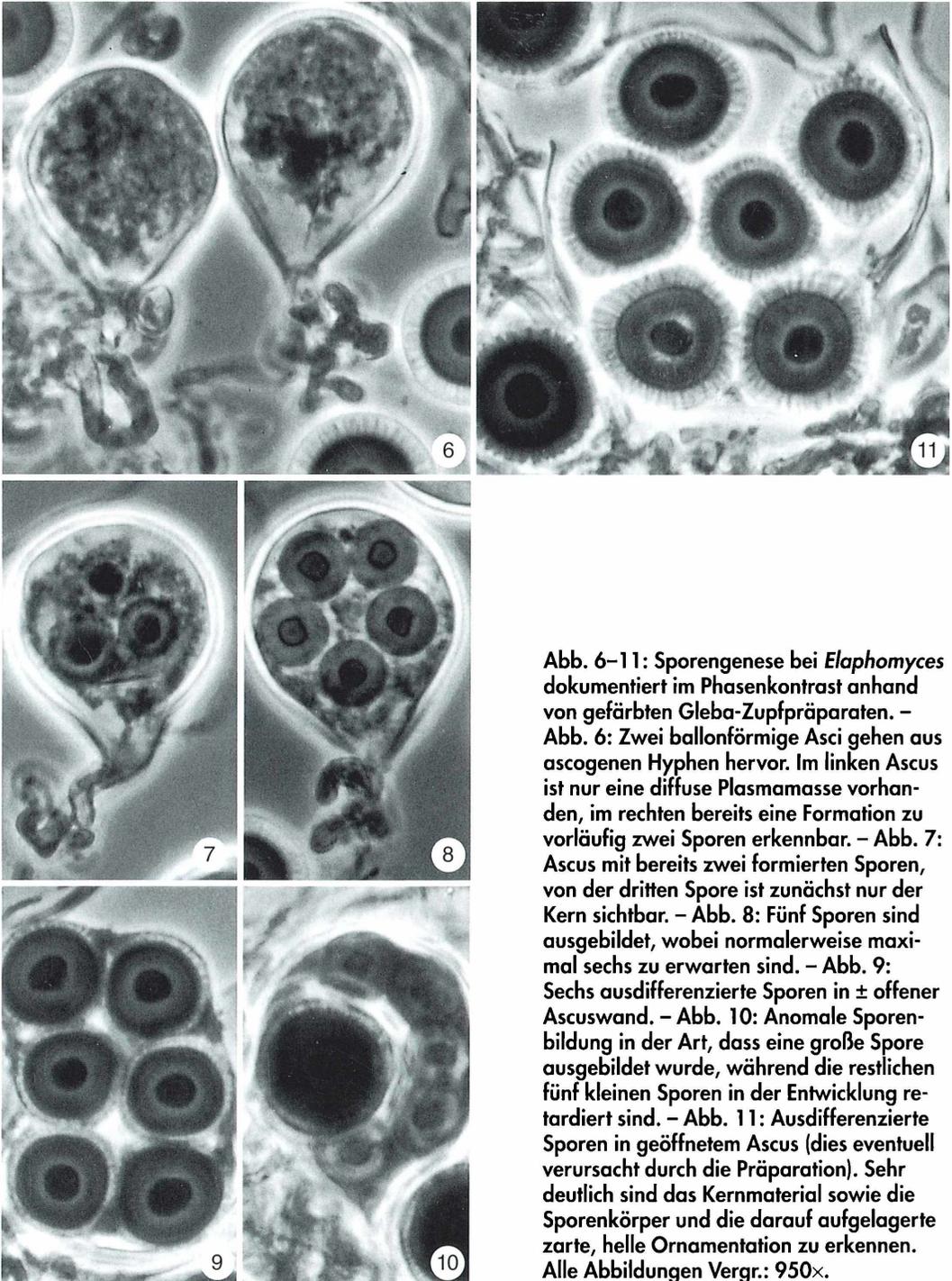


Abb. 6–11: Sporengenesse bei *Elaphomyces* dokumentiert im Phasenkontrast anhand von gefärbten Gleba-Zufpräparaten. – Abb. 6: Zwei ballonförmige Asci gehen aus ascogenen Hyphen hervor. Im linken Ascus ist nur eine diffuse Plasmamasse vorhanden, im rechten bereits eine Formation zu vorläufig zwei Sporen erkennbar. – Abb. 7: Ascus mit bereits zwei formierten Sporen, von der dritten Spore ist zunächst nur der Kern sichtbar. – Abb. 8: Fünf Sporen sind ausgebildet, wobei normalerweise maximal sechs zu erwarten sind. – Abb. 9: Sechs ausdifferenzierte Sporen in \pm offener Ascuswand. – Abb. 10: Anomale Sporenbildung in der Art, dass eine große Spore ausgebildet wurde, während die restlichen fünf kleinen Sporen in der Entwicklung retardiert sind. – Abb. 11: Ausdifferenzierte Sporen in geöffnetem Ascus (dies eventuell verursacht durch die Präparation). Sehr deutlich sind das Kernmaterial sowie die Sporenkörper und die darauf aufgelagerte zarte, helle Ornamentation zu erkennen. Alle Abbildungen Vergr.: 950 \times .

Sporenmasse

Für den Praktiker ist aber die Sporenmasse eigentlich von größerer Bedeutung. Die Sporen sind, aus dem Ascus ausgetreten, kugelige Gebilde (siehe auch Titelbild). Die Messungen erfolgten im optischen Schnitt, das heißt, durch das äquatoriale Zentrum der Sporenkugel. Diese Werte sind: Total-Durchmesser inklusive Ornamentation \bar{x} 22,01 μm (St. D. 1,22 μm); nur Sporenkörper \bar{x} 14,7 μm (St. D. 0,63 μm); Ornamentation \bar{x} 7,31 μm (St. D. 1,33 μm). Dieser Wert muss durch zwei dividiert werden, was 3,65 μm ergibt, welches der Ornamentationshöhe über die ganze Sporenkugel entspricht. In den Mikropreparaten wurden in geringerem Maße aber auch Sporen festgestellt, die durch ihre sehr intensive Färbung und nur eine dünne Ornamentations-schicht auffallen. Die Größen dieser Sporen sind: Durchmesser inklusive Ornamentation \bar{x} 23,13 μm (St. D. 1,02 μm), Sporenkörper \bar{x} 19,11 μm (St. D. 1,25 μm), Ornamentation \bar{x} 4,02 μm (St. D. 0,76 μm), wobei auch hier die Ornamentationshöhe um die Hälfte auf 2,01 μm festzulegen ist.

Diese Unterschiede in der Sporenausbildung haben zu Vergleich und Konsultation mit anderen Werken geführt: Schmid und Schmid (1990) einerseits zeichnen einen Ascus mit sechs Sporen (soll die Regel sein), andererseits weisen ihre Sporenzeichnungen einen Durchmesser von 30 μm und mehr auf. Montecchi und Lazzari (1983) beschreiben in einem Farbbild die Sporen der schließlich bestimmten Art als in Reife undurchsichtige Kugeln von 25–32 μm Durchmesser einschließlich einer 2–4 μm hohen Ornamentation.

Wann ist eine Spore reif?

Hier noch einige Bemerkungen und Fragen zur Spore: Ist sie wirklich reif, wenn sie aus dem Ascus kommt? Macht sie eventuell noch einen Nachreifeprozess mit Größenzunahme durch? Das wäre im vorliegenden Fall ohne weiteres durch Entfärlung der Ornamentation möglich. Mit biochemischen Tests (beispielsweise Tetrazoliumsalzen, Fluoreszenzfarbstoffen, Keimungsversuchen) könnte die Vitalität der Sporen wohl abgeklärt werden. Doch gehören solche Untersuchungen in professionell tätige Forschungslaboratorien.

Resultat der Bestimmung

Nun ausgerüstet mit vielen eigenen und fremden makro- und mikroskopischen Daten konnte es im Hinblick auf die Artbestimmung an den Vergleich mit der vorhandenen Literatur gehen. Im Wissen um die mykologische Variabilität konnte ich in Zeichnungen, in Mikro- und Makrofotos sowie in Beschreibungen eine große Ähnlichkeit feststellen, so dass das Untersuchungsobjekt als die Art *Elaphomyces granulatus* determiniert werden kann.

Zum Schluss noch einige Zusatzinformationen diesen Pilz betreffend: Der Pilz findet sich in der Literatur unter mehreren Synonymen: *E. cervinus*, darum auch der kommune deutsche Name Hirsch-Trüffel, *E. hassiacus*, *E. asperulus* und eben *Elaphomyces granulatus*. Es gibt ihn von Italien bis Dänemark und Russland; er ist ein Mykorrhizabildner für Tannen und Fichten. Auf seinem Fruchtkörper können andere Ascomyceten parasitieren wie beispielsweise *Cordyceps ophioglossoides* (Zungen-Kernkeule) oder auch *Cordyceps capitata* (Kopfige Kernkeule).

Literaturhinweise

- Gäumann, E.: Die Pilze. Verlag Birkhäuser, Basel 1949.
 Hantke, R.: Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete. 1:50000. Kommissionsverlag Leemann, Zürich 1967.
 Kälin, I.: Von Trüffeln, Trüffelwurst und Trüffelpaste. Pilz-Zeitung (Region Einsiedeln), Nr. 8, August 1994.
 Montecchi, A., Lazzari, G.: Atlante fotografico di funghi ipogei. Assoz. Micolog. Bresadola, Trento 1963.
 Müller, E., Loeffler, W.: Mykologie: Grundriß für Naturwissenschaftler und Mediziner. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1992.
 Schmid, I., Schmid, H. (Hrsg.): Ascomyceten im Bild. IHW-Verlag, Donau-Echingen 1990.
 Schwantes, H. O.: Biologie der Pilze. Ulmer Verlag, Stuttgart 1996.
 Szemere, L.: Die unterirdischen Pilze des Karpatenbeckens. Akademiai Kiado, Budapest 1965.
 Vittadini, C. et al.: Funghi ipogei. Società Micologica Benzonì, Chiasso 1991.
 Webster, J.: Pilze, eine Einführung. Springer Verlag, Heidelberg 1983.

Verfasser: Ignaz Kälin, Senkgraben 2, CH-8840 Einsiedeln, Schweiz

Asexuelle Fortpflanzung bei Anneliden (Ringelwürmern)

Teil II: Fragmentation und Regeneration am Beispiel von *Eurythoë complanata*

Monika C. Müller und Katja Meyran

„Sexuelle Reproduktion ist das Chef d'oeuvre, das Meisterwerk der Natur“ (Erasmus Darwin, 1799). Einige Tiergruppen verzichten jedoch zeitweilig oder sogar dauerhaft auf dieses Meisterwerk und pflanzen sich asexuell fort. Bei Anneliden zum Beispiel kann an einem erwachsenen Tier ein neues Tier knospen, das einen Kopf und zum Teil neue Rumpfstrukturen bildet, sich dann ablöst und ein eigenständiges Leben beginnt (Stolonisation) (Müller und Kreisler, 2001). Oder aber ein erwachsener Organismus zerfällt in Fragmente, von denen sich jedes zu einem ganzen Tier vervollständigt (Fragmentation und Regeneration).

Die meisten Organismen können Verletzungen mehr oder weniger gut reparieren, wobei der Wundverschluss die einfachste Form darstellt. Zu dieser reparativen Wiederherstellung gehört auch die Verheilung gebrochener Knochen bei Säugetieren. Die Fähigkeit, verlorene Körperteile zu ersetzen (Regeneration) haben dagegen nur wenige Tiere. So können beispielsweise Molche und Insekten verlorene Beine und Eidechsen ihren Schwanz regenerieren. Unvergleichlich spektakulärer jedoch ist die Möglichkeit, das gesamte Vorderende einschließlich des Kopfes zu erneuern. Zu dieser Leistung fähige Tiere [Nesseltiere (Cnidaria), Plattwürmer (Plathelminthes), Ringelwürmer (Annelida)] nutzen ihr hohes Regenerationspotential nicht nur zur Reparatur, sondern auch zur ungeschlechtlichen Vermehrung. Dabei zerlegen sich die Tiere selbst in Teilstücke (Autotomie), von denen jedes die fehlenden Körperteile ersetzt: Vorderenden bilden ein neues Hinterteil, Hinterenden bilden ein neues Vorderende inklusive Kopf, und mittlere Fragmente erneuern beides. Bei Anneliden kann im Extremfall aus einem einzigen Segment ein ganzes Tier neu entstehen (Beispiel: der Borstenwurm *Dodecaceria caulleryi*). Nur ganz wenige Arten vermehren sich auf diese Weise ausschließlich ungeschlechtlich (Beispiel: der den Regenwürmern verwandte *Enchytraeus fragmentosus*, Name!). Die meis-

ten Arten bevorzugen einen von der Jahreszeit abhängigen Wechsel zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung. Der Feuerwurm *Eurythoë complanata* (Borstenwurm aus der Familie Amphinomidae), an dem die Fragmentation und anschließende Regeneration verdeutlicht werden soll, vermehrt sich nur saisonal geschlechtlich (Kudenov, 1974). Der Name Feuerwurm rührt daher, dass diese Würmer pfeil- oder harpunenförmige, Gift enthaltende Borsten besitzen, die bei Berührung ausgestoßen werden und Hautentzündungen hervorrufen. Natürlicherweise lebt *Eurythoë complanata* in Flachwasserbereichen tropischer und subtropischer Meere, ist aber auch in Seewasseraquarien häufig anzutreffen. Dort kann man die Tiere aufgrund ihrer Größe (0,6–5,6 cm Länge, 0,3–0,5 cm Breite) und der intensiven orange-roten Färbung schon mit bloßem Auge im Sediment erkennen.

Morphologie des ausgewachsenen Feuerwurms *Eurythoë complanata*

Der vorderste Abschnitt der Tiere (Prostomium) ist durch eine mittlere Furche in zwei Hälften unterteilt. Auf der Bauchseite werden die Hälften von großen Mundlippen gebildet, die nach hinten schmaler werden und zur Mundöffnung führen (Abb. 1A). Die Lippen

„quetschen“ sich zwischen die vorderen drei Segmente, so dass erst das vierte Segment, welches die Mundöffnung nach hinten abschließt, als geschlossener Ring erscheint. Auf der

Rückenseite (dorsal) trägt das Prostomium fünf Tastorgane. Die äußeren beiden sind die sogenannten Palpen, die übrigen drei die Antennen. Letztere sind in Form eines Dreiecks

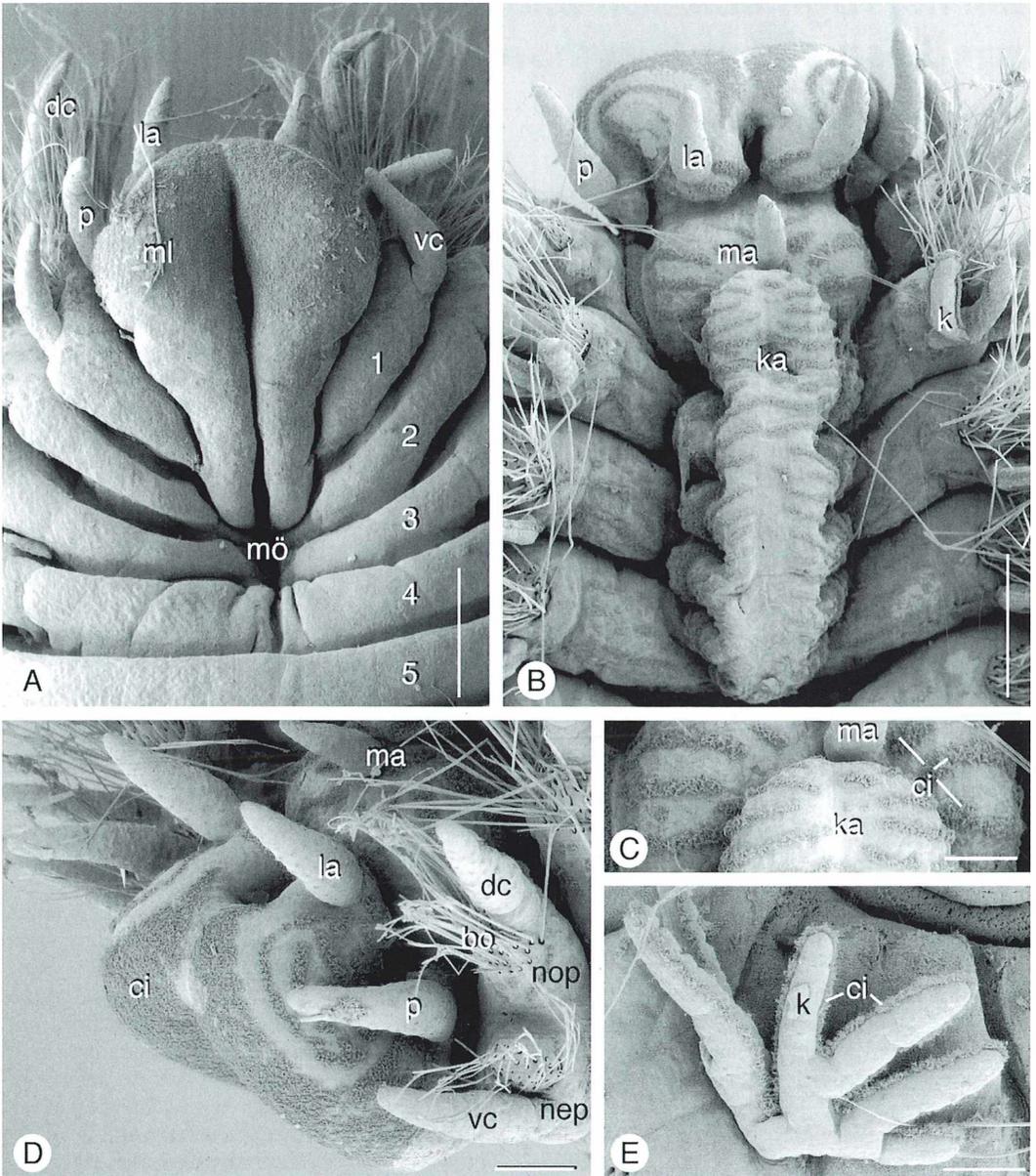


Abb. 1: Rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahmen zur Morphologie eines adulten Feuerwurms, *Eurythoë complanata*. A: Vorderende von ventral. B: Vorderende von dorsal. C: Vergrößerung des Nuchalorgans (Karunkel). D: Seitenansicht des Kopfes und ersten Parapodiums. E: Verästelte Kieme mit Cilienbesatz. Laterale (la) und mediane (ma) Antenne, Borsten (bo), Cilien (ci), Karunkel (ka), Kieme (k), Mundlippen (ml), Mundöffnung (mö), Neuropodium (nep), Notopodium (nop), Palpus (p), dorsaler (dc) und ventraler Parapodialcirrus (vc), Segmente (1–5). Maßstriche: A, B, D 200 µm; C, E 50 µm.

angeordnet; dabei stehen die paarigen seitlichen (lateralen) Antennen vor der unpaaren mittleren (medianen) Antenne (Abb. 1B). Direkt hinter der medianen Antenne erhebt sich ein auffälliger Wulst, der bis zum vierten Segment nach hinten reicht. An den Seiten ist diese Erhebung unregelmäßig eingebuchtet und Cilien sind als dunkle Querbänder auf ihr angeordnet (Abb. 1B, C). Die quer verlaufenden und die beiden seitlichen Cilienbänder (Abb. 6) erzeugen über der Wulst, die auch als Karunkel bezeichnet wird, einen Wasserstrom. Die Karunkel ist dem vermutlich chemosensorischen Nuchalorgan der übrigen Borstenwürmer homolog. Ein Mundsegment, wie es bei anderen Polychaeten ausgebildet ist, fehlt den Feuerwürmern. Jedes Segment trägt seitlich Extremitäten (Parapodien), die aus einem rückseitigen (dorsales Notopodium) und einem bauchseitigen Ast (ventrales Neuropodium) bestehen. Jeder dieser Äste trägt einen mit Sinneszellen bestückten Cirrus (Abb. 1D). In den Notopodien sind dichte Borstenbündel

ausgebildet, die zur Verteidigung eingesetzt werden. Ab dem zweiten Segment befinden sich oberhalb der Parapodien fingerförmig verzweigte Kiemen. Mit den die Kiemenäste umgebenden Cilienbändern erzeugen die Tiere einen Atemwasserstrom (Abb. 1E).

Regenerationsbedingungen

Organismus. Die Reproduktionsrate ist von der Größe der Tiere abhängig (Abb. 2). Während sich in einem Versuchszeitraum von 130 Tagen alle Würmer mit mehr als 50 Segmenten vermehrt haben, waren es von den 40–50-segmentigen lediglich 62,5%. Das „produktivste“ Tier mit anfänglich 121 Segmenten bildete in dieser Zeit 17 Fragmente. Diese entstanden nicht zeitgleich, sondern durch die erste Autotomie entstandene Fragmente zerlegten sich wieder in Fragmente; während des Versuches teilte sich ein Fragment jedoch nicht mehr als dreimal. Die entstandenen Vorderenden, Mittelstücke und Hinterenden sind unterschiedlich lang (Abb. 3). Durch Autotomie erzeugte Vorderenden haben mindestens 16, meist jedoch 26–35 Segmente. Die Hinterenden sind mit meist 16–25 Segmenten deutlich kürzer und die Mittelstücke – obwohl sie Vorder- und Hinterende regenerieren müssen – sind mit 10–15 Segmenten am kürzesten.

Für ein Fragment folgt auf die Teilung immer eine Wachstumsphase, deren Dauer nicht festgelegt ist. Für das exemplarisch dargestellte Vermehrungsverhalten eines Vorderendes (Abb. 4) betrug die erste Wachstumsphase 42 Tage, in denen es 22 Segmente anlegte (Wachstumsrate 0,52 Segmente/Tag) und die zweite Phase 28 Tage, in denen es nur 12 Segmente bildete (Wachstumsrate 0,42).

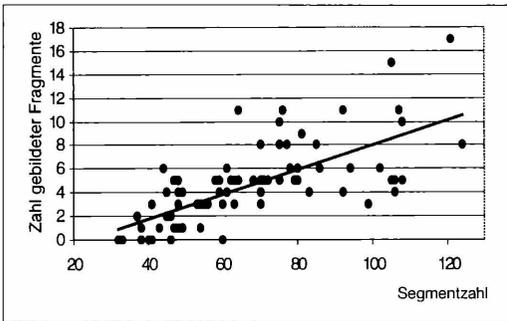


Abb. 2: Beziehung von Autotomie rate (= während des Versuchszeitraumes von 130 Tagen gebildete Fragmente) zu anfänglicher Segmentzahl von *Eurythoe complanata*

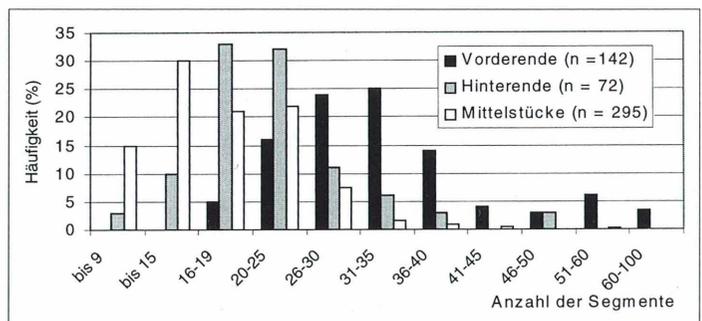


Abb. 3: Häufigkeit der durch Autotomie entstandenen Fragmentgrößen.

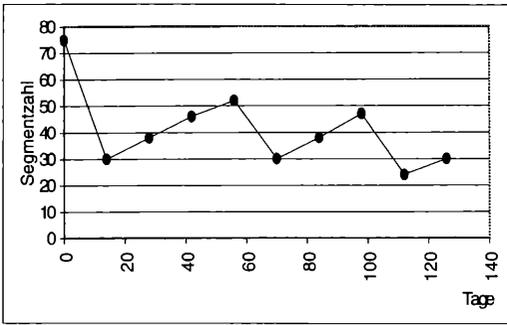


Abb. 4: Teilungsverhalten eines Vorderendes von *Eurythoe complanata* über einen Versuchszeitraum von 130 Tagen.

Substrat. Feuerwürmer leben unter natürlichen Bedingungen in feinem Kies oder in Muschel-schalensand (Kudenov, 1974). Werden sie in Gefäßen ohne Substrat gehalten, verlieren die Würmer innerhalb von 14 Tagen die Borsten, bilden ihre Kiemen zurück und färben sich dunkel. Ihre Vermehrungsrate ist in Kies (Korngröße 2–4 mm) am höchsten und nimmt in den Substraten Muschelgrus (5–10 mm), Maerl (2–4 cm, Kalkskelette von Korallen), Mischsubstrat und Sand (250–500 µm) kontinuierlich ab. Die feinen Sandkörner lassen sich zu leicht verdrängen und bieten den Parapodien zum Abstoßen zu wenig Widerstand. In den gröberen Substraten können sich die Tiere in dem entstehenden Lückensystem bewegen, was zudem ihrem Verhalten, Licht zu meiden (negativ phototaktisch; Marsden, 1963) sehr entspricht.

Regenerationsablauf

Zur genauen Erfassung der Vorgänge wurden die Tiere experimentell in Fragmente zerlegt. Die Regeneration nach experimenteller Teilung und Autotomie verläuft identisch. Direkt nach der Teilung kontrahiert sich die Ringmuskulatur und schnürt so die Wundränder in der Mitte zusammen. Dieser erste, provisorische Wundverschluss wurde bei zahlreichen Annelidenarten beschrieben (bei *Platynereis dumerilii* durch Hofmann, 1969). Die Stärke der Kontraktion lässt sich daran ablesen, dass die vordersten Parapodien aus ihrer seitlichen Lage

um 90° gedreht werden und anschließend nach vorn gerichtet sind. Am Hinterende geschieht Ähnliches. So bieten die Parapodien mit ihren Borsten dem empfindlichen Regenerat einen mechanischen Schutz. Die Darmenden gelangen durch die Kontraktion ein bis zwei Segmente weit ins Körperinnere. Gelegentlich werden die Darmenden nach außen gedrückt, jedoch innerhalb der folgenden 24 Stunden wieder ins Körperinnere verlagert. Nach zwei Tagen erhebt sich in der Mitte der Altsegmente sowohl vorn als auch hinten als transparente Kuppe der Regenerationskegel (Blastem) (Abb. 5A). In diesem Bildungsgewebe werden Zellen produziert, aus denen der Körper neu aufgebaut wird. Am Hinterende bildet der Regenerationskegel sehr schnell endständig (terminal) Analpapillen aus (Abb. 5H), mit denen sich die Feuerwürmer am Substrat festheften können. Danach werden fortlaufend neue Segmente angelegt.

Die Wiederherstellung des Vorderendes ist aufgrund der zahlreichen Strukturen wesentlich komplexer. Nach etwa sieben Tagen ist das Regenerat schon 300 µm lang. Auf der Bauchseite (ventral) ist ein ovale Mundöffnung ausgebildet (Abb. 5C) und auf der Rückenseite (dorsal) deuten drei kleine Erhebungen die Wachstumsknospen der Antennen an (Abb. 5B, C). Nur wenig später sind auch die Anlagen der Palpen und die zunächst ovale Erhebung des chemosensorischen Organs (Nuchalorgan, Karunkel) erkennbar (Abb. 5F). Nach neun bis zehn Tagen werden die ersten beiden Extremitätenpaare (Abb. 5D, G) und die pigmentierten Augen angelegt. Bei dieser Art der ungeschlechtlichen Vermehrung wird der Kopf als Orientierungspol, Kontrollzentrum und Möglichkeit zur Nahrungsaufnahme sehr schnell und vor den Segmenten ausgebildet. Bei Tieren, die ungeschlechtlich an einem Muttertier (Amme) entstehen, übernimmt die Amme alle Funktionen, so dass der Kopf sehr spät ausgebildet werden kann (Müller und Kreischer, 2001). Fünfzehn Tage nach der Teilung ähnelt die Gestalt des Regenerats bereits dem des erwachsenen Tieres (Abb. 5E). Die fünf bis sechs neu angelegten Segmente tragen seitlich Parapodien mit Cirren und Borsten und die Tastorgane dorsal auf dem Kopf sind deutlich verlängert (Abb. 6C, D). Die Mundöffnung ist zu einem langen Spalt ausgezogen und die Mundlippen beginnen sich von vorn nach hinten zwischen die vorderen Segmente zu schieben.

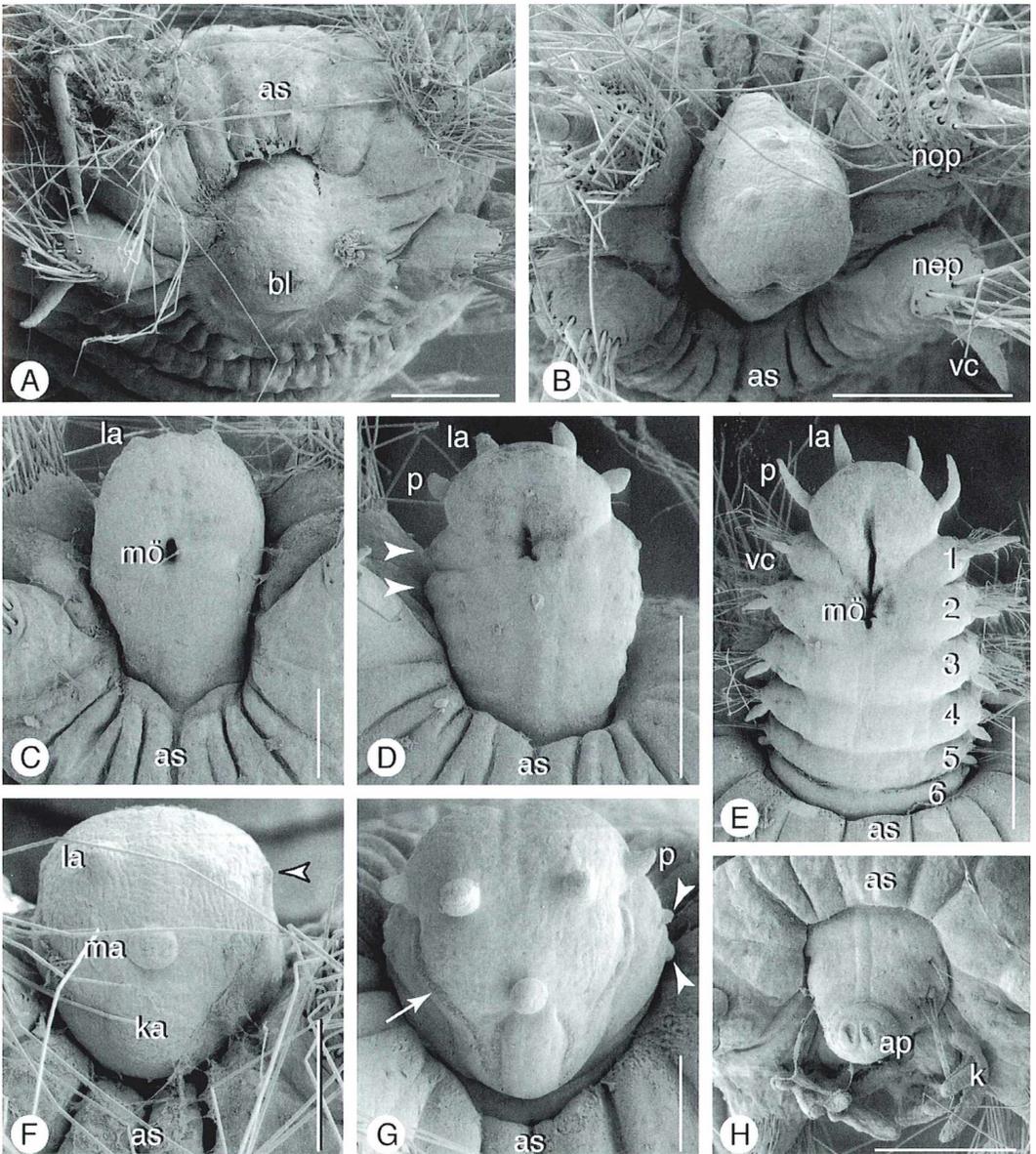


Abb. 5: Rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahmen von Regenerationsstadien von *Eurythoe complanata*. A: Altsegment mit zentralem, anteriorem Blastem. B: Frontalansicht eines circa sieben Tage alten Regenerats. C, D, E: Ventralansichten von Regeneraten. C: etwa sieben Tage alt. D: etwa zehn Tage alt. E: etwa fünfzehn Tage alt. F, G: Dorsalansichten von Regeneraten. F: etwa sieben Tage alt. Karunkel als kreisförmige, kaum vorgewölbte Erhebung sichtbar. G: etwa zehn Tage alt. Die Karunkel ist verlängert und die seitlichen Cilienbänder sind differenziert. Die ersten beiden Parapodienpaare sind in Form von Wachstumsknospen angelegt. H: Regenerationskegel des Hinterendes. Altsegment (as), Analpapillen (ap), mediane (ma) und laterale (la) Antenne, Blastem (bl), Cilienband des Karunkel (weiße Pfeile), Karunkel (ka), Kieme (k), Mundöffnung (mö), Neuropodium (nep), Notopodium (nop), Palpus (p), Palpusanlage (schwarzweißer Pfeilkopf), Parapodienanlagen (weiße Pfeilköpfe), Segmente (1-6), Ventralcirrus (vc). Maßstriche: A, B, D, E, H 200 μm ; C, F, G 100 μm .

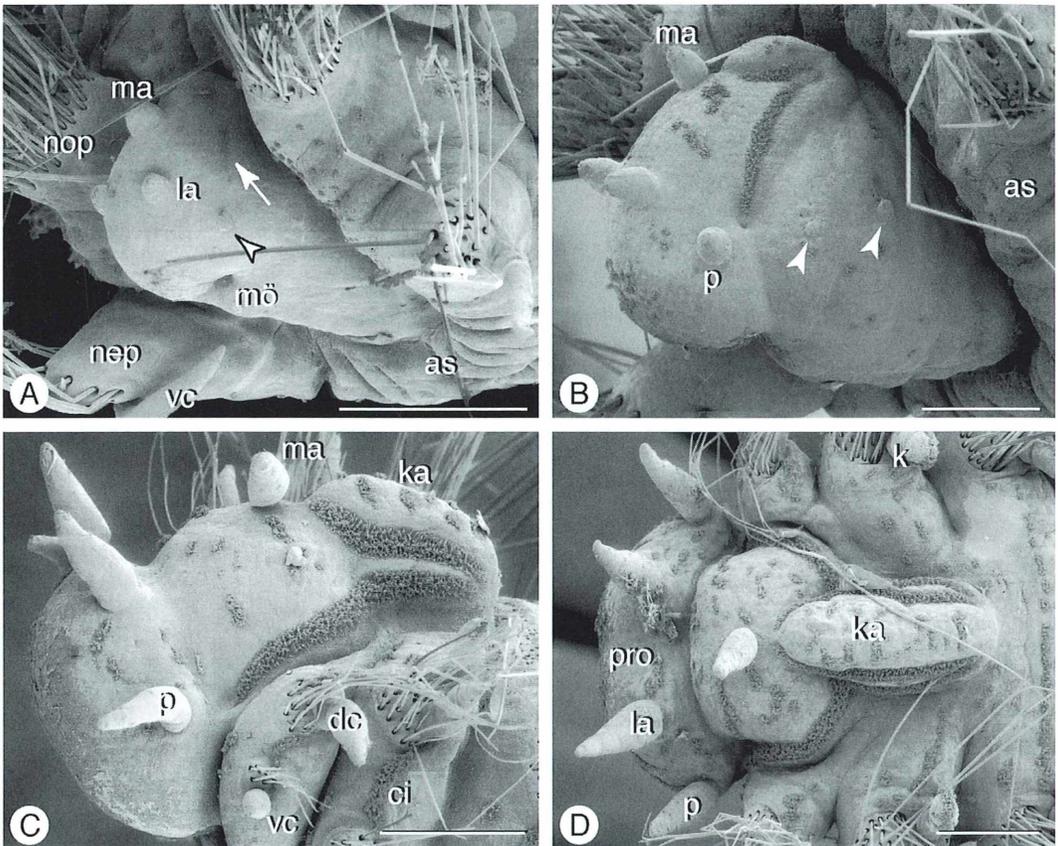


Abb. 6: Rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahmen von Regenerationsstadien von *Eurythoe complanata*. A-C: Seitenansichten. D: Dorsalansicht. A: Anlage der Karunkel-Cilienbänder direkt über den Wachstumsknospen der Palpen. B: Gegenüber früheren Stadien ist der dorsale Kopfabschnitt nach hinten verschoben. C: Auf der hinteren Prostromium-Aufwölbung und der Karunkel differenzieren sich transversale Cilienbänder. D: Verlängerung der Karunkel nach hinten. Altsegment (as), laterale (la) und mediane (ma) Antenne, Cilien (ci), Cilienband des Karunkel (weiße Pfeile), Karunkel (ka), Kieme (k), Mundöffnung (mö), Neuropodium (nep), Notopodium (nop), Palpus (p), Palpusanlage (schwarzweiße Pfeilköpfe), Parapodienanlagen (weiße Pfeilköpfe), Ventralcirrus (vc). Maßstriche: A 200 μ m; B-D 100 μ m.

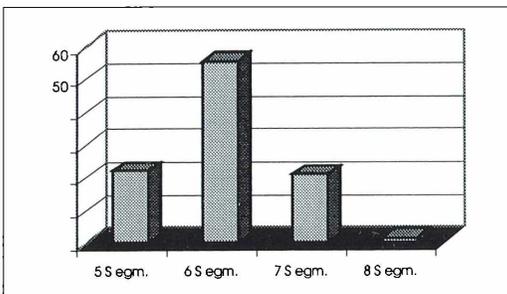


Abb. 7: Häufigkeit neu gebildeter Segmente bei Regeneration des Vorderkörpers von *Eurythoe complanata*.

Nach etwa 40 Tagen gibt es nur noch geringe Unterschiede zwischen neuen und alten Segmenten in Größe und Färbung.

Nuchalorgan (Karunkel). Neben der dorsalen Aufwölbung sind die ersten Anzeichen der Karunkel kurze, senkrechte Cilienbänder, die über den Wachstumsknospen der Palpen sichtbar sind (Abb. 6A, weißer Pfeil). Der obere, hintere Teil des Kopfes wird nach hinten verschoben, so dass die Cilienbänder nun schräg nach hinten verlaufen (Abb. 6B). Die Verschiebung wird auch daran deutlich, dass sich der

Abstand zwischen lateralen Antennen und medianer Antenne vergrößert. An der Stelle, wo das Cilienband auf den dorsalen Wulst trifft, knickt es ab und verläuft anschließend nach vorn bis zum Wulstvorderrand. Durch weitere Aufwölbung wird auch das untere Cilienband über den Körper erhoben (Abb. 6C). Quer verlaufende Cilien auf dem Wulst und der Kopfaufwölbung geben der Karunkel zu diesem Zeitpunkt schon ein ähnliches Aussehen wie beim erwachsenen Tier (Abb. 6D). Anschließend verlängert sich die Karunkel bis zum vierten Segment. Für die Ausbildung dieses Organs müssen also mindestens vier Segmente regeneriert werden; tatsächlich entstehen nie weniger als fünf, maximal acht Segmente neu (Abb. 7). In über 50% der Regenerationen werden sechs Segmente gebildet, wodurch die korrekte Anlage des Organs garantiert ist. Ein klarer Vorteil ungeschlechtlicher Vermehrung ist die schnelle Besiedlung neuer Lebensräume. Selbst wenn, wie in Seewasseraquarien, nur wenige Tiere mit dem Substrat eingetragen werden, können sie sich, auch ohne einen Sexualpartner zu finden, vermehren und eine stabile Population aufbauen. Bei günstigen Umweltbedingungen wie reichem Nahrungsangebot kann sich die Population auf diese Weise explosionsartig vergrößern. Nachteil der ungeschlechtlichen Vermehrung ist der fehlende Austausch genetischer Information zwischen den Individuen. Diese Rekombination des Erbguts ist jedoch die Voraussetzung für

eine schnelle Anpassung der Population an veränderte Umweltbedingungen. Deshalb scheint die Chance langfristigen Überlebens für sich ausschließlich ungeschlechtlich vermehrende Arten geringer zu sein (Åkesson, 1992).

Literaturhinweise

- Åkesson, B., Rice, S. A.: Two new *Dorvillea* species (Polychaeta, Dorvilleidae) with obligate asexual reproduction. *Zoologica Scripta* 21, 351–362 (1992).
- Hofmann, D. K.: Untersuchungen zur Regeneration des Hinterendes bei *Platynereis dumerilii* (Audouin et Milne-Edwards) (Annelida, Polychaeta). *Zool. Jb. Physiol.* 72, 374–430 (1966).
- Dehorne, A.: La schizométabolie et les segments tetragèmes du *Dodecaceria caulleryi* sp. n. *Bull. Biol. Fr. Belg.* 67, 298–326 (1933).
- Kudenov, J. D.: The reproductive biology of *Eurythoe complanata* (Pallas 1766) (Polychaeta: Amphinomidae). Dissertation submitted to the faculty of the Department of Biological Science, University of Arizona (1974).
- Marsden, J. R.: The digestive tract of *Hermodice carunculata* (Pallas). *Polychaeta: Amphinomidae*. *Can. J. Zool.* 41, 165–184 (1963).
- Müller, M. C., Kreischer, S.: Asexuelle Fortpflanzung bei Anneliden (Ringelwürmern). Teil I: Stolonisation am Beispiel von *Autolytus prolifer*. *Mikrokosmos* 90, 11–17 (2001).

Verfasserinnen:

Dr. Monika C. Müller, Spezielle Zoologie, Fachbereich Biologie/Chemie, Universität Osnabrück, D-49069 Osnabrück; e-mail: MCMueller@biologie.uni-osnabrueck.de, und Katja Meyran, Westerhausener Berg 14, 49324 Melle

Buchbesprechung

Riedl, R.: Strukturen der Komplexität. Springer, Heidelberg 2000, 367 Seiten, 110 Abbildungen, gebunden, DM 79,00, ISBN 3-540-66873-X.

In seinen zahlreichen Büchern hat der Autor eine beachtliche Themenvielfalt bearbeitet. Ausgehend von der mikroskopischen Anatomie der Wirbellosen und umfangreichen Handbüchern zur Fauna des Mittelmeeres hat er sich zunehmend mit übergeordneten Problemen der Systemhaftigkeit sowie mit Konzepten der Evolutionstheorie befasst. Auch

in seinem neuen Werk steht die Theorie der Systeme und Systembedingungen im Vordergrund. Anknüpfend an Fallbeispiele aus der Biologie versucht er, das Phänomen der Komplexität zu durchdringen, die uns in der Beschäftigung mit der Natur, aber auch in den Verflechtungen der Wirtschaft oder der internationalen Politik auf vielen Ebenen begegnet. Das Buch bietet einen analytischen Überblick zum derzeitigen Diskussions- und Kenntnisstand der Komplexitätsforschung, an der die Biologie mit vielen Teilbereichen herausragenden Anteil hat. Der Autor beklagt

bei seinen Exkursen immer wieder, dass wir unsere Weltsicht durch die enorme Auffächerung des Wissens und Erforschens immer stärker portionieren und damit unzulässig vereinfachen, während für ein umfassendes Weltverständnis eher Zusammenschau, Interdisziplinarität und Ganzheitlichkeit gefragt sind. Die Einübung solcher (neuer) Denkschemata ist sicherlich aussichtsreich, aber der Zugang dazu bleibt schwierig und wird durch die Lektüre dieses Buches nicht eben erleichtert.

Thomas Wassmann, Bonn

Nachricht

Limnologie und Mikroskopie am Bodensee

Die Bodman-Tage 2000 (24.9.–1.10.2000) unter der Leitung von Dr. Heinz Streble von der Universität Hohenheim bei Stuttgart vermochten über 20 interessierte Mikroskopiker an den Bodensee zu bringen.

Das von Dr. Streble zusammengestellte Programm versprach ein weiteres Mal einige Höhepunkte. Neben der Untersuchung von Proben aus Seen, diversen Weihern und Fließgewässern und einer Kläranlage (Abb. 1 und 2) fanden folgende Exkursionen das ungeteilte Interesse der Teilnehmer: Besuche im Wurzacher Ried und im Wollmatinger Ried. Die Woche begann mit einem Vortrag von Dr. Streble zu Copepoden und Ruderfußkrebsen und endete mit dem schon zum festen Bestand gewordenen Mikroquiz.

Wurzacher Ried

Nach einer Anfahrt von etwa 90 Minuten wurden wir beim Naturschutz-Zentrum in Bad Wurzach von Herrn Dr. Franz Renner, dem Verantwortlichen für das Ried, erwartet.

Das Wurzacher Ried ist mit 1812 ha eines der größten Naturschutzgebiete des Landes Baden-Württemberg (Abb. 3). Der zentrale Teil gilt als größte intakte Hochmoorfläche in Europa. Das Naturschutz-zentrum betreut diese, seit 1989 mit dem „Europadiplom“ ausgezeichnete, einzigartige Moorlandschaft. Neben der Überwachung sind dies vornehm-

lich Maßnahmen zur Moorregeneration, Landschaftspflege und Besucherlenkung. Zur Information, Fortbildung und zum Erfahrungsaustausch bietet das Zentrum für interessierte Besucher und für Fachleute ein breitgefächertes Angebot an Vorträgen, Seminaren und Fachtagungen.

Während der circa 3-stündigen Führung mit Dr. Franz Renner, der uns aufschlussreiche botanische Informationen vermittelte, wurden in den Gräben und Schlenken fleißig Proben gesammelt (Abb. 4 und 5), deren Auswertung nun als Artenliste folgt (siehe Artenliste Wurzacher Ried).

Am Schluss genossen wir am Rande des Moors auf Baumstämmen und Bretterstapeln das mitgebrachte Picknick. Mit dem Dank an Dr. Franz Renner und unseren besten Grüßen an den Promotor dieser herrlichen Moorlandschaft, Pater Agnellus, den wir vor mehreren Jahren kennen lernen durften, endete der erste Teil dieses interessanten Tages, der zweite folgte mit der Untersuchung der Proben unter den Mikroskopen.

Wollmatinger Ried

Eine junge Studentin begleitete uns auf dem großen Riedumgang von etwa drei Stunden. Durch ausgedehnte Pfeifengraswiesen und Schilfbestände mit fruchtendem Schwalbenwurz erreichten wir nach 1½ Stunden den Beobachtungsturm, von dem aus wir mit Feldstechern und Fernrohren das Leben der

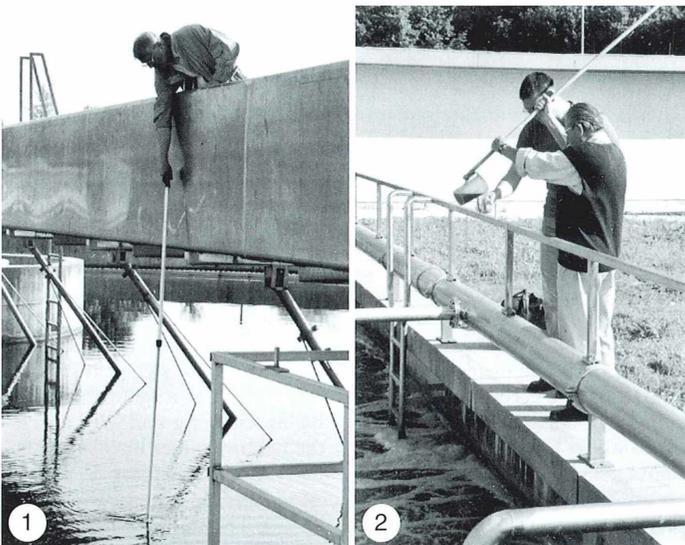


Abb. 1 und 2: Probennahme in der Kläranlage Stockacher Aach (Fotos: G. Beyer-Meklenburg, Neuruppin).



Abb. 3: Im Naturschutzgebiet Wurzacher Ried.

Wasservögel in dieser natürlich gebliebenen Seelandschaft verfolgten. Bis zu 50 000 Wasser- und Watvögel machen hier Rast auf ihrem Zug in den Süden und zurück. Trotzdem es hier kein Plankton zu fischen gab, haben sich alle von dieser Exkursion befriedigt gezeigt.

Ein Glanzlicht von Artenvielfalt bescherte uns die Ausbeute aus einem kleinen Moor in der Umgebung von Konstanz; sogar die Fans von Desmidiaceen kamen auf ihre Kosten (siehe Artenliste „Moor bei Konstanz“).

Alles in allem eine gelungene Woche und unser bester Dank gilt Herrn Dr. Streble.

Der nächste Kurs im Haus Greth in Bodman am Bodensee ist geplant und findet statt vom Sonntag, den 23.9. bis Sonntag, den 30.9.2001.

E. Kaspar, UGZ, Zürich

Artenliste Wurzacher Ried (26.9.2000)

Algen

Chroococcus turgidus
Coelosphaerium kuetzingianum
Gomphosphaeria lacustris
Mallomonas acaroides
Syncrypta volvox
Synura uvella
Melosira granulata
Rhizosolenia longiseta
Stauroneis anceps
Nitzschia sigmoidea
Euglena gracilis
Trachelomonas volvocina
Lepocinclis ovum
Glenodinium pulvisculus
Ceratium cornutum
Ceratium hirundinella
Cryptomonas ovata
Pediastrum clathratum
Pediastrum tetras
Pediastrum duplex
Gloeocystis vesiculosa
Gloeocystis rupestris
Botryococcus braunii
Chodatella citrififormis
Oocystis solitaria
Tetraedron minimum
Excentrosphaera viridis

Kugelblaualge
 Blaukugel
 Teich-Schwebekugel
 Borsten-Goldalge
 Wimper-Goldkugel
 Rosetten-Goldkugel
 Faden-Kieselalge
 Röhrchen-Kieselalge
 Kreuz-Kieselalge
 Sigma-Kieselalge
 Schlankes Augentier
 Kragenflagellat
 Grünes Streifenfci
 Kleiner Panzerflagellat
 Hörnchenalge
 Hornalge, Eiffeltürmchen
 Ovaler Schlundflagellat
 Gitterstern
 Zackenrädchen
 Zackenrädchen
 Gallerthüllen-Grünalge
 Braune Gallerthüllen-Grünalge
 Trauben-Grünalge
 Zitronen-Stachelbüchse
 Moor-Sargalge
 Kleine Eckenalge
 Grüne Moorbirne

Scenedesmus quadricauda
Coelastrum cambricum
Binuclearia tatrana
Ulothrix moniliformis
Ulothrix zonata
Prasiola crispa
Cylindrocystis brebissonii
Cylindrocystis crassa
Closterium pronum
Cosmarium regnelli
Xanthidium antilopaeum
Staurastrum tetracerum
Staurastrum furcatum
Staurastrum subcruciatum
Staurastrum tetradrum
Spondylosium spec.

Einzeller und Tiere

Actinophrys sol
Actinophrys vesiculata
Astrodisculus radians
Acanthocystis mimetica
Clathrulina elegans
Tintinnopsis lacustris
Mytilina videns
Lecane acus
Monommata longiseta
Moina brachiata
Bosmina longirostris
Acantholeberis curvirostris
Alonella exigua

Geschwänzte Gürtelalge
 Zipfel-Hohlstern
 Zwillings-Grünalge
 Perlschnur-Kraushaaralge
 Gürtel-Kraushaaralge
 Lauch-Grünalge
 Walzen-Jochalge
 Dicke Walzen-Jochalge
 Spindel-Jochalge
 Ketten-Jochalge
 Gazellen-Jochalge
 Vierzipfel-Stachelstern
 Gabel-Stachelstern
 Kreuz-Stachelstern
 Pyramiden-Stachelstern
 Wirbel-Zieralge

Sonnentier
 Sumpf-Sonnentier
 Schleimhüllen-Sonnentier
 Grünes Nadel-Sonnentier
 Kugelkäfig-Sonnentier
 Urnen-Wimpertier
 Moor-Muschelrädertier
 Moor-Zipfelpanzerrädertier
 Einaugen-Rädertier
 Tümpel-Wasserfloh
 Weiher-Rüsselkrebs
 Moorkrebschen, Moor-Wasserfloh
 Graues Zwergkrebschen

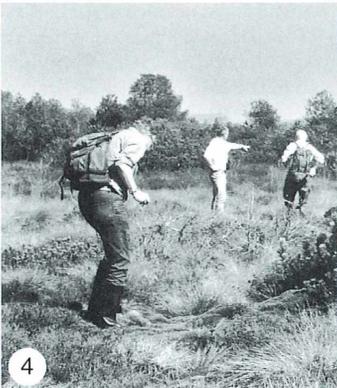


Abb. 4 und 5: Sammelaktivitäten der Teilnehmer und Erklärungen durch Dr. Streble.

Artenliste „Moor bei Konstanz“ (28.9.2000)**Algen und Bakterien**

<i>Triocystis violacea</i>	Rotes Gallert-Schwefelbakterium
<i>Achromatium oxaliferum</i>	Farbloses Kalkbakterium
<i>Aphanothece stagnina</i>	Kugelige Schleimblaualge
<i>Aphanothece prasina</i>	Schleimblaualge
<i>Chroococcus turgidus</i>	*Kugelblaualge
<i>Microcystis elasticha</i> var. <i>planctonica</i>	Netzblaualge
<i>Oscillatoria tenuis</i>	Zarte Schwingalge
<i>Synura uvella</i>	*Rosetten-Goldkugel
<i>Eunotia arcus</i>	Bogen-Kieselalge
<i>Pinnularia major</i>	Große Rippen-Kieselalge
<i>Cymbella lanceolata</i>	Große Kahn-Kieselalge
<i>Gomphonema acuminatum</i>	Spitze Stielchen-Kieselalge
<i>Nitzschia palea</i>	Farblose Kieselalge
<i>Ophiocytium parvulum</i>	Verdrehter Schlangenfaden
<i>Tribonema monochloron</i>	Zarter Wassefaden
<i>Euglena variabilis</i>	Veränderliches Augentier
<i>Euglena acus</i>	Starres Augentier
<i>Euglena spirogyra</i>	Schraubiges Augentier
<i>Phacus pleuronectes</i>	Platter Herzflagellat
<i>Phacus pyrum</i>	Schraubiger Herzflagellat
<i>Trachelomonas euchlora</i>	Urnen-Kragenflagellat
<i>Trachelomonas caudata</i>	Geschwänzter Augenflagellat
<i>Astasia klebsi</i>	Kriechender Wechselflagellat
<i>Cystodinium cornifax</i>	Nackter Hornflagellat
<i>Glenodinium uliginosum</i>	Moor-Panzerflagellat
<i>Gymnodinium lantzschii</i>	Breitfurchenflagellat
<i>Peridinium umbonatum</i>	Buckeliger Panzerflagellat
<i>Cryptomonas ovata</i>	Ovaler Schlundflagellat
<i>Pandorina morum</i>	Maulbeer-Grünalge
<i>Eudorina elegans</i>	Geißelkugel-Grünalge
<i>Gloeocystis rupestris</i>	*Braune Gallerthüllen-Grünalge
<i>Botryococcus braunii</i>	*Trauben-Grünalge
<i>Kirchneriella contorta</i>	Verdrehte Hörnchen-Grünalge
<i>Eremosphaera viridis</i>	Grüne Moorkugel
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	*Geschwänzte Gürtelalge
<i>Ulotrix zonata</i>	*Gürtel-Kraushaaralge
<i>Closterium pronum</i>	*Spindel-Jochalge
<i>Closterium intermedium</i>	Spindelalge
<i>Closterium incurvum</i>	Spindelalge
<i>Closterium kützingii</i>	Bogen-Spindelalge
<i>Pleurotaenium coronatum</i>	Kronen-Bandzerialge
<i>Pleurotaenium trabecula</i>	Band-Zerialge
<i>Pleurotaenium truncatum</i>	Stattliche Band-Zerialge
<i>Euastrum binale</i>	Zweizipfel-Sternalge
<i>Micrasterias truncata</i>	Gedrungene Sternchenalge
<i>Arthrodesmus indentatus</i>	Langdornige Zerialge
<i>Hyalotheka dissilens</i>	Glashüllenalge
<i>Hyalotheka mucosa</i>	Schleimige Glashüllenalge
<i>Desmidium swartzii</i>	Ketten-Zerialge
<i>Spondylosium pulchellum</i>	*Wirbel-Zerialge
<i>Spirogyra</i> spec.	Schraubenalgen
<i>Zygnema</i> spec.	Sternalgen
<i>Mougeotia</i> spec.	Plattenalgen

Einzeller und Tiere

Pelomyxa schiedti
Arcella gibbosa
Arcella dentata
Centropyxis aculeata
Diffugia elegans
Diffugia acuminata
Lesquereusia spiralis
Nebela collaris
Cyphoderia margaritacea
Acanthocystis turfacea
Clathrulina elegans
Coleps hirtus
Loxodes rostrum
Stokesia vernalis
Lembadion bullinum
Paramecium bursaria
Epistylis digitalis
Caenomorpha lauterborni
Spirostomum teres
Spirostomum ambiguum
Spirostomum viridis
Blepharisma undulans
Blepharisma steini
Stentor polymorphus
Halteria grandinella
Rotaria rotatoria
Monommata longiseta
Alonella exigua

Kleine Schlammamöbe
 Buckeliges Uhrglastier
 Gezähntes Uhrglastier
 Stachel-Schalenamöbe
 Anmutiges Schmelztierchen
 Spitzen-Schmelztierchen
 Spiralhaus-Schalenamöbe
 Halsring-Schalenamöbe
 Retorten-Schalenamöbe
 Schönes Nadel-Sonnentier
 *Kugelkäfig-Sonnentier
 Tonnentierchen
 Schnabeltierchen
 Chinesenhut-Tierchen
 Schaufeltierchen
 Grünes Pantoffeltierchen
 Starres Säulenglockentierchen
 Zweistacheliges Schraubentierchen
 Sumpfwurm
 Riesensumpfwurm
 Grüner Sumpfwurm
 Großes Lidtierchen
 Lidtierchen
 Grünes Trompentierchen
 Springtierchen
 Weißliches Teleskop-Rädertier
 *Einaugen-Rädertier
 *Graues Zwergkrebschen

„Jedes Gewässer ist ein Individuum“; dieser flapsige Spruch trifft in noch größerem Ausmaß auf Moore zu. In Mooren liegen in großer Zahl Kleinsthabitate nebeneinander und übereinander. Nur die wenigen, mit bezeichneten Formen waren Ende September sowohl im Wurzacher Ried als auch im „Moor bei Konstanz“ zu finden. Die hohen Artenzahlen umfassen den gesamten Bereich von Polysaprobien bis Reinwasserformen.

Buchbesprechung

Harris, H.: The Birth of the Cell. Yale University Press, New Haven, London 2000, 212 Seiten, 68 sw-Abbildungen, broschiert. US \$ 17,00, ISBN 0-300-08295-9.

Beim Stöbern in einer Washingtoner Buchhandlung fiel mir ein Titel in die Hände, den geschichtlich interessierte Mikroskopiker unbedingt besitzen sollten. Sir Henri Harris, ein emeritierter Professor von der Universität Oxford, hat den Abriss über die „Geburt der Zelle“ erstellt, der mit den frühen Mikroskopikern beginnt und bei der Erforschung

der für die Vererbung zuständigen Zellbestandteile endet. Entdeckungen werden ebenso gewürdigt wie leidenschaftliche Dispute zwischen Botanikern. Neben den bekannten Namen wie Leeuwenhoek, Malpighi und Haeckel werden auch viele unbekannte Forscher porträtiert. Sehr ausführlich kommen deutsche Wissenschaftler zu Wort, die bei der Erforschung der Zelle Bedeutendes geleistet haben, oder wie der Autor es ausdrückt: „Die Geschichte der Zelle ist dominiert von den Namen Schleiden, Schwann und Virchow“ Als Trostpflaster für diejenigen, die sich ungen an ein englisches

Buch wagen, sei erwähnt, dass alle Zitate entweder im Text, meist aber in einem 16-seitigen Annex in der jeweiligen Originalsprache wiedergegeben sind, somit häufig auf Deutsch. Angereichert ist das Buch mit 50 Porträtfotos der jeweiligen Wissenschaftler (und es sind in diesem Falle tatsächlich ausschließlich Männer) sowie anderen mikroskopischen Darstellungen. Das Buch hat zwar nicht explizit das Mikroskop zum Thema, aber bei der Erforschung der Zelle hat dies oft im Mittelpunkt gestanden.

Stephan Krall, Kronberg

Vielleicht begann es im Kloster – Die Bedingungen für den Erfolg der Mikroskopie

Norbert Gregor Günkell

Schaut man von heute aus auf die Entwicklung des Mikroskops und der Mikroskopie zurück, dann scheint es nur eine Frage der sich entwickelnden Technik gewesen zu sein, dass das Instrument seine heutige Leistungsfähigkeit und die Bandbreite der Einsatzmöglichkeiten erreicht hat. Doch zu den Bedingungen dieses Erfolgs zählt weitaus mehr: Gesellschaftliche und kulturelle Faktoren, technisch-handwerkliche Gegebenheiten sowie spezielle Fähigkeiten und Eigenschaften des Menschen.

Drei Vorbemerkungen sind für das Verständnis der in dem folgenden Artikel ausgeführten Gedanken zu machen:

1. Wenn hier vom Mikroskop die Rede ist, dann ist stets das Lichtmikroskop gemeint, das inzwischen auf eine 400-jährige Geschichte zurückblicken kann. Eingeschlossen sind zwar moderne Beleuchtungs- und Kontrastierungsverfahren, nicht aber die Elektronenmikroskope oder die Rastertunnel-Mikroskope.
2. Wenn wir die einzelnen Faktoren, die zum Erfolg beigetragen haben, jetzt einzeln betrachten, dann kann das natürlich nicht heißen, dass sie im Lauf der Geschichte auch so von einander getrennt aufgetreten wären. Vielmehr haben diese Bedingungen auf sehr unterschiedliche Weise zusammengewirkt, waren Voraussetzungen für einander oder haben sich, ohne dass dies zwangsläufig gewesen wäre, ergänzt.
3. Etliche der zu nennenden Faktoren haben selbstredend auch andere wissenschaftliche und technische Entwicklungen maßgeblich beeinflusst. Sie sind deshalb keineswegs speziell für die Mikroskopie von Bedeutung. Aber die Entwicklung des Mikroskops wäre eben auch nicht ohne sie zu denken, weshalb sie in unseren Zusammenhang gehören.

Dass die Organisation einer Volkswirtschaft mit der Entwicklung von Technik und Wissenschaften zu tun hat, wird oft übersehen, liegt aber auf der Hand. Denn gerade der Wissenschaftler braucht eine Wirtschaftsweise, die ihn versorgt, ohne dass er von früh bis spät nur

damit beschäftigt wäre, für den unmittelbaren Broterwerb und andere Güter zu arbeiten. In einer Volkswirtschaft muss also bereits eine gewisse Arbeitsteilung eingesetzt haben, die es einem bestimmten, meist kleinen Anteil der Bevölkerung ermöglicht, sich um andere Dinge zu kümmern als um das tägliche Brot. Es ist kein Zufall, dass in alten Kulturen wie den Maya gerade die Priesterschaft wissenschaftliche Erkenntnisse etwa in der Astronomie sammeln konnte. Denn dieser Stand war selbstverständlich von der Mühsal der täglichen Arbeit befreit.

Wenn es stimmt, dass die effiziente Arbeitsteilung im Grunde in den mittelalterlichen Klöstern erfunden wurde (Winzer, 1980), dann reichen auch die Wurzeln des Erfolgsmodells Mikroskop bis hierher, auch ohne dass aus Klöstern technische oder wissenschaftliche Beiträge rund um das Instrument bekannt geworden wären. Besondere Bedeutung kommt ihnen aber als Förderer der handwerklichen Techniken zu, wozu etwa auch die Glasherstellung zählte.

Persönliche Freiheit

Es gab aber auch einen zweiten Grund, weshalb gerade die Priesterschaft alter Kulturen wissenschaftlich tätig sein konnte: Sie bestimmte die Regeln ihrer Tätigkeit selbst – was den normalen Bürgern verwehrt blieb, die bis über die europäische Renaissance hinaus von kirchlichen und weltlichen Herrschern bevormundet wurden. Wenn die Natur der Schöp-

fung umfassend und letztgültig in der Bibel beschrieben ist, braucht es keine Wissenschaften und keine Forschung. Erst in der europäischen Renaissance und danach befreite sich der Mensch von diesen dogmatischen Vorschriften, eroberte er sich nach und nach die Freiheit, seine Interessen an die Stelle jener des Herrschers zu setzen. Nicht umsonst ist heute die Freiheit von Lehre und Forschung im deutschen Grundgesetz verankert. Und sie steht nicht etwa nur Hochschullehrern zu, sondern jedem, der sich wissenschaftlich betätigen will. Andere Freiheiten gehörten selbstverständlich zu diesem komplexen Prozess. Die Freiheit der Kommunikation setzt die Informations- und die Meinungsfreiheit voraus, sonst läuft der Austausch von Mitteilungen praktisch ins Leere. Unbestritten ist, dass eine Kommunikation, die ihren Namen verdienen will, außerdem das Brief-, Post- und Fernmeldegeheimnis braucht. Wo diese Rechte nicht gewährleistet werden, wird der Austausch von Informationen schwerwiegend behindert. Wissenschaftler (und nicht nur sie) müssen sich in ihren Ländern und zwischen den Ländern frei bewegen können. Die Bürger eines Landes müssen Vereinigungen bilden können, ohne dass ihnen die Staatsmacht gleich hinterher schnüffelt. Schließlich braucht es Gewerbefreiheit, damit Fabrikanten sich der Weiterentwicklung des Instruments annehmen können. Und nicht zuletzt: Durch die Professionalisierung der Wissenschaft ist die Berufsfreiheit heute ein unverzichtbares Kriterium geworden (zu rechtlichen Details siehe von Münch, 1974).

Kommunikation

Ein Bestandteil dieser neuen Freiheiten war auch die Möglichkeit, Informationen auszutauschen. Kommunikations-Möglichkeiten nennen wir das heute. Das aufblühende Postwesen erst machte es Leeuwenhoek möglich, seine Beobachtungen der Royal Society mitzuteilen (Leeuwenhoeks Mikroskop siehe Abb. 1). Die Formen und Mittel der Kommunikation haben sich im Lauf der Jahrhunderte gewandelt. Wichtig geblieben ist die Freiheit der Kommunikation, die aus technischer Sicht mittlerweile den ganzen Erdball umfassen könnte, gäbe es nicht totalitäre Staaten, die diese Freiheit beschneiden wie etwa China. Dass Diktaturen dazu neigen, diese Rechte zu

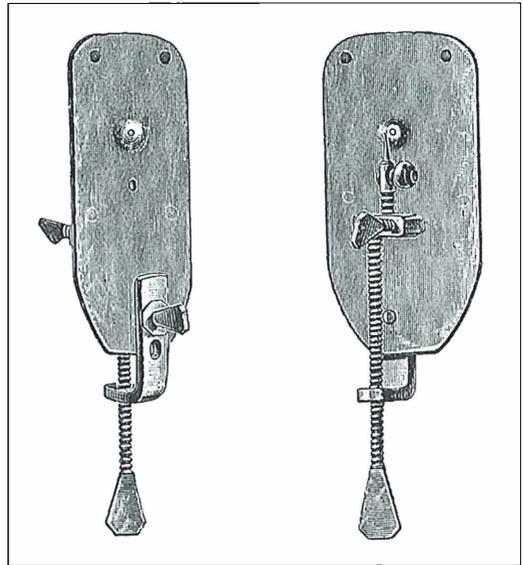


Abb. 1: Das berühmte Mikroskop von Antoni van Leeuwenhoek. Heute wird diskutiert, ob er seine Entdeckungen tatsächlich mit derartig einfachen Instrumenten oder vielleicht doch schon mit weiterentwickelten Geräten gemacht hat.

beseitigen, beweist uns ja gerade, wie wichtig diese Möglichkeiten sind – nicht nur für die Wissenschaften, sondern natürlich auch für die politische Entwicklung eines Staates, die dazu beitragen kann, die Wissenschaft aus politischer Bevormundung zu befreien. Es ist eben kein Zufall, dass ausgerechnet in England die Wissenschaften zu einer Lieblingsbeschäftigung begüterter Gentlemen werden konnten. Hier hatten sich die Bürger durch die Magna Charta früher als auf dem Kontinent ein Mindestmaß an Grundrechten gesichert. Freiheit nur für Wissenschaftler ist auf Dauer nicht möglich. Die offene Gesellschaft, die die Wissenschaft nun einmal braucht, setzt Freiheiten für alle ihre Mitglieder voraus.

Persönliche Freiheiten und Kommunikation wiederum waren Voraussetzungen dafür, dass sich in Europa im 17. Jahrhundert eine Scientific Community ausbilden konnte, die sich in etlichen wissenschaftlichen Gesellschaften organisierte. Hätte die Welt ohne die Royal Society etwas von Antoni van Leeuwenhoek erfahren? In der wissenschaftlichen Entwicklung von Charles Darwin spielen die verschiedenen Wissenschaftlichen Gesellschaften Englands

eine wichtige Rolle. Die Gesellschaften und Akademien waren aber nicht nur als Umschlagplatz für Neuigkeiten wichtig, sie setzten durch Diskussionen und Empfehlungen auch Regeln fest für die wissenschaftliche Arbeit, denen sich unterwerfen musste, wer dazugehören wollte. Viel ist gegen den Methodenzwang der Wissenschaften polemisiert worden (führend dabei wohl der Philosoph Paul Feyerabend). Fakt ist, dass diese Regeln für die Entwicklung der Wissenschaften eine ganz bedeutende Rolle gespielt haben und immer noch spielen.

Schrift

Wenn bereits von den Kommunikationsmöglichkeiten die Rede war, so haben wir eigentlich schon einen Schritt zu weit gegriffen. Denn noch vor der Kommunikation liegt die Erfindung der Schrift, die neben der Sesshaftigkeit eine Kultur in unserem (engeren) Sinn erst möglich macht. Eine nur mündliche Überlieferung wäre gewiss nicht geeignet, wissenschaftliche (und damit ja exakte) Ergebnisse darzustellen und zu konservieren. Auf diesem Wege wären uns die Leeuwenhoek'schen Entdeckungen, um noch einmal dieses bekannte Beispiel zu zitieren, wohl kaum erhalten geblieben, ganz zu schweigen von den Inhalten der ungezählten Publikationen, die heute in einer wissenschaftlichen Bibliothek zu finden sind. Was die Technik der Schrift betrifft, so gilt das Gleiche wie für die Kommunikation: Die jeweilige Technologie ist Mittel zum Zweck und nimmt der Schrift nichts von ihrer grundsätzlichen Bedeutung für die Entwicklung einer Gesellschaft. Soweit wir heute wissen, waren es die frühen Schriftkulturen, die es zu wissenschaft-

lichen Leistungen brachten. Dass die Schrift praktisch alle Bereiche einer Gesellschaft beeinflusst – und damit auch alle Zweige der Wissenschaft –, braucht nicht weiter erläutert zu werden.

Nur der Schrift hatte es Darwin zu verdanken, dass er für die Arbeit an den Rankenfüßern zu einem tauglichen Mikroskop kam. Chevalier hatte seine Pläne für ein Mikroskop veröffentlicht, weshalb der Typ in London nachgebaut werden konnte (Chevaliers Mikroskop siehe Abb. 2)

Dass die Schrift eine Sprache voraussetzt, braucht nicht eigens betont zu werden. Sprache gilt ja als eines der entscheidendsten Merkmale des Menschen. Wichtig in unserem Zusammenhang ist, dass die Sprache des Menschen anpassungsfähig ist. Denn die neuen Entdeckungen waren ja nach ihrer möglichst präzisen Beschreibung immer auch zu benennen. Von Bedeutung für die Entwicklung der Mikroskopie war aber auch, dass das Latein seine Rolle als lingua franca der Wissenschaften nach und nach verlor, so dass auch Laien eine Rolle in diesem komplexen Prozess spielen konnten. Heute erleben wir, wie das Englische zur neuen Sprache der Wissenschaften geworden ist – dieses Mal allerdings nicht als Ausfluss der Machtstellung einer Institution wie der Kirche, sondern weil Internationalisierung und Professionalisierung dies sowohl erzwingen als auch ermöglichen. Der Popularisierung der Wissenschaft wird damit allerdings kaum genutzt.

Natur als Objekt

Eine zentrale Rolle in dieser Entwicklung spielt die Sichtweise des Menschen auf die Natur. So-

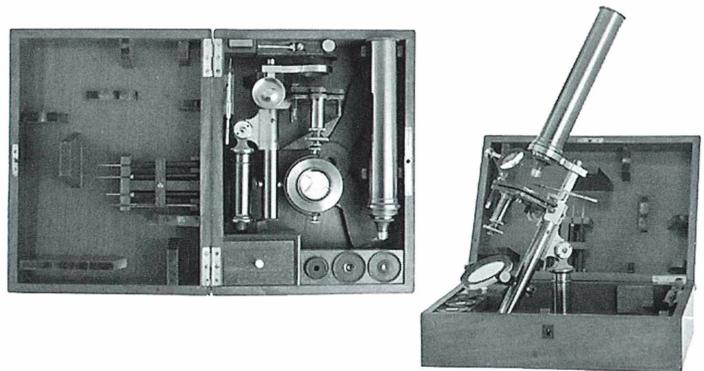


Abb. 2: Ein wunderschönes Studenten-Mikroskop von Charles Chevalier.

lange sie voller Mystik und voller geheimnisvoller Wesen steckte, verbot sich eine wissenschaftliche Erforschung. Erst als Natur dem Menschen als Objekt gegenübertrat, konnte sie erforscht werden. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass der Mensch sich von der Natur emanzipieren, zum Subjekt werden musste, ehe er sich diesem Forschungsgegenstand widmen konnte. Nicht zufällig ist dieser wichtige Schritt – jedenfalls für Europa – auch in der Renaissance vollzogen worden. Freilich hat sich das Objekt Natur später aufgespalten. Je mehr entdeckt und erforscht wurde, desto mehr Objekte waren zu benennen. Das Mikroskop half dabei, diese neuen Welten zu erschließen. Leeuwenhoek hat sich einen ewigen Platz in der Wissenschaftsgeschichte gesichert, weil er zahlreiche neue Objekte beschrieb, die in der Folgezeit eigene Wissenschaften erschufen, etwa die Protozoologie. Das Instrument Mikroskop enthüllte dem Menschen nie zuvor Gesehenes und schuf damit gleichsam jene Objekte des Forschens, zu deren Untersuchung es alleine geeignet war.

Die Erschließung der Natur als Objekt der wissenschaftlichen Forschung, die Ausweitung der Kommunikations-Möglichkeiten, die allmählich einsetzende Freiheit zumindest bestimmter Schichten der Gesellschaft (man denke an die englische Oberschicht der Gentleman-Forscher), die Notwendigkeit des Austausches von Ergebnissen und der Wunsch vor allem der Herrschenden nach anwendbaren Ergebnissen waren die Gründe für die Gründung der wissenschaftlichen Gesellschaften. Sie ordneten in ihren jeweiligen Ländern den wissenschaftlichen Betrieb, gaben Zeitschriften heraus, boten Diskussionsforen und vergaben wissenschaftlichen Lorbeer durch die Ernennung von Mitgliedern. Auch wenn eine kritische Durchsicht der Verhandlungen (Transactions) der Royal Society ergibt, dass etliche Mitglieder offenbar überhaupt keine wissenschaftlichen Ambitionen hatten und die Royal Microscopical Society erst relativ spät (1839) gegründet wurde: Die Wissenschaftlichen Gesellschaften haben bei der Entstehung der modernen Wissenschaften eine wichtige Rolle gespielt.

Handwerkliche Fertigkeiten

Die Bedeutung der Arbeitsteilung in den europäischen Gesellschaften nach der Renais-

sance ist bereits dargelegt worden. Diese zunehmende Differenzierung hatte zur Folge, dass auch das Handwerk sich differenzierte und spezialisierte. Das wiederum ermöglichte es einzelnen Handwerkern, sich ganz in bestimmte Aufgaben zu versenken. Maßgebliche Weiterentwickler des Mikroskops waren solche engagierten Handwerker, die teilweise ihr ganzes Berufsleben lang heruntüftelten, um das Instrument zu verbessern (siehe die Instrumente von Beck, Abb. 3 bis 6). Dass mit Leeuwenhoek einer in der Frühzeit des Mikroskops auftauchte, der für die damalige Zeit eine einzigartige Meisterschaft in der Linsenherstellung entwickelte, ohne gelernter Handwerker zu sein, widerspricht dieser Sicht der Dinge nicht. Denn auf seine Art war der Holländer ja auch ein begabter und engagierter Handwerker, der sich seiner Lebensaufgabe widmete. Ihn scherte es dabei natürlich nicht,

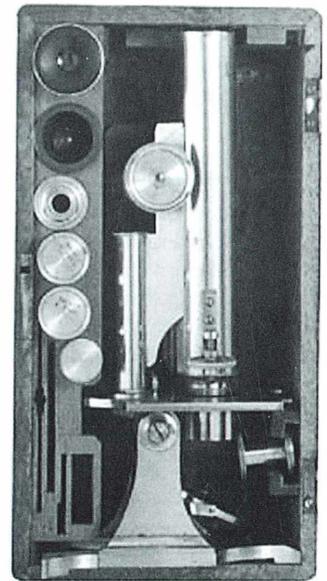


Abb. 3: Dieses Instrument von Smith & Beck mit Zubehör stammt vermutlich aus dem Jahr 1852.

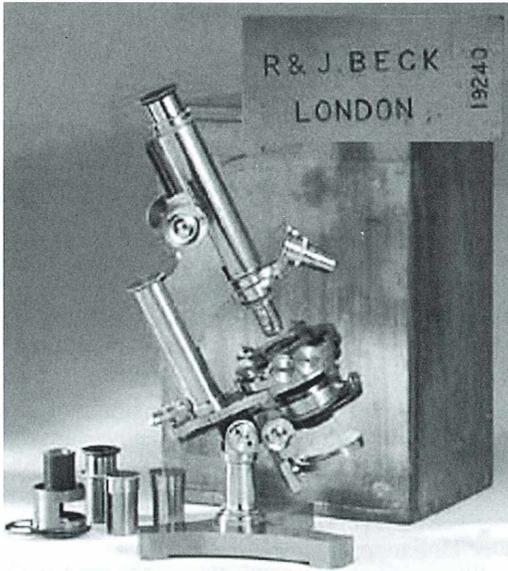


Abb. 4: Im Jahr 1895 entstand dieses Mikroskop von R. & J. Beck.

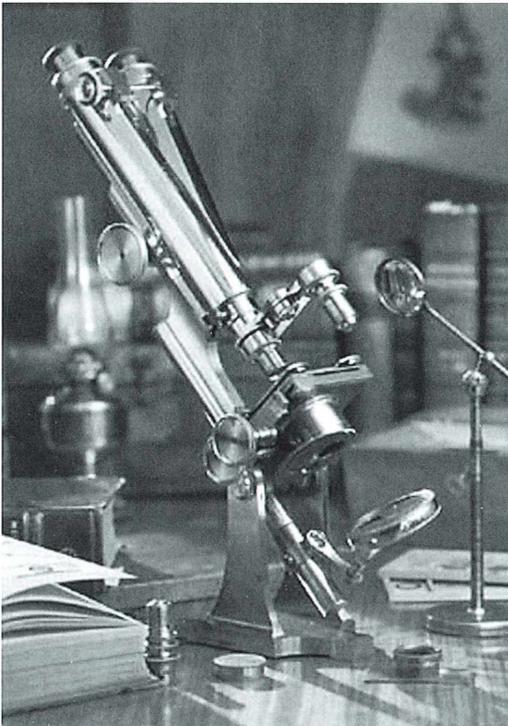


Abb. 5: Aus der Zeit um 1860 stammt dieses Binokular von Beck.



Abb. 6: Das kontinentale Design der Mikroskope wurde von Beck mit diesem – Continental genannten – Instrument aufgegriffen, gebaut etwa 1895.

dass er in keine Handwerksrolle eingetragen war. Er produzierte ja nur für sich.

Für den Bau eines funktionstüchtigen Mikroskops müssen sehr unterschiedliche Werkstoffe und sehr unterschiedliche Verfahren beherrscht werden: Glas herstellen und schleifen, Metall herstellen und bearbeiten, Feinmechanik für die Fertigung der Scharfeinstellung, physikalische und elektrische Kenntnisse für die Beleuchtungstechniken – ganz zu schweigen von den Verfahren, die heute angewendet werden, um computerisierte und/oder mit aufwändiger Videotechnik ausgestattete Instrumente herzustellen.

Aber wir wissen auch, dass die handwerklichen Fertigkeiten beim Bau des Mikroskops schnell an ihre Grenzen stießen. Jedes einzelne Instrument war sozusagen ein Probefall, dessen Ergebnisse von vielen Zufällen abhingen. Mit rein handwerklichen Mitteln war das nicht abzustellen. Erst als Ernst Abbe das Problem mit wissenschaftlichen Mitteln anging, ließ es sich zuverlässig und wiederholbar lösen. Abbe leitete die Grundlagen der mikroskopischen Abbildung aus der Optik her.

Folgerichtig sind aktuelle Verfahren wie Phasenkontrast oder differentieller Interferenzkontrast ohne physikalische Kenntnisse gar nicht zu denken. Das Lichtmikroskop feiert ja seit zehn, zwanzig Jahren nur deshalb eine Art Renaissance, weil diese Techniken entwickelt werden konnten. Festzuhalten ist also: Ein In-

strument, das ständigen technischen Innovationen unterworfen war (und noch ist), wurde zugleich zur Voraussetzung wissenschaftlicher Innovationen in vielen Bereichen.

Aber der Bau eines Mikroskops ist ja nur die eine Seite. Die andere sind die inzwischen ungezählten Präparationsverfahren, die in den letzten 400 Jahren entwickelt wurden. Zuverlässig fixieren und färben sind die zwei Stichworte, die jedem Mikroskopiker vertraut sind. Ohne physikalische und chemische Kenntnisse wäre die Entwicklung der unterschiedlichen Verfahren so wohl kaum möglich gewesen. Viele Erfolge der Mikroskopie – gerade in Medizin und Biologie – sind aber ohne diese Techniken nicht vorstellbar. Während die technische Entwicklung des Mikroskops immer wieder mit den erzielten Fortschritten in einzelnen Wissenschaftsbereichen verbunden wird, fehlt in solchen Darstellungen oft der Hinweis auf die Präparationsverfahren, die es überhaupt erst ermöglichten, die Leistungsfähigkeit der neuen Mikroskopgeneration voll auszuschöpfen. Das Mikroskop alleine stößt recht schnell an gewisse Grenzen.

Mikroskope stehen heute in zahllosen Laboratorien, Schulen oder Arztpraxen, und zwar auf der ganzen Welt. Die allermeisten Systeme sind kompatibel: Objektive und Okulare passen nicht nur an Geräte der jeweiligen Marke, sondern auch an viele andere. Das ist so selbstverständlich nicht, wie es uns Heutigen scheinen mag. Schon ein Blick in ein Buch über die Geschichte des Mikroskopbaues zeigt, dass eine solche Standardisierung lange Zeit auf sich warten ließ und praktisch erst mit der Industrialisierung des Instrumentenbaues ab etwa 1850 durchgesetzt werden konnte. Heute ermöglicht sie gerade in der Optik des Instruments, sich solche Kombinationen anzuschaffen, die den gestellten Aufgaben am Besten gerecht werden. Außerdem können Standardgeräte lange in Betrieb bleiben, weil die Optik ausgewechselt werden kann. Umgekehrt geht es natürlich auch: Wer ältere, jedoch wertvolle Markenobjektive sein eigen nennt, aber Probleme mit dem Stativ hat, kann sich ein neues kaufen und die bewährten Okulare und Objektive weiter verwenden. Selbst bei einem so simplen Produkt wie dem Objektträger ist die Standardisierung durchaus nicht nebensächlich. Sonst könnte man nur bei einem Hersteller kaufen, oder es müsste zu jeder Packung gleich auch das Aufbewahrungsbehältnis für

die Fertigpräparate mitgekauft werden. Den Standard übrigens hat die Royal Microscopical Society festgesetzt: Ein Zoll Breite auf drei Zoll Länge sollten die Maße sein – deshalb kommen uns Kontinental-Europäern die Dimensionen so seltsam vor.

Natürlich hat die technische Seite alleine nicht ausgereicht, um das Mikroskop zu einer der wichtigsten Erfindungen des Menschen zu machen. In den Worten des Protozoologen Reginald D. Manwell: „Der Mensch hat niemals einen Schlüssel entwickelt, der so viele Türen geöffnet hat wie das Mikroskop“ Hinter den Erfindungen und Entdeckungen stehen Menschen, die zum Teil ihr Lebenswerk daraus gemacht haben, das Instrument zu verbessern oder damit auf Entdeckungsreise zu gehen.

Der Prototyp des engagierten Mikroskopikers ist, einmal mehr, Antoni van Leeuwenhoek. Der Holländer ging mit einer offenkundig unstillbaren Neugier zu Werke, suchte und fand Objekte in allen möglichen Plätzen und Winkeln, nichts war vor ihm sicher. Er war ein unermüdlicher Beobachter und genauer Schilderer dessen, was er unter seinen Mikroskopen gesehen hatte.

Fragen stellen

Freilich beschränkte sich Leeuwenhoek zu meist auf die Beschreibung des Gesehenen. Damit alleine wäre die Wissenschaft auf Dauer nicht vorangekommen. Es mussten dafür später die Männer und Frauen kommen, die nach den Beobachtungen begannen, Fragen zu stellen. Nur so lassen sich Zusammenhänge klären, nur so ergeben sich aus einer Antwort ein halbes Dutzend neuer Fragen, was ja das Wesen der Wissenschaften ist. Das Forschen braucht auch das Beobachten als Grundlage und Staunen als eine wichtige Motivation, aber unmittelbar danach muss das Fragen kommen. Sonst bleibt es bei einer simplen Aufzählung von Objekten.

Eine Fülle von Beobachtungen zu ordnen und in den Zusammenhang mit anderen Beobachtungen zu bringen, das setzt analytisches Denken voraus. Eine wissenschaftliche Begabung besteht zum größten Teil aus dieser Fähigkeit. Dass aus den Ergebnissen der Arbeit mit dem Mikroskop ganze Wissensgebiete erwachsen und viele Erfolge in bereits bekannten Zweigen der Wissenschaft möglich wurden, ist ja nur zu einem Teil

dem Potenzial des Instruments zu verdanken. Es gehört in die Hände von Menschen, die es kundig und fantasievoll einzusetzen wissen.

Zu einem größeren Teil steht hinter den Fortschritten die Fähigkeit der Wissenschaftler, sich auf die Beobachtungen einen Reim zu machen, Schlussfolgerungen zu ziehen. Das bloße Schauen, so schön und wichtig es ist, genügt nicht. Zur Faszination muss die Analyse, die Einordnung des Gesehenen, kommen.

Zeit und Geld

Wir haben es schon erörtert: Wer den ganzen Tag für seinen Lebensunterhalt rackern muss, dem bleibt keine Muße für die Wissenschaft. Unabdingbar für diese Passion ist Zeit, die anderweitig nicht benötigt wird. Dabei spielt es keine Rolle, ob man sich die Zeit durch Verzicht ermöglicht (keine Familie zu ernähren, einfachster Lebensstandard) oder durch Wohlhabenheit, wie sie die schon erwähnten Gentleman-Forscher im England des 19. Jahrhunderts mitbrachten. Wichtig ist nur, dass ein Vorrat an Zeit zur Verfügung steht, der ganz der eigenen Disposition unterworfen ist. Wissenschaft muss man sich zeitlich und materiell leisten können.

Diese Situation änderte sich erst durch die Professionalisierung – als Wissenschaftler für ihre Tätigkeit bezahlt wurden. Was früher der Einzelne aufbringen musste – Zeit und Geld –, stellt heute die Gesellschaft den Forschern zur Verfügung. Dies geschieht in der Hoffnung, dass etwas Brauchbares/Anwendbares bei ihrer Tätigkeit herauskommt.

In seinem biografischen Roman über Charles Darwin lässt der Schriftsteller Irving Stone den berühmten Botaniker Robert Brown sagen: „Ich lebe in tödlicher Angst davor, einen Irrtum zu begehen. Ich kann hier mit Ihnen heute einen Fehler machen und ihn morgen oder nächste Woche korrigieren. Wenn er aber einmal gedruckt ist, bin ich dazu verurteilt, mit ihm zu leben. Das gedruckte Wort ist der Galgen; bringe dich nie in seine Schlinge, sonst wirst du es dein Leben lang bedauern. Ich werde mit einem Kopf sterben, der mit Informationen vollgestopft ist. Das ist ein sehr guter Platz dafür“ Hätten alle Wissenschaftler so gedacht, wäre ein Erkenntnisfortschritt nicht möglich gewesen. Es ist ja gerade die Bereitschaft, seine Kenntnisse mit anderen zu teilen

und sie ihrem Urteil zu unterwerfen, was die Scientific Community von ihren Mitgliedern fordert. Das gesamte Publikationswesen, von den Wissenschaftlichen Gesellschaften zum großen Teil initiiert, dient ja diesem Austausch. Was nicht veröffentlicht wurde, ist nicht erforscht. Diesem Zwang hatte sich selbst Charles Darwin zu unterwerfen, der 20 Jahre lang an seiner Evolutionstheorie gearbeitet hatte und dann doch von Freunden gedrängt werden musste, sie endlich zu veröffentlichen, um sich gegen Wallace die Prioritätsrechte zu sichern. Die Mikroskopie konnte die sie benutzenden Wissenschaften nur deshalb voranbringen, weil die mikroskopierenden Forscher ihre Ergebnisse veröffentlichten, weil die neuen Disziplinen ihre eigenen Institutionen und Fachzeitschriften gründeten. Mit den Worten Darwins, wie sie ihm Irving Stone gegen Browns seltsame Auffassung in den Mund legt: „Müssen wir nicht unsere Beobachtungen und Ent-

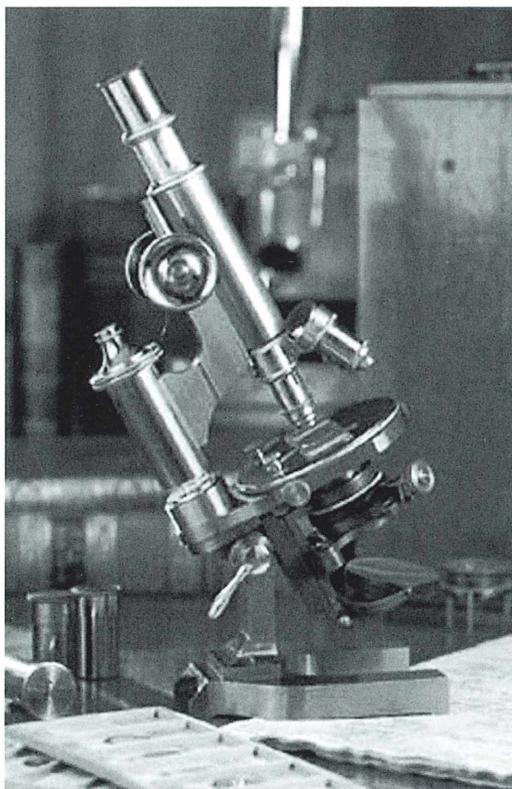


Abb. 7: Den europäischen Standard setzte Leitz mit Instrumenten wie diesem, entstanden 1894.

deckungen veröffentlichen, damit andere durch sie lernen können? Können Fehler nicht auf diesem Weg korrigiert werden? ... Jeder von uns wird nur einen kleinen Teil des Universums entdecken, und der menschliche Geist wird alles schließlich verbinden“

Unternehmer

Die Wissenschaftler sind aber nur die eine Seite der Entwicklung. Es bedurfte der Männer mit Unternehmergeist, um das Instrument ständig weiter zu verbessern und auf einem doch begrenzten Markt anzubieten. Unternehmer wie Carl Zeiss oder Ernst Leitz haben Wirtschafts- und Wissenschaftsgeschichte zugleich geschrieben (Zeiss- und Leitz-Mikroskope siehe Abb. 7 und 8). Ohne ihr Engagement wäre das Mikroskop kaum zu jenem Instrument geworden, das unzählige Wissenschaftszweige befruchtet hat. Denn die konstruktive und optische Verbesserung des Gerätes erforderte ja auch, wie die Wissenschaft, Geld und Zeit. Die Firmengründer gingen Wagnisse ein, waren aber zu diesem Risiko bereit. Das ist, wie wir wissen, nicht Jedem gegeben.

Doch was wären alle diese Anstrengungen wert gewesen, ja, hätte es sie überhaupt gegeben, ohne die Faszination, die vom Mikroskop ausgeht! Was schon Leeuwenhoek und später einen Geist wie Goethe in seinen Bann schlug, ist auch heute noch für jeden Mikroskopiker

ein Erlebnis. Es entschädigt für die vielen Stunden, die man mit dem Präparieren zubringt, für die Unbequemlichkeiten beim Mikroskopieren selbst. Es dürfte bei vielen Männern (von Frauen ist in der Geschichte des Mikroskops so gut wie nie die Rede) die entscheidende Motivation gewesen sein, sich mit der Weiterentwicklung dieses wunderbaren Gerätes zu befassen. Und sind wir nicht alle ein wenig Tüftler geblieben, obwohl wir heute Instrumente erwerben können, um die uns Generationen von Wissenschaftlern früherer Zeiten beneiden würden? Wie viele Arbeiten im MIKROKOSMOS der letzten zehn oder zwanzig Jahre haben sich mit technischen Verbesserungen, mit mehr oder weniger genialen Improvisationen befasst!? Schon was alleine rund um den Blitz am Mikroskop veröffentlicht wurde, könnte ein eigenes, dickes Heft füllen.

Dass wir heute noch so viel über frühere Instrumente wissen, hat schließlich auch mit einer ganz eigenen Faszination zu tun: Der des Mikroskops als Gerät an sich. Es geht ein eigentümlicher Reiz von den alten Instrumenten aus, die Sammler in aller Welt zusammentragen. Die Kombination von perfekter Feinmechanik mit edlen Materialien (Abb. 9) vermag Menschen zu begeistern

Dabei haben wir heute ja nur noch sehr selten Gelegenheit, etwas wirklich Neues zu sehen. Die Mikroskopiker des 18., 19. und frühen 20. Jahrhunderts dagegen betreten weithin Neuland. Ein ganzer (Mikro-)Kosmos wartete darauf, entdeckt und erforscht zu werden. Dabei mitzuwirken muss eine überragende Motivation gewesen sein, sich mit dem Instrument und seinen kleinen Welten zu beschäftigen und sich dabei den Regeln zu unterwerfen, die die mikroskopierende Scientific Community nach und nach entwickelte.

Nehmen wir einmal an, Ernst Abbe wäre mit seiner Arbeit gescheitert – was hätte dann noch aus dem Mikroskop werden können? Ein besseres Spielzeug, was es zu Beginn seiner Nutzung ja auch tatsächlich war. Abbe wies nach, dass das Mikroskop nach optischen Gesetzen funktioniert, deren Anwendung die Brauchbarkeit entscheidend steigerte. Frits Zernike entdeckte den Phasenkontrast, der ebenfalls, wie alle anderen Beleuchtungstechniken die physikalischen Gesetzmäßigkeiten nutzt. Viele andere technische Möglichkeiten moderner Instrumente gehen auf die konsequente Nutzung dieser Gesetze zurück. Ein Gerät im andauern-

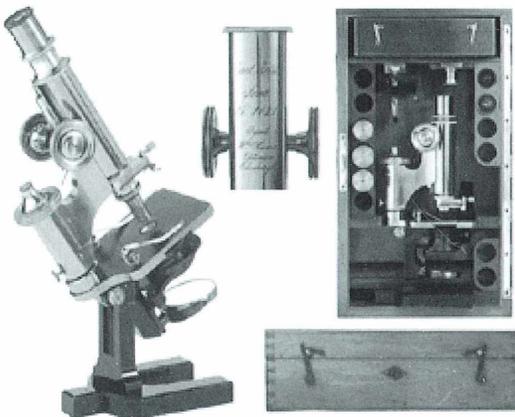


Abb. 8: Im Jahr 1886 wurde dieses Instrument bei Zeiss gebaut.

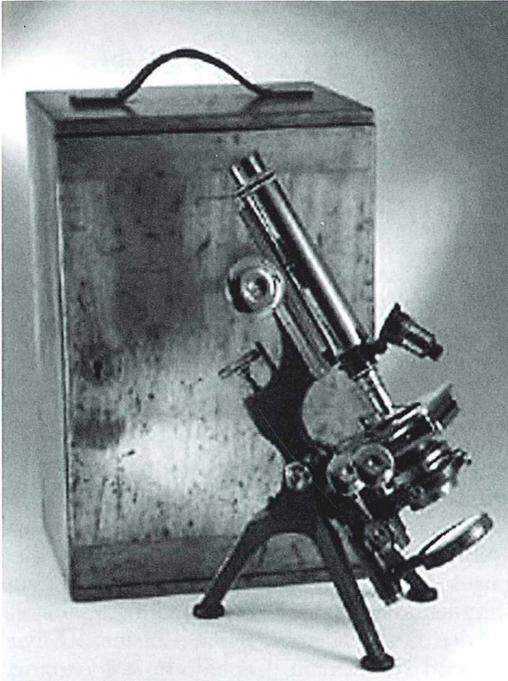


Abb. 9: Das lässt nicht nur Sammlerherzen höher schlagen: Ein Mikroskop von Watson (Edinburgh) von 1900.

den Versuchsstadium hätte das alles nicht leisten können. Zu wissen, warum etwas funktioniert (und nicht nur, dass es das tut), ist entscheidend für die Weiterentwicklung eines Gerätes, das wissenschaftlichen Zwecken dienen soll.

Lohnende Objekte

Durch das fortwährend verbesserte Instrument wuchs dem Menschen eine Unzahl von Entdeckungen zu. Und das waren keine Nebensächlichkeiten, denken wir nur an die großen Erfolge in der Medizin, die nicht nur mit den Namen Pasteur und Koch verbunden sind, sondern eben auch mit Zeiss und Abbe. Was das Mikroskop enthüllte, hatte und hat ganz direkt mit dem Menschen zu tun. Dieser unbezweifelbare Nutzen wiederum war Ansporn für die Techniker, das Gerät immer wieder weiterzuentwickeln. Technik und Wissenschaft haben sich gegenseitig herausgefordert und befruchtet.

Wer selbst mikroskopiert, der weiß, dass es an Untersuchungsobjekten eigentlich nie mangelt. In der Biologie und der Medizin ist das Instrument schon lange nicht mehr wegzudenken. Aber auch die Archäologie, die Geologie, die Materialwissenschaft, die Kriminalistik oder die Chip-Herstellung für die Computer, um bekannte Beispiele zu nennen, sind ohne das Mikroskop heute nicht mehr denkbar. Diese ungeheure Flexibilität des Instruments trug natürlich immens zu seinem Erfolg bei. Es kann, etwa beim Hobby-Mikroskopiker, ein Generalist sein oder in der Hand des Fachmanns ein absoluter Spezialist, maßgeschneidert für eine bestimmte Aufgabe. Diese Vielseitigkeit hat natürlich damit zu tun, dass die wissenschaftliche Begründbarkeit seiner Funktionen immer neue technische Entwicklungen ermöglichte. Ein Ende dafür ist wohl noch nicht abzusehen.

Literaturhinweise

- Bradbury, S.: The microscope. Past and present. 1st ed. Pergamon Press, Oxford 1968.
- Damerow, P.: The origins of writing as a problem of historical epistemology. Internet-Paper des MPI für Wissenschaftsgeschichte 1999: www.mpiwg-berlin.mpg.de/preprints/P114.PDF
- Feyerabend, P.: Wider den Methodenzwang – Entwurf einer anarchistischen Erkenntnistheorie. Suhrkamp Verlag, Frankfurt 1976.
- Gerlach, D.: Ernst Abbe (1840–1905). *Mikrokosmos* 79, 139–146 (1990).
- Gloede, W.: Vom Lesestein zum Elektronenmikroskop. VEB Verlag Technik, Berlin 1986.
- Gruber, J. W.: Who was the Beagle's naturalist? *The British Journal for the History of Science* 4, 266–282 (1969).
- Hall, A. R.: Die Geburt der naturwissenschaftlichen Methode. Sigbert Mohn Verlag, Gütersloh 1965.
- Manwell, R. D.: Introduction to protozoology. 2nd ed. Dover Publications Inc., New York 1968.
- Münch, I. von: Grundgesetz Kommentar, Band 1. Athenäum Fischer Verlag, Frankfurt am Main 1974.
- Stone, I.: Charles Darwin oder Der Schöpfung wunderbare Wege. Knaur Verlag, München 1981.
- Winzer, F. (Hrsg.): Kulturgeschichte Europas. Von der Antike bis zur Gegenwart. Sonderauflage. Westermann, Braunschweig 1981.

Bild-Nachweis

www.arsmachina.com

Verfasser: Norbert Gregor Günkler,
Rudloser Straße 59, 36367 Wartenberg,
e-mail: nguenkel@aol.com

Tantulocarida (Crustacea, Maxillopoda): Winzige Quälgeister am Meeresgrund

Kai Horst George

Irgendwo in den unendlichen Tiefen der Ozeane – schlickiger Grund, ewige Dunkelheit, absolute Stille. Im Vergleich zu den Schelf- und Küstenregionen der Erde ist hier das Leben dünn gesät. Überwiegend sind es kleine und kleinste Organismen, die am und im Meeresboden leben. Sie durchwühlen die obersten Sedimentschichten, bohren Gänge und streifen auf dem Schlamm Boden umher, immer auf der Suche nach Nahrung.

Nahrung – sie ist einer der wichtigsten limitierenden Faktoren in der Tiefsee. Nicht einmal der schwächste Lichtstrahl dringt bis hierher vor. Folglich gibt es keine Bakterien oder Pflanzen, die photosynthetisch Biomasse aufbauen können. So bleibt Nahrung Mangelware, und alles Leben in den Tiefen der Weltmeere ist letztlich abhängig von dem, was die Konsumenten aus den oberen, lichtdurchfluteten Wasserschichten übriglassen, und was dann herabrieselt. Dieser organische Regen, wie man das herunterrieselnde Material nennt, wird von Organismen verschiedenster Größe gefressen, von Bakterien, Protozoen, Platt- und Fadenwürmern bis hin zu Weichtieren, Borstenwürmern, Stachelhäutern und Krebsen. Sie bilden ihrerseits die Nahrungsgrundlage für noch größere, aber auch für kleinere Tiere. Diese haben oft erstaunliche Strategien entwickelt, um ihr Überleben, und damit das ihrer Spezies, auch in dieser so lebensfeindlich erscheinenden Welt zu sichern.

Ein Ruderfußkrebis durchwühlt den Tiefseeschlamm. Er gehört zur großen Gruppe der Harpacticoida. Die überwiegend bodenlebenden Harpacticoida sind eine sehr erfolgreiche Krebsgruppe, deren Vertreter nicht über 1 mm groß werden und überall in Süßgewässern und im Meer gefunden werden können. Selbst hier in der Tiefsee sind sie, wie Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, in einer beachtlichen Artenvielfalt vertreten. Unser schlammwühlender Harpacticoid ist ein Vertreter der Diosaccidae, einer weltweit verbreiteten Familie. Routiniert und schnell, fast ein wenig hektisch, bewegt er seine kleinen Extremitäten und durch-

wühlt die weiche, organische Substratoberfläche auf der Suche nach Nahrung. Plötzlich spürt er eine Berührung oben an seinem Cephalothorax, dem Kopfabschnitt. Er zuckt zusammen und wechselt seine Stellung. Da ist es wieder. Etwas Kleines, Rundes tastet sich wie suchend an seinem Cephalothorax entlang. Der Diosaccide hechtet davon, aber er wird seinen Verfolger nicht mehr los. Wieder spürt er das kleine runde Etwas, und bevor er noch einmal die Flucht ergreifen kann, setzt es auf seinem Cephalothorax auf und saugt sich fest. Der Diosaccide merkt, wie sich etwas Schweres an ihn gehängt hat, das ihn fast aus dem Gleichgewicht bringt. Sehen kann er es nicht, doch wenige Augenblicke später wird er möglicherweise einen scharfen Stich spüren, an eben jener Stelle, wo sich das Wesen an ihm festgesaugt hat. Möglicherweise versucht er nun, den Feind durch wilde Bewegungen und Sprünge wieder abzuschütteln, aber all seine Anstrengungen sind vergeblich. An den Diosacciden hat sich die Larve einer anderen Krebsgruppe als Außenparasit angeheftet, ein Tantulocaride. Sie hat sich mit ihrer runden Haftscheibe am Kopfschild festgesaugt und ein Loch in den Chitinpanzer gebohrt. Der Parasit steht nun mit seiner Nahrungsquelle in Verbindung, und er wird sich von dem Diosacciden ernähren, bis er seine Bestimmung erfüllt hat. Die Entdeckung der Tantulocarida als eigene Krebsgruppe datiert auf das Jahr 1983. Sie liegt also noch gar nicht so lange zurück, was zeigt, dass selbst in heutiger Zeit, wo die letzten weißen Flecken vom Antlitz unserer Erde getilgt zu sein scheinen, durchaus noch so manch aufsehenerregender Fund möglich ist.

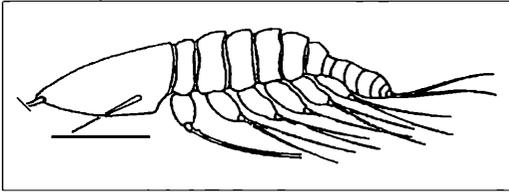


Abb. 1: *Basipodella harpacticola*. Freilebende Tantululus-Larve. Maßstab 25 µm (nach Becker, 1975).

Nicht selten wird die Entdeckung neuer Organismen zunächst gar nicht in ihrer ganzen Tragweite erfasst, und die Entdeckerin oder der Entdecker ordnet das unbekanntes Wesen derjenigen Gruppe zu, der es trotz seiner abweichenden Merkmale am ehesten zugehörig erscheint. Es kommt vor, dass Neuentdeckungen auf dem Weg zu ihrer endgültigen Stellung im System der Tiere mehrfach zwischen verschiedenen Tiergruppen hin- und hergeschoben werden. So geschah es auch mit der Art *Basipodella harpacticola* (Abb. 1), die im Jahre 1975 von Becker erstmals beschrieben wurde. Becker hatte diesen kleinen, sehr stark abgeleiteten Krebs an einem Harpacticoida gefunden. Obwohl ihn die erheblichen Merkmalsabweichungen dieser neuen Art erstaunten, sah er sich nicht in der Lage, sie einer anderen Krebsgruppe als den Ruderfußkrebsen (Copepoda) selbst zuzuordnen. Dort verblieb *Basipodella harpacticola* fünf Jahre lang, bis zwei andere Forscher, Bradford und Hewitt, im Jahr 1980 eine nahe Verwandte beschrieben, der sie den Namen *Deoterthron dentatum* gaben. Diese Art war als Parasit auf einem Muschelkrebs gefunden worden. Nach eingehender Betrachtung

beider Arten kamen Bradford und Hewitt (1980) zu dem Schluss, dass Beckers (1975) Ansicht vom abgeleiteten Ruderfußkrebs falsch sei, und dass *Basipodella* und *Deoterthron* stattdessen bei den Rankenfußkrebsen (Cirripedia), zu denen Seepocken und Entenmuscheln gehören, einzuordnen seien. Eine endgültige Klärung war den Herren Boxshall und Lincoln vorbehalten, die im Jahr 1983 eine neue Krebsklasse etablierten, die Tantulocarida. Vier Jahre später wurden die Tantulocarida um eine dritte Gattung erweitert, nämlich *Microdajus*. Die Erstbeschreiberin hatte die neue Art *M. langi* irrtümlicherweise den Asseln (Isopoda) zugeordnet (Greve, 1965). Boxshall und Lincoln (1987) stellten sie außerdem in eine eigene Familie. Und damit nicht genug: Huys *et al.* (1993) erkannten, dass auch *Cumoniscus kruppi*, von Bonnier bereits im Jahre 1903 beschrieben, ebenfalls den Tantulocarida zuzuordnen war.

Heute werden die Tantulocarida als Unterklasse gehandelt (Boxshall und Huys, 1989). Diese umfasst mittlerweile 25 Arten in 18 Gattungen und 5 Familien. Wie der Name bereits andeutet (tantulus [lat.] = sehr klein; caris [gr.] = Krebs), handelt es sich bei den Tantulocarida um sehr kleine Krebse. Ihre geringe Körpergröße (*Basipodella harpacticola* erreicht gerade einmal eine Länge von 0,085 mm) machen sie allerdings durch ihr höchst bemerkenswertes Aussehen sowie durch ihre Lebensweise und ihren Lebenszyklus mehr als wett. Die sogenannte Tantululus-Larve (Abb. 2, 3) weist einen Kopfbereich, das Cephalon, auf. Ihm folgen sechs schwimmbeintragende Brustsegmente, an die sich noch einmal ein bis sieben beinlose Hinterleibssegmente anschließen (Gruner, 1993; Ax, 1999). Die Larve

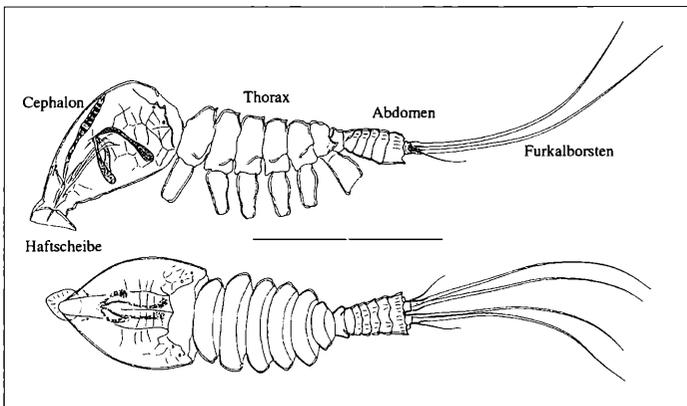


Abb. 2: *Stygotantulus stocki*. Freilebende Tantululus-Larve von lateral (oben) und dorsal (unten). Maßstab 50 µm (nach Boxshall und Huys, 1989).

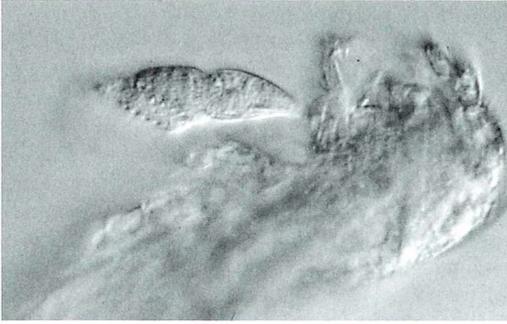


Abb. 3: Unbekannte Tantulid-Larve, am ersten Schwimmbein eines Ruderfußkrebse sitzend. Sämtliche lichtmikroskopischen Abbildungen zeigen Tiere, die von der Großen Meteorbank stammen. Vergr. 500×.

schwimmt auf der Suche nach einem Wirt vermutlich im freien Wasser dicht über dem Sediment umher. Neben verschiedenen Ruderfuß- und Muschelkrebse wurden bis heute auch verschiedene Ranzenkrebse (Peracarida) als Wirte gefunden (Gruner, 1993; Ax, 1999). Hat die Tantulid-Larve einen Wirt getroffen, saugt sie sich mit einer Haftscheibe (Abb. 2) an ihm fest und bohrt ein Loch in seine Chitinhaut (Kutikula). Dazu dient möglicherweise ein stiletartiges Gebilde, das im Cephalon liegt. Bis zu ihrem Tod bleibt die Larve mit ihrem Wirt verbunden. Verschiedene Funde der letzten Jahre zeigen, dass sie sich offenbar wahllos an irgendeiner Körperstelle des Wirtstiers anheftet, sei es am Kopf, an den Antennen, am Rumpf oder an den Schwimmbeinen. Der Wirt versorgt sie über den von ihr gebohrten Anschluss mit allem, was sie zum Wachstum braucht.

Unser Diosaccidae geht vermutlich ungemütlichen Zeiten entgegen. Die Tantulid-Larve, die sich an seinem Cephalothorax festheftet, beginnt nun mit einer bizarren Metamorphose. Diese kann, abhängig vom Geschlecht sowie von anderen, bisher unbekanntem Faktoren, unterschiedlich verlaufen. Handelt es sich um eine männliche Larve, so wächst der Körperbereich (artspezifisch) hinter dem fünften oder sechsten Brustsegment stark aus und nimmt schließlich eine wahrhaft groteske Form an (Boxshall und Lincoln, 1987; Huys, 1990). Rücken- und Bauchplatten der Körpersegmente werden durch das starke Wachstum immer wei-

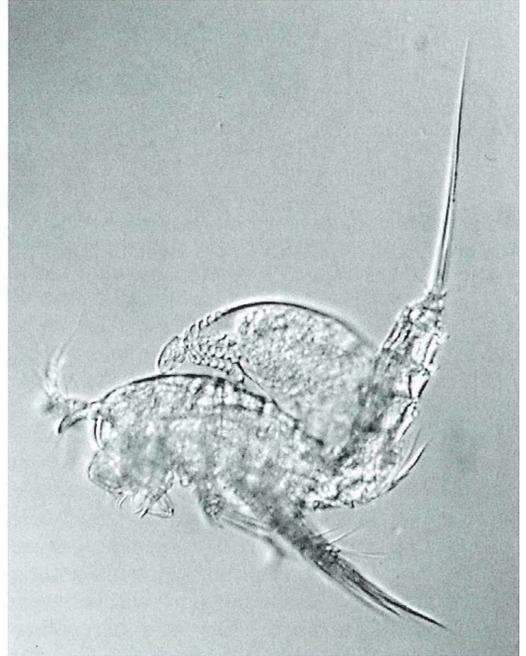


Abb. 4: Männliche Tantulid-Larve, auf einem Diosacciden (Copepoda, Harpacticoida) sitzend. Im bereits stark entwickelten Sack entwickelt sich der Adultus. Vergr. 310×.

ter auseinandergedrückt, und der gesamte Leib wird sackförmig (Abb. 4). In diesem Sack, an dem die Segmente und Schwimmbeine erhalten bleiben, entwickelt sich der Adultus als ein völlig neuer Organismus (Abb. 5).

Die Entwicklung eines Weibchens kann zwei unterschiedlichen Wegen folgen (Huys *et al.*, 1993). Einerseits besteht die Möglichkeit, dass aus der weiblichen Tantulid-Larve parthenogenetisch (Parthenogenese = Jungfernzeugung, keine Befruchtung durch Männchen erforderlich) viele neue Larven entstehen. Auch bei ihr schwillt der Körper, allerdings direkt hinter dem Cephalon, sackförmig an, wobei die Extremitäten und der Hinterleib schließlich abgeworfen werden. Im Innern des Sacks entwickeln sich anstatt eines erwachsenen Tieres die Eier, aus denen die nächste Larvengeneration hervorgeht (Abb. 6). Ist das Wachstum abgeschlossen, platzt der Sack vermutlich auf und entlässt die Larven ins Wasser. Andererseits kann sich, so haben Huys *et al.* (1993)

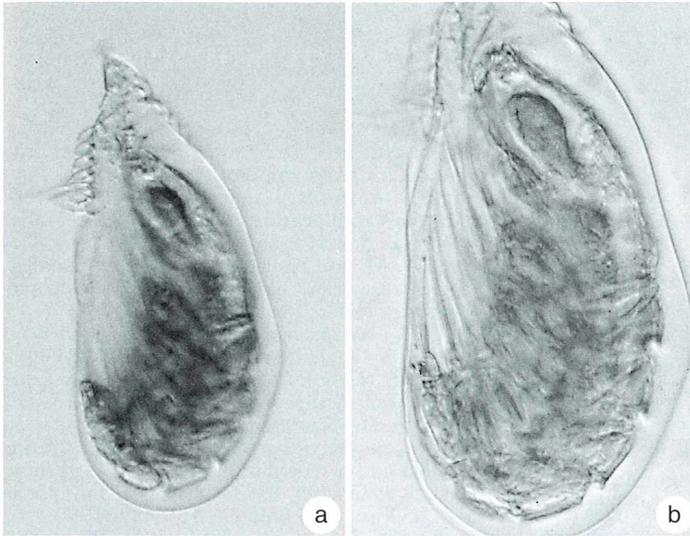


Abb. 5a und b: Fast vollentwickelter männlicher Adultus einer unbekanntes Tantulocaridenart, in der durch die Larve gebildeten Hülle sitzend.
Abb. 5a Vergr. 310×,
Abb. 5b Vergr. 500×.

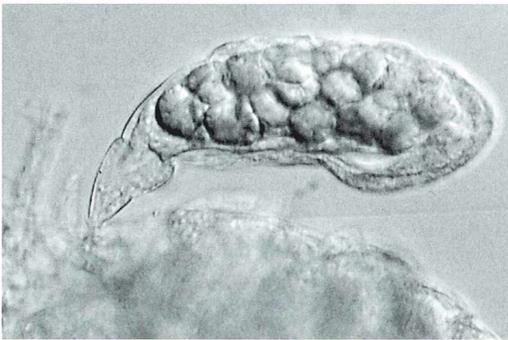


Abb. 6: Weibliche Tantulus-Larve, auf Miso-phrioide (Copepoda) sitzend. Gut erkennbar das Fehlen der Körpersegmentplatten und die Eier im Innern des ausgebildeten Sacks. Vergr. 500×.

entdeckt, auch in einer weiblichen Tantulus-Larve direkt ein adultes Weibchen entwickeln. Dies geschieht offensichtlich wie bei der Entwicklung des Männchens durch eine völlige Neuorganisation des Gewebes. Der Fund eines adulten Weibchens (Abb. 7) brachte Licht in die bis dahin völlig unbekanntes Art der Fortpflanzung der Tantulocarida. Huys *et al.* (1993) stellten die Hypothese auf, nach der zwei verschiedene Fortpflanzungszyklen vorkommen. In einem sogenannten sexuellen Zyklus findet die Paarung der Männchen mit den Weibchen statt. Aus ihr gehen Tantulus-Larven hervor, die sich wieder zu adulten Weibchen

und Männchen entwickeln können (Huys *et al.*, 1993). In bestimmten Situationen, von denen nicht bekannt ist, ob sie regelmäßig oder nur bei Bedarf auftreten, sind weibliche Tantulus-Larven in der Lage, sich parthenogenetisch fortzupflanzen (parthenogenetischer Zyklus). In diesem Fall werden viele Tantulus-Larven auf einmal freigesetzt.

Unser schlammwühlender Diosaccidae hat sich vermutlich mit seinem Schicksal abgefunden. Irgendwann mag er sich daran gewöhnt haben, dass er einen Gast beherbergt, der immer größer wird und ihn zunehmend schwächt und behindert. Wir wissen nicht, ob der Tantulocaride ihn schließlich tötet, oder ob er nach erfolgter Metamorphose einfach von seinem Opfer abfällt, das dann möglicherweise weiterlebt. Wir wissen von den Tantulocarida überhaupt noch sehr wenig. Wie lange mag die Entwicklungsphase von der Tantulus-Larve zum Adultus dauern? Wie bewegen sie sich fort? Wie finden sie ihre Wirte, oder wie findet das Männchen ein Weibchen? Sehr viele Fragen sind noch offen. Sie können nur durch weitere Funde und Beobachtungen geklärt werden. Die Zahl neu entdeckter Arten steigt ständig. Untersuchungen bodenlebender Kleintiere der Großen Meeresbank, einem unterseeischen Berg im Mittelatlantik südlich der Azoren, förderten 1998 eine beachtliche Zahl sowohl von parasitierenden Larven als auch adulter Männchen zutage. Und auch in der Tiefsee des Angola-Beckens vor der Küste Namibias, wo das deutsche For-

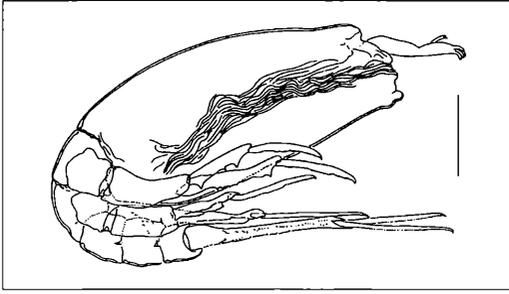


Abb. 7: *Itoitantulus misophricola*. Freilebendes Tantulocaridenweibchen. Maßstab 50 µm (nach Huys *et al.*, 1993).

schungsschiff METEOR im Juli 2000 umfangreiche Tiefseeproben nahm, wurden die Forscher fündig. Diese Funde werden unser Wissen über die Systematik, die Verbreitung, die Biologie und vielleicht auch über die Ökologie erweitern. Sie werden dazu beitragen, das Leben der Tantulocarida zu verstehen.

Literaturhinweise

- Ax, P.: Das System der Metazoa II. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1999.
- Becker, K.-H.: *Basipodella harpacticola* n. gen., n. sp. (Crustacea, Copepoda) Helgoländer wiss. Meeresunters. 27, 96–100 (1975).

- Boxshall, G. A. and Huys, R.: New tantulocarid, *Stygotantulus stocki*, parasitic on harpacticoid copepods, with an analysis of the phylogenetic relationships within the Maxillopoda. J. Crustacean Biol. 9, 126–140 (1989).
- Boxshall, G. A. and Lincoln, R. J.: Tantulocarida, a new class of Crustacea ectoparasitic on other crustaceans. J. Crustacean Biol. 3, 1–16 (1983).
- Boxshall, G. A. and R. J. Lincoln, R. J.: The life cycle of the Tantulocarida (Crustacea). Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 315, 267–303 (1987).
- Bradford, J. M. and Hewitt, G. C.: A new maxillopodan crustacean, parasitic on a myodocopid ostracod. Crustaceana 38, 67–72 (1980).
- Greve, L.: A new epicaridean from western Norway, parasite on Tanaidacea. Sarsia 20, 15–19 (1965).
- Gruner, H.-E. (Hrsg.): Lehrbuch der Speziellen Zoologie. 4. Teil: Arthropoda (ohne Insecta). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1993.
- Huys, R.: *Campyloxiphos dimeti* gen. et sp. n. from Namibia and a redefinition of the Deoterthridae Boxshall & Lincoln, 1983 (Crustacea: Tantulocarida). J. Crustacean Biol. 24, 415–432 (1990).
- Huys, R., Boxshall, G. A. and Lincoln, R. J.: The tantulocaridan life cycle: the circle closed? J. Crustacean Biol. 13, 432–442 (1993).

Verfasser: Dr. Kai Horst George, AG Zoosystematik und Morphologie, Fachbereich Biologie, Geo- und Umweltwissenschaften, Carl von Ossietzky-Universität, D-26111 Oldenburg, e-mail: kai.h.george@uni-oldenburg.de

Buchbesprechung

Mahner, M., Bunge, M.: Philosophische Grundlagen der Biologie. Mit einem Geleitwort von G. Vollmer. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2000, 402 Seiten, 11 Abbildungen, gebunden DM 89,00, ISBN 3-540-67649-X.

Kann man nur dann sinnvoll von Evolution sprechen, wenn Arten nicht evolvieren? Muss ein sinnvoller Evolutionsbegriff die Art als Klasse auffassen? Drei Jahre nach dem Erscheinen des englischen Originals „Foundations of biophilosophy“ (siehe Buchbesprechung MIKROKOSMOS 86/6, 1997) werden solche und ähnliche Fragen nun auch in ihrer

deutschen Übersetzung gestellt, diskutiert und beantwortet. Biophilosophische Probleme werden aus einer einheitlichen emergentistisch-materialistisch-philosophischen Sicht angegangen und vorgeschlagene Lösungen zu einer systematischen Biophilosophie verbunden. Im Vergleich zur Originalausgabe haben sich die Autoren in der deutschen Auflage bemüht, den formalen Apparat zu reduzieren und viele Dinge einfacher darzustellen. In einige Abschnitte, wie etwa dem zum Funktionsbegriff, wurden zusätzlich neue Erkenntnisse eingearbeitet. Auch mit der deutschen Ausgabe ist den Autoren ein herausragendes, sehr gutes Buch gelungen;

wenngleich ich Gerhard Vollmer zustimmen muss, der in seinem Geleitwort schreibt: „leichte Kost bietet [das Buch] nicht.“ Die Autoren wenden sich an fortgeschrittene Leser, an Biologen und Philosophen mit Grundkenntnissen in der jeweils anderen Disziplin.
Matthias Wolf, Berlin

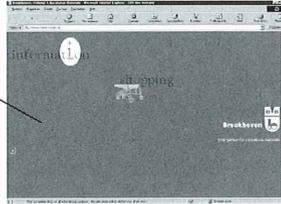
In der Buchbesprechung von 1997 zur englischen Originalausgabe wurde M. Bunge fälschlicherweise als Professor für *Mathematik* und Logik betitelt. Herr Bunge ist natürlich Professor für *Metaphysik* und Logik.
Redaktion MIKROKOSMOS

Mikroskopie on-line shop

von Breukhoven

Über den digitalen Schnellweg können Sie Ihre Konfiguration einfach finden oder selbst zusammenstellen.

Allgemeine Information über das vollständige Mikroskopische- und Kamera-Programm.



Sie bestellen einfach bei uns und wir liefern an Ihre Adresse. Rechnung und Garantie gibt es über ihren Händler vor Ort.



Brauchen Sie Hilfe!
Rufen Sie uns an!
Telefon: 0031 10 458 42 22

Fragen Sie nach Abteilung
Verkauf Deutschland



Mikro-Ufo

Mikro-Ufo 1/2001 enttarnt

Auf die Frage nach der Identität des Mikro-Ufos im letzten Heft („stäbchenförmiges Gebilde“) kamen bis zum Redaktionsschluss dieses Heftes eine ganze Reihe von Antworten, die alle in die gleiche Richtung gingen. Es handelt sich offenbar um eine Borste eines Gliederwurms (Anneliden) der Gruppe der Oligochaeta (Wenigborster). Mit einiger Gewissheit gehört der Wurm der Gattung *Nais* an. Die Art könnte allerdings erst definiert werden, wenn weitere Präparate zur Verfügung stünden.

Von Dr. Hans Günzel aus Tübingen erhielten wir folgende weiterführende Angaben: Charakteristisch ist die leichte S-Form und die knotige Verdickung, der Nodus, der die Borste in zwei Abschnitte teilt. Der darunter folgende Abschnitt ragt in das Innere des Wurmes. An ihm sind die Muskeln befestigt, die der Borstenbewegung dienen. An ihrem äußeren Ende gegabelte Borsten kommen vor allem bei den Tubificiden vor, die mit großer Artenzahl die verschiedensten Lebensräume des Gewässerbodens besiedeln.

Da die Borsten aus sehr hartem Material (Skleroproteine und β -Chitin) bestehen, bleiben sie in den Gewässersedimenten und im Boden lange erhalten. Die Widerstandsfähigkeit dieser Strukturen zeigt sich nicht nur beim bakteriellen Abbau, sondern auch bei

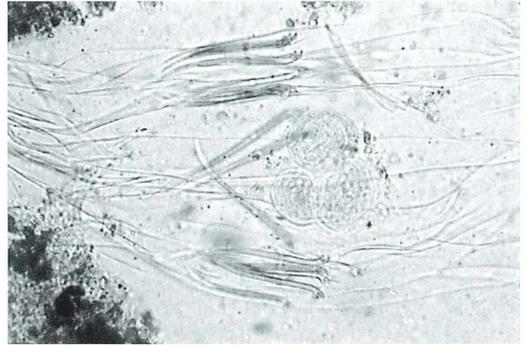


Abb. 1: Gegabelte Hakenborsten eines Wenigborsters im Brachsensdarm.

der Verdauung der Würmer im Darm von Kleintierfressern, wie dem Brachsen (Abb. 1): Die Weichteile der Beute sind hier bereits vollkommen verschwunden, aber die Borsten und die Kutikula, die aus ebenfalls schwer verdaulichem Kollagen besteht, sind noch gut erkennbar.

Redaktion MIKROKOMOS

Buchbesprechungen

Kunsch, K., Kunsch, S.: Der Mensch in Zahlen. 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2000, 406 Seiten, Paperback, DM 49,80, ISBN 3-8274-0902-0.

Diese Tabellensammlung mit Daten zur Struktur und Funktion des menschlichen Körpers sowie zur Gesundheit und zur Evolution des Menschen enthält rund 20.000 Einzelwerte. Gegenüber der Erstauflage ist das Buch natürlich gründlich überarbeitet und aktualisiert worden. Wer die erste Auflage nicht hat, sollte sich

auf jeden Fall diese zweite Auflage beschaffen. Denn wen von uns sollte der eigene Körper nicht interessieren?

Thomas Gross, Heidelberg

Campbell, N. A.: Prüfungstrainer Biologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2000, 309 Seiten, Paperback, DM 48,00, ISBN 3-8274-1043-6.

Als Ergänzung zum bereits erschienenen, bewährten Lehrbuch „Biologie“ und der CD-ROM

„Multimedia Biologie“ von Campbell ist jetzt ein Fragenkatalog herausgekommen. In etwa 1400 Prüfungsfragen, angeordnet nach den Einzelkapiteln des Biologie Lehrbuchs, kann man das Erlernte kontrollieren. Die kurzen Antworten der Multiple-Choice-Fragen lassen sich im Anhang auf Richtigkeit kontrollieren. In einer gelungenen Mischung von Wissens- und Verständnisfragen verschiedener Schwierigkeitsgrade wird der Benutzer auf eine mögliche Prüfung vorbereitet.

Renate Radek, Berlin

Kritische Beleuchtung mit Opal-Birnen und Blitzanpassung

Werner Nachtigall

Bei der sogenannten kritischen Beleuchtung wird eine flächige Lichtquelle in der Ebene der Kondensorblende (Aperturblende) in der Objektebene abgebildet. Mit Tageslicht bekommt man bemerkenswert homogene und weich ausgeleuchtete Gesichtsfelder durch Spiegeleinstellung auf eine weiße Wolke – ein einfaches Verfahren, das um die Jahrhundertwende allgemein gebräuchlich war. Legt man einen Mattfilter in den Filterring des Kondensors, so hat man mit der eingebauten Mikroskopbeleuchtung kritische Beleuchtung gut angenähert. Im anderen Fall ist die Lichtquelle unendlich weit entfernt, der Effekt aber in etwa der gleiche. Wenn Strukturen der leuchtenden Fläche stören, muss man den Kondensator etwas heben oder senken. Auch heute muss man nicht immer „köhlern“, sondern kann die unbestreitbaren Vorteile dieser Beleuchtung, nun mit Kunstlicht, nutzen.

deal wäre es, wenn die Ebene der Kondensorblende (Aperturblende) gleichmäßig hell strahlen würde. Ein Teil der Köhler-Einstellung will denn auch gerade dies bewerkstelligen, nämlich die Abbildung des Glühwendels der Mikroskop-Birne in der Ebene der Kondensorblende. Eine optisch perfekt konstruierte, wenngleich nicht billige Einrichtung, die Frilux-Beleuchtung (Reinert, 1977), hat dies auch mit einer Spezial-Leuchtröhre erreicht, leider allerdings nicht mit ausreichender Leuchtdichte.

Besonderheiten der kritischen Beleuchtung

Man kann diesen Effekt aber auch durch eine Matt- oder besser Opalbirne (Abb. 2E) erzeugen, deren Oberfläche man möglichst nahe der Blendenebene anordnet. Das ist das Prinzip der Ansteckleuchte; diese ist allerdings meist zu weit von der genannten Ebene entfernt. Ein gleichmäßig hell leuchtender Ausschnitt eines opalisierten Lampenkolbens nahe der Blendenebene kommt dagegen der Idealforderung schon recht nahe. Opalgläser streuen das Licht etwa gleichmäßig nach allen Seiten, Mattgläser wirken mehr gerichtet. Der Kondensator sollte in jedem Fall möglichst weit oben stehen; das darf aber nicht zu Überstrahlungen führen (ausprobieren!).

Bau einer Einrichtung nach Einfachheits-Gesichtspunkten

Die Abbildung 1 zeigt das Grundkonzept, die Abbildung 2A–C eine Versuchsanordnung, die

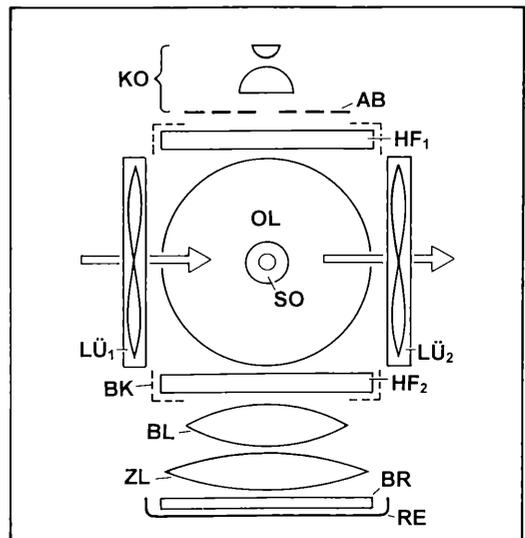


Abb. 1: Prinzipskizze der Beleuchtungseinrichtung. AB Aperturblende, BL Blitzlinse (optional), BK Beleuchtungskästchen, BR Blitzröhre, KO Kondensator, HF_{1,2} Hitzeschutzfilter, LÜ_{1,2} Lüfter, OL Opallampe, SO Lampensockel, RE Blitzreflektor, ZL Zylinderlinse (optional).

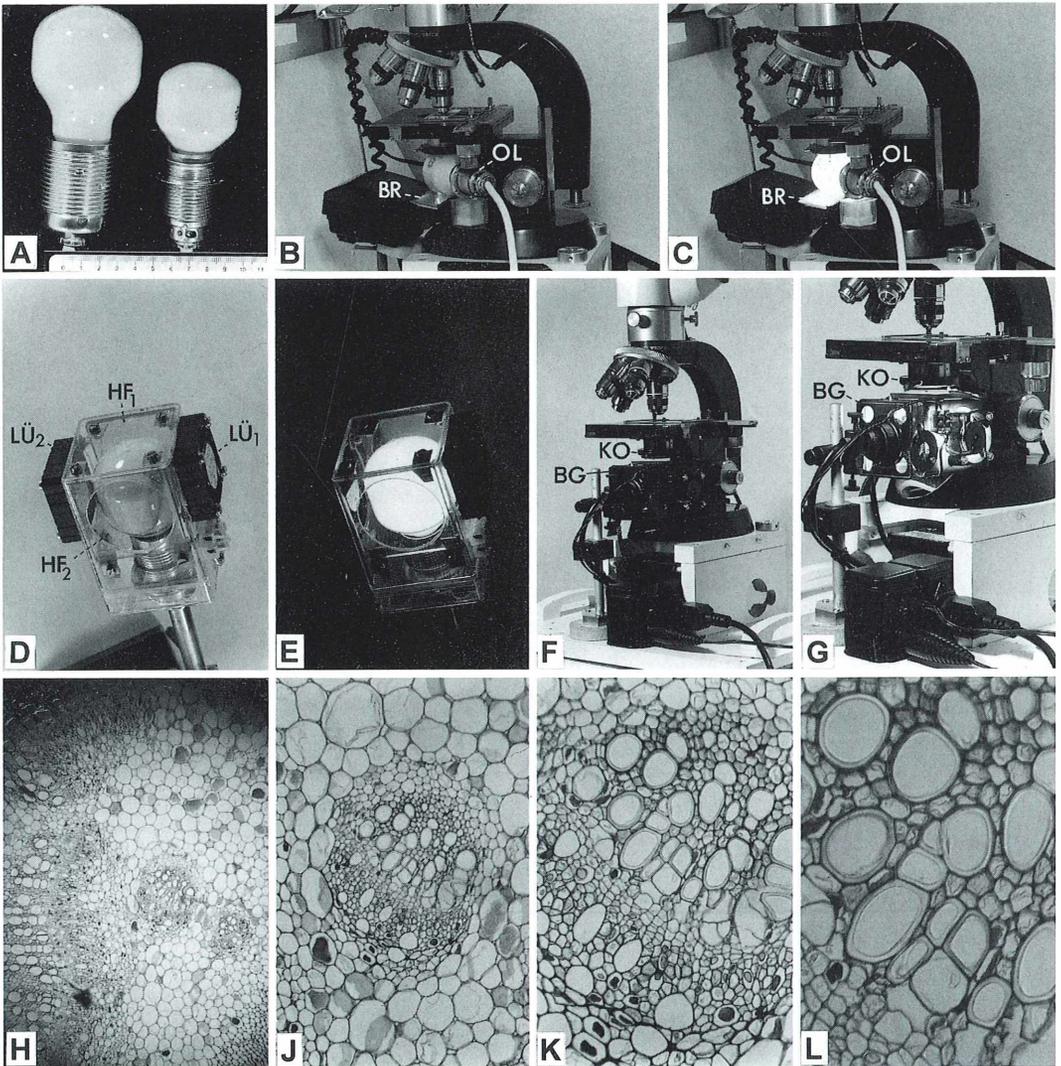


Abb. 2: Aufbau- und Bildbeispiele. Abkürzungen wie bei Abbildung 1. A, Größenvergleich der 40 W und 60-W-Opalbirnen. B Improvisierter Versuchsaufbau. C Improvisierter Versuchsaufbau, BR leuchtet. D Beleuchtungsgehäuse fertig zusammengebaut. E Endgültige Realisation. F, G Anpassung an das Mikroskop. H–L Schnitte durch einen Sproß der Weinrebe, *Vitis vinifera*, Mehrfach-Differentialfärbung. Zunehmende Vergrößerung, H–K geblitzt, L Opalbeleuchtung ohne Filter.

Abbildung 2D–G die endgültige Realisation. Der Kondensator steht weit oben. Durch einen Hitzefilter getrennt folgt nach unten eine hellleuchtende kleine Opallampe, darunter, wieder durch einen Hitzefilter getrennt, ein Elektronenblitz. Das Unterteil der Opallampe streut das Licht der langgezogenen Blitzröhre, so dass das

Oberteil trotz dieser simplen Anordnung absolut homogen ausgeleuchtet wird. Dies wirkt nun seinerseits als Lichtquelle für die kritische Beleuchtung. Ein altes Problem der Blitzlichtfotografie ist damit auf einfachste Weise vollständig zu lösen: Die gleichförmige Ausleuchtung mit weder punkt- noch flächenförmigen Blitzröhren.

Hervorzuheben ist die weiche Beleuchtung sowohl bei der Beobachtung wie bei der Blitzaufnahme.

Zu den Einzelteilen kann folgendes gesagt werden.

Beleuchtungskästchen: Für die unten genannte 40-W-Birne ideal ist beispielsweise eine durchsichtige Kunststoff-Dose (8,6 × 5,8 × 5,8 cm), in der die Firma Läufer Gummiringe aus Naturkautschuk verkauft. Das Material lässt sich leicht sägen und bohren und verträgt ein Schwarzspritzen mit Kunstharzlack.

Wärmeschutzgläser: Käuflich sind quadratische, wirkungsvolle Wärmeschutzgläser von etwa 5 × 5 cm, wie sie beispielsweise für Kleinbildprojektoren verwendet werden (Ersatzteilhandel).

Birne: Es bewähren sich Osram Bellalux soft Birnen. Die 60-W-Birne besitzt einen E27-Sockel und 5,8 cm Durchmesser. Handlicher, geringer in der Wärmeentwicklung, aber auch lichtschwächer ist die 40 W-Birne mit E14-Sockel; sie misst 4,3 cm im Durchmesser (Abb. 2E). Diese Birnen sind ohne weiteres im Handel zu bekommen und müssen nicht speziell bestellt werden.

Mit der erstgenannten Birne kann man auch bei höherer Vergrößerung und deutlich geschlossener Kondensorbende gut im Hellfeld beobachten. Mit der letztgenannten kommt man schon bei mittleren Vergrößerungen und bei Verwendung eines lichtschluckenden Strahlenteiler-Fototubus an die Grenze. Tropfenlampen mit Matt- statt Opalkolben leuchten nicht so gut aus (deutlicher Lichtabfall bei Randblenden-Einstellung); derartige Lampen besitzen geringere Leistung (üblicherweise 25 Watt) und sind für die Beobachtung zu lichtschwach. Energiesparbirnen sind zu lichtschwach, und die gegenwärtigen Modelle mit nebeneinanderstehenden Röhren leuchten für unsere Zwecke zu inhomogen; solche mit Kugelkolben leuchten zwar genügend homogen, sind aber zu sperrig und zu lichtschwach.

Blitz: Bei manchen TTL-Blitzen ist die Reflektoreinheit um 90° ausklappbar, was günstig ist im Hinblick auf eine möglichst geringe Bauhöhe. Man kann aber auch ein längliches Spiegel-Stückchen unter 45° vor den horizontal angeordneten Blitz setzen. Ich habe zur Bündelung noch eine Zylinderlinse und eine Bikonvexlinse verwendet (Abb. 1); das wird

aber nur bedeutsam, wenn man bei starken Vergrößerungen und Blendungen sehr kurze Blitzzeiten braucht.

Kühlung: Ein großer Nachteil der Einrichtung ist die große Wärmeentwicklung. Bei Beobachtungszeiten, die länger sind als wenige Minuten, wird die Geschichte trotz der Wärmefilter zu heiß. Es bewähren sich zwei kleine, ultraflache Hochintensiv-Radiallüfter (F14 MM 012XK (4,1 × 4,1 × 1,2 cm), Conrad-Katalog). Sie müssen die beiden Wärmeschutzfilter mit belüften. Man kann die gesamte Beleuchtungseinheit einschließlich der Hitzeschutzfilter beispielsweise in das obengenannte Kunststoffgehäuse fassen (Abb. 2C). Wenn man die 60-Watt-Birne verwendet, bewährt sich eine Radialkalkur: Einen kleinen, hochintensiven Radiallüfter (z. B. 12 V, 40 W mit Netzgerät 12 V, 3 A, Conrad-Katalog) an die Wand montieren; Belüftung der Kühlkammer mit Birne und Hitzeschutzfilter erfolgt über einen Fönschlauch.

Abbildungsbeispiele

Die Abbildung 2G–K zeigt Blitzaufnahmen mit der in der Teilablichtung B dargestellten improvisierten Versuchseinrichtung und auf $\frac{2}{3}$ geschlossener Aperturbende des hochgestellten Kondensors. Die Bildfeld-Ausleuchtung ist bereits mit dem 3,5×-Objektiv (ohne vorgeklappte Hilfslinse, ohne abgeschraubte Kondensor-Frontlinse), abgesehen von den äußersten Rändern, recht ordentlich; bei stärkeren Objektiven ist sie absolut homogen. Der Bildeindruck bei der visuellen Beobachtung ist ausgesprochen weich und angenehm, dabei genügend kontrastreich, gerade auch bei fein differenzierten Gewebefärbungen, wie sie die Abbildungen zeigen. Abbildungsbeispiele für Blitzbeleuchtung oder Lampenlicht sind in der Schwarz-Weiß-Reproduktion nur in der Filterung zu unterscheiden (Abb. 2H–L).

Literaturhinweis

Reinert, G. G.: Kaltlichtbeleuchtung in der Mikroskopie. Eine neuartige Durchlichtbeleuchtung. *Mikroskopos* 66, 180–184 (1977).

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

United Colours of Botany – Mikroskopische Aspekte der Pflanzenfärbung

Erich Lühje

Der erste Schultag nach den Sommerferien lockt wie ein Besuch beim Zahnarzt. Auch zur Vertiefung ihrer Kenntnisse vom licht- und elektronenmikroskopischen Bau der Zelle dürften meine Schüler nicht gerade begeistert zum Gymnasium geströmt sein. Wie konnte ich dem 11. Jahrgang den Auftakt etwas attraktiver gestalten?

Statt umschweifiger Begrüßung der neu zusammengesetzten Schülergruppe stand ein Tablett mit Tinkturen, Exemplaren des Kleinen Springkrauts (*Impatiens parviflora*) sowie ein Arbeitsbogen mit, zugegeben, etwas fetziger Schlagzeile (siehe Titel) auf dem Tisch. Die Zielsetzung: Aus einfachen Färbevorgängen etwas über den Bau der pflanzlichen Zellwand zu erfahren.

Der Einstieg

Was gab es zu tun? Frische Stängelquerschnitte (vorgefertigt, da nur 45 Minuten zur Verfügung standen) wurden mit der Lupe betrachtet; welche Farben lassen sich erkennen? Ganz außen liegen Gruppen rötlicher Zellen, etwas tiefer eine grünliche Zone, alles andere erscheint weißlich-farblos (Abb. 1A).

Diese Schnitte wurden jetzt entweder in Brennspiritus, Lugol'sche Lösung, Astrablau-Safraninlösung oder Alkohol-Salzsäure-Phlorogluzingemisch gelegt. Farbveränderungen waren unter dem Mikroskop festzustellen und in eine Übersichtsskizze einzutragen. Der Alkohol hatte die natürlichen Farben (rot und grün) aus den Zellen herausgezogen (Abb. 1B). Die gelborangefarbene Jodlösung war (nur!) in einen Ring starkwandiger Zellen eingezogen, die Wände der anderen Zellen erschienen ungefärbt (Abb. 1C). Im violetten Astrablau-Safranin war dieses starkwandige Gewebe rot geworden, alle anderen Zellwände blau (Abb. 1D, Abb. 2). Das Phlorogluzingemisch schließlich hatte eben diesen Ring markant rot eingefärbt (Abb. 1E). – Ende der ominösen ersten Stunde – schön bunt war's gewesen und ganz ohne lästige Fachausdrücke.

Die Auswertung

Anhand einiger Mikrofotos ungefärbter Querschnitte (Abb. 2) wurden in der Folgestunde die einzelnen Stängelgewebe als Verbände gleichartiger Zellen voneinander abgegrenzt und benannt (vergleiche Abb. 1). Die vier Experimente hatten jeweils ganz spezifische Ergebnisse gezeigt:

Der Alkohol wirkte auf den Zellinhalt, nicht auf die Zellwände ein. Die rote Vakuolenfarbe der Epidermiszellen sowie das Grün der Chloroplasten in den Rindenzellen konnten offenbar durch die Wände entweichen. Die Jodlösung fungierte einerseits als „Malerfarbe“ in den Wänden des Sklerenchymrings, andererseits nach Farbumschlag (dunkelblau bis schwarz) als Indikator der Stärke in den Chloroplasten. Das Astrablau-Safraninmisch wurde in den Wänden der verschiedenen Gewebe augenscheinlich in seine zwei Farbkomponenten gesondert: Das Rot zog in den Sklerenchymring, das Blau in die übrigen Zellwände ein. Die farblose Phlorogluzinlösung wirkte im Sklerenchymring wiederum mit auffälligem Farbumschlag als Indikator.

Wie war das alles zu erklären? Als hilfreichen Hinweis skizzierte ich an der Tafel einen Fischkutter mit Schleppnetz; im Wasser große und kleine Fische. Welche Fische ins Netz gehen, ergibt sich durch die Maschenweite. Sehen wir Jod-, Astrablau- und Safraninmoleküle als Fische unterschiedlicher Größe und die Zellwände als (dreidimensionale!) Netze, lässt sich die Sonderrolle des Sklerenchymrings durch eine andere Maschenweite im Vergleich zu den übrigen Zellwänden erklären. Jod- und Safraninmoleküle blieben in den groben Maschen

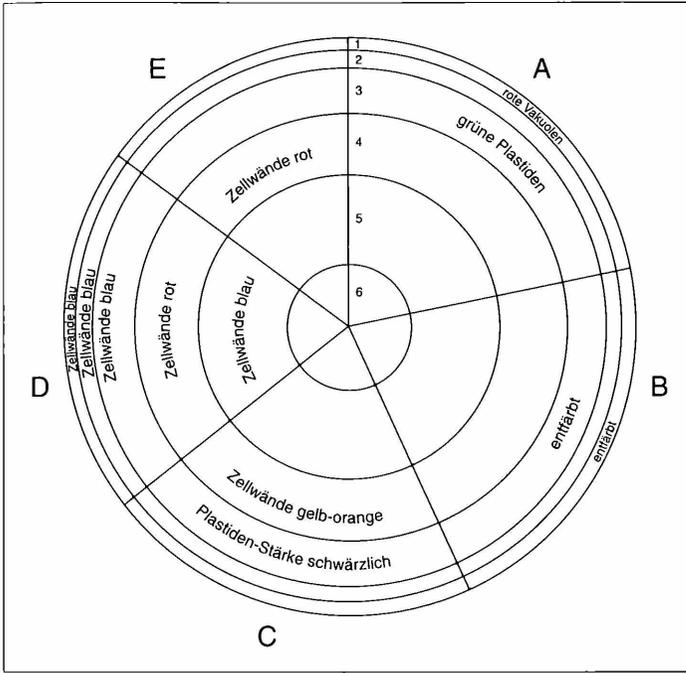


Abb. 1: Natürliche Farben und Färbewirkungen beim Stängelquerschnitt des Springkrauts (*Impatiens parviflora*; schematische Übersicht). A – frisch geschnitten, unbehandelt; B – in Brennspiritus eingelegt; C – in Lugol'scher Lösung; D – in Astrablau-Safranin; E – in Phlorogluzin-Salzsäure; 1 – Epidermis; 2 – Kollenchym; 3 – Assimilationsgewebe; 4 – Leitbündel/Sklerenchymring; 5 – Markgewebe; 6 – Markhöhle.

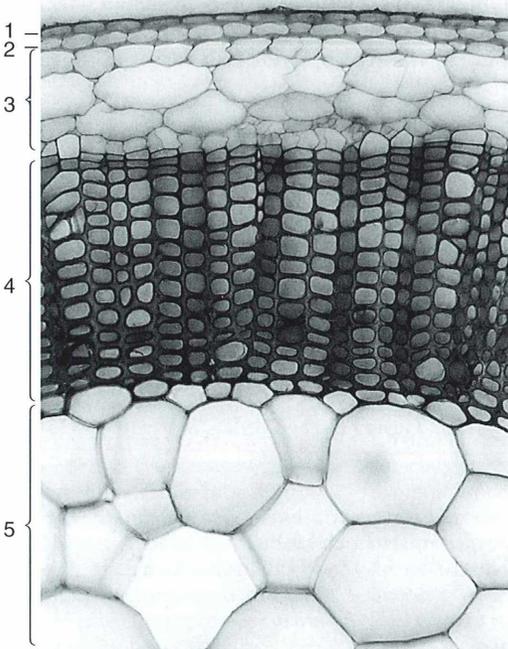


Abb. 2: Stängelquerschnitt des Springkrauts (*Impatiens parviflora*); zu den Geweben vergleiche die Ziffern aus Abbildung 1. Astrablau-Safraninfärbung, polarisiertes Licht. Vergr. circa 150 \times .

normaler Wände nicht (sichtbar – siehe unten) hängen, wohl aber im feinmaschigen Wandgefüge des Sklerenchymringes. Allerdings wurden die Astrablaumoleküle in den groben Maschen der anderen Zellwände festgehalten. In der Tat bildet die Grundsubstanz der Zellwand, die Zellulose, ein molekulares Maschen-

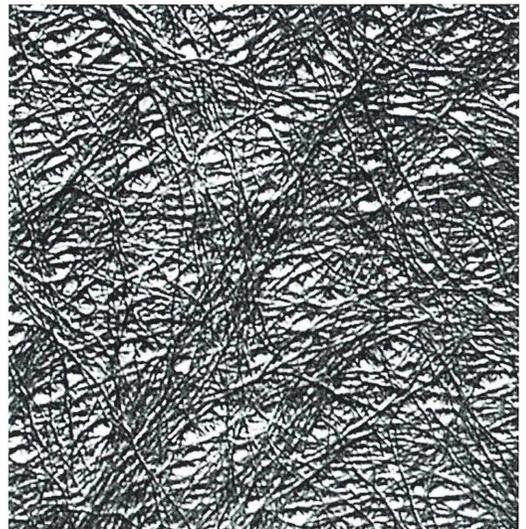


Abb. 3: Netz aus Zellulose-Makromolekülen in der Zellwand (aus Strasburger, 1983).

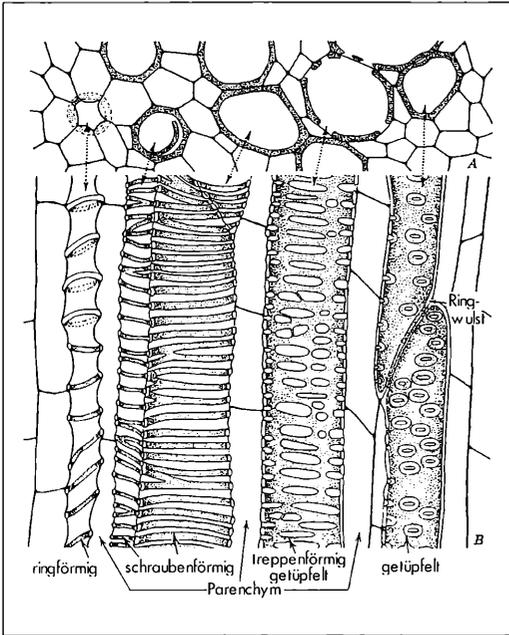


Abb. 4: Tracheen mit verschiedenen Wandverstärkungen in einem Leitbündel. Die Schließhäute der Tüpfel bestehen aus der Mittellamelle und beiderseitig aufgelagerten Primärwänden (aus Esau, 1969).

gefüge, das Farbmoleküle geeigneter Größe festzuhalten vermag (Abb. 3). Ein zweites, noch feineres Molekülgeflecht zeigt das Phloroglucin an: Es färbt das Lignin rot. Dessen Riesenmolekül ist in die Zellulosemaschen eingefügt (inkrustiert). In diesem Netz verfangen sich die kleinen Jod- und Safraninmoleküle, während die großen Astrablau-„fische“ abgehalten werden. Wasser und Alkohol dagegen dringen ungehindert durch alle Wände hindurch.

Kritische Schüler fragten, warum denn nicht wenigstens etwas Safranin und Jod auch in den größeren Maschen der Zellwand hängen blieben. Sie waren mit zwei Zusatzfärbungen zu

überzeugen: Safranin allein färbt auch die normalen Wände, wird darin aber bei der Simultanfärbung mit Astrablau übertönt. Dass auch Jod in den normalen Wänden haftete, ergab sich, als ein mit Lugol'scher Lösung gefärbter Schnitt in Astrablaulösung gänzlich grün wurde: Auch in den normalen Wänden entstand die Mischfarbe aus blau und gelb!

Ein blaues Wunder

Soweit der Auftakt des Cytologiekurses! Leser, die einen weiteren Aspekt der colorierten Cytologie erleben wollen, können eine Vitalfärbung des Springkrauts mit Astrablau-Safranin durchführen. Man stellt einige abgeschnittene Springkrautpflanzen in eine Vase mit der Farblösung. Nach 1–3 Tagen zeigen Stängelquerschnitte eine Färbung, die von dem bisherigen Ergebnis deutlich abweicht. Fertigt man überdies vom unteren Ende eines Stängels Längsschnitte an (Stängel halbieren, dann längsschneiden), erlebt der Betrachter bei den verholzten, also rotgefärbten Gefäßen (Tracheen) ein „blaues Wunder“. Soviel sei verraten: Die Tüpfelmembranen bestehen aus unverholzten Primärwänden (Abb. 4). Ausprobieren, mikroskopieren und farbig fotografieren!

Literaturhinweise

- Esau, K.: Pflanzenanatomie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1969.
 Markstahler, U.: Zum Mechanismus der Astrablau-Safranin-Doppelfärbung botanischer Schnitte. *Mikrokosmos* 85, 33–36 (1996).
 Lühje, E.: Wie *Impatiens* sich blautrinkt ... Vitalfärbungen beim Springkraut. *Mikrokosmos* 81, 185–190 (1992).
 Strasburger, E. (Hrsg.): Lehrbuch der Botanik. 32. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1983.

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

Buchbesprechungen

Hannemann, H.-J., Klausnitzer, B., Senglaub, K.: Stresemann. Exkursionsfauna von Deutschland. Band 2. Wirbellose: Insekten. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2000, 959 Seiten, zahlreiche Zeichnungen, gebunden, DM 98,00, ISBN 3-8274-0922-5.

Die „Exkursionsfauna von Deutschland“ ist seit vielen Jahren und diversen Auflagen ein unverzichtbares Werk für jeden, der die einheimische Fauna kennen lernen und bestimmen möchte. Mit der überarbeiteten Neuauflage des Bestimmungsbuches „Stresemann Exkursionsfauna Band 2 (Insekten)“ wird die Aktualisierung der Reihe vervollständigt. Band 1 (Wirbellose ohne Insekten) und Band 3 (Wirbeltiere) erschienen bereits 1994 bzw. 1995 in einer Neuauflage. Band 2 wird in dieser 9. Auflage erstmals in einem Werk statt in zwei Halbbänden (2/1 und 2/2) zusammengefasst. Text, inklusive Literaturangaben, und Abbildungen wurden auf den neuesten Stand des Wissens gebracht. Spezialisten der einzelnen Insektengruppen überarbeiteten die Bestimmungsschlüssel und ergänzten neue Arten und Synonyme, so dass nahezu alle einheimischen Insektenarten erfasst werden können. Zusätzliche Abbildungen und Verbesserungen der vorhandenen Illustrationen erleichtern das Erkennen. Als Neuerung besonders hervorzuheben sind hinzugefügte Kapitel zur Bestimmung von Larven. Im Freiland, und hier speziell im limnischen Bereich, trifft man sehr häufig auf die Larvenstadien der Insekten. Hinzugekommen oder erweitert wurden Larvenschlüssel von Libellen, Lang- und Kurzfühlerschrecken, Käfer, Pflanzenwespen und Zweiflügler. Es wäre wünschenswert, weitere, ausführlichere Larvenschlüssel aufzuneh-

men, da zur Bestimmung bisher in vielen Fällen unterschiedlichste Spezialliteratur hinzugezogen werden muss, und diese zudem teilweise auf Schlüsseln für ausländische Artenvorkommen beruht. Im Allgemeinen sind die Bestimmungstabellen des „Stresemann“ so ausgelegt, dass man die relevanten Merkmale mit einer Lupe auch im Gelände erkennen kann, ohne die Objekte zerlegen oder speziell präparieren zu müssen. Aus diesem Grund können die Bestimmungstabellen allerdings in manchen Fällen, wo detailliertere Untersuchungen zur Artdiagnose nötig wären, nur bis zur Gattung oder Familie führen. Für Anfänger und erfahrene Benutzer bietet die erweiterte Auflage des Insektenbandes auf jeden Fall ein wichtiges Instrument, die Funde einer Exkursion, einer wissenschaftlichen Untersuchung oder eines schönen Spaziergangs kompetent und zügig zu bestimmen. Renate Radek, Berlin

Wissing, F.-N., Herrig, E.: Arbeitstechniken der Mikropaläontologie – Eine Einführung. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1999, 191 Seiten, kartoniert, DM 62,-, ISBN 3-432-29641-X.

Neu konzipierte Anleitungen zu Präparationsverfahren wird es in einem nicht näher definierbaren Rhythmus immer wieder für die verschiedenen Fachrichtungen der experimentell ausgerichteten naturwissenschaftlichen Disziplinen geben, so auch für die Mikropaläontologie. Das hier vorliegende, neue Werk hat sich zum Ziel gesetzt, nicht sämtliche zuvor erarbeiteten und angewandten Techniken enzyklopädisch darzulegen, sondern speziell solche Verfahrensweisen näher zu erläutern, zu modifizieren und zu optimieren, die sich im Laufe der

Zeit als die praktikabelsten und erfolgreichsten Methoden erwiesen haben. Für die nachwachsende Mikropaläontologen-Generation dürfte dieses Buch eine in seiner Bedeutung kaum zu überschätzende Basis ihrer zukünftigen analytischen Aktivitäten sein.

Redaktion MIKROKOSMOS

Zillmann, U. und Mutschmann, F. (Hrsg.): Die wichtigsten Parasiten bei kleinen und größeren Heim- und Laboratoriumstieren. Kompendium. Terra-Verlag, Konstanz 1999, 59 Seiten, 22 Bildtafeln, 11 Tabellenseiten, kartoniert. DM 29,80, ISBN 3-920-942-140.

Drei erfahrene Tierärzte (die beiden Herausgeber und Frau C. Zwerger) stellten dieses kurze Kompendium zusammen. Aus eigener praktischer Erfahrung wählten sie die wichtigsten, medizinisch bedeutsamen Parasiten von Hund, Katze, Schwein, Huhn, Maus, Ratte, Hamster, Kaninchen, Meerschweinchen und einige „Beispielparasiten“ von Amphibien und Reptilien. Auf 22 Bildtafeln mit 200 Einzelzeichnungen (Abschnitt A) werden die Parasitenstadien, nach Wirtstieren geordnet, zeichnerisch dargestellt. Von Vorteil ist der beigefügte Verweis zum Kapitel der jeweiligen Nachweismethode (Abschnitt B). Die weitere Beschriftung ist jedoch äußerst spärlich. Außer dem wissenschaftlichen Namen und dem Entwicklungsstadium werden keine Angaben zu den Zeichnungen gemacht. Nur durch mühsames Blättern zu weiteren Kapiteln findet der Benutzer heraus, wie groß der Parasit ist (Abschnitt C) und in welchem Habitat er zu finden ist (Abschnitt D). Desweiteren werden keinerlei Strukturen beschriftet. Der Benutzer muss also einigermaßen

kundig sein, um zu erkennen, was er überhaupt sieht, oder er muss weitere, allgemeine Lehrbücher hinzuziehen. Uneinlichkeit ist die Schreibweise der Artnamen, die nicht in allen Kapiteln kursiv vorgenommen wurde. Den Sammelbegriff „Vermes“ für Nematoden, Cestoden und Trematoden sollte man vermeiden, da dieser veraltete Begriff für „Würmer“ eine systematische Einheit suggeriert, die nicht vorhanden ist. Im sehr nützlichen Abschnitt B wird eine Vielzahl einfach durchzuführender parasitologischer Nachweisverfahren vorgestellt, mit denen man die wichtigsten Parasitentypen der jeweiligen Habitate finden kann. Wertvoll sind weiterhin die Tabellen zu den Wirtsspektren (Abschnitt D). Unter anderem wird hier deutlich, dass der Mensch eher selten von Parasiten seiner Haustiere infiziert werden kann. Trotz der Kritikpunkte ist das Buch in der Praxis sicherlich nützlich, um anhand der Zeichnungen eine schnelle, grobe Einordnung von Parasiten vorzunehmen. Renate Radek, Berlin

Lindl, T.: Zell- und Gewebekultur - Einführung in die Grundlagen sowie ausgewählte Methoden und Anwendungen, 4. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Gustav Fischer, Heidelberg 2000, 281 Seiten, Ringheftung, DM 49,80, ISBN 3-8274-0803-2.

Der „Lindl“ ist ein Methodenbuch, das in der aktuellen Forschungslandschaft, die sich auf Zell- und Gewebekulturen bezieht, nicht mehr wegzudenken ist. Es ist ein typisches „Rezeptbuch“, das neben grundsätzlichen Anleitungen unglaublich viele kleine, aber vielfach doch sehr wesentliche Tipps und Hinweise gibt. Vier Auflagen seit 1987 bis jetzt bedeuten eine regelmäßige Überarbeitung, Verbesserung und Vervollständigung des gebotenen Stoffes. Es

besteht für mich kein Zweifel, dass wir zukünftig in regelmäßigen Abständen weitere, jeweils aktualisierte Neuauflagen dieser aus und für die Praxis konzipierten, bestens bewährten Methodenzusammenstellung erleben werden. Wilhelm Wagner, Essen

Cole, T. C. H.: Wörterbuch der Tiernamen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2000. 970 Seiten, gebunden, DM 148,00, ISBN 3-8274-0589-0. Buch und CD-ROM, DM 248,00, ISBN 3-8274-1006-1.

Nach seinen bereits in der Mitte der 90er Jahre erschienenen Taschenwörterbüchern der Zoologie und Botanik hat Theodor Cole mit seinem umfangreichen „Wörterbuch der Tiernamen“ neue Maßstäbe gesetzt. Circa 16.000 Tiernamen von Wirbeltieren (zwei Drittel) und Wirbellosen (ein Drittel) werden aufgelistet. Im Zuge einer möglichst breiten Erfassung sind die meisten Tierstämme vertreten. Tiere der ganzen Welt werden berücksichtigt, doch liegt der Schwerpunkt auf der europäischen Fauna. Insbesondere häufige, bekannte, ökologisch und wirtschaftlich bedeutsame und gefährdete Arten wurden aufgenommen, zum Beispiel aus den Bereichen Ökologie, Biodiversität, Meeresbiologie, Aquaristik, Zoologische Gärten und Parks, Landwirtschaft, Tierhandel, Lebensmittelsektor und Parasitenkunde.

Im ersten Teil des Buches werden die alphabetisch zusammengestellten lateinischen Fachbegriffe mit deutschen und englischen Übersetzungen kombiniert, während der zweite Teil die deutschen Namen ins Lateinische und Englische überträgt. Die CD-ROM bietet als Erweiterung Recherchemöglichkeiten aus dem Englischen. Weitere Zusatzfunktionen der CD erlauben beispielsweise auch eine individuelle Zusammenstellung der Namen einer

Tiergruppe oder eine Suche nach dem Art-Epitheton, was bei Zuordnungsschwierigkeiten aufgrund eines geänderten Gattungsnamens sinnvoll sein kann. Das „Wörterbuch der Tiernamen“ ist ein wichtiges Referenz- und Nachschlagewerk, nicht nur für Wissenschaftler. Allerdings könnte der stattliche Preis ein Grund für eine gewisse Zurückhaltung beim Kauf sein.

Renate Radek, Berlin

Jacomet, S., Kreuz, A.: Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1999, 368 Seiten, 178 Schwarzweiß- und 39 Farbbildungen, gebunden, DM 118,00, ISBN 3-8001-8158-2.

Von der Pollenanalyse über die Auswertung von Jahrringen in subfossilen Hölzern bis zur Laboruntersuchung pflanzlicher Reste nutzt die Archäobotanik zahlreiche mikroskopische Arbeitsverfahren, um zu Daten und Aussagen zu kommen. Anhand der verschiedensten pflanzlichen Überbleibsel in längst untergegangenen Siedlungshorizonten oder natürlichen Vegetationsarchiven wie den Mooren sucht diese Wissenschaft nach Spuren etwa zur Anbau- und Verwendungsgeschichte bestimmter Kulturpflanzen oder nach Hinweisen auf klimatische Zyklen in der Vergangenheit. Sie ist damit gleichermaßen Hilfsdisziplin der Archäologie wie auch der Quartärgeologie. Das vorliegende Buch bietet eine vorzügliche Einführung in diese interessanten Fragestellungen. Es berichtet von den Anfängen der Archäobotanik und Paläoökologie, von den Erhaltungsformen des pflanzlichen Untersuchungsgutes sowie von Feld- und Labormethoden, mit denen man die oft recht bröseligen Überbleibsel gleichsam zum Reden bringt. Schließlich entwirft das Buch einen kurzen Abriss der

(nacheiszeitlichen) Vegetationsgeschichte Mitteleuropas und der Kulturpflanzengeneese in der Alten Welt. Eine verständlich und faktenreich geschriebene Übersichtsdarstellung zur Einführung in ein besonders spannendes Gebiet angewandter Forschung.

Thomas Wassmann, Bonn

Dohle, W., Bornkamm, R., Weigmann, G. (Hrsg.): Das untere Odertal – Auswirkungen der periodischen Überschwemmungen auf Biozöosen und Arten. Limnologie aktuell, Band 9. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1999, 442 Seiten, 140 Abb., 80 Tab., 8 Farbtafeln, kartoniert, DM 88,-, ISBN 3-510-5300-1.

Am Band 9 der Schweitzerbart'schen

Limnologie aktuell

Das Untere Odertal

Auswirkungen der periodischen Überschwemmungen auf Biozöosen und Arten

Band 9



Herausgegeben von W. Dohle, R. Bornkamm und G. Weigmann

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller) Stuttgart 1999

Spätestens seit der seinerzeit in allen Medien übermittelten Berichte über die drohende Überschwemmungskatastrophe im Jahr 1997 sollte die Oder, einer der größten Ströme Mitteleuropas, flächendeckend in das Bewusstsein der Bevölkerung unseres Landes eingedrungen sein. Das Wissen darum aber, dass das vom damaligen Katastrophengebiet weitestgehend verschonte „Untere Odertal“ ein außergewöhnliches Biotop darstellt, welches naturgemäß im Jahresablauf von periodisch wiederkehrenden Überschwemmungen geprägt ist, dürfte allerdings weit weniger verbreitet sein.

Die Auswirkungen dieses regelmäßig eintretenden Naturphänomens auf die Biozöosen und Organismen der entsprechenden Region sind Inhalt dieses Buches. In einer beispielhaften Kooperation zwischen deutschen und polnischen Wissenschaftlern wurden die verschiedensten biologischen Aspekte dieses Sonderbiotops über mehrere Jahresgänge registriert und analysiert. Das Ergebnis ist eine beeindruckende biologische Bestandsaufnahme und Interpretation dieser Region.

Wenngleich – gemessen an der von mir vermuteten Relevanz – die Organismenwelt der mikroskopischen Dimension eine eher etwas unterrepräsentierte Berücksichtigung bei den Erhebungen gefunden hat, ist sie doch hier und da vertreten.

Das Besondere dieses Buches ist es, und dieses kann nicht deutlich genug hervorgehoben werden, dass es dem Herausgebersteam gelungen ist, in 26 Artikeln den derzeitigen Stand des Wissens in *einem* Werk zusammenzufassen. Anderfalls wären nämlich die erarbeiteten Ergebnisse möglicherweise weltweit in verschiedensten Fachzeitschriften mitgeteilt worden, ohne dass für einen Außenstehenden der unmittelbare Zusammenhang klar geworden wäre. Für diejenigen, welche Extremlandschaften und -biotope reizen, ist dieses Buch ein Muss. Aber auch zunächst vielleicht nur peripher interessierte Naturfreunde werden mit zunehmendem Gewinn in diesem Buch lesen.

Klaus Hausmann, Berlin

Erhardt, W., Götz, E., Bödeker, N., Seybold, S.: ZANDER Handwörterbuch der Pflanzennamen, 16. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 2000, 990 Seiten, gebunden, DM 78,-, ISBN 3-8001-5080-8.

Wenn es um die korrekte Benennung höherer Pflanzen (Phanerogamen: Farne, Nacktsamer, Bedecktsamer) geht, erweist sich

der „Zander“ jeweils als zuverlässiges und inhaltreiches Nachschlagewerk. Seit seinem ersten Erscheinen (1927) haben gleichsam Generationen von Botanikern, Gärtnern, Forstfachleuten und Hobby-Naturkundlern mit diesem Standardwerk erfolgreich gearbeitet. Die jetzt vorliegende, von einem überwiegend neuen Team besorgte Auflage wird dem besonderen Profil der früheren Ausgaben ebenfalls in vollem Umfang gerecht. Sie wird sich zu dem neue Interessentenkreise erschließen, da sie nun mehr dreisprachig (deutsch, englisch, französisch) angelegt ist und damit noch mehr lexikalische Nutzungsmöglichkeiten anbieten kann. Der Aufbau des Werkes ist im Wesentlichen gleich geblieben. Nach einem ausführlichen dreisprachigen Vorwort mit den Autorenporträts und einer Einführung in die botanische Nomenklatur folgen eine systematische Übersicht der Farn- und Blütenpflanzen, ferner ein Verzeichnis der Familien und ihrer Gattungen und eine Orientierung zu den Herkunftsgebieten dieser Pflanzen. Hauptbaustein ist die alphabetische Übersicht der wissenschaftlichen Gattungs- (3640) und Artnamen (etwa 20 000 mit zusätzlich circa 10 000 Synonymen) auf insgesamt 640 Seiten. Hier bieten die Eintragungen wie bisher Angaben zur Lebensform, zur gärtnerischen Verwendung, Blütezeit und Herkunft. Daran schließt sich je ein Verzeichnis deutscher, englischer und französischer Trivialnamen an, das über diesen Einstieg den Zugang zu den nomenklatorisch richtigen Namen leistet. Für die heimische Pflanzenwelt, die nahezu vollständig berücksichtigt ist, verwendet das Werk die Namen der neuen Standardliste (1998) und unterstützt somit das Bemühen um eine einheitliche Benennung. Ein nützliches und für den praktischen Umgang mit der in Mitteleuropa erlebbaren Pflanzenwelt unentbehrliches Referenzwerk.

Bruno P. Kremer, Köln

Aus den Arbeitsgemeinschaften



Mikroskopische Gesellschaft Wien

Treffen der Mikroskopischen Arbeitsgemeinschaft Mainfranken

Programm

April bis September 2001

- 3.4.: Friedrich Wertl: Botanik (Präparationsabend)
 10.4.: Osterferien. Die Räume der Gesellschaft bleiben geschlossen
 17.4.: Osterferien
 24.4.: Peter Recher: Aquaristische Impressionen (mit Film und Dias)
 1.5.: Staatsfeiertag. Die Räume der Gesellschaft bleiben geschlossen
 8.5.: Friedrich Posch: Mikroskopische Untersuchungen an geologischen Objekten (mit Dias)
 15.5.: Herbert Palme und Peter Pavlicek: Ries-Meteoritenkrater; Impaktgestein-Dünnschliffe; Einführung und Schleifen (Präparationsabend)
 22.5.: Herbert Palme und Peter Pavlicek: Präparationsabend (Fortsetzung vom 15.5.)
 29.5.: Sonderschuldirektor a.D. Karl-Heinz Orlishausen: Schönheit der Diatomeen und Radiolarien (Dias von rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen)
 5.6.: Pfingstferien. Die Räume der Gesellschaft bleiben geschlossen
 12.6.: OStR. Prof. Peter Schulz: Histologie (Präparationsabend)
 19.6.: Herbert Fidi: Botanik (Präparationsabend)
 26.6.: Urlaubsvorbereitungen, Berichte, Vorweisungsabend
 Juli–August: Die Räume der Gesellschaft bleiben geschlossen
 4.9.: Mikroprojektion – Besprechung von Präparaten, Kurzvorträge, Vorweisungen, Berichte
 11.9.: Ing. Konrad Liebeswar: Botanik (Präparationsabend)
 18.9.: Mag. Walter Ruppert: Pyjamaschnecken (Unterwasserdias)
 25.9.: Mag. Walter Ruppert: Histologie (Präparationsabend)

Alle Vorträge und Kurse finden in den Räumen der Gesellschaft in Wien, Marinelligasse 10a an Dienstagen statt und beginnen um 19.15 Uhr. Gäste sind willkommen. Kontaktadresse: OStR. Prof. Erich Steiner, A-1120 Wien, Aßmayergasse 11/6; Tel./Fax: 01/8 13 84 46.

Die Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Mainfranken lädt hiermit ein zum Treffen im BIO-Zentrum der Universität Würzburg in Gerbrunn (Am Hubland). Es werden in gewohnter Gepflogenheit theoretische und praktische Vorträge aus verschiedenen Bereichen der Mikroskopie gehalten. Interessante Diavorträge runden das abwechslungsreiche Programm ab.

Die Beobachtung der Anfertigung eines Hologramms und die Betrachtung von interessanten Objekten im Rasterelektronenmikroskop sind weitere Höhepunkte.

Termin: Samstag, der 31. März 2001, Beginn pünktlich um 10 Uhr – Treffpunkt am letzten Parkplatz an der Rückseite des Gebäudekomplexes vom BIO-Zentrum. Anfragen bitte an: K. H. Orlishausen, Sonderschulrektor a.D., Friedhofstr. 5, 96215 Lichtenfels, Tel. 0 95 71/34 77.

Freundeskreis Botanischer Garten Köln Arbeitskreis Mikroskopie

Programm März bis August 2001

- 19.3.: Franz Malcharek: Calciumcarbonat in der Natur
 23.4.: Hartmut Eckau: Asbest
 21.5.: Klaus Laumeier: Schachtelhalme
 18.6.: Detlef Hellfeier, Eckart Hillenkamp, Hans-Jürgen Voß: Infusorien-Silberliniensystem
 16.7.: Hartmut Eckau: Stängel und Zweige Querschnitt
 27.8.: Hanna Werner-Bruns: Keimzahlbestimmung in Wasser und Luft

Beginn der Arbeitsabende: 19.15 Uhr
 Treffpunkt: Betriebsgebäude des Botanischen Gartens Köln, Raum 2.1, Amsterdamer Straße 34 (Zugang über den Wirtschaftshof), 50735 Köln (Riehl)
 Gäste sind herzlich willkommen!
 Kontaktadresse: Dr. Hartmut Eckau, Homburger Straße 10, 50969 Köln, Tel.: 02 21/3 60 15 45

Mikro-Markt

Mikro-Markt Online

Zum Kombipreis (Print + Online)
Anzeigenpreis plus 30% Online-Aufschlag
Nähere Infos unter [www.urbanfischer.de/
journals/mikrokosmos/markt.htm](http://www.urbanfischer.de/journals/mikrokosmos/markt.htm)
oder Tel.: 03641/62 64 45

Anzeigenschluß für die nächste Ausgabe (3/2001): 24.3.2001

Preise für Mikro-Markt-Anzeigen (je mm bei 68 mm Spaltenbreite):

Privat DM 3,50 Vorzugspreis für Abonnenten der Zeitschrift
Geschäftlich DM 5,- (nur Privatanzeigen) DM 2,-
Chiffregebühr DM 10,- Preise zzgl. gesetzlicher MwSt.

Senden Sie Ihren Anzeigenauftrag an:

URBAN & FISCHER Verlag, Anzeigenleitung, Postfach 10 05 37, D-07705 Jena

Verkaufe: Labormikroskop **Leitz Laborlux K**, professionell gewartet, EF-Optik, Kreuztisch. Koehlersche Beleuchtung, binokular, VB 2.200,- DM; Telefon & Fax: (0 61 31) 22 04 65

Verkaufe **Neophot 32**, Carl Zeiss Jena, Bj. 1989 - nur 150 Betriebsstunden gelaufen. Tel. 03 61/4 21 45 67

Verkaufe:

- **Photomakroskop Leica M400**
 - **Mikroskop Wild M11**
 - **Nikon Macro-Nikkor 19/2,8 + 35/4,5**
- alles neuwertig; Tel & Fax: 0041-1-7 64 24 32

Labormikroskope, Großfeld-Stereomikroskope, mikroskopische Optik und Zubehör für die Mikroskopie liefern wir zu günstigen Preisen.
R. Göke - Mikroskopie
Am Widey 7, 58095 Hagen,
Telefon + Fax 0 23 31/3 17 54

Mikroskopische Präparate aus Zoologie und Botanik **in bester Qualität direkt vom Hersteller**. Wir liefern auch **Semi-Dünnschnitte** (1µm). Bitte Liste anfordern. (Bitte Rückporto von DM 2,20 in Briefmarken). Labor für mikroskop. Technik u. mikroskop. Fotografie. Ingrid Neureuther, Brentanostr. 7a, 85055 Ingolstadt
Tel.: 08 41/5 43 98, Fax: 08 41/5 68 53

Interferenzkontrast: A) Olympus-Mikroskop BH2 günstig zu verkaufen. Objektive SPlan 10/0,30; 20/0,46; 40/0,70. Kondensor: Nomarski-DIK / Phako / Hellfeld. Ohne Bino, senkrechter Fototubus + Einstellokular. Preis VB 2.900,- DM
B) Zeiss West Kondensor DIK / Phako / Hellfeld IV Z/7 465273 (long dist.)achr.-apl. nA0,63; Ph 2+2 mit 2 DIK-Prismenschiebern. 500,- DM
Tel. 0 81 31/73 64 04

Zeiss Stereomikr. sv6, 8-50x stufenlos, dazu Schott Kaltlicht KL 1500electr. m. Spaltringleuchte, kaum gebraucht. Tel. 023 31/88 05 59

LOMO - Die vernünftige Alternative



Großes Zubehör Angebot:

- | | |
|--|----------|
| - Neuer LED-Beleuchter 501 | DM 120,- |
| - Köhler-Beleuchtung | DM 330,- |
| - Zeichentubus | DM 750,- |
| - Mono-Fototubus | DM 350,- |
| - Trinokular | DM 690,- |
| - Binokular | DM 450,- |
| - Monokulartubus | DM 95,- |
| - Kondensoren: Abbe, Kardoid usw. | DM 350,- |
| - Diskussionstubus | DM 290,- |
| - Okularschrauben-Mikrometer | DM 330,- |
| - Phasenkontrasteinrichtung | DM 650,- |
| - größtes LOMO Objektivangebot Deutschlands! | |



BW-OPTIK
DIREKTVERBAND LANGNER-VOSS
48683 ANHAUS - BUSSARDWEG 19-B

Katalog: Inland DM 10,-
Ausland DM 20,-
Internet: www.bw-optik.de
Tel: 02561/444562 Fax: 02561444561



**Mikroskope
Stereomikroskope
Mikrotome
Kaltlichtbeleuchtung
Refraktometer**

- neueste Technologien
- hochwertige Optik
- präzise Metallverarbeitung
- sorgfältige Montage
- relativ niedrige Preise



STEREOMIKROSKOP E-REIHE



MIKROSKOP F-REIHE

Fordern Sie unseren Prospekt an

euromex microscopen b.v.
Papenkamp 20, 6836 BD Arnheim, Niederlande
Tel.: +31.26.323.4473, Fax +31.26.323.2833
email: euromex@tref.nl, web: <http://www.euromex.nl>



**Spenden mit
Kreditkarte:**

mit VISA- oder EUROCARD

Postfach 10 11 42
70010 Stuttgart
Konto
500 500-500
Postbank Köln
BLZ 370 100 50

**Brot
für die Welt**

Impressum

Herausgeber: Prof. Dr. Klaus Hausmann, Institut für Biologie/Zoologie, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 1–3, 14195 Berlin, Telefon: 030/83 85 64 75, Telefax: 030/83 85 64 77, e-mail: hausmann@zedat.fu-berlin.de; Redaktionsassistentin: Dr. Renate Radek, Telefon: 030/83 85 63 73, e-mail: rradek@zedat.fu-berlin.de

Verlag: Urban & Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Niederlassung Jena, Löbdergraben 14a, D - 07743 Jena.

Telefon: 03641/626-3, Fax: 03641/62 65 00; e-mail: journals@urbanfischer.de

Anzeigenannahme und -verwaltung: Urban & Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Niederlassung Jena, Anzeigenleitung: Sabine Schröter, Löbdergraben 14a, D - 07743 Jena, Telefon: 03641/62 64 45, Fax: 03641/62 64 21.

Anzeigenleitung: Media-Service Tischler GmbH, Postfach 30 17 70, D - 10747 Berlin, Telefon: 030/801 10 18, Fax: 030/801 66 61.

Zur Zeit gilt die Anzeigen-Preisliste vom 1. 1. 2000.

Abo-Service und Vertrieb: Urban & Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Niederlassung Jena, Zeitschriftenvertrieb: Barbara Dressler, Löbdergraben 14a, D - 07743 Jena, Telefon: 03641/62 64 44, Fax: 03641/62 64 43.

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

Erscheinungsweise (2001): 1 Jahrgang mit 6 Heften.

Abo-Preise (2001): 118,- DM*; Einzelheftpreis: 24,- DM*; Vorzugspreis für Schüler, Azubis und Studenten: 79,- DM* *Unverbindlich empfohlene Preise. Alle Preise zzgl. Versandkosten. Preisänderungen vorbehalten.

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

Bankverbindung: Deutsche Bank Jena, Konto-Nr. 390 76 56, BLZ 820 700 00 und Postbank Leipzig, Konto-Nr. 149 249 903, BLZ 860 100 90.

Copyright: Die Zeitschrift sowie alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, insbesondere die Einspielung, Verbreitung oder Wiedergabe in elektronischer Form (online/offline), bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlags.

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

Druck: Gulde-Druck GmbH, Hechinger Str. 264, D - 72072 Tübingen.

Diese Zeitschrift wird ab Band 85, Heft 1 (1996) auf elementar chlorfreiem,

pH-Wert neutralem, alterungsbeständigem Papier gedruckt.

Printed in Germany

© 2001 Urban & Fischer Verlag

Mitglied der
Deutschen Fachpresse



Mehr Informationen zum MIKROKOSMOS und anderen Zeitschriften finden Sie im Internet: <http://www.urbanfischer.de/journals>

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 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. Am Ende des Manuskriptes steht die vollständige Autorenadresse. Soweit möglich sollten die Manuskripte zusätzlich zur Hardcopy als 3,5"-Diskette (nur DOS-Formate) mit der oben angegebenen Formatierung eingereicht werden.
3. Tabellen und Bildlegenden (beide jeweils fortlaufend nummerieren) bitte nicht in den Haupttext einbauen, sondern als Anhang auf eigene Manuskriptseiten schreiben.
4. Bildvorlagen sind Farbdias (für die sw-Reproduktion) jeglicher Größe, kontrastreiche sw-Fotos und druckfertige Strichzeichnungen, Graphiken (vorzugsweise in tiefschwarzer Zeichentusche angelegt oder als Laserprint). Elektronische Abbildungen nur als tiff-Dateien einreichen. Bitte alle Materialien namentlich kennzeichnen. Auf den Originalabbildungen nur professionelle Beschriftungen vornehmen (Endgröße nach Vergrößerung/Verkleinerung der Bildvorlage circa 3 mm); handschriftlich bitte nur auf Kopien oder durchscheinenden Deckblättern kennzeichnen. 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 Sonderdrucken des Beitrages wieder zurückgesandt.
6. Literaturzitate bitte in alphabetischer Reihenfolge nach folgendem Schema anordnen:
Zitate von Zeitschriftenbeiträgen:
Kreutz, M., Mayer, Ph.: *Calyptotricha pleuronemoides* – Ein Ciliat in einer Röhre. Mikrokosmos 88, 27–30 (1999).
Buchzitate:
Fioroni, P.: Evertbratenlarven des marinen Planktons. Verlag Natur und Wissenschaft, Solingen 1998.
Zitate von Buchbeiträgen:
Hausmann, K., Hülsmann, N.: Einzellige Eukaryota, Einzeller. In: Westheide, W., Rieger, R. (Hrsg.): Einzeller und Wirbellose Tiere, S. 1–72. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996.
7. Jeder Autor erhält von seinem Beitrag vor dem Druck einen Andruck zum Gegenlesen. Korrekturen müssen sich auf Satzfehler beschränken. Umfangreiche Textnachträge oder Umstellungen sind aus Kostengründen nicht möglich. Bei stärkerer redaktioneller Bearbeitung eines Manuskriptes erhält der Autor zuvor eine Kopie des druckfertigen Manuskriptes zur Freigabe.
8. Jeder Autor erhält von seiner im MIKROKOSMOS veröffentlichten Arbeit kostenlos 25 Sonderdrucke.
9. Der Verlag honoriert jede Druckseite mit DM 50,- und Farbmikrofotos, die auf der Titelseite erscheinen, mit DM 100,-.
10. Manuskripte bitte einsenden an
Prof. Dr. Klaus Hausmann
Redaktion MIKROKOSMOS
Institut für Biologie/Zoologie
der Freien Universität Berlin
Königin-Luise-Straße 1–3
14195 Berlin

Mikrokosmos
510543
Bibliothek des OÖ.
Landesmuseums

1 (6)

Museumstraße 14
4020 Linz

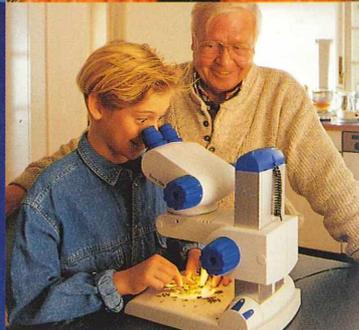
Abenteuer Mikroskopie

300229

Wer wohnt in Baumrinden?
Was ist in Pfützen? Lebt Erde...?
Spaziergänge werden zum
Abenteuer. Es lauert überall.



Um Abenteuer zu bestehen,
braucht man die bestmögliche
Ausrüstung:
Brillante Zoomoptik, Auflicht,
Durchlicht, Mischlicht – schnell
und einfach per Tastendruck.
Das Stereomikroskop
Stemi DV4 eröffnet eine
faszinierende Welt.
Tragbar. Auch im Preis.



Stemi DV4

Carl Zeiss
Mikroskopie
D-07740 Jena · Tel. (0 36 41) 64-16 16 · Fax (0 36 41) 64-31 44
mikro@zeiss.de · www.zeiss.de/mikro



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [90_2](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Mikrokosmos 90_2 1](#)