

II 90372/92,5

www.urbanfischer.de/journals/mikrokosmos

F 20582

MIKROKOSMOS



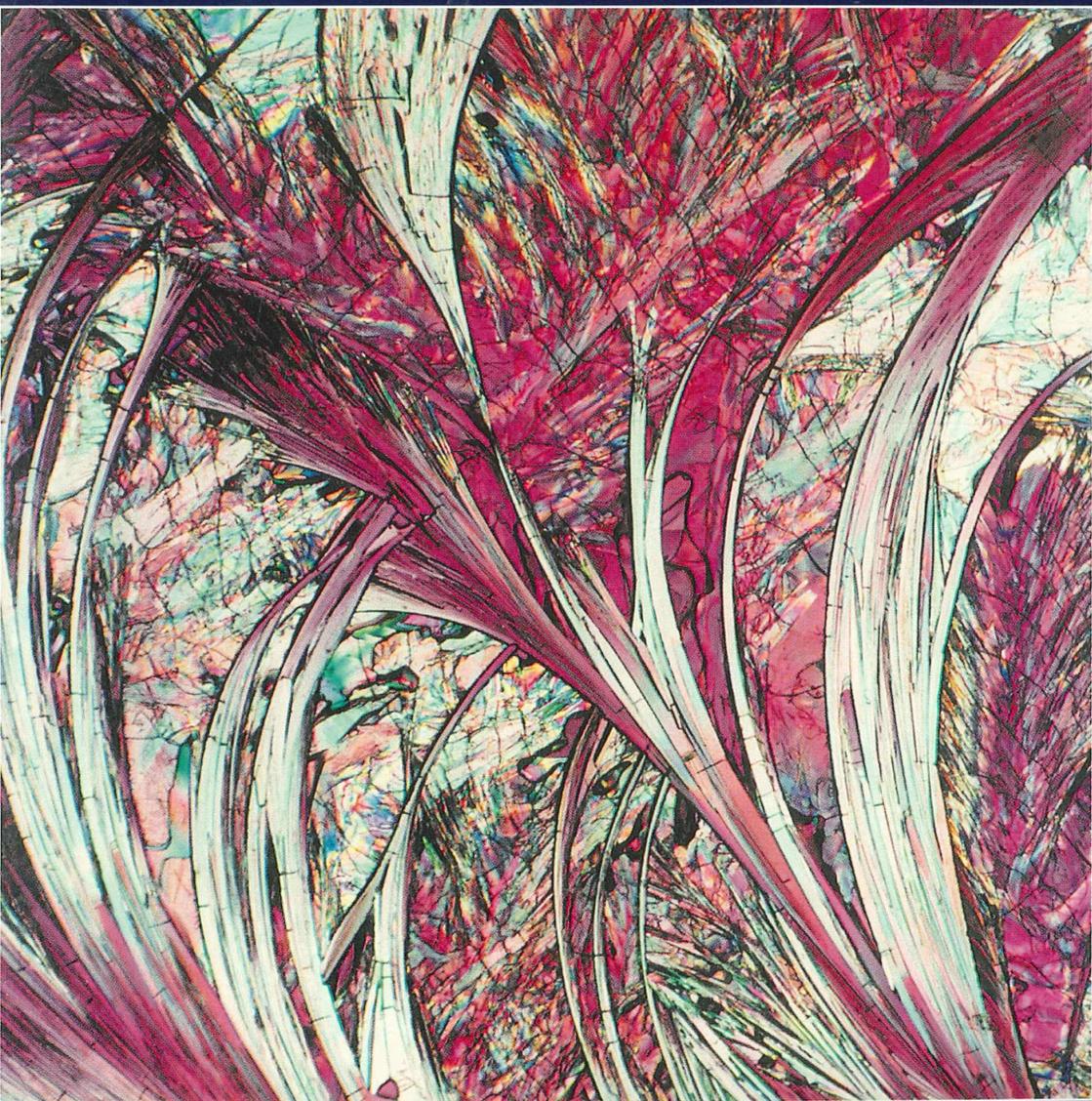
URBAN & FISCHER

September 2003

92. Jahrgang

Heft 5

ISSN 0026-3680



MIKROKOSMOS

Zeitschrift für Mikroskopie

Herausgegeben von Klaus Hausmann (Berlin) v.i.S.d.P.
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, Tübinger Mikroskopische Gesellschaft e.V.

Inhalt

Artikel

- 257** Mikroskopische Untersuchung an Wasserlinsen (Biologie in der Kollegstufe)
Michael Guggemos
- 261** Ohne Organisation kein Wissen
Norbert Gregor Günkel
- 269** Silicoflagellaten – Leitfossilien des Diatomisten
Gerhard Göke
- 277** Ein Berliner Mikroskop
Rudolf Dreus
- 283** Die Parasiten der Igel – Teil 1: Endoparasiten
Dora Lambert
- 289** Aus dem Tümpel ins Dokument - Von der Beobachtung zur Publikation – Teil 1: Untersuchungstechniken und Identifizierung von Protozoen
Martin Kreutz
- 297** *Artemia salina* - Ein Alleskönner für die Schulbiologie
Klaus Schöpfer
- 305** Verarbeitung von Fokusebenenstapeln in der Mikroskopie
Norbert Lange
- 312** Mikro-Einsteiger: Schöne Mikrokristallisationen zum Nachahmen
Jean Rüeegger-Deschenaux

Rubriken

- 282**
Nachricht
- 288, 304**
Kurze Mitteilungen
- 311, 314**
Aus der Industrie
- 315**
Buchbesprechungen
- 318**
Aus den
Arbeitsgemeinschaften
- 319**
Mikro-Markt
- 320**
Impressum

Im elektronischen MIKROKOSMOS-ARCHIV (<http://urbanfischer.de/journals/mikrokosmos/archiv.htm>) wird mit dem Erscheinen dieses Heftes ein Artikel aus dem Jahrgang 50 (1961) über Asselspinnen.

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>

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

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

Umschlagabbildung: Naphtol-Mikrokristalle im polarisierten Licht. Siehe Mikroinsteiger J. Rüeegger-Deschenaux, S. 312–313.

Mikroskopische Untersuchung an Wasserlinsen (Biologie in der Kollegstufe)

Michael Guggemos

Die Bestimmung der Wasserlinsen, insbesondere der Gattung *Lemna* bereitet wegen der Kleinheit der Pflanzen und ihres extrem einfachen Baues immer wieder Schwierigkeiten. Der Mangel an gut ausgeprägten Merkmalen erschwert eine Abgrenzung der einzelnen Arten. Die hingegen gut verwendbaren Blüten- und Samenmerkmale sind bei vielen Lemnaceen in unseren Breiten relativ selten ausgebildet.

Eine Verbesserung der Eingrenzung der Arten wäre dann möglich, wenn es gelänge, gute artspezifische Merkmale zu finden. Aber gerade diese Tatsache bietet viele Möglichkeiten im Unterricht an Lebendmaterial Variabilität und Konstanz bestimmter Merkmale zu zeigen. Für die Bearbeitung eignen sich Merkmale an *Lemna gibba* (Abb. 1) und *Lemna minor*.

Für *L. gibba* wird in der Literatur das Kriterium der Buckeligkeit angegeben (Schmeil und Fitchen, 2000): *Glieder unterseitig stark bauchig aufgetrieben*. *Lemna gibba* ist allerdings selten, kommt aber in stehenden, wärmeren Gewässern vor. Mason (1957) weist darauf hin, dass neben der buckeligen Form auch eine flachere Form vorkommen kann und so eine *Lemna minor*, also die kleine Wasserlinse, vortäuschen kann. Diese flache Form kann eine verschiedene Rasse, aber auch eine Standort bedingte Modifikation sein.

Im Schulunterricht können recht einfach Versuche zur Merkmalskonstanz beziehungsweise -variabilität durchgeführt werden. Die Kleinheit der Pflanzen bietet gute Voraussetzungen für Experimente in Erlenmeyerkolben.

Schulversuch

Für die Zucht wird folgende Nährlösung benötigt:

KNO_3	2,0 g
$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	1,5 g
KH_2PO_4	1,0 g
$\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$	1,5 mg
H_3BO_4	2,5 mg
$\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	6,0 g

Die angegebenen Komponenten werden in 5 Liter demineralisiertem Wasser gelöst.

Diese Nährlösung wird zunächst in 300 ml Erlenmeyerkolben verteilt, mit Wattepfropfen verschlossen und sterilisiert. Nach dem Erkalten werden die Kolben mit je einer möglichst jungen Pflanze beimpft. Die wieder verschlossenen Kulturen kommen in ein Wasserbad (Wanne), das mit einem Aquariumheizer und einem Regler auf 25 °C konstant gehalten wird. Beleuchtet wird mit einem Lichtkasten bei 1200 Lux. Die Beleuchtungsdauer sollte mindestens 12 Stunden betragen. Nach acht Tagen kann bereits eine Zwischenauswertung erfolgen. Dies geschieht folgendermaßen:

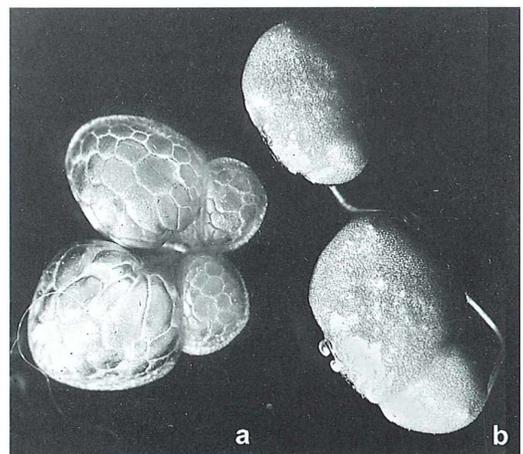


Abb. 1: *Lemna gibba*. a = Unterseite, b = Oberseite. Die großen Luftkammern (Aerenchym) an der Unterseite verursachen das buckelige Aussehen. Vergr.: 10fach.

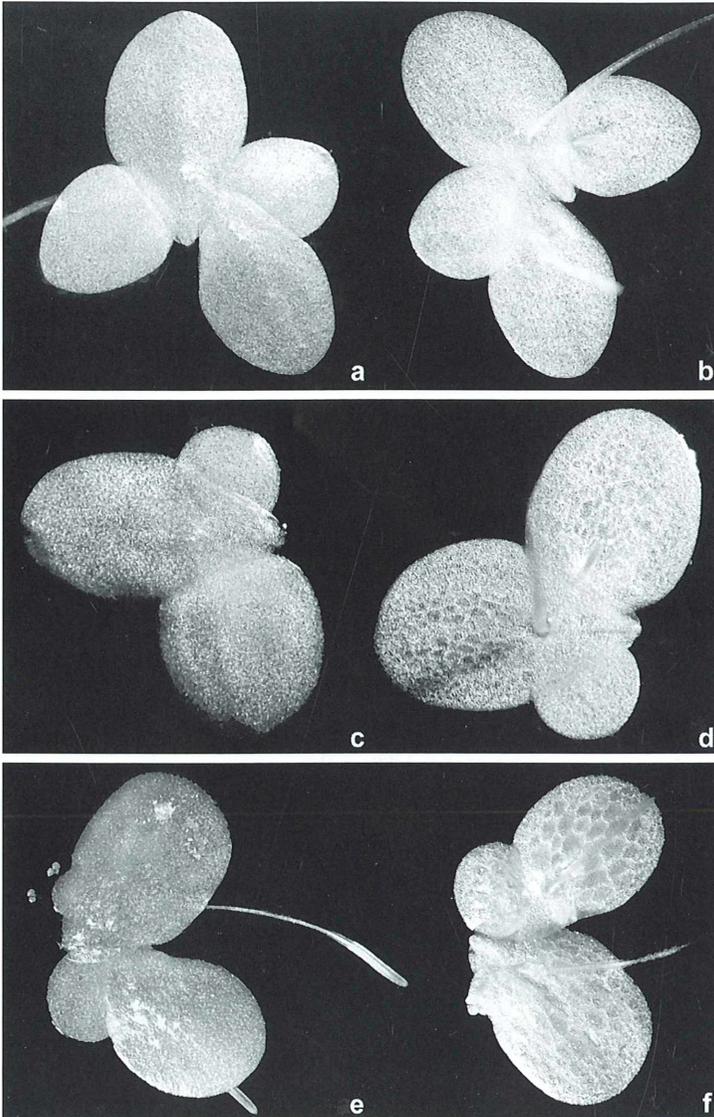


Abb. 2a-e: Veränderungstypen von *Lemna*-Pflanzen nach achtägiger Kultur in einer Nährlösung; jeweils links Ober- und rechts Unterseite. – Abb. a und b: Typ A – Rückgebildete Luftkammern und abgeflachte Sprossen. Vergr.: 5 fach. – Abb. 2c und d: Typ B – Kleine, in der Sprossmitte deutlich ausgebildete und am Sprossrand manchmal fehlende Luftkammern. Vergr.: 5 fach. – Abb. 2e und f: Typ C – Luftkammern überall deutlich ausgebildet, in der Mitte oft großlumig. Vergr.: 5 fach.

Zehn Sprossen werden in eine frische Nährlösung überimpft, der Rest für eine Beobachtung unter der Lupe (besser Stereoskop) verwendet. Dabei wird die Unterseite der Sprosse beobachtet, auf der die Luftkammern des Aerenchym zu sehen sind. Diese sollen als Merkmale dienen.

Ergebnisse

Einige Pflanzen zeigen gegenüber dem gesammelten Material eine abnorme Veränderung des

Luftgewebes. Manche Interzellularen sind nicht mit Luft, sondern mit einer Flüssigkeit angefüllt. Besonders *Lemna gibba* variiert auf der Unterseite sehr stark. Insgesamt lassen sich drei Veränderungstypen erkennen:

Typ A: Luftkammern nicht mehr vorhanden beziehungsweise recht undeutlich. Die Sprossen sind insgesamt etwas abgeflacht (Abb. 2a und b)
 Typ B: Die Luftkammern sind relativ klein und nur in der Sprossmitte deutlich ausgebildet. Am Sprossrand fehlen manchmal die Luftkammern (Abb. 2c und d).

Typ C: Die Luftkammern sind von der Mitte bis zum Sprossrand deutlich ausgebildet und erreichen in der Mitte oft einen großen Durchmesser (Abb. 2e und f).

Typ A kommt nur bei *L. minor* vor und Typ C nur bei *L. gibba*. Der besonders häufige Typ B kommt hingegen bei beiden Arten vor. Die Form der Luftkammern kann demnach nur dann als artsicheres Merkmal verwendet werden, wenn beim untersuchten Material Typ C auftritt. So verlieren also die Luftkammern als Artmerkmal dadurch den Wert, dass sie je nach Umweltbedingungen sehr unterschiedlich ausgebildet sein können. In Abbildung 2a–d lässt recht gut erkennen, wie unterschiedliche Umweltbedingungen Merkmale verändern können. Für eventuelle Facharbeiten lassen sich die an-

geführten Versuche noch auf andere Merkmale anwenden, so zum Beispiel Wurzelformen, Sprossdicke. Es erscheint aussichtsreich, weitere physiologische Merkmale zu untersuchen und diese auf ihre Konstanz bei veränderten Umweltbedingungen zu prüfen.

Literaturhinweise

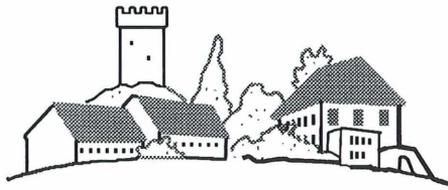
Heß, H. E., Landolt, E., Hirzel, R.: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete, Band 1. Birkhäuser Verlag, Basel 1967.

Schmeil, O., Fitschen, J.: Flora von Deutschland. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim 2000.

Verfasser: Michael Guggemos, Gymnasium der Salesianer, D-87740 Buxheim/Iller

Nachricht

11. Treffen der Mikroskopiker auf dem Wohldenberg



Beim 11. Treffen der Freunde der Mikroskopie war der Raum auf dem Wohldenberg für alle Anmeldungen wieder einmal zu klein; eine Reihe von Interessenten musste leider abgewiesen werden. Das ist schade, aber man muss auch bedenken, dass die Vorbereitungen eines solchen Treffens mit der Anzahl der Teilnehmer schwieriger wird. Um so erfreulicher ist es, dass Karl Brüggemann wieder die Kraft aufbraachte, dieses Treffen durchzuführen, das seine Freunde auch im benachbarten Ausland hat. Die Niederlande, Österreich und Schweden waren diesmal unter den insgesamt 26 Teilnehmern vertreten (Abb. 1).

Wie schon in den vergangenen Jahren lag der Schwerpunkt in der Verarbeitung von botanischen und histologischen Schnitten, die Herr Brüggemann als Paraffinschnitte mitbrachte, vor Ort über verschiedene Stufen von Rotihistol und Isopropylalkohol entparaffinierte und in

Wasser überführte. Die botanischen Schnitte wurden in der bewährten Etzoldfärbung und in einer von Herrn Brüggemann abgewandelten Variante mit dem grünen Farbstoff Alciangrün gefärbt. Die histologischen Schnitte erhielten in Gomori blau oder in einer



Abb. 1: Teilnehmer des 11. Treffens der Mikroskopiker auf dem Wohldenberg



Abb. 2: Anfertigung von histologischen Schnitten

abgewandelten Azanlösung ihr endgültiges Färberegebnis. Natürlich war auch wieder ein Schnitt durch eine sieben Tage alte Maus dabei.

Auch drei uneingebettete Holzschnitte waren dabei, und es lag an der Geschicklichkeit jedes Einzelnen, diese sperrigen Präparate, die teilweise zum Aufrollen neigen, weiter zu verarbeiten (Abb. 2). Besonders schön kam hier der Übergang vom Holz zur Rinde zur Geltung; oft gibt es hier Zerreißen am meristematischen Gewebe, das als weiches Wachstumsgebe zwischen Holz und Rinde liegt.

Auch die Mineralogie kam nicht zu kurz. Herr Brüggmann hatte aus dem Institut für Geowissenschaften in Hannover zwei circa 150 µm dicke Schläffe mitgebracht – einen Gabbro und einen Granit –, denen nur noch der Feinschliff auf 30 µm fehlte. Mit Hilfe von Schleifpulver auf angefeuchteten Glasplatten konnte das mühelos bewerkstelligt werden, und die Teilnehmer freuten sich anschließend über das Ergebnis im polarisierten Licht.

Daneben gab es aber wie in jedem Jahr eine Reihe anderer Aktivitäten. Dazu zählte eine Exkursion nach Hannover ins Fraunhofer Institut für Toxikologie und experimentelle Medizin (ITEM). Dort wurden wir von Frau Dr. Rittinghausen und Frau Dr. Kolling begrüßt. Frau Dr. Rittinghausen gab als Einführung einen kurzen Überblick über die Gesellschaft, deren Ziele und Aufgabenstellungen sowie die Auftraggeber und die Finanzierung. In Deutschland befinden sich 58 Institute mit 2500 Mitarbeitern; der Etat beträgt etwa 1 Mrd. Euro. In Hannover ist das Institut vergleichsweise klein; 54 Wissenschaftler, 18 Graduierte, 81 technische Angestellte und 18 Laboranten sind hier beschäftigt. Die Forschungsbereiche untergliedern sich in Pharmaforschung, medizinische Biotechnologie und molekulare Medizin, Klinische Allergie, Asthma- und Inhalationsforschung, Gewebe-, Umwelttoxikologie und Verbraucherschutz sowie Prüfung und Registrierung von Chemikalien, Bioziden und Pflanzenschutzmitteln. Für die Teilnehmer waren

die Präparateerläuterungen an einem Mikroskop mit 18 Einblickmöglichkeiten mit Dr. Ernst sehr aufschlussreich. Vollends begeistert waren aber alle von der Führung durch die Labors, in denen fixiertes tierisches Material in Paraffin eingebettet, geschnitten, auf Objektträger aufgezogen, automatisch entparaffiniert, gefärbt, mit einem Harztropfen (Eukitt) versehen und mit einem Deckglas verschlossen wurden. Für kleine Serien wird von einem Mitarbeiter diese Prozedur noch von Hand durchgeführt. Zum Abschluss gab es für jeden Teilnehmer zwei histologische Präparate für die Beobachtung daheim; die Begeisterung war groß.

An den Abenden war dann Gelegenheit zum Tauschen und Handeln (bei Weißwurst und Hefeweizen, die Richard Jähner aus Lindau mitbrachte), Schneiden von Paraffinblöcken, wahlweise mit einem Rotations- oder Schlittenmikrotom sowie Kurvorträge. Claudia Külling hatte Schnitte von pilzinfiltrierten Blättern mitgebracht sowie einen Film (in englischer Sprache) über den Entwicklungszyklus dieser als Rost und Mehltau bezeichneten Pilze.

Adolf Lohr gab einen Überblick über die Vielfalt seiner Freizeitbeschäftigungen und zeigte Dias von seinem häuslichen Labor, dessen Einrichtung schon fast professionell genannt werden kann, vor allem was die Herstellung von Gesteinsdünnschliffen angeht.

Prof. Dr. Andreas Gebert und die Medizinstudentin Sabine Hasse nahmen wieder von mutigen Teilnehmern Blut ab, mit dem dann Blutaustrieche hergestellt werden konnten. Karl Brüggmann färbte diese Austrieche und Sabine Hasse wertete sie zu einem vereinfachten Blutbild aus.

Zu danken haben die Teilnehmer Herrn Ernst von der Firma Olympus, der, wie schon in den vergangenen Jahren, eine Videoeinrichtung samt Mikroskop zur Verfügung stellte, wodurch Diskussionen und Erläuterungen sehr vereinfacht wurden.

Nach dem traditionellen Grillabend mit Einbecker Bockbier führte uns Karl Brüggmann am nächsten Tag in einem Spaziergang zu den Derneburger Teichen, um einiges Plankton für Lebenduntersuchungen zu bekommen. In dem Derneburger Schloss residiert heute der Künstler Georg Baselitz.

Am Sonntag ging dann eine an Erfahrungen reiche Woche mit einem kleinen Test zu Ende. Nach einer allgemeinen Diskussion, in der verschiedene Anregungen vorgebracht wurden, bedankten sich alle Teilnehmer bei Karl Brüggmann für die vielen schönen Präparate und die praktischen Anleitungen und notierten den möglichen Termin für 2004 in ihrem Kalender.

Dass das Mikroskopier-Treffen auf dem Wohldenberg auch regional im Raum Hildesheim Aufmerksamkeit gefunden hat, beweist ein ausführlicher Artikel in der *Hildesheimer Allgemeinen Zeitung* und Besuche einiger interessierter Mikroskopierfreunde aus der Umgebung.

Friedrich Thormann, Sulzbach/Main

Ohne Organisation kein Wissen

Norbert Gregor Günkler

In 400 Jahren hat sich ungeheuer viel Wissen in der Mikroskopie angesammelt. Wir zehren heute ganz selbstverständlich davon, und der MIKROKOSMOS trägt dazu bei, neues Wissen zu verbreiten. Was uns heute so selbstverständlich erscheint, setzt eine komplexe Organisation voraus, die uns kaum bewusst ist. Denn Wissen muss, um nutzbar zu sein, organisiert werden.

Mit einer einfachen und zugleich befriedigenden Definition des Begriffs Wissen tun sich die Fachleute auch heute noch schwer. Für unsere Zwecke reicht die folgende Bestimmung: Wissen nennen wir die nach Prinzipien geordnete Erkenntnis, den sachlich geordneten Zusammenhang von wahren Urteilen. Im Gegensatz zur Empirie umfasst dieses Wissen nicht nur das Dass, sondern auch das Warum. Selbst ohne sich in Wissenschaftsphilosophie und Wissenssoziologie zu vertiefen, liegen die Fragen an diese Definition auf der Hand: Woher kommen die Prinzipien? Wer ordnet die Erkenntnisse? Wer definiert, welche Urteile wahr sind?

In der Praxis brauchen uns solche Fragen kaum zu interessieren. Wir greifen zu Fachbüchern oder zu Fachzeitschriften, um Wissen für uns zu erschließen. Denn wir wissen, dass wir darin (in aller Regel) Verlässliches finden. Schon daraus allerdings ergibt sich eine Frage: Woher rührt dieses Vertrauen? Ohne dass es uns bewusst wird, spricht aus dem Vertrauen zur Fachliteratur ein Vertrauen in unsere Kultur (im anthropologischen Sinn als Lebens- und Organisationsformen einer Gesellschaft, ihre vorherrschenden Wert- und Geisteshaltung), in die wir hineingewachsen sind. Klar wird an dieser Stelle bereits, dass wir in dem, was wir überhaupt wissen können, von unserem kulturellen Umfeld abhängig sind. Die wichtigste Leistung einer Kultur ist die Herausbildung einer Sprache. Nur durch sie wird Kommunikation möglich, nur durch sie – das für unseren Zusammenhang vor allem – wird es möglich, Wissen weiter zu geben. Allerdings ist das Wissen schriftloser Kulturen zur Weitergabe an Erzählungen gebunden. Das bedeutet: Es gibt sprachliche Grenzen für das, was überhaupt

weitergegeben werden kann. Das Wissen ist eng an Handlungen gebunden (Damerow und Lefevre, 1994).

Erst mit der Erfindung der Schrift kann sich das Wissen und seine Weitergabe von diesen Handlungen lösen. Wissen kann sich sozusagen verselbstständigen. Durch die Schrift wird spezialisiertes Fachwissen möglich, das unabhängig vom einzelnen Wissenden gesammelt und weiter gegeben werden kann. Die Schrift erlaubt einer Gesellschaft die verselbstständigte Wissensproduktion, wie sie in der Antike und im europäischen Mittelalter möglich wurde (Damerow und Lefevre, 1994).

Der Buchdruck ist dann aus dieser Sicht nur noch die Perfektionierung der Schrift – obgleich diese Erfindung für die Verbreitung von Wissen Ungeheures geleistet hat und noch leistet. Denn vor Gutenberg war schriftlich fixiertes Wissen nur wenigen zugänglich. Die Manuskripte waren viel zu kostbar, als dass man sie jedem hätte überlassen können – selbst wenn es mehr Menschen gegeben hätte, die sie hätten lesen können. Es gab für das einfache Volk also gar keinen Grund, lesen zu lernen.

In dem, was wir wissen können, sind wir schließlich auch abhängig von den Instrumenten, die eine Kultur uns für wissenschaftliche und kommunikative Zwecke zur Verfügung stellt. Vor der Erfindung des Mikroskops war der Mikrokosmos nun einmal unzugänglich, ohne Teleskop hat ein Astronom andere Arbeitsbedingungen als mit diesem Instrument. Für die Ausbreitung von Wissen spielt es eine Rolle, wie es verbreitet werden kann. Komplizierte wissenschaftliche Theorien werden sich kaum per Rauchzeichen zuverlässig übermitteln lassen. Die Computertechnologie hat die modernen Wissenssysteme in den letzten 20 Jahren drastisch verändert.

Zurück zum einzelnen Mikroskopiker, wie er heute in den modernen Industriegesellschaften arbeiten kann: Wenn unsere eigene Arbeit mit dem Mikroskop Früchte tragen soll, dann müssen wir sie bereits organisieren. Spätestens wenn wir uns, etwa als Autor des MIKROKOSMOS, an der Verbreitung von Wissen beteiligen wollen, muss die eigene Organisation eine Selbstverständlichkeit werden.

Laborbuch

In den klassischen Ausgaben des „Stehli“ waren der Frage, wie der mikroskopierende Amateur sein Wissen organisiert, eigene Hinweise gewidmet. In den modernen Mikroskopie-Büchern fehlen solche Anleitungen. Stehli (1971) riet eindringlich dazu, die Beobachtungen auf Karteikarten festzuhalten und dabei auch gleich Zeichnungen anzufertigen (Abb. 1). Die einzelnen Felder der Karten luden zum systematischen Arbeiten ein: Wer alles richtig ausfüllte, hatte ein auch nach Jahrzehnten auswertbares Archiv seiner Beobachtungen. So konnte die Sammlung nach und nach wachsen, und die Karten erlaubten es, sie nach bestimmten Kriterien zu ordnen – wenn notwendig, hin und wieder auch neu. Ob man nun diese Karten verwendet oder ein Laborbuch führt, das die systematische Anordnung nicht erlaubt, sondern zwangsläufig chronologisch bleibt, ist gleichgültig. Wichtig ist nur: Die eigenen Beobachtungen, die ja erst nach und nach zu Wissen wer-

den, müssen so festgehalten werden, dass sie noch nach Jahr und Tag nachvollziehbar sind. Zu Wissen werden unsere Beobachtungen, indem wir sie vergleichen mit dem, was andere gesehen und festgestellt haben. Wir müssen versuchen, das Gesehene einzuordnen, und dazu greifen wir zurück auf das bereits geordnete Wissen, das wir in Büchern und Zeitschriften finden können. Nur dann lässt sich ja feststellen, ob es etwas Neues ist. Eine mehr oder weniger große Handbibliothek wird jeder engagierte Mikroskopiker haben, in der sich schnell etwas nachschlagen lässt. Die Standardwerke des eigenen Arbeitsgebietes und eine Sammlung wichtiger Zeitschriftenaufsätze werden darin vertreten sein. Nutzbringend ist eine solche Sammlung nur dann wirklich, wenn auch sie richtig geordnet und erschlossen ist. Die Beschaffung von zusätzlicher Literatur ist eine manchmal mühsame und zeitraubende Aufgabe, an der kein Weg vorbei führt, wenn die eigenen Erkenntnisse in den Zusammenhang des Fachgebiets eingeordnet werden sollen. Wer sich freilich damit begnügt, irgendetwas gesehen zu haben, der ist von diesen Aufgaben befreit – aber warum hat er dann mikroskopiert?

Zeitschriften

Spätestens an dieser Stelle wird deutlich, dass man in einem Gebiet wie der Mikroskopie nie alleine arbeitet. Selbst wer einen zuvor offenbar nicht bearbeiteten Bereich erforscht, muss erkunden, ob es nicht doch irgendwo Hinweise auf frühere Beobachtungen gibt. Die Inhaltsverzeichnisse etwa des MIKROKOSMOS sind dafür eine wichtige Quelle. Gerade in Zeitschriften findet sich vieles, was in die Fachbücher kaum oder gar nicht eingeht (Abb. 3). Nicht umsonst wenden Fachbibliotheken von Instituten einen großen Teil ihrer Literaturmittel für den Bezug von Fachzeitschriften auf (Renn, 1999).

Diese Zeitschriften bestimmen weithin, was in den jeweiligen Fachgebieten aktuell ist. In den respektabelsten Titeln veröffentlicht zu haben, ist so etwas wie ein Ritterschlag für Wissenschaftler. Je strenger die Bräuche bei der Auswahl, desto angesehener meist die Zeitschrift. Daraus erwächst natürlich auch ein gewisses Spannungsfeld: Die Redaktionspolitik muss nicht jedem gefallen, und manchmal haben es neue Erkenntnisse und neue Methoden schwer,



Abb. 1: Karteikarten gehörten über Jahrzehnte hinweg zur Buchführung der Mikroskopiker.

über die Publikation in einem angesehenen Titel anerkannt zu werden. Für echte oder vermeintliche Außenseiter ist es zuweilen schwer, sich in diesem Geflecht von Herausgebern, Redakteuren und Gutachtern Gehör zu verschaffen.

Auf der anderen Seite ist eine Zeitschrift nur solange angesehen, als eine Mehrheit der angesprochenen Wissenschaftler die Veröffentlichungspraxis für gut befindet und den Herausgebern zubilligt, die wichtigen Aufsätze herausgepickt zu haben. Insofern können Redaktionen oder Herausbergremien keineswegs selbstherrlich und abgehoben agieren. Wissenschaft, das wird bereits an diesem Beispiel deutlich, ist ganz wesentlich Kommunikation.

Die Zeitschriften wachen vor allem darüber, dass wissenschaftliche Erkenntnisse richtig belegt und dokumentiert werden (Pannen bestätigen diese Regel). Die Regeln für die Autoren, die jede Fachzeitschrift aufstellt, sollen dies klar strukturieren. Wer überhaupt hofft, mit seinem Beitrag akzeptiert zu werden, muss diese meist sehr strengen und verbindlichen Regeln beachten. Erst auf dieser Basis dann werden Erkenntnisse bewertet und verglichen. Gleichzeitig wird von den Redakteuren natürlich auch geprüft,

ob die wissenschaftliche Seite des Manuskripts stimmt. Sind die Methoden richtig angewendet worden? Sind die Schlussfolgerungen zulässig? Details zur Arbeit in den Redaktionen der renommierten Zeitschriften *Nature* und *Science* siehe bei Maurice (1997) und Hess (2000).

Bibliotheken

Ähnlich ist es auch bei den Fachbüchern (Abb. 4). Manche Verlage sind auf bestimmte Themen spezialisiert, und die Fachwelt schenkt ihren Publikationen deshalb entsprechende Beachtung. Das schließt keineswegs aus, dass auch mal ein Flop gelandet wird, oder dass weithin beachtete Veröffentlichungen aus anderen Quellen kommen, denken wir etwa an die Revision der Ciliaten des Saprobiensystems, die vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft herausgegeben wurde. In jedem Fall haben die Herausgeber und Lektoren einen großen Einfluss auf die wissenschaftliche Welt, stehen aber – wie bei den Zeitschriften auch – in deren Kritik. Erst aus diesem Miteinander (und manchmal sicher auch Gegeneinander) entsteht das Publikationswesen einer Wissenschaft, auf das auch angewiesen ist, wer nicht mit dem ganzen Ernst und Eifer der professionellen Wissenschaftler am Mikroskop sitzt.

Uns Heutigen erscheinen Zeitschriften und Bücher als ganz selbstverständlich. Das sind sie aber keineswegs. Wie an anderer Stelle dargelegt (Günkel, 2001), haben Schrift und vor al-

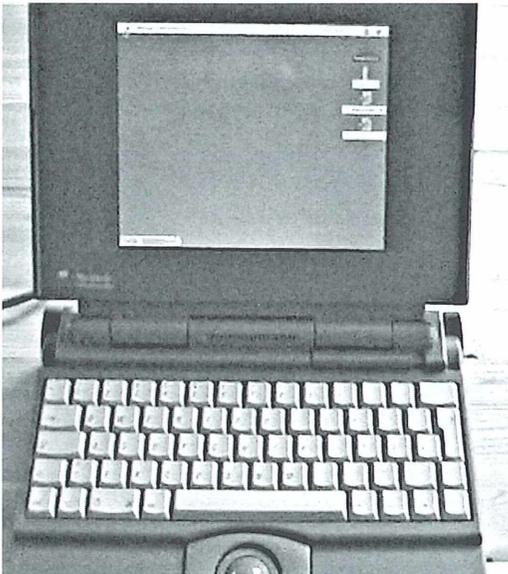


Abb. 2: Abgelöst wurde das Papier bei vielen Mikroskopikern durch den Computer, der zum Archivieren und Schreiben gleichermaßen geeignet ist.

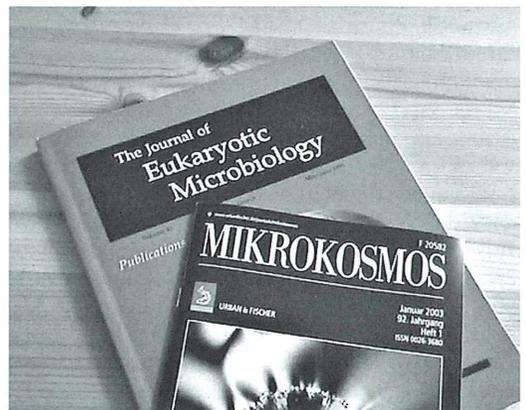


Abb. 3: Zeitschriften informieren über den neuesten Stand von Forschung und Methodik.

lem der Buchdruck eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Entstehung der modernen Wissenschaften und damit auch der Mikroskopie gespielt. Ob das so bleiben wird – diese spannende Debatte erleben wir gerade angesichts von CD-ROM und Internet. Sie sind heute billiger und in manchen Fällen praktischer als das bedruckte Papier. Freilich fordern sie vom Benutzer einen technischen Aufwand, den Buch und Zeitschrift eben nicht verlangen.

Kommunikation

Aber nicht nur über die Literatur entsteht der Austausch zwischen den Wissenschaftlern, sondern natürlich auch direkt. Ob es nun der klassische Brief oder die moderne E-Mail ist: Die persönliche Kommunikation kann durch das gesamte Publikationswesen nicht ersetzt werden. Wissenschaftliche Tagungen und Kongresse haben auch im Zeitalter des Internet noch ihre Bedeutung. Denn dabei kristallisiert sich Wissenschaft sozusagen in einem Brennpunkt. Ganz direkt können in der Diskussion neue Erkenntnisse bewertet werden, stehen die Urheber für das Gespräch zur Verfügung. Mit einem Vortrag für eine solche Gelegenheit ausgewählt zu werden, wird deshalb als Auszeichnung betrachtet und ist gleichzeitig auch so etwas wie eine Feuerprobe, die nicht jeder mögen muss.

Schreiben

Wer etwas gefunden hat, das er für bemerkenswert oder neu hält, der muss es den anderen mitteilen, damit sie es überprüfen können. Veröffentlichung heißt das Zauberwort nicht nur des ganz modernen Wissenschaftsbetriebs. Schon zu Leeuwenhoeks Zeiten war das so. Mitteilen heißt in den allermeisten Fällen schreiben. Wir wenden uns an eine der schon erwähnten Zeitschriften und hoffen darauf, dass der Aufsatz akzeptiert wird. In manchen Wissenschaften, etwa der Chemie oder der Biologie, gibt es eine schier unüberschaubare Zahl von Titeln, in anderen Bereichen, etwa der Mikroskopie, nur ganz wenige. Hier die richtige Auswahl zu treffen, ist nicht immer leicht. Die Ausbildung in wissenschaftlicher Schreibarbeit ist in Deutschland (im Gegensatz etwa zu den USA) eher unterentwickelt. Damit wir allerdings überhaupt einen Aufsatz schreiben kön-

nen, müssen wir regelrecht unsere Hausaufgaben gemacht haben. Nur wenn wir unsere Beobachtungen und Erkenntnisse richtig dokumentiert haben, können wir sie auch gemäß den Regeln der Wissenschaft für eine Veröffentlichung auswerten und entsprechend darstellen. Nur in sorgfältig geführten Unterlagen können die Antworten auf neu auftauchende Fragen stehen. Nur dort kann man noch nach Jahren überprüfen, ob man diese oder eine ähnliche Beobachtung und unter welchen Umständen schon einmal gemacht hat.

Nicht zwangsläufig muss, wer Wissenschaft betreiben will, einer wissenschaftlichen Gesellschaft angehören. Aber deren Vorteile sind doch so groß, dass viele den finanziellen und manchmal auch zeitlichen Aufwand auf sich nehmen und die Mitgliedschaft einer solchen Organisation erwerben. Das kann die mikroskopische Vereinigung in der nächsten größeren Stadt sein oder die wissenschaftliche Vereinigung für ein bestimmtes Fachgebiet, deren Mitglieder rund um den Globus wohnen und arbeiten.

Gesellschaften

Wissenschaftliche Gesellschaften im modernen Sinn gibt es seit einigen hundert Jahren. Sie haben die Entstehung der modernen Wissenschaft ganz entscheidend begleitet und gefördert. Dass sie so bald nach der Grundlegung der Wissenschaften in der Renaissance entstanden – die bedeutende britische *Royal Society* wurde 1660 gegründet, die ebenfalls britische *Royal Microscopical Society* (RMS) immerhin 1839, als das Mikroskop begann, zum ernsthaften wissenschaftlichen Instrument zu werden – macht ihre wichtige Rolle deutlich.

An der Geschichte der RMS lässt sich ablesen, was den frühen Mitgliedern wichtig war: Regelmäßige Treffen, bei denen wissenschaftliche Erkenntnisse vorgetragen wurden; die Anschaffung einer Bibliothek (Ehrenbergs *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen* war der erste beschaffte Titel); der Kauf von Mikroskopen; die Herausgabe des *Microscopical Journal*, in dem die vorgetragene Papiere veröffentlicht werden sollten; und endlich ein Objektträgerstandard. Objektträger sollten künftig drei auf einen Inch messen. Bis heute hat sich dieses Maß erhalten.

In moderne Kategorien übersetzt heißt das: Die RMS bot und bietet Kommunikation, Publika-

tion, Ausrüstung und Regeln – und zwar, auf Dauer betrachtet, nicht nur für ihre wachsende Zahl von Mitgliedern, sondern weit über die Mitgliedschaft hinaus. Wer denkt heute an die *Royal Microscopical Society*, wenn er einen Objektträger zur Hand nimmt? Diese wissenschaftliche Patronage (Brock, 1989) ist in ihren Auswirkungen kaum zu überschätzen, vor allem für die Zeit vor 1890, bevor also das Mikroskop durch die technischen Entwicklungen zum professionellen Instrument professioneller Forscher wurde. Durch die Gesellschaften wurden Regeln und anerkannte Methoden erarbeitet, Wissen wurde verbreitet. Durch die interne und die externe Kommunikation entwickelten die einzelnen Wissenschaftszweige ihre Standards für das, was anerkannt werden sollte und was nicht. Als die Mikroskopie schließlich professionalisiert wurde, fand sie diese Basis schon vor und konnte darauf aufbauen. Auch wir heutigen Mikroskopiker stehen noch auf dieser Grundlage.

Publikationswesen

Es wurde schon angerissen: Ohne die durch die Publikation vermittelte Kommunikation sind moderne Wissenschaften nicht zu denken. Das Publikationswesen spielt deshalb eine ganz entscheidende Rolle in der Geschichte der Wissenschaften. Die darin zunächst maßgebenden wis-

senchaftlichen Gesellschaften wurden zunehmend unterstützt durch Verlage, die in dem Maße wichtiger wurden, als die Professionalisierung einen kalkulierbaren Markt für Fachbücher bestimmter Wissensgebiete schuf. Dieses Mischsystem aus Gesellschafts- und Unternehmens-Publikationen hat sich heute erhalten. Wichtige Zeitschriften wie der MIKROKOSMOS erscheinen in privatwirtschaftlichen Verlagen, andere werden von Gesellschaften herausgegeben wie etwa die Zeitschrift *Microscopy* des britischen *Quekett Club*. Dieses System gilt im Übrigen nicht nur für die Mikroskopie, sondern auch für andere wissenschaftliche Felder.

Abzuwarten bleibt, wie sich die neuen technischen Möglichkeiten auf das Publikationswesen auswirken werden. Wenn heute jeder ein Papier mit wissenschaftlichem Anspruch ins Internet stellen kann – womit es als veröffentlicht gelten dürfte –, dann entfällt die Kontrolle durch Redaktionen und Gutachtergremien. Ansprüche an Methodik und Qualität des Neuen können dann nicht mehr gleichsam automatisch sichergestellt werden. Für den Verleger, der bisher vielleicht vergeblich nach einer Zeitschrift gesucht hat, eröffnet sich ein bequemer Weg. Aber für uns, die Informationssuchenden, wird es schwieriger, die Spreu vom Weizen zu trennen. Es spricht daher Einiges für die Vermutung, dass sich die Grundregeln für verlässliche wissenschaftliche Informationen im Internet nicht ändern werden. Wenn hinter einer Internet-Publikation Fachleute stehen, die ihre Auswahlentscheidungen treffen, dann werden wir sie als verlässlicher einstufen. Auch heute gibt es ja bei Büchern und Zeitschriften durchaus selbst verlegte Publikationen, die manchmal schon dadurch verraten, dass sie einem fachlichen Standard aus irgendeinem Grund nicht entsprechen. Andere selbst verlegte Bücher haben keinen Verlag gefunden, weil die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten nicht hinreichend gut erschienen. Merke: Das Publikationswesen ist eben auch ein Wirtschaftsunternehmen.

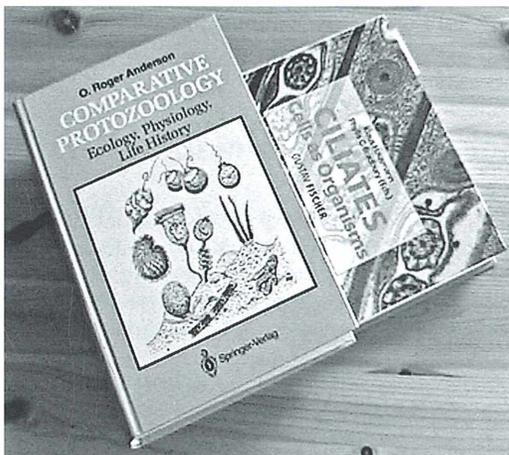


Abb. 4: Ohne einen Grundbestand an Literatur am heimischen Arbeitstisch kann kein Mikroskopiker auskommen.

Scientific Community

Aus den einzelnen Wissenschaftlern und den Wissenschaftlichen Gesellschaften formt sich die *Scientific Community*, die eigentlich informelle Gemeinschaft derer, die in einem Fachge-

biet tätig sind. Diese Gruppe leistet, ungeachtet ihrer heterogenen und immer wieder wechselnden Zusammensetzung, ungeheuer wichtige Funktionen für diesen Wissenschaftszweig. In der Kommunikation untereinander entsteht die Definition des Fachgebiets (Was zählen wir alles zu den Protisten, was also ist Gegenstand der Protozoologie?), wird über die anerkannten Methoden entschieden (Zur Identifikation die Silberlinien-Färbung oder Protargol angewandt?), werden die Erkenntnisse geordnet (Welche Organismen gehören zu den Ciliaten und welche nicht?) und es wird entschieden, wie neue Erkenntnisse zu dokumentieren sind. Dabei muss man sich bewusst sein, dass manche Aspekte immer wieder neu zu definieren sind. Denken wir etwa an die Systematik der Protozoen, die aufgrund neuer Erkenntnisse immer wieder neu überarbeitet worden ist. Neue Methoden ermöglichen immer auch neue Erkenntnisse, die neu einzuordnen sind.

So ist aus vielen Mosaiksteinchen das ganze Bild der Mikroskopie und ihrer Teilgebiete entstanden. Im Gegensatz zu manchen anderen Wissenschaften kennt die Mikroskopie den Universalgelehrten ja nicht. Antoni van Leeuwenhoek überblickte viele Gebiete des neuen Fachs, war aber eigentlich mehr beschreibender Empiriker, kein Wissenschaftler im heutigen Sinn. Und nach ihm spaltete sich die Mikroskopie sehr schnell auf, weil sie ja im Kern eine dienende Wissenschaft ist: Eher Methode als eigentliches Wissen, zu deren Entwicklung viele beigetragen haben.

In diesem Sinn war die Mikroskopie von Anfang an eine moderne Wissenschaft (die ja auch erst nach der wissenschaftlichen Revolution der Renaissance entstanden ist), die sich aus den Leistungen vieler Einzelner formte. Um so wichtiger war natürlich die Organisation des Wissens, ohne die es ein solches Voranschreiten in der Erkenntnis nicht hätte geben können.

Unternehmen

Zu einer Wissenschaft gehört aber nicht nur das Wissen um den eigentlichen Gegenstand des Fachgebiets und die anzuwendenden Methoden, sondern auch das Wissen um die Konstruktion der Geräte, die die Wissenschaftler benutzen. Wer ein Mikroskop zu bauen versteht, muss von Protozoen ja keine Ahnung haben. Wenn er aber weiß, was Protozoen-For-

scher von einem Mikroskop erwarten, kann er sicher das bessere Instrument herstellen. In der Mikroskopie hat sich das recht früh geteilt. Leeuwenhoek, der findige Instrumentenbauer und begnadete Beobachter, blieb eine Ausnahme. Spätestens mit Zeiss und Abbe hat sich das Wissen um die Konstruktion der Instrumente ganz wesentlich in Unternehmen verlagert, weil der Bau des Gerätes eine Wissenschaft für sich geworden war. Und wer heute den MIKROKOSMOS durchblättert, dem fallen ja auch immer wieder Autoren auf, die eher mit technisch-methodischen als mit fachwissenschaftlichen Aufsätzen hervortreten. Für die Weiterentwicklung einer Wissenschaft sind beide Bereiche wichtig.

Zum Mikroskop gehört natürlich auch, wie wir alle wissen, eine chemische Ausrüstung, um Präparate anfertigen zu können. Die Bereitstellung der notwendigen Chemikalien ist heute längst eine Sache für Spezialisten.

Dass das Wissen um diese Dinge aus der eigentlichen Wissenschaft hinaus verlagert wurde, mag man einerseits als Verlust ansehen, weil die Wissenschaftler dadurch natürlich in eine starke Abhängigkeit geraten sind. Schwerer wiegt dagegen, dass die eigentliche Wissenschaft von diesen Problemen entlastet wird. Welcher Protozoologe möchte sich mit der Herstellung eines Mikroskops oder der Zusammenstellung chemischer Substanzen zu brauchbarer Chemie abmühen? Es entfällt ein großer Aufwand an Zeit und Geld, der durch diese Teilung in die eigentliche Wissenschaft gesteckt werden kann. Uns Hobby-Mikroskopiker hindert natürlich niemand daran, uns in beiden Bereichen zu versuchen.

Internet

Wir stehen heute vor der Aufgabe, das Wissen um die Mikroskopie neu zu organisieren, weil die Medien der Kommunikation und der Speicherung dieses Wissens sich ändern. Das Stichwort heißt Digitalisierung, und die Konsequenzen sind noch keineswegs absehbar. Wir spüren sie im täglichen Leben. Der Computer auf dem Schreibtisch ist ebenso selbstverständlich wie das Modem und der Internet-Anschluss (Abb. 2). Dass sich womöglich das gesamte Publikationswesen verändert, wurde schon erwähnt. Neben den gedruckten Büchern und Zeitschriften stehen uns Mikro-

skopikern heute Datenbanken auf Computern rund um die Welt zur Verfügung, in denen wir Wissen nachsehen können. Ich kann *online* in Zeitschriften blättern, kann einzelne Aufsätze herunterladen und im Buchbestand der größten Bibliothek der Welt, der *Library of Congress* in Washington, recherchieren – phantastische Möglichkeiten, von denen Mikroskopiker früherer Jahrzehnte vermutlich nicht einmal geträumt haben.

Aber: Diese Daten haben keinen Bestand. Webseiten verschwinden über Nacht, Computerdateien auf der eigenen Festplatte sind nicht mehr zu lesen, neue Programme und Betriebssysteme können mit älteren Dateien nichts mehr anfangen. Wer erinnert sich noch an die 5,25-Zoll-Disketten? Und wer hat heute noch eine Maschine, die sie lesen kann? Bücher dagegen, die vor 100 oder 250 Jahren gedruckt wurden, kann ich heute immer noch zur Hand nehmen und darin lesen. Die große Diskette ist gerade mal sechs Jahre her und schon Schrott! Längst denken Institutionen wie die Max-Planck-Gesellschaft darüber nach, wie sie mit der Informations-Revolution umgehen sollen (siehe Renn, 1999).

Diese Entscheidung muss im Übrigen ja auch jeder Mikroskopiker selbst treffen. Mache ich meine Beobachtungsnotizen weiter auf Papier oder benutze ich ein Computerprogramm? Speichere ich die aus dem Internet herunter ge-

ladene Dateien lediglich auf der Festplatte oder drucke ich sie Seite für Seite aus? Und wohin dann mit der Papierflut, die die papierlose Kommunikation uns auf diese Weise dann doch wieder beschert?

Literaturhinweise

- Brock, W. H.: Patronage and publishing: journals of microscopy 1839–1989. *Journal of Microscopy* 155, 249–266 (1989).
- Damerow, P., Lefèvre, W.: Wissenssysteme im geschichtlichen Wandel. Preprint 5 des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte, Berlin 1994.
- Günkel, N. G.: Vielleicht begann es im Kloster – Die Bedingungen für den Erfolg der Mikroskopie. *Mikrokosmos* 90, 101–109 (2001).
- Hess, W.: Nabel der Wissenschaft. In: *Bild der Wissenschaft* 3/2000, 32–36 (2000).
- Maurice, J.: Nature ... das Stellwerk für Forscherkarrieren. In: *Bild der Wissenschaft* 7/1997, 52–56 (1997).
- Renn, J.: Challenges of the information revolution for the Max-Planck-Society. Internet-Paper P151 des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte, Berlin 1999.
- Stehli, G.: Mikroskopie für Jedermann. Eine methodische erste Einführung in die Mikroskopie mit praktischen Übungen. 21. Aufl., Kosmos/Franckh, Stuttgart 1971.
- Turner, G. L'E.: The origins of the Royal Microscopical Society. *Journal of Microscopy* 155, 235–247 (1989).

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

Kurze Mitteilung

Zellpolarität und mitotische Spindel

Viele pflanzliche und tierische Zellen haben eine polare Struktur. Die Polarität ist eine Eigenschaft der lebenden Zelle, die in der Ungleichverteilung von Organellen und Molekülen entlang einer Raumachse zum Ausdruck kommt. Dabei spielt die Lage der Spindelachse der Mitose eine entscheidende Rolle: Ist sie Voraussetzung für die Polarität oder ist sie die Folge einer bestehenden Polarität?

Der Prozess der Polarisierung einer Zelle und die damit im Zusammenhang stehende asymmetrische Teilung der Zelle kann in verschiedene Schritte unterteilt werden (Abb. 1). Der

entscheidende erste Schritt ist, dass die ursprünglich nicht polarisierte Zelle ein von außen kommendes Signal erhält, das die Polarisierung einleitet. Dieses Signal kann verschiedener Natur sein: Ein einseitiger Lichteinfall oder ungleichmäßiger Druck im Gewebeverband, aber auch das Eindringen des Spermias bei der Befruchtung, eine Liganden-Bindung und so weiter. Die Zelle antwortet auf dieses asymmetrische Signal mit der Ausbildung einer Asymmetrie im Innern der Zelle. Dieser polarisierte Zustand muss fixiert werden. In der Folge kommt es zum Aufbau einer Vorzugsrichtung,

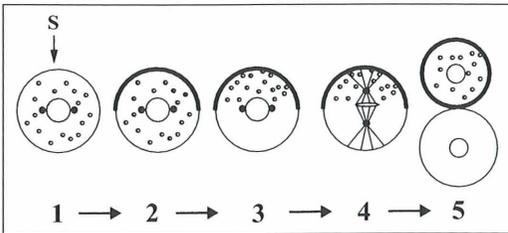


Abb. 1: Allgemeine Schritte bei der Polarisierung einer Zelle und der Vorbereitung der asymmetrischen Zellteilung. S = polarisierendes, externes Signal. 1 Die unpolare Zelle mit dem Kern in der Mitte und einer gleichmäßigen Verteilung der Zellorganelle. Die Zelle erhält das externe, polarisierende Signal von oben. 2 Die Zelle antwortet auf das Signal und kreiert eine Asymmetrie im Innern der Zelle. 3 Die Komponenten im Innern der Zelle (Moleküle, Zellorganelle) sind asymmetrisch verteilt und werden entlang der Polaritätsachse lokalisiert. 4 Die Orientierung der mitotischen Spindel wird auf die allgemeine Zellpolarität ausgerichtet. 5 Es resultiert eine asymmetrische, inadäquate Zellteilung. Deren Ergebnis sind zwei Tochterzellen, die hinsichtlich Größe und Verteilung der Zellorganelle verschieden sind (aus Ahringer, 2003).

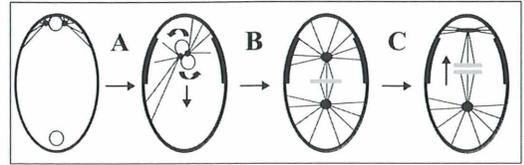


Abb. 2: Zellpolarität und Spindelpositionierung im einzelligen Embryo von *Caenorhabditis elegans*. A Polaritätsinduktion, ungleiche Verteilung der Mikrotubuli. B Festlegung der Polarität. Es kommt zu einer nukleozentrosomalen Rotation. Die schwarzen Balken an der Innenseite der Zellwand deuten die PAR-Proteine an. C Asymmetrische Anordnung der Spindel mit Hilfe der PAR-Proteine (aus Ahringer, 2003).

welche die räumliche Anordnung der Moleküle und Zellorganelle bestimmt. So entsteht eine Polaritätsachse. An dieser orientiert sich auch die Teilungsspindel für die Mitose, welche die Zellteilung einleitet. Polaritätsachse und die Orientierung der mitotischen Spindelachse sind also aneinander gekoppelt. Verschiedene Zelltypen unterscheiden sich in den Mechanismen der Polarisierung.

Neue Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Reihe von Molekülen für den Aufbau der Zellpolarität benötigt wird (Abb. 2). Dabei handelt es sich um die so genannten PAR-Proteine und um Mikrotubuli, welche die Polarität herstellen. Heterotrimeres G-Protein und Dynein, das analog wie das Myosin wirkt, sind für die Positionierung und Orientierung der mitotischen Spindel verantwortlich. Die PAR-Proteine, von denen bisher sechs bekannt sind, spielen zusammen mit einer atypischen Protein-Kinase und dem kleinen G-Protein eine zentrale Rolle

bei der Ausbildung und Aufrechterhaltung der Polarität in vielen (möglicherweise allen?) tierischen Zellen. Die wichtige Rolle des Motor-Proteins Dynein konnte vor allem bei der Positionierung der Spindel in knospenden Hefezellen beobachtet werden. Das Dynein ist offensichtlich notwendig für die Wechselwirkung zwischen Mikrotubuli und der Zellwand, wodurch die Spindel an die richtige Stelle bei der Teilung der Hefezelle bewegt werden muss. Nachdem durch das Eindringen des Spermiums in eine tierische Zelle (Abb. 2A) die Polarität bestimmt ist, wandert der weibliche Vorkern zum männlichen Vorkern (Abb. 2B). Die Vorkerne und die zugehörigen Zentrosomen wandern in die Mitte der Zelle (Abb. 2C). Zentrosomen sind Mikrotubuli-organisierende Zentren; von ihnen geht die Bildung des Spindelapparates aus. Die Wanderung ist begleitet von einer nukleozentrosomalen Rotation. Wenn das Dynein in einer Mutante nicht funktioniert, dann ist diese Rotation gehemmt.

Die Polarität ist eines der vielen noch ungelösten Rätsel der Zellentwicklung. Sie ist die Grundlage für die Musterbildung bei der Gewebeentwicklung, sowohl bei Pflanzen als auch bei Tieren.

Literaturhinweis

Ahringer, J.: Control of cell polarity and mitotic spindle positioning in animal cells. *Current Opinion in Cell Biology* 15, 73–81 (2003).

H. F. Linskens, Nijmegen

Silicoflagellaten – Leitfossilien des Diatomisten

Gerhard Göke

Bei der Überprüfung von Fundortangaben auf Diatomeenpräparaten und -proben aus alten Sammlungen sowie bei vergleichenden Untersuchungen von Diatomiten und Radiolariten spielen die Skelette der fossil erhaltungsfähigen Silicoflagellaten eine große Rolle als Leitfossilien. Den älteren Diatomisten, die zahlreiche Tafelwerke veröffentlicht haben, war die stratigraphische Einordnung ihres Materials meistens nicht möglich, weil sie es sehr oft aus zweiter und dritter Hand erhielten. Sie beschränkten sich bei den Proben von Meeresdiatomeen auf die Unterscheidung „marin fossil“ und „marin rezent“. Die in den meisten Streupräparaten von Meeresdiatomeen vorkommenden Skelette von Silicoflagellaten ermöglichen nachträglich deren stratigraphische Einordnung und Altersbestimmung. Manchmal ist es durch vergleichende Untersuchungen möglich, die alten Fundortangaben zu bestätigen oder als falsch zu verwerfen.

Die Silicoflagellaten (Kieselgeißler) sind mikroskopisch kleine marine Planktonorganismen, deren fossil erhaltungsfähiges Skelett aus Siliziumdioxid (SiO_2) besteht. In den diatomeen- und radiolarienführenden Schichten der Oberen Kreide, zum Beispiel in Kalifornien und West-Sibirien, konnten bereits mehrere fossile Gattungen nachgewiesen werden. Den Höhepunkt ihrer phylogenetischen Entwicklung erlebten die Silicoflagellaten in den warmen Meeren des jüngeren Tertiärs, des Neogens. In den heutigen Meeren leben nur noch wenige Arten der Gattung *Dictyocha* (Abb. 1).

Geschichte der Erforschung

In den Jahren 1838 und 1841 entdeckte Ch. G. Ehrenberg die winzigen Kieselskelette von *Dictyocha* und *Mesocena*. Er unterscheid bereits 50 Arten, die er für die Reste von Diatomeen hielt. Auch Ernst Haeckel und Richard Hertwig fanden die zierliche Gitterschalen, stellten sie jedoch zu den Radiolarien. Erst 1891 fand A. D. Borgert heraus, dass jedes Skelett der von ihm untersuchten lebenden Dictyochiden eine selbstständige Geißelzelle umschließt, die grün-gelbe Pigmentkörner enthält (Abb. 1). Er gab diesen Protisten den Namen Silicoflagellaten. E. Lemmermann hat die Silicoflagellaten in den Jahren 1896 bis 1905 in mehreren Arbeiten be-

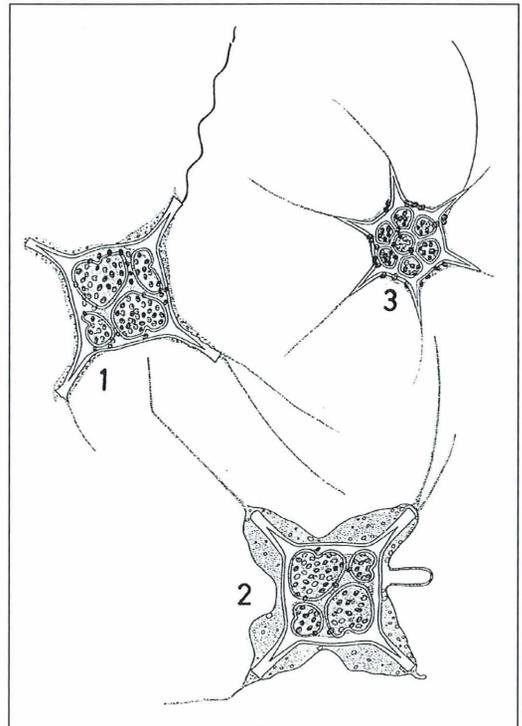


Abb. 1: Rezente Silicoflagellaten mit Geißel, Pseudopodien und Chromatophoren. 1 und 2 = *Dictyocha fibula*, 3 = *Dictyocha speculum* (nach Marshal, 1934).

schrieben. Ihr Wert als Leitfossilien ist aber erst seit den grundlegenden Arbeiten von P. Schulz (1928) und G. D. Hanna (1928) bekannt. Bevor man irgendwelche erhaltungsfähige Organismen als Leitfossilien verwenden kann, müssen ihre Evolution und Morphologie erforscht sein. A. Bachmann (1962), G. Deflandre (1950), J. Frenguelli (1940), K. Gemeinhardt (1930), H. Stradner (1956), W. W. Wornhardt jr. (1968) und viele andere haben wesentlich dazu beigetragen, dass die Silicoflagellaten seit mehr als 80 Jahren in steigendem Maße zur Altersbestimmung und weltweiten Korrelation von Meeresedimenten herangezogen werden.

Untersuchungsmethoden

Die Reinigung der Proben von Diatomeen und Radiolariten, bei der auch die Skelette der Silicoflagellaten erhalten bleiben, und die Herstel-

lung von Mikropräparaten ist in mehreren Arbeiten beschrieben worden (z. B. Göke 1958 und 1963) und ist hinreichend bekannt. Man findet die Silicoflagellaten stets in den Streupräparaten von marinen Diatomeen, bei deren Herstellung Einschlussmittel mit hoher Brechzahl verwendet werden. Geschickte Präparatoren können diese Skelette wie Diatomeenschalen mit der Legeborste aus den Proben isolieren, in einen Tuschkreis montieren oder zu Typen- und Fundortplatten verarbeiten (Göke, 2002). Wenn es nur um die morphologische Untersuchung und Artbestimmung geht (das ist meistens der Fall), genügen die Balsampräparate den Anforderungen. Will man jedoch die Hohlräume der Skelettelemente darstellen, muss man einen anderen Weg wählen. Während bei der Herstellung von Streupräparaten das in Xylol oder Toluol gelöste Einschlussmittel auf die mit Diatomeen etcetera beschickten trockenen Deckgläser aufgetropft und anschließend erhitzt wird, muss man bei der Darstellung der Hohlräume umgekehrt verfahren: Ein Tropfen des Einschlussmittels wird auf dem Objektträger bis zur Lösungsmittelfreiheit erhitzt. Dann legt man das Deckglas mit der aufgetropften und getrockneten Suspension der Objekte mit der Schichtseite auf den Harztropfen und erhitzt den Objektträger auf der Heizplatte so lange, bis sich das Harz gleichmäßig zwischen Deckglas und Objektträger ausgebreitet hat. Danach sind die Skelettelemente der Silicoflagellaten noch mit Luft gefüllt. Anstelle eines in Xylol oder Toluol gelösten Harzes (z. B. Naphrax) kann man für diesen Zweck auch ein geeignetes festes Meltmount verwenden (Göke, 2001).

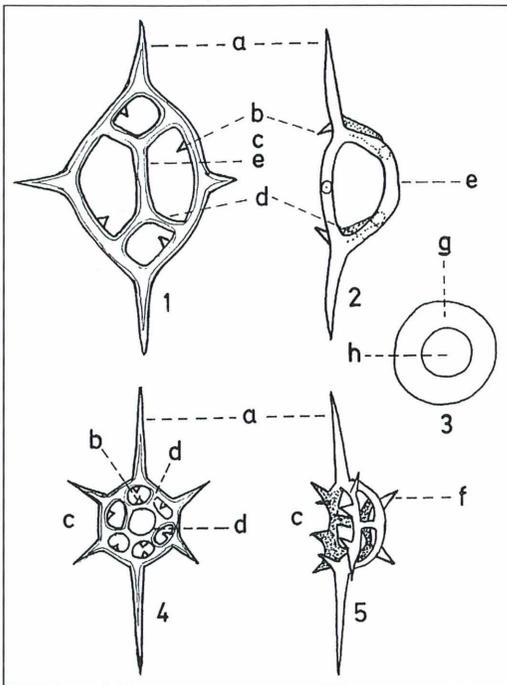


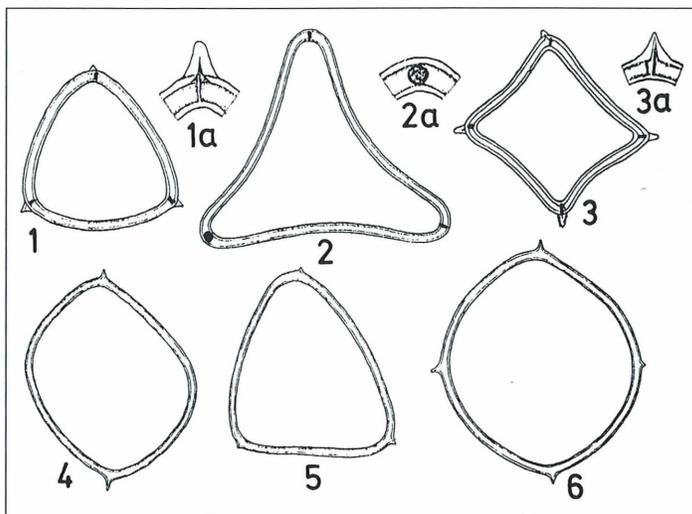
Abb. 2: Skelette von *Dictyocha fibula* (1 und 2) und *Dictyocha speculum* (4 und 5). 3 = Skelettelement quer. a = Radialhorn, b = Stützstachel, c = Basalbogen, d = Lateralbogen, e = Apikalbogen beziehungsweise -steg, f = Zusatzstachel, g = Skelettsubstanz SiO₂, h = Hohlraum (nach Deflandre, 1950).

Bau des Skeletts

Die Systematik der fossilen und rezenten Silicoflagellaten stützt sich allein auf die Form des Kieselskeletts, an dem folgende Einzelteile beschrieben werden können (Abb. 2): Basalring, Apikalring, Basalbogen, Lateralbogen, Apikalbogen, Apikalfläche, Lateralfläche, Endfläche, Radialhorn, Stützstacheln, Basalfenster, Apikalfenster, Lateralfenster und Scheidewand.

Die Abbildungen 2.1 und 2.2 zeigen das Skelett von *Dictyocha fibula*, einer seit dem Tertiär fossil und rezent vorkommenden Art mit einfach aufgebautem Skelett (Duchläufer). Der ovale bis verrundet-rhombische Basalring hat vier Radialhörner, zwischen denen – ungefähr

Abb. 3: *Mesocena septatae* (1–3) und *Mesocena aseptatae* (4–6). 1 und 1a, 3 und 3a = *Mesocena apiculata*, 2 und 2a = *Mesocena oamaruensis*, 4–6 = *Mesocena elliptica* (nach Stradner, 1961).



in der Mitte – die steil nach oben ragenden Lateralbögen entspringen. Sie vereinigen sich zu einem Apikalsteg. Neben den Ansatzstellen der Lateralbögen entspringen nach innen gerichtete Stützstacheln. Die Abbildungen 2.4 und 2.5 zeigen das Skelett von *Dictyocha speculum*, einer anderen seit dem Tertiär durchlaufenden Art. Ihr Basalring ist normalerweise hexagonal. Fünf- bis siebenstrahlige Formen sind jedoch häufig. Die Anzahl der Radialhörner entspricht der Seitenzahl des Basalringes. In der Mitte zwischen den Radialhörnern entspringen die steil nach oben ragenden Lateralbögen, die einen runden Apikalring tragen. Die nach innen gerichteten Stützstacheln befinden sich neben den Ansatzstellen der Lateralbögen am Basalring. Zusatzstacheln sind häufig vorhanden.

Die Skelettelemente sind meistens hohl (Abb. 2.3). Scheidewände im Lumen der Basalbögen gibt es nur bei den Gattungen *Corbisema* und *Mesocena*. Mit Hilfe dieser Scheidewände kann man die polyphyletische Gattung *Mesocena* in zwei Untergattungen gliedern, die von Stradner (1956) *Mesocena septatae* und *Mesocena aseptatae* genannt wurden. Die Mesocenen mit Scheidewänden leitet er von *Corbisema* ab, die ohne Scheidewände von der Gattung *Dictyocha*. In der Gattung *Corbisema* kommen die Scheidewände nur bei den paläozänen und eozänen Formen vor (Abb. 3), während sie schon bei den nachfolgenden oligozänen Arten als regressives Merkmal bereits nicht mehr ausgebildet sind. Die septaten Mesocenen haben die

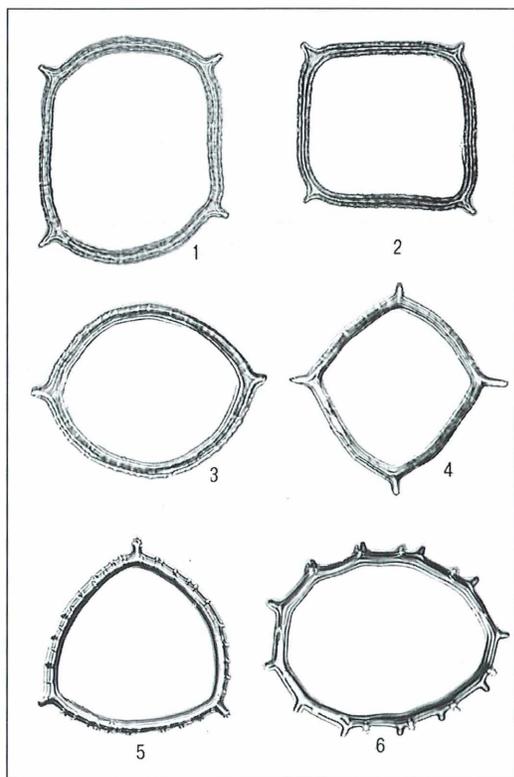


Abb. 4: 1–4 = Variationsbreite von *Mesocena elliptica* im Miozän. 5 = *Mesocena apiculata* O. Eozän–Oligozän. 6 = *Mesocena circulus* Miozän. Achromat 40×/0,65; Foto-Okular 10×.

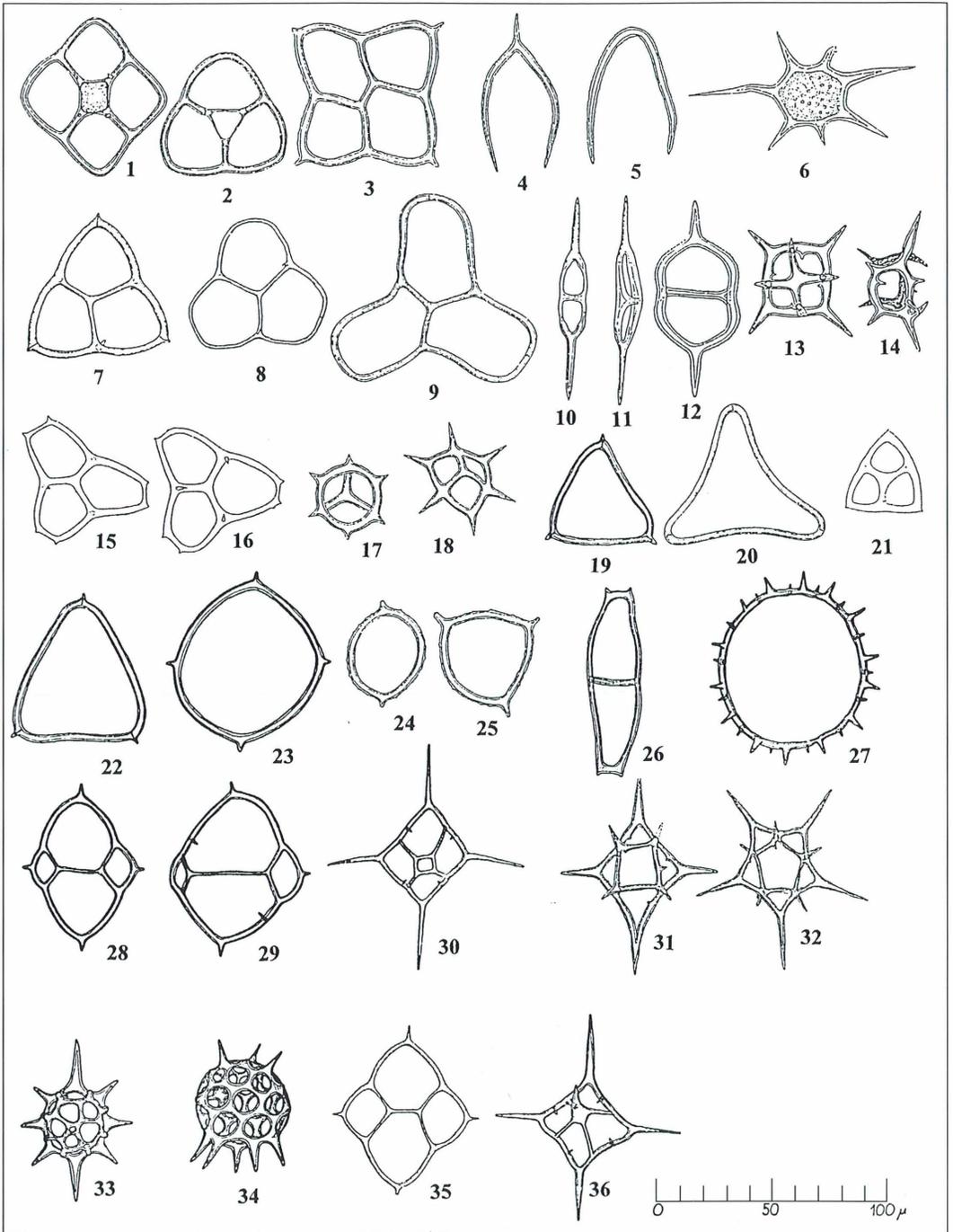


Abb. 5: Fossile Silicoflagellaten in Kreide und Tertiär. 1, 2 *Corbisema geometrica* Obere Kreide. 3 *Corbisema quadrata* Obere Kreide. 4 *Lyramula furcula* Obere Kreide. 5 *Lyramula simplex* Obere Kreide. 6 *Vallacerta hannai* Obere Kreide. 7 *Corbisema apiculata* Untereozän. 8, 9 *Corbisema archangeliana* Paläozän. 10, 11 *Naviculopsis constricta* Untereozän. 12 *Naviculopsis robusta* Untereozän.

Scheidewände bis ins Miozän beibehalten. So kann auch das Vorhandensein von Scheidewänden für die stratigraphische Einordnung des Fundpunktes verwendet werden.

Die Oberfläche der Skelettelemente hat eine Netzstruktur, die bei ausreichend großer Brechzahlendifferenz zwischen Skelettsubstanz/Einschlussmittel und bei hoher numerischer Apertur des Objektivs mit dem Lichtmikroskop zu erkennen ist. Genaue Untersuchungen der Netzstruktur wurden mit dem Rasterelektronenmikroskop durchgeführt. Auf die Bedeutung dieser Strukturen haben Bachmann und Keck (1969) bereits im MIKROKOSMOS hingewiesen.

unterschieden werden. Dazu kommen drei unsichere Gattungen, von denen nicht genau gesagt werden kann, ob sie überhaupt zu den Silicoflagellaten gehören. Sie sind jedoch für stratigraphische Zwecke brauchbar. Die Gattung *Distephanus* wird von Deflandre zur Gattung *Dictyochoa* gestellt. Andere Autoren lassen *Distephanus* neben *Dictyochoa* bestehen. Die größten Unsicherheiten gibt es bei der Abgrenzung der Arten einer Gattung, weil diese sehr stark variieren (Abb. 4 und 5). Wenn man von diesen wenigen systematischen Unsicherheiten einmal absieht, ist die Ordnung Silicoflagellata gut überschaubar (siehe Tabelle 1) und deshalb für stratigraphische Untersuchungen gut geeignet.

Systematik

Nach G. Deflandre (1950) können innerhalb der Ordnung Silicoflagellata Borgert 1891 zwei Familien mit insgesamt elf Gattungen sicher

Stratigraphische Verbreitung

Die Skelette der Silicoflagellaten liefern wertvolle Hinweise auf das Alter von Diatomiten und Radiolariten sowie von Mergeln und To-

Tabelle 1: Stratigraphische Verbreitung der Silicoflagellaten. Allgemeine Übersicht.

Silicoflagellatophyceae BORGERT, 1891	Kreide	Paläozän	Eozän	Oligozän	Miozän	Pliozän	Rezente
Familie Dictyochidae LEMMERMANN, 1901							
Gattung <i>Corbisema</i> HANNA, 1927							
Gattung <i>Dictyochoa</i> EHRENBERG, 1839	—						
Gattung <i>Mesocena</i> EHRENBERG			—				—
Gattung <i>Paradictyochoa</i> FRENGUELLI, 1940					—		
Gattung <i>Naviculopsis</i> FRENGUELLI, 1940							
Gattung <i>Cannopilus</i> HAECKEL, 1889							—
Gattung <i>Phyllodictyochoa</i> DEFLANDRE, 1950			—				
Gattung <i>Nothyocha</i> DEFLANDRE, 1949					—		
Familie Vallacertidae DEFLANDRE, 1950							
Gattung <i>Vallacerta</i> HANNA, 1928	—						
Gattung <i>Cornua</i> SCHULZ, 1928	—						
Gattung <i>Lyracula</i> HANNA, 1928	—						
Genera incertae sedis:							
Gattung <i>Clathropyxidella</i> DEFLANDRE, 1938			—				
Gattung <i>Pseudorocella</i> DEFLANDRE, 1932						—	
Gattung <i>Chlathrium</i> FRENGUELLI, 1938						—	

◀ 13, 14 *Dictyochoa fringuelli* Untereozän. 15, 16 *Corbisema bimucronata* Obereozän. 17, 18 *Corbisema hexacantha* Obereozän. 19 *Mesocena apiculata* Obereozän–Oligozän. 20 *Mesocena oamaruensis*. 21 *Phyllodictyochoa recta* Obereozän–Untermiozän. 22 *Mesocena apiculata* Obereozän–Oligozän. 23 *Mesocena elliptica* Miozän. 26 *Naviculopsis navicula* Obereozän. 27 *Paradictyochoa polyactis mesocenooides* Oberes Miozän. 28, 29 *Dictyochoa mutabilis* Oberes Miozän. 30 *Dictyochoa spec.* Oberes Miozän. 31, 32 *Dictyochoa macilenta*. 33, 34 *Cannopilus spec.* Miozän. 35 *Dictyochoa ausonia* Oberes Miozän. 36 *Dictyochoa spec.* Miozän.

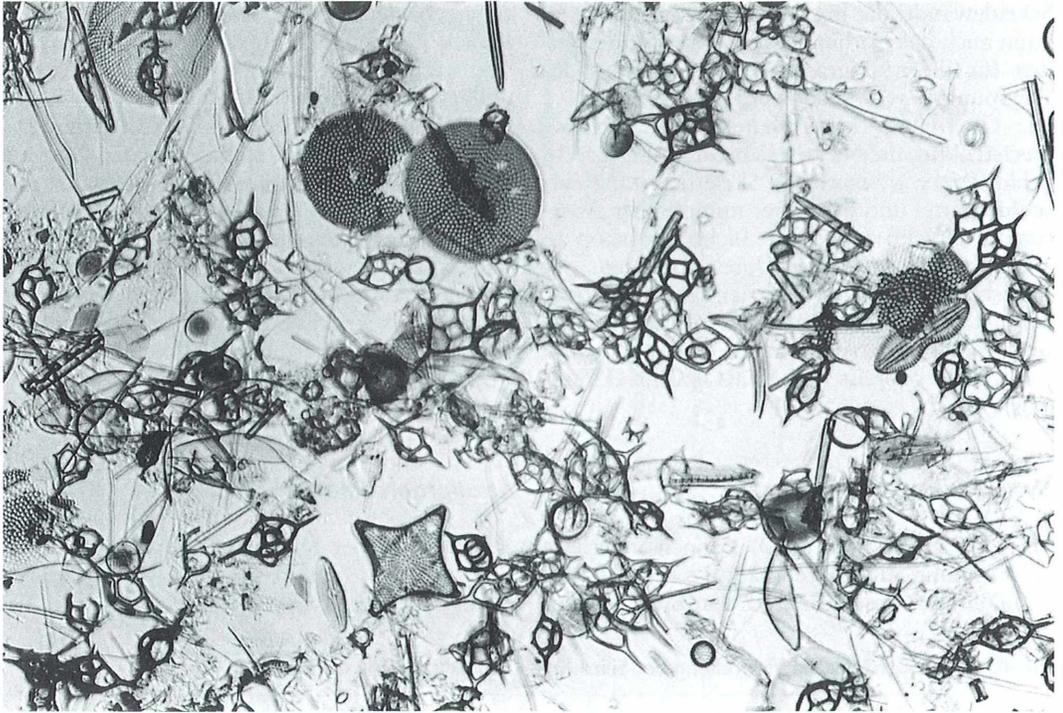


Abb. 6: Bohrkern mit ungewöhnlich vielen Silicoflagellaten (*Dictyochoa*) und wenigen Diatomeen. Bohrung Szilagy 1/Ungarn. Teufe 170–171 m. Oberes Badenian (Oberes Miozän). Achromat 20×/0,40; Projektiv 4×.

nen mit einem geringen Gehalt an kieseligen Mikrofossilien. H. W. Matthes (1959) schrieb über ihre mikropaläontologische Bedeutung: *Sie eignen sich vielfach sehr gut zur Horizontbestimmung, da sie normalerweise häufig auftreten, die Zahl der Arten in den Formationen außerordentlich begrenzt ist und diese eine geringe vertikale Verbreitung zeigen, während die geographische Verbreitung aufgrund ihres pelagischen Lebens groß ist. Die Arten können rasch und gut bestimmt werden.*

Die Stratigraphie ist die Lehre von der senkrechten Aufeinanderfolge von Sedimentgesteinen und ihrer relativen zeitlichen Zuordnung. Für den Diatomisten, der sich mit rezenten und fossilen Meeresdiatomeen oder Radiolarien beschäftigt, können die in den Streupräparaten häufig vorkommenden Skelette der Silicoflagellaten bei der stratigraphischen Beurteilung fossiler Diatomite und Radiolarite beziehungsweise Diatomo-Radiolarite sehr hilfreich sein (Abb. 6). Während es unter den zahllosen Dia-

tomeen und Radiolarien nur wenige gesicherte Leitformen gibt, deren genaue Bestimmung wegen der Artenfülle recht mühsam ist, lässt sich die stratigraphische Einordnung solcher Sedimente mit Hilfe von Silicoflagellaten viel einfacher durchführen. Eine noch größere Bedeutung haben diese Mikrofossilien – wie eingangs bereits beschrieben – bei der Überprüfung von Fundortangaben auf Präparaten und Rohmaterialproben aus alten Sammlungen. Viele der in der älteren Diatomeenliteratur genannten Fundorte sucht man auf den heutigen Landkarten vergeblich (Göke, 2002). Andere sind unter verschiedenen Namen in die Literatur eingegangen. Normalerweise wird bei der Abgrenzung, Benennung und Beschreibung einer neuen Art der Holotyp, der typische Fundort (*Locus typicus*) und die typische Schicht (*Stratum typicum*) angegeben. Das ist bei den allermeisten Diatomeen und Radiolarien nicht geschehen. Nur die Foraminiferen, Ostracoden, Coccolithen, Discoasteriden und andere kalkige Mikrofossilien,

die schon lange als Leitfossilien verwendet werden, sind in dieser Hinsicht exakt bearbeitet worden.

Fundorte fossiler mariner Diatomeen

Die ältesten fossilen Diatomeen und Silicoflagellaten sind aus der oberen Kreide, dem Maastrichtian von Kalifornien und aus dem Campan von West-Sibirien bekannt. Noch ältere Funde wurden in der Unterkreide West-Siriens und im Jura (Lias) von Württemberg gemacht, jedoch nur ganz vereinzelt (Göke, 2002). Paläozäne bis untereozäne Diatomite kennen wir von den Inseln Mors und Fuur im Limfjordgebiet (Molerformation) und aus dem Wolgagebiet zwischen Simbirsk (Uljanowsk) und Wolgograd in Russland (Göke, 2002). Obereozäne marine Diatomite gibt es in Kalifornien (Kellog Creek, Mount Diablo, Los Banos u. a.). Berühmt sind zwei annähernd altersgleiche Vorkommen: Der an mehreren Stellen aufgeschlossene obereozäne Diatomit von Oamaru/Neuseeland, in dem zum ersten Mal viele pennate Diatomeen auftreten, und die radiolarien- und diatomeenführenden Mergel auf der Insel Barbados. Oligozäne Vorkommen wurden in Niederösterreich nachgewiesen. Alle genannten Vorkommen enthalten auch Silicoflagellaten.

Den Höhepunkt ihrer Entwicklung erlebten viele Diatomeen und Silicoflagellaten in den warmen Meeren des Neogens (Miozän bis Pliozän). Während in Deutschland und Nordeuropa bisher keine bedeutenden Ablagerungen mariner Diatomite entdeckt worden sind, gibt es in den südwest-, süd- und südosteuropäischen Gebieten zahlreiche Vorkommen kieselig-mariner Sedimente, deren Diatomeenflora zum Teil schon im 19. Jahrhundert bearbeitet worden ist. Hierher gehören unter anderem die untermiozänen Diatomite von Saint-Laurent-la Vernede (Gard.) in Frankreich, die etwa gleichalten diatomeenreichen Mergel von Montemajor, Moron, Lucena und Porcuna in Andalusien und von Muro auf der Insel Mallorca. Zu den verschiedenen miozänen bis obermiozänen Stufen gehören die Vorkommen in Griechenland (Zante), Ungarn (Bory, Szt. Peter u.a.) und in Österreich (Limberg, Frättingsdorf, Ameis, Ernstbrunn). Auch in Tschechien, in der Gegend von Brno gibt es miozäne Diatomeenvorkommen, in denen wie in allen hier genannten

Fundorten auch Silicoflagellaten vorkommen. Zahlreiche obermiozäne Vorkommen von Diatomeen und Radiolarien auf Sizilien in der Provinz Girgenti (Grotte, Racalmuto, Santa Caterina u. a.), sind alle recht gut untersucht.

Besonders viele Ablagerungen fossiler mariner Diatomeen und Radiolarien gibt es in der Küstenregion von Kalifornien. Die zur Kreide und dem Paläogen gehörenden Fundorte wurden bereits genannt. Zum unteren bis höheren Miozän werden die Fundorte Sharktooth Hill im Kern Co., Palos Verdes Hill, Del Monte, Redondo Beach, Santa Barbara, Santa Monica und Santa Maria gerechnet, um nur die bekanntesten Fundstellen zu nennen. Eine gute Übersicht findet man in den Arbeiten von York T. Mandra (1968) und Walter W. Wornardt (1968). Auch an der pazifischen Küste von Japan gibt es neogene marine Diatomite. Gut bearbeitet sind die von Suzu und Hiraguri auf der Halbinsel Noto (Bachmann und Ishikawa, 1962).

Wenn in einem Diatomeen-Streupräparat einige Silicoflagellatenskelette mit Hilfe der Abbildungen, der Tabellen oder der speziellen Literatur bestimmt worden sind, kann man leicht deren stratigraphische Verbreitung feststellen und auf diese Weise die Fundortangaben auf älteren Präparaten überprüfen oder das geologische Alter des in Frage stehenden Fundpunktes ermitteln. Es kommt nur selten vor, dass Silicoflagellaten aus dem Paläogen in Diatomiten aus dem Neogen enthalten sind oder Arten, die nur fossil vorkommen, in Streupräparaten von angeblich rezenten Meeresdiatomeen nachgewiesen werden. Bei der Beurteilung solcher ungewöhnlichen Funde muss man jedoch beachten, dass an Küsten mit diatomeenreichen Sedimenten (z. B. in Kalifornien und im Limfjordgebiet) beträchtliche Mengen fossiles Diatomeenmaterial und damit auch Silicoflagellaten und Radiolarien abgetragen, aufgearbeitet und fortgeführt werden, so dass in Grundproben, manchmal sogar im Plankton, fossile Diatomeen und Radiolarien enthalten sein könnten. Solche Abtragungen und Umlagerungen haben auch in früheren geologischen Zeiträumen stattgefunden, was durch genauere Untersuchungen geklärt werden muss. Manchmal werden durch unsauberes Arbeiten bei der Reinigung der Proben fremde Silicoflagellaten, aber auch Diatomeen und Radiolarien von einer Probe in die andere geschleppt. Dafür gibt es Beispiele in der Diatomeenliteratur.

Literaturhinweise

- Bachmann, A., Ishikawa, W.: The Silicoflagellides in the Wakura Beds, Nanao City, Prefecture Ishikawa, Japan. Science Reports of the Kanazawa University. Vol. VIII, No. 1 (1962).
- Bachmann A., Papp, A.: Vorkommen und Verbreitung der Silicoflagellaten im Neogen Österreichs. Giorn. Geol. 2, 17–126 (1968).
- Bachman, A., Papp, A.: Mikropaläontologische Studien im Badener Tegel von Frättingsdorf, NÖ. Mitt. Geol. Ges. Wien Heft 1, 117–210 (1963).
- Bachmann, A.: Silicoflagellaten aus dem oberen Badenien von Walbersdorf, Burgenland. Sitzungsbericht der Österr. Akademie der Wissenschaften. 179, Bd. 1, 4. Heft, Wien 1971.
- Bachmann, A.: Silicoflagelliden. Mikrokosmos 51, 134–140 (1962).
- Bachmann, A., Keck, A.: Die Oberflächenstruktur der Silicoflagellaten. Mikrokosmos 58, 204–207 (1969).
- Borgert, A. D.: Über Dictyochiden, insbesondere *Distephanus speculum* sowie Studien an Phaeodarien. Z. wiss. Zoologie 51 (1891).
- Deflandre, G.: Contribution à l'étude des Silicoflagellates actuels et fossiles. Microscopie, tome 2, Paris 1950.
- Ehrenberg, Ch. G.: Über die Bildung der Kreidelfelsen und Kreidemergel durch unsichtbare Organismen. Abh. Königl. Akad. Wissenschaften zu Berlin 59–147 (1838/1840).
- Frenguelli, J.: Considerationens sobre los Silicoflagellados fosiles. Rev. Mus. La Plata 3, 11 (1940).
- Gemeinhardt, K.: Silicoflagellatae. In: Rabenhorst, L.: Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Band 10, 2. Abt., 1–87. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1930.
- Göke, G.: Einführung in die Präparation der fossilen Diatomeen. 1. Teil: Der Aufschluss 9, 12–16 (1958).
- Göke, G.: Einführung in die Präparation der fossilen Diatomeen. 2. Teil: Der Aufschluss 9, 40–43 (1958).
- Göke, G.: Die Herstellung von Diatomeenpräparaten mit Naphrax. Mikrokosmos 77, 191 (1988).
- Göke, G.: Methoden der Mikropaläontologie. Franckh-Verlag, Stuttgart 1963.
- Göke, G.: Natürliche und künstliche Harze als Einschlußmittel für die Mikroskopie. Mikrokosmos 89, 373–376 (2000).
- Göke, G.: Evolution und Stratigraphie der marinen Diatomeen in Kreide und Paläogen (Alttertiär). Mikrokosmos 91, 347–358 (2002).
- Hanna, G. D.: The Monterey Shale of California at its type locality with a summary of its fauna and flora. Bull. Amer. Ass. Petr. Geol. 12, 969–983 (1928).
- Hanna, G. D.: Silicoflagellata from the Cretaceous of California. J. Pal. 1, 259–263 (1928).
- Lemmermann, E.: Silicoflagellatae. Ber. D. Bot. Ges. 19, Heft 1, 247–271, Berlin 1901.
- Mandra, Y. T.: Silicoflagellates from the Cretaceous, Eocene and Miocene of California. Proc. Calif. Acad. Science 36, 231–277 (1968).
- Matthes, H. W.: Einführung in die Mikropaläontologie. Geest & Portig, Leipzig 1959.
- Stradner, H.: Über fossile Silicoflagellaten aus dem Tertiär Österreichs. Diss. Univ. Wien, 1956.
- Stradner, H.: Über fossile Silicoflagelliden und die Möglichkeit ihrer Verwendung in der Erdölstratigraphie. Erdöl und Kohle, 14. Jg. No. 2, 81–92 (1961).
- Schulz, P.: Beiträge zur Kenntnis fossiler und rezenter Silicoflagellaten. Bot. Archiv 21, 1548–1610 (1928).
- Wornhardt jr., W. W.: Eocene, Miocene and Pliocene marine diatoms and silicoflagellates studied with the scanning electron microscope. Proc. Calif. Acad. Science 46, 231–277 (1968).

Verfasser: Gerhard Göke, Am Widey 7, D-58095 Hagen

Seen sind Leben



Eine Zukunft für
die Seen der Welt.
Unser Projekt Living Lakes
schützt Trinkwasser und wertvolle Lebensräume.

Helfen Sie mit! Fordern Sie unsere Informationen an.



Global Nature Fund, Güttinger Str. 19, 78315 Radolfzell
Tel. 07732/99 95-0, Fax 07732/99 95-77
globalnature@t-online.de

Ein Berliner Mikroskop

Rudolf Drews

Der Mikroskopbau erfuhr in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts einen bedeutenden Aufschwung. Das hing einerseits mit dem zunehmenden Interesse am Feinbau der Organismen, andererseits aber auch mit einer gesetzlichen Regelung zusammen, nämlich der 1877 in Preußen und später auch im ganzen Reich angeordneten Fleischbeschau, womit die Untersuchung der Muskulatur des geschlachteten Viehs auf Trichinen gemeint war. Verschiedene Städte in Italien, London, Paris, Wien und Berlin waren seinerzeit Zentren der Mikroskopfertigung. Allein in Berlin wirkten um 1880 an die hundert Betriebe von insgesamt etwa dreihundert in ganz Deutschland.

Oft gelobt und viel begehrt waren Mikroskope der Berliner Firma Schieck und der in Potsdam ansässigen Firma Hartnack (Nachfolger von Oberhäuser). Ch. G. Ehrenberg, der Begründer der Mikropaläontologie und Protozoologie, besaß ein Schieck-Mikroskop. Weitere bekannte Berliner Mikroskophersteller waren C. Pistor, E. Gundlach, P. Waechter, P. Thate, O. Himmler, E. Messter, R. Fuess, P. Gebhard, R. Wasserlein und L. Bénèche. Das hier vorgestellte Mikroskop wurde von Bénèche und Wasserlein gebaut und trägt die Signatur „No. 1701, Bénèche und Wasserlein, Berlin“ (Abb. 1 und 2). R. Wasserlein war von 1850 bis 1860 Teilhaber von Bénèche und führte später seinen Betrieb selbstständig weiter bis mindestens 1879 (letzter mir bekannter Mikroskopnachweis). Die Werkstatt Bénèche wird 1820 gegründet. 1850 übernimmt Luis Bénèche den Betrieb von seinem Vater und führt ihn bis 1893 weiter. Es ist aus wissenschaftshistorischer Sicht interessant, sich einmal zu vergegenwärtigen, welche bedeutsamen Ereignisse in der gemeinsamen Schaffensperiode von Bénèche und Wasserlein mikroskopische Forschung als Grundlage hatten oder in der Mikroskopie neue Entdeckungen und neue technische Möglichkeiten einleiteten (Tabelle 1).

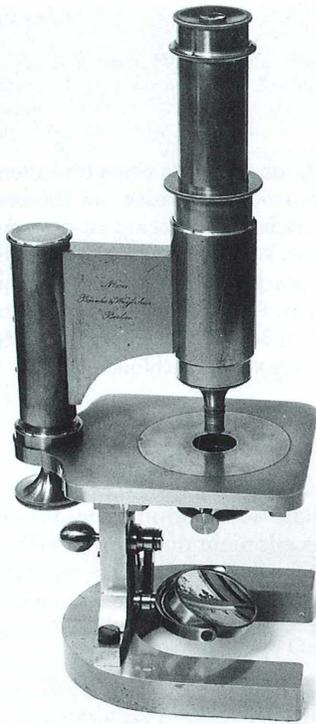
Konstruktion von Mikroskopen im 19. Jahrhundert

Der Mikroskopbau wie auch der von Fernrohren und Theodoliten war im 19. Jahrhundert

ganz auf die Verwendung von Messing eingestellt. Das gilt nicht nur für das Mikroskopstativ, sondern auch für Okular- und Objektivliniensfassungen. Der Konstruktionsplan des Mikroskops von Bénèche und Wasserlein geht

Tabelle 1: Naturwissenschaftlich bedeutende Ereignisse zwischen 1850 und 1860.

- | | |
|------|--|
| 1850 | Ein umgekehrtes Mikroskop von Nacet (Paris) kommt auf den Markt. |
| 1851 | J. H. Riddell konstruiert ein Stereomikroskop mit nur einem Objektiv und einem den Strahlengang spaltenden Prisma. Huxley entdeckt die später als Symbionten erkannten Dinophyceen im Plasma von Radiolarien. |
| 1854 | H. Goebel stellt die erste brauchbare Glühbirne her. Ehrenbergs <i>Microgeologie</i> erscheint. |
| 1857 | L. Pasteur veröffentlicht seine Arbeiten über die alkoholische Gärung und die Milchsäuregärung und beweist, dass Fäulnisvorgänge durch Keime aus der Luft verursacht werden. |
| 1858 | G. Mendel begründet die Vererbungsregeln. R. Virchow veröffentlicht seine <i>Cellularpathologie</i> . Der Farbstoff Karmin findet erstmalig in der Mikroskopie Verwendung. |
| 1859 | Ch. Darwins Werk <i>The Origin of Species</i> erscheint. In Pennsylvanien und im Kaukasus wird Erdöl gefördert, wodurch die Petroleumbeleuchtung ermöglicht wird. Der erste Band des berühmten Werkes <i>Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs</i> von H. G. Bronn erscheint. |
| 1860 | Wenham konstruiert einen Binokulartubus mit dem nach ihm benannten Strahlenteilungsprisma für Stereomikroskope. |



**Abb. 1: Mikroskop von Bénéche & Wasserlein. –
Abb. 2: Signatur auf dem Tubusträger.**

auf Oberhäuser zurück (Abb. 3) und Hartnack verwendet ihn ebenfalls (Abb. 4 und 5). Dieser Typ zeichnet sich, abgesehen von dem viel gelobten stabilen Stativ, durch die Kombination einiger technischer Vorzüge aus. Dadurch, dass der Spiegel (Hohlspiegel) an einer vertikalen Gleitschiene höhenverstellbar ist, kann sein Brennpunkt dem Präparat angepasst

werden. Ein Schlitten unter dem Tisch nimmt eine Blendenhülse auf. Wenn diese und der Schlitten entfernt werden, kann mit dem Spiegel eine extreme schiefe Beleuchtung erzeugt werden. Die Feineinstellung ist insofern von der zeitüblichen abweichend, als die Schraube sich am unteren statt am oberen Ende der Säule befindet, was ergonomisch günstiger ist. Eine weitere Besonderheit ist der drehbare Tisch. Mit ihm dreht sich der ganze obere Teil des Mikroskops, also Tubus und Tubushalter, um die optische Achse. So lässt sich leicht ein Präparat von verschiedenen Seiten beleuchten, und bei Verwendung des Polarisationsgerätes kann man sehr einfach von Durchlass- zur Kreuzstellung von Analysator und Polarisator wechseln. Für die Polarisationsmikroskopie wird die Blendenhülse gegen den Analysator (Nicolprisma) ausgetauscht, das Schiebetubusrohr gegen ein gleiches mit eingebautem Analysator (Nicolprisma). Der für die Zeit ungewöhnlichste Bestandteil der Zusatzgeräte ist ein mehrlinsiger Kondensator, der wie die Blendenhülse in einen Schlitten (Abb. 6) gesteckt werden kann. Zwei seitliche langgriffige Schrauben ermöglichen eine seitliche Verschiebung beziehungsweise Zentrierung der Kondensoroptik.

Ausstattung des Bénéche-Mikroskops

Zur Ausstattung gehören außerdem ein Dunkelfeldschlitten, ein Schraubenokularmikrometer und ein Zeichenprisma (unvollständig). Das Mikroskopstativ, Zusatzteile, der Polarisator und Analysatortubus, fünf Okulare und ein kunstlederbezogenes Objektivkästchen mit sechs Objektiven (Abb. 7) sowie ein Holzkästchen mit Schiebedeckel sind in den entsprechenden Ausparungen des teilweise mit schwarzem Samt ausgekleideten abschließbaren Mahagonikastens untergebracht.

In der Preisliste von 1860 (1865 in Frey abgedruckt) bietet Bénéche fünf verschiedene Objektivsysteme (Abb. 8) an: 4, 7, 8, 9 und 11. Diese werden von Schacht (1862) hinsichtlich Schärfe und Farbkorrektur sehr gelobt. Harting (1860) äußert sich dazu eher zurückhaltend, räumt aber ein: *Mit dem System 11 hatte ich (1858) ganz nette und saubere Bilder.* Das System 9 ist ausschließlich für schiefe Beleuchtung vorgesehen.

Okularvergrößerungen und Auflösungsleistung

Für die Okulare habe ich rechnerisch die Vergrößerungen bestimmt (Tabelle 2). Die Werte sind die Quotienten aus Gesamtvergrößerung (Tabelle 4, nach Dippel und Schacht, in Klammern) und Abbildungsmaßstab der Objektive (Tabelle 3). Letzterer errechnet sich aus der Division von mechanischer Tubuslänge (200 mm) durch Objektivbrennweite (Tabelle 3). Im Objektivkästchen befindet sich außerdem das

System 10. Laut Beipackzettel handelt es sich um eine Wasserimmersion. Diese wurde ab 1860 von Hartnack auf den Markt gebracht. Offenbar ist das Mikroskop also erst nach 1860 gekauft worden. Für die Objektive habe ich mit Testdiatomeen ungefähre Aperturen bestimmt (Tabelle 5).

In der Literatur werden allerdings zum Teil höhere Aperturen angegeben (zum Beispiel für das System 10 die Apertur von 0,99). Die Abbildungen 9 bis 12 veranschaulichen die Auflösungsleistung. Mit System 9 wird zwar eine

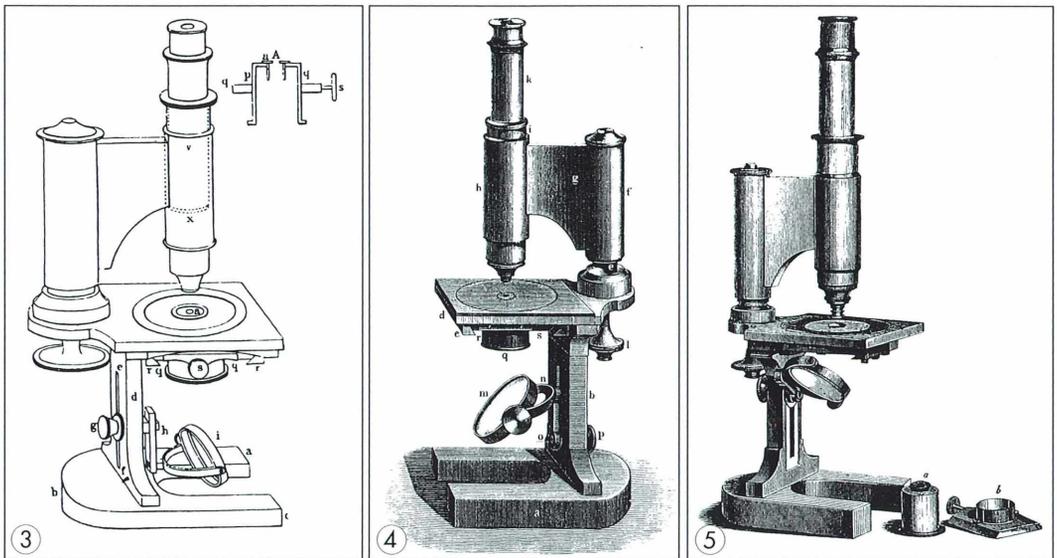


Abb. 3: Oberhäusers Mikroskop von 1848 (aus Moe, 1990). – Abb. 4: Mikroskop von Hartnack (aus Dippel, 1867). – Abb. 5: Mikroskop von Hartnack (aus Frey, 1873).

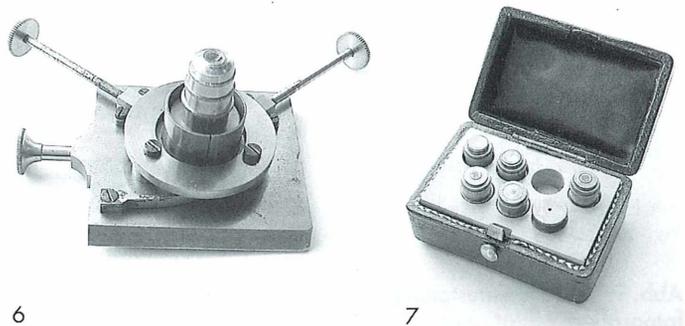


Abb. 6: Kondensorschlitten mit dreilinsigem Kondensator. – Abb. 7: Objektivkästchen mit Objektiven und einer Steckblende.

ähnlich große Auflösung wie mit System 11 erreicht, jedoch stören hier Beugungserscheinungen, während das Bild mit System 11 (Verwendung des 3-linsigen Kondensors) klarer ist. Weil für den Kondensor keine Blende vorgesehen ist, wird das Licht zur Kontraststeigerung nicht senkrecht, sondern seitlich versetzt auf das Präparat gelenkt, was mit Hilfe der beiden erwähnten Schrauben geschieht. System 10 (Wasserimmersion) löst wie System 11 auf, jedoch erscheint bei gerader Lichtführung das Präparat besonders kontrastarm. Vor Jahren mit dem Bénèche-Wasserlein-Mikroskop angefertigte Mikrofotografien sind in früheren Veröffentlichungen des Autors im Mikrokosmos zu sehen (Drews 1958, 1959, 1960).



Abb. 8: Größenvergleich eines Bénèche-Objektivs mit einem relativ kurzen Objektiv moderner Ausführung.

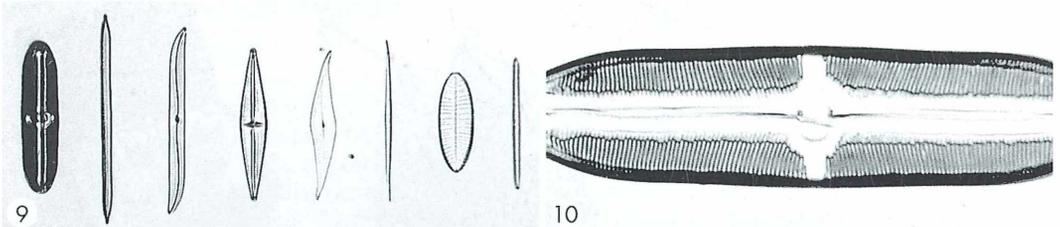


Abb. 9: Diatomeentestplatte, mit System 4 fotografiert. – **Abb. 10:** *Pinnularia opulenta*, mit System 7 fotografiert.

Da für Vergleichzwecke in Mikroskop-Sammlungen bestimmte Abmessungen von Bedeutung sind, seien in Tabelle 6 einige Maße angegeben. In der Preisliste von Bénèche von 1860 werden als Zusatzgeräte ein Okularschraubenmikrometer genannt, ein Goniometer (Winkelmesser für Kristalle), eine auf einem Stativ montierte Beleuchtungslinse (für Auflicht), ein Okularmikrometer (zum Einlegen) und ein Kompressorium. Ein Kompressorium diente zum Festhalten von im Wasser beweglichen Organismen oder zum Abflachen größerer runder oder zu dicker Objekte. Das Bénèche-Wasserlein-Mikroskop kostete 1860 mit fünf Okularen und fünf Objektiven inklusive Kasten 170 Taler.

Design von Bénèche-Wasserlein- und Hartnack-Mikroskopen

Wie einleitend erwähnt, hat das Bénèche-Wasserlein-Mikroskop das Modell von Oberhäuser (Abb. 3) zum Vorbild. Das Mikroskop von Hartnack (Abb. 4 und 5) hat eine auffallende Ähnlichkeit mit dem hier vorgestellten. Bénèche sowohl wie Hartnack haben ein moderneres Design des Oberhäuser-Typs entworfen, jedoch könnte die Bénèche-Version früher entstanden sein als die von Hartnack. Dieser hatte erst 1860 die Firma von Oberhäuser übernommen, 1870 ist er nach Potsdam übersiedelt. Jedenfalls sind die Mikroskoptypen von Oberhäuser und Bénèche beziehungsweise Hartnack die ersten mit einem Hufeisenfuß auf dem Kontinent, welche die bisherigen Stangen- und Trommelmikroskope ablösten und die lange bis in die erste Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts andauernde Ära dieses Mikroskopstativs einleiteten.

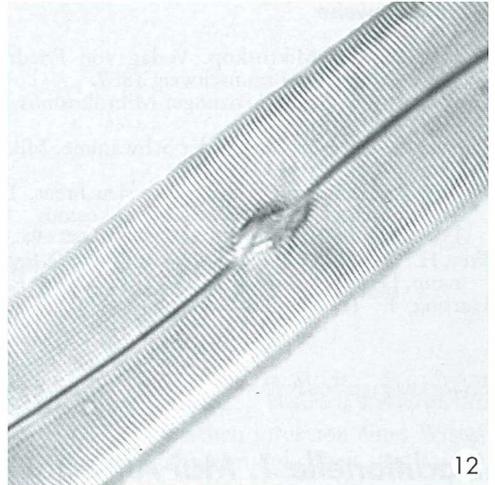
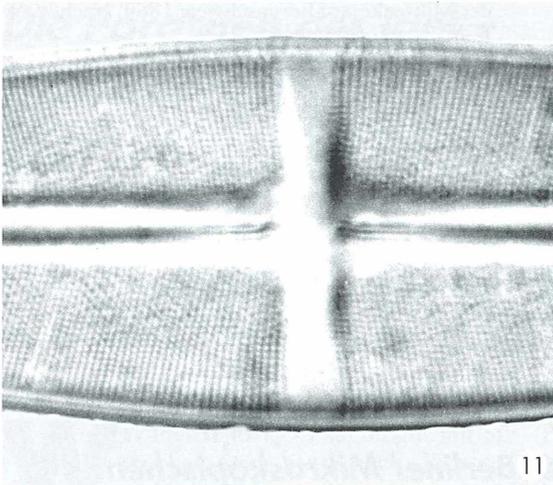


Abb. 11: *Stauroneis phoenicenteron*, mit System 9 fotografiert. – **Abb. 12:** *Gyrosigma balticum*, mit System 11 und Kondensator fotografiert.

Tabelle 2: Okularvergrößerung.

Okular	I	II	III	IV	V
Vergrößerung	3,5	4,5	6,0	7,2	10

Tabelle 3: Brennweite und Abbildungsmaßstab der Objektive.

System	f (nach Dippel)	f (aus Harting)	Abbildungs- maßstab
4	15,00 mm	13,40 mm	14×
7	4,60 mm	4,70 mm	43×
8	3,40 mm	2,95 mm	62×
9	2,76 mm	3,42 mm	71×
11	2,30 mm	2,22 mm	88×

Tabelle 4: Gesamtvergrößerung.

System	Okular				
	I	II	III	IV	V
4	50	70	90	100	150
7	145	200	260	340	435
8	200	275	360	396	600
9	240 (260)	320	430	530	720
11	304	–	–	–	–

Tabelle 5: Objektivaperturen.

System	Apertur	Apertur (mit Kondensator und schiefer Beleuchtung)
4	0,1	0,25
7	0,2	0,45
8	0,2	0,3
9	0,6	0,7
10	0,45	>0,45
11	0,45	>0,5

Tabelle 6: Maße zum Mikroskop von Bénèche & Wasserlein.

Höhe	35 cm
Tisch	9,7 × 10,2 cm
Spiegel Ø	4 cm
Unterer Tubus Ø	3,3 cm
Okular Ø	2,75 cm
Objektiv Ø	0,85 cm
Objektiv-Gewinde Ø	0,73 cm
Steckenblendenhülse Ø	2,5 cm
Steckenblende Ø	0,97 cm
Steckkondensator Ø	1,92 cm
Kondensatorhöhe	4,1 cm
Objektivlänge	1,3 cm (System 9) 1,1 cm (System 11)
Mikroskopkasten	31,5 × 25 × 13,5 cm
Objektivkästchen	6 × 4 × 3 cm
Frontlinse Ø (System 11)	0,08 cm

Literaturhinweise

- Dippel, L.: Das Mikroskop. Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1867.
- Drews, R.: Die Schneckenzunge. *Mikrokosmos* 47, 112–114 (1958).
- Drews, R.: Über das Skelett der Schwämme. *Mikrokosmos* 48, 342–344 (1959).
- Drews, R.: Der Erreger des Meeresleuchtens. Das Geißeltierchen *Noctiluca*. *Mikrokosmos* 49, 353–355 (1960).
- Frey, H.: Das Mikroskop. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig 1865 und 1873.
- Harting, P.: Theorie und Allgemeine Beschreibung

- des Mikroskopes. Braunschweig 1860. Nachdruck B. M. Israel, Amsterdam 1970.
- Kettenmann, H. (Hrsg.): Unsichtbar – Sichtbar – Durchschaut. Max-Delbrück-Zentrum für Molekulare Medizin, Berlin-Buch 2001.
- Moe, H.: Mikroskopets Historie. Rhodos-Verlag, Kopenhagen 1990.
- Schacht, H.: Das Mikroskop. Verlag von G.W.F. Müller, Berlin 1862.
- Stein, W. (Hrsg.): Der neue Kulturfahrplan. Herbig Verlagsbuchhandlung, München 1998.

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

Nachricht**Traditionelle 1. Mai-Aktivität der Berliner Mikroskopischen Gesellschaft – Diesmal mit besonderem Angebot für Anfänger**

Wie in den vergangenen Jahren hat sich auch in diesem Jahr die BMG zum 1. Mai zu einer gemeinsamen Aktivität zusammengefunden und wieder war es Familie Dr. Gerhard Teichert, welche die Mikroskopiker in ihr Wochenenddomizil in das südliche Umland von Berlin eingeladen hatte. Nach der unterdessen zum Programm gehörenden Wanderung in der schönen Landschaft mit anschließender stärkerer Beköstigung wurden natürlich einige unterwegs genommene Proben mikroskopiert.

Als Besonderheit des diesjährigen Beisammenseins hatte Martina Zahrt aufgrund des immer wieder bei den normalen Übungsabenden geäußerten Wunsches ein kleines Präparier- und Mikroskopier-Programm speziell für Anfänger, die noch nicht so lange der BMG angehören, zusammengestellt. Das Angebot wurde begeistert aufgenommen und die vorbereiteten Aufgaben sorgfältig bearbeitet (Abb. 1). So konnten die Mikroskopier-Novizen nicht nur einen sehr entspannten Tag erleben, sondern auch noch einige schöne, selbstgefertigte Präparate zum intensiven heimischen Studium mit nach Hause nehmen.

Klaus Hausmann, BMG



Abb. 1: Martina Zahrt erklärt den interessierten Mikroskopier-Neulingen grundlegende Präparationschritte (Foto: Gerhard Teichert, Berlin).

Aufnahme sofort.

Tag & Nacht – Hilfe für Süchtige, ohne Vorbedingungen.

Synanon *heute!*
LEBEN OHNE DROGEN **030-55 00 00**

Corinna, 25
lebte 3 Jahre
bei Synanon,
seit 5 Jahren clean
Ausbildung zur
Mediendesignerin



Die Parasiten der Igel – Teil 1: Endoparasiten

Dora Lambert

Unter Parasiten verstehen wir solche Lebewesen, die zeitweise oder ständig ganz oder zum Teil auf Kosten eines anderen, in der Regel größeren Organismus, des sogenannten Wirtes leben, von ihm Nahrung, unter Umständen auch Wohnung oder ähnlichen Nutzen gewinnen und ihn bei geringer Anzahl nicht töten (Piekarski, 1954).

Was Piekarski 1954 sagte, gilt mit Sicherheit auch heute noch: Eine geringe Anzahl von Parasiten und ein intaktes Immunsystem des Wirtes sind Voraussetzungen für das Vorhandensein gegenseitiger Toleranz, damit Wirt und Parasit überleben.

Bei allen Wildtieren ist ein geringer Befall mit Endoparasiten (Innenparasiten) und Ektoparasiten (Außenparasiten) normal. Ein gesundes Tier entwickelt körpereigene Abwehrstrategien und kann trotz der Schmarotzer alt werden. Jedoch bei sehr jungen Igeln ist das Immunsystem noch nicht voll ausgereift und auch Nahrungsmangel oder Krankheit können den Körper zusätzlich schwächen.

Ein massenhafter Befall mit Endoparasiten des Darmtraktes ist oft die Ursache für Appetitlosigkeit und Gewichtsabnahme. Durchfälle, manchmal mit Blut vermischt, können die Folge sein. Ein Befall mit Endoparasiten, die in der Lunge leben, verursacht Atemprobleme, die bei einem Massenbefall lebensbedrohlich sein können. Derart geschwächte Igel, die meist tagsüber herumlaufend oder -liegend gefunden werden, können ohne die Hilfe der Menschen nicht überleben.

Um die Igel gezielt behandeln zu können, ist es erforderlich die Parasiten zu identifizieren, zum Beispiel anhand mikroskopischer Untersuchung ihrer mit dem Kot ausgeschiedenen Eier oder Lebensstadien.

Die Kenntnis des Entwicklungszyklus der Parasiten ist aus zwei Gründen wichtig:

1. Der zur Pflege übernommene Igel könnte noch kurz zuvor Infektionsstadien der Schmarotzer oral aufgenommen haben. Bei der antiparasitären Behandlung werden aber nur die adulten Würmer erfasst, jedoch nicht die Entwicklungsstadien. Darum sollte nach Ablauf der

Präpatenz (Zeit zwischen Infektion eines Wirtes bis zur ersten Nachweismöglichkeit des Parasiten) nochmals der Kot kontrolliert werden. Manchmal ist eine Nachbehandlung notwendig. 2. Wenn man den Entwicklungszyklus kennt, kann man besser beurteilen, ob die Gefahr einer Reinfektion besteht. Kokzidien der Gattung *Isoospora rastegaievae* beispielsweise sind nach dem Ausscheiden bereits nach einer Sporulationszeit von 24–48 Stunden für den Igel wieder infektiös. Larven des Lungenwurms *Crenosoma striatum* dagegen benötigen für die Entwicklung bis zum infektiösen Stadium eine Schnecke als Zwischenwirt. Wenn man also keine Schnecken füttert, kann sich der Igel während der Pflegezeit nicht erneut mit diesem Parasiten infizieren.

Welche Endoparasiten sind bei den Igeln zu finden?

Im Folgenden werden zunächst in einer Übersicht die häufigsten Igelparasiten aufgelistet und dann im Einzelnen vorgestellt.

Trematoden (Saugwürmer)	<i>Brachylaemus erinacei</i>
Nematoden (Rundwürmer = Fadenwürmer)	<i>Capillaria erinacei</i> , <i>Capillaria ovoreticulata</i> , <i>Capillaria aerophila</i> , <i>Crenosoma striatum</i>
Cestoden (Bandwürmer)	<i>Hymenolepis erinacei</i>
Acanthocephalen (Kratzer)	<i>Nephridiacanthus major</i>
Kokzidien (sporenbildende Einzeller)	<i>Isoospora rastegaievae</i>

Darmsaugwurm *Brachylaemus erinacei*

Der Darmsaugwurm *Brachylaemus erinacei* (Abb. 1) parasitiert überwiegend im Dünndarm, bei starkem Wurmbefall ist er auch in den Gallengängen zu finden. Er erreicht eine Länge von 5–10 mm und ist ein Zwitter.

Die nur 30–35 µm × 17–21 µm großen, gedeckelten Eier (Abb. 2) von *B. erinacei* enthalten bereits ein Mirazidium (Wimpernlarve), wenn sie mit dem Kot ausgeschieden werden. Als Zwischenwirte dienen verschiedene Landschnecken, welche die Eier und damit die Mira-

zidien oral aufnehmen. In ihnen erfolgt die Weiterentwicklung bis zur Bildung der Infektionsstadien, der enzystierten Zerkarien (Schwanzlarven), die der Igel zusammen mit der Schnecke oral aufnimmt. Der Kreislauf schließt sich, wenn nach einer Präpatenz von 17 Tagen der adulte Darmsaugwurm nun seinerseits Eier ausscheidet.

Symptome der Brachylaemose: Appetitlosigkeit, Gewichtsabnahme, große Unruhe, schnelle Verschlechterung des Allgemeinbefindens, Durchfall mit Blutbeimengungen, Darmentzündung, Anämie.

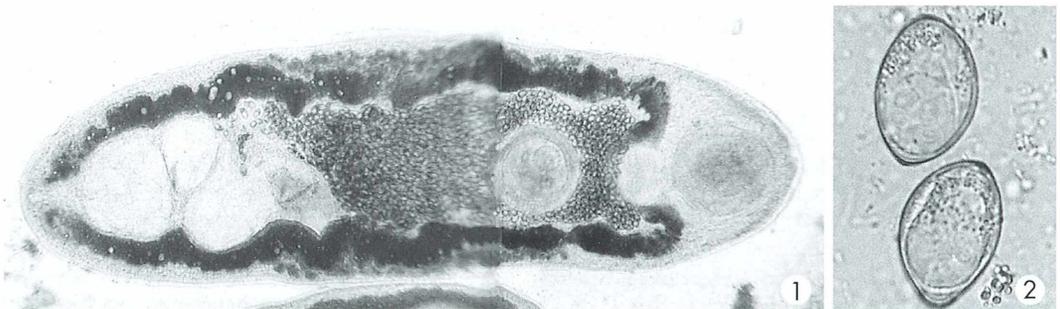


Abb. 1: Darmsaugwurm *Brachylaemus erinacei*. Vergr. 40fach. – Abb. 2: Eier des Darmsaugwurmes *Brachylaemus erinacei*. Vergr. 570fach.

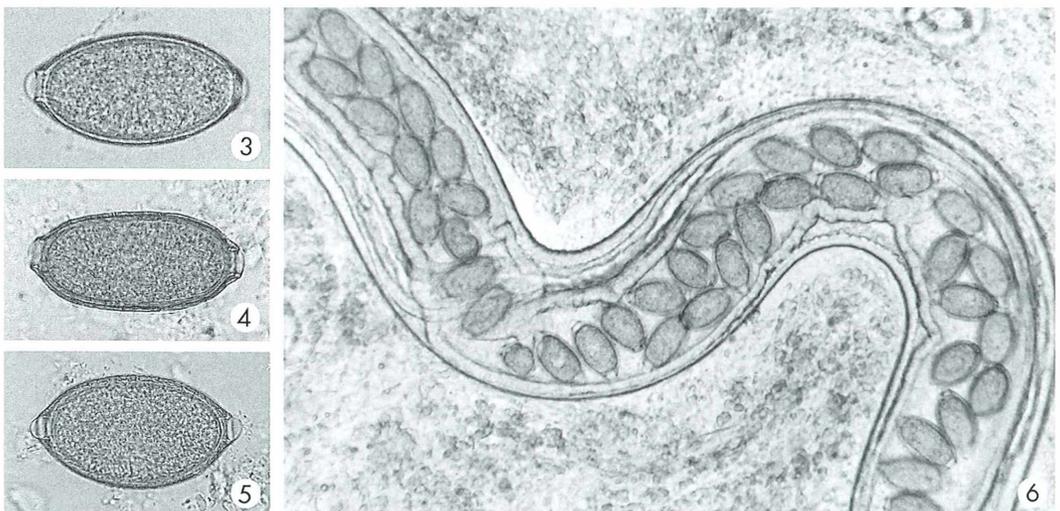


Abb. 3: Ei des Darmhaarwurmes *Capillaria erinacei*. Vergr. 520fach. – Abb. 4: Ei des Darmhaarwurmes *Capillaria ovoreticulata*. Vergr. 440fach. – Abb. 5: Ei des Lungenhaarwurmes *Capillaria aerophila*. Vergr. 350fach. – Abb. 6: Wurmabschnitt des Lungenhaarwurmes *Capillaria aerophila*. Vergr. 165fach.

Darmhaarwürmer *Capillaria erinacei* und *C. ovoreticulata*

Die Darmhaarwürmer *Capillaria erinacei* und *C. ovoreticulata* leben im Magen und im Darm und erreichen als Weibchen eine Größe von 4–20 mm (♂ sind mit 3,4–15 mm nur geringfügig kleiner). Wegen ihres geringen Durchmessers von nur circa 0,1 mm werden sie als Haarwürmer bezeichnet. Die Weibchen setzen die typischen, etwa 50–65 µm × 28–34 µm großen, mit Polpfropfen versehenen Eier (Abb. 3 und 4) unembryoniert ab. Innerhalb der Eischale bildet sich im Freien nach 5–7 Wochen das infektiöse Larvenstadium L₃. Regenwürmer können als Transport- oder Stapelwirte eingeschaltet werden. Der Zyklus schließt sich, wenn Igel infektiöse Eier oder Stapelwirte oral aufnehmen und nach einer Präpatenz von 25–27 Tagen Eier der Haarwürmer mit dem Kot ausscheiden.

Symptome der Kapillariose: Appetitlosigkeit, Abmagerung und Austrocknung, Durchfall mit dünnbreiigem, schleimigem Kot.

Lungenhaarwurm *Capillaria aerophila*

Der Lungenhaarwurm *Capillaria aerophila* schmarotzt in den Bronchien und erreicht als

Weibchen (Abb. 6 zeigt einen Wurmabschnitt) eine Größe von 18–20 mm (♂ etwas kürzer). Die von den Weibchen unembryoniert abgesetzten 60–75 µm großen, mit Polpfropfen versehenen Eier (Abb. 5) werden über die Trachea in die Mundhöhle hochgeflimmert, danach abgeschluckt und mit dem Kot ausgeschieden. In der Eischale entwickelt sich im Freien eine Larve, die bereits infektiös ist. Nach oraler Aufnahme derartiger Eier schlüpfen die L₁ und erreichen die Lunge in den Lymph- und Blutgefäßen; über Häutungen wird dort in etwa 5–6 Wochen die Geschlechtsreife erreicht. Symptome der Lungenkapillariose: Röcheln, starker Husten, auch Atemnot kann möglich sein.

Lungenwurm *Crenosoma striatum*

Der Lungenwurm *Crenosoma striatum* parasitiert in den Bronchien und Bronchiolen. Die Weibchen erreichen eine Größe von 12–20 mm, die Männchen von 5–15 mm. Am Vorderende ist die Kutikula (äußerste Hautschicht) aufgebläht und zeigt im Ösophagusbereich eine schachtelhalmförmige Struktur (Abb. 7). Die von den Weibchen abgesetzten dünnchaligen Eier, welche die L₁ enthalten (Abb. 8), gelangen



Abb. 7: Vorderende des Lungenwurmes *Crenosoma striatum*. Vergr. 135fach. – Abb. 8: Larve 1 (L₁) des Lungenwurmes *C. striatum* in der durchsichtigen Eihülle. Vergr. 580fach. – Abb. 9: Larve 1 (L₁) des Lungenwurmes *C. striatum*, im Igelkot gefunden. Vergr. 340fach.

über Trachea, Mundhöhle und Magen-Darmtrakt ins Freie. Auf diesem Wege schlüpfen die L_1 (Abb. 9) und dringen in der Außenwelt in den Fuß von Gehäuse- oder Nacktschnecken ein. Dort entwickeln sie sich über das Larvenstadium L_2 innerhalb von drei Wochen zu infektiösen L_3 . Der Igel nimmt diese Larven beim Verzehr des Zwischenwirts, der Schnecke, auf. Die bei der Verdauung freiwerdenden Larven gelangen vom Darm über Lymphkapillaren und die Hohlvene in das Herz und von dort in die Lunge, wo sie sich nach drei Wochen zu adulten Würmern entwickelt haben, die nun ihrerseits die die L_1 enthaltene Eier ausscheiden. Symptome der Krenosomose: Röcheln, Husten, manchmal Maulatmung, starke Atemnot.

Igelbandwurm *Hymenolepis erinacei*

Der Igelbandwurm *Hymenolepis erinacei* schmarotzt im Dünndarm, wird 25–36 cm lang und 1,5–3 mm breit (Abb. 10 zeigt einen Wurmabschnitt). Bei Bandwurmbefall sind im Kot die etwa 1 mm langen und 3 mm breiten Bandwurmglieder (Proglottiden) (Abb. 11) und/oder die circa 75 μm großen Eier, die bereits die Sechshakenlarve enthalten (Abb. 12), nachweisbar. Die Entwicklung verläuft über verschiedene Käfer als Zwischenwirte. Im Käfer entwickelt sich aus der Sechshakenlarve in-

nerhalb von 21 Tagen die Finne des Bandwurmes, die für den Igel infektiös ist. Die Zeit zwischen Aufnahme der Finne und Ausscheiden von Proglottiden oder Eiern mit dem Kot, also bis zur Entwicklung zum adulten Wurm, beträgt 35 Tage.

Symptome des Bandwurmbefalls: Gewichtsabnahme trotz guter Nahrungsaufnahme.

Kratzer

Die Kratzer *Nephridiacanthus major* und andere parasitieren im Darm der Endwirte (Igel). Zur Verankerung in der Darmschleimhaut dient der vorstülpbare, mit Haken besetzte Rüssel (Proboscis); dabei kann es zur Perforation des Darmes kommen. Die Acanthocephalen sind getrenntgeschlechtlich. Die mit dem Kot ausgeschiedenen Eier enthalten bereits eine mit Häkchen bewaffnete Larve (Acanthor). Die Weiterentwicklung bis zur Bildung von Infektionsstadien erfolgt indirekt mit Insekten als Zwischenwirte.

In der Literatur sind beim Igel eine Reihe von Kratzern beschrieben, deren Größe zwischen 5 mm und 210 mm variiert.

In Berliner Igelstationen wurden gelegentlich Kratzer unbestimmter Gattung im Igelkot gefunden. Diese 5–10 mm langen und etwa 1 mm dicken Würmer (Abb. 13) konnte man als

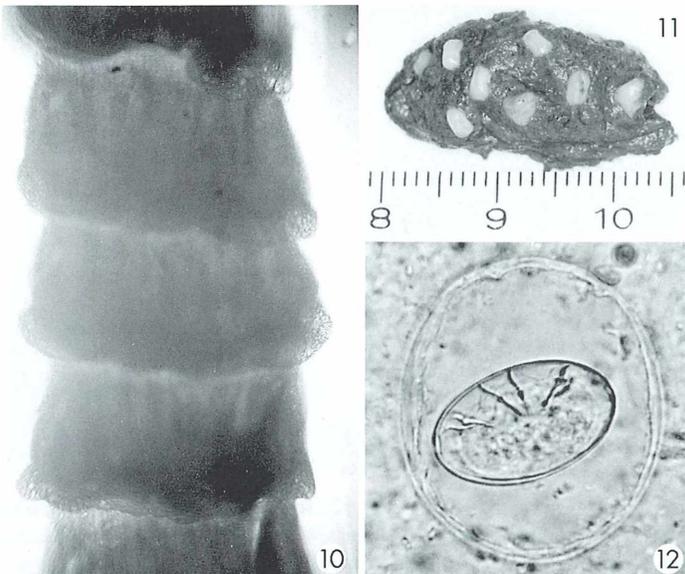
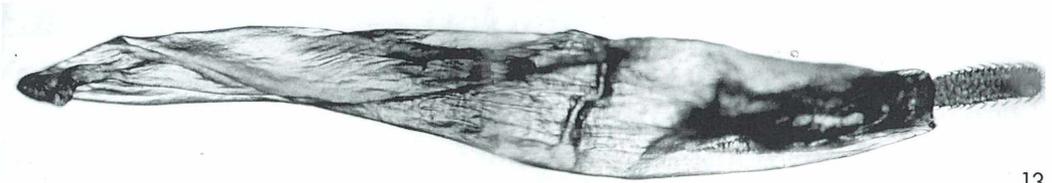
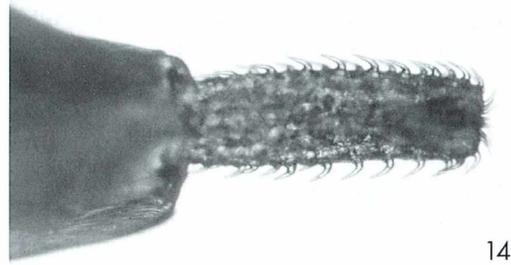


Abb. 10: Wurmabschnitt des Igelbandwurmes *Hymenolepis erinacei*. Vergr. 18fach. – Abb. 11: Die reiskornähnlich aussehenden Proglottiden des Igelbandwurmes *Hymenolepis erinacei* wurden zum Fotografieren aus der Kotprobe herausgenommen und auf die Oberfläche des Kotes gelegt. Vergr. 1,5fach. – Abb. 12: Ei des Igelbandwurmes *Hymenolepis erinacei*. Vergr. 560fach.



13



14

Abb. 13: Kratzer, im Igelkot gefunden. Vergr. 18fach. – **Abb. 14:** Mit Haken besetzter Kratzer-Rüssel. Vergr. 50fach.

weiße Stifte im Kot erkennen. Unter dem Mikroskop betrachtet, wurde der mit Haken besetzte Rüssel sichtbar (Abb. 14).

Symptome der Erkrankung: Darmstörungen, bei Darmperforation Peritonitis mit Todesfolge.

Kokzidien *Isoospora rastegaievae*

Kokzidien wie zum Beispiel *Isoospora rastegaievae* sind parasitisch lebende Einzeller (Protozoen). Mit dem Kot werden die 16–21 µm × 15–20 µm großen Oozysten (Abb. 15) ausge-

schieden. In der Außenwelt sporulieren diese Oozysten (Abb. 16) innerhalb von 24–48 Stunden (Sporogonie) und sind in voll sporuliertem Zustand für den Igel wieder infektiös. Sie werden mit der Nahrung oder auch beim Putzen des Haarkleides aufgenommen. Im Darm finden sowohl ungeschlechtliche Vermehrung (Schizogonie) als auch geschlechtliche Vermehrung (Gamogonie) statt. Die Präpatenz beträgt 6–10 Tage.

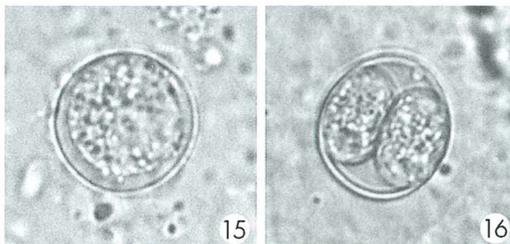
Symptome der Kokzidiose: Abmagerung, dünnbreiiger Kot, blutiger Durchfall, Unruhe.

Literaturhinweise

Siehe Teil 2 im nächsten Heft.

Informationen zur Pflege hilfbedürftiger Igel

Arbeitskreis Igelschutz Berlin e.V., Tel.: 0 30/4 04 92 51
Pro Igel e.V., Tel.: 0 83 82/30 21 und 0 83 82/60 23,
Fax: 0 83 82/30 22, Internet: www.Pro-Igel.de
Neumeier, M.: Das Igel Praxisbuch. Die richtige Pflege, Aufzucht und Unterbringung. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart 2001.



15

16

Abb. 15 und 16: Kokzidien-Oozyste von *Isoospora rastegaievae*: unsporuliert (Abb. 15) und sporuliert (Abb. 16). Vergr. 1000fach.

Verfasser: Dora Lambert, Arbeitskreis Igelschutz Berlin e.V., Basaltweg 25, D-12349 Berlin, Tel.: 0 30/7 42 72 59.

Kurze Mitteilung

Gleichberechtigung der Gameten

Die doppelte Befruchtung ist charakteristisch für die Blütenpflanzen (Angiospermen). Bei der Keimung des Pollenkornes entsteht ein Pollenschlauch mit Spitzenwachstum, in welchem die beiden haploiden, unbeweglichen, männlichen Spermazellen gerichtet in den Embryosack transportiert werden. Dieser enthält im Innern, umhüllt von den Integumenten, die haploide Eizelle sowie einige andere Zellen. Eine der beiden Spermazellen fusioniert mit der Eizelle. Aus dem Fusionsprodukt, das nun diploid geworden ist, entwickelt sich der Embryo. Die zweite, haploide Spermazelle verschmilzt mit der diploiden Zentralzelle. Aus diesem Fusionsprodukt, das nun triploid geworden ist, entwickelt sich das Endosperm. Dies wird ein Nährgewebe, das für die normale Embryoentwicklung notwendig ist, aber auch in den späteren Stadien der Samenentwicklung noch eine wichtige Rolle spielen wird.

Die beiden weiblichen Partner der doppelten Befruchtung bei den Angiospermen sind dimorph, das heißt sie sind verschieden in Größe und Funktion. Sie haben auch einen unterschiedlichen DNA-Gehalt: Die Eizelle ist haploid und die Zentralzelle ist bei den meisten Blütenpflanzen diploid.

Nun wurde schon vor einigen Jahren gezeigt, dass bei zahlreichen Pflanzenarten auch die Spermazellen dimorph sein können. So sind die Spermazellen von Kohlarten und vom Spinat verschieden in Größe, Form und der Anzahl der mitgeführten Organelle. Andere unterscheiden sich, wenngleich sie aus dem gleichen Pollenkorn hervorgehen, in unterschiedlichen Organelltypen und im DNA-Gehalt der Kerne. Bei wiederum anderen Pflanzenarten wie beispielsweise Gerste, Petunie und Mais findet man identische Spermazellen.

So ergibt sich die wichtige Frage, ob die beiden Spermazellen bei der Befruchtung zufallsbedingt auf die beiden weiblichen Gameten verteilt werden, oder ob eine vorher festgelegte Verteilung gegeben ist. Das hat wichtige Konsequenzen, denn durch unterschiedliche Verteilung der Organelle (Plastiden, Mitochondrien, B-Chromosomen) kann der Entwicklungsablauf des Fusionsprodukts entscheidend beeinflusst werden.

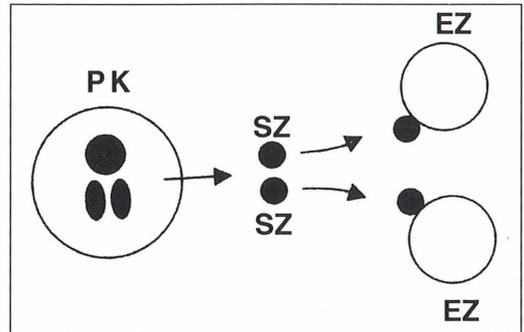


Abb. 1: Die beiden männlichen Spermazellen (Gameten) des Pollenkornes (PK), welche durch den Pollenschlauch in den Embryosack transportiert werden, haben *in vitro* die Fähigkeit, beide mit einer Eizelle (EZ) fusionieren zu können. Jede isolierten, aus einem einzigen Pollenkorn (links) hervorgegangenen Spermazellen (SZ, Mitte) ist in der Lage, jeweils mit einer isolierten Eizelle (rechts) zu verschmelzen (nach Faure et al., 2003).

Mit neuen Methoden hat man das alte Problem angegangen: Durch Markierung der B-Chromosomen mit Hilfe von Fluoreszenz-*in-situ*-Hybridisierung (FISH-Methode) ergab sich ein Größendimorphismus der beiden Spermazellen eines Pollenkornes. Eine gerichtete Fusion der B-Chromosomen enthaltenden Spermazellen mit den Eizellen konnte jedoch nicht nachgewiesen werden, wenn man mit isolierten Eizellen und isolierten Spermazellen (Abb. 1) arbeitet. So ist also die Schlussfolgerung gerechtfertigt, dass beide männlichen Gameten aus einem Pollenkorn/Pollenschlauch jede Eizelle zu befruchten in der Lage sind. Eine bevorzugte Transmission überzähliger B-Chromosomen bei der sexuellen Fortpflanzung (in der Versuchspflanze Mais) führt nicht zu einer Präferenz bei der Fusion von Spermazelle und Eizelle.

Literaturhinweis

Faure, J. E., Rusche, M. L., Thomas, A., Keim, P., Dumas, C., Mogensen, H. L., Rougier, M., Chaboud, A.: Double fertilization in maize: the two male gametes from a pollen grain have the ability to fuse with egg cells. *The Plant Journal* 33, 1051–1062 (2003).

H. F. Linskens, Nijmegen

Aus dem Tümpel ins Dokument – Von der Beobachtung zur Publikation

Teil 1: Untersuchungstechniken und Identifizierung von Protozoen*

Martin Kreutz

Die Protozoen des Süßwassers sind ein lohnenswertes und beliebtes Objekt für den Mikroskopiker. Auf diesem Gebiet sind weniger die handwerklichen Fähigkeiten am Objekt gefordert (wie Schneiden und Färben bei den Histologen) als vielmehr ein Untersuchungsobjekt zu finden und vor allen zu identifizieren. In diesem zweiteiligen Artikel soll es nicht nur um die Weitergabe praktischer Erfahrungen gehen, sondern auch darum, den Amateurmikroskopiker zu sensibilisieren, seine Funde sicher zu identifizieren, sie zu bewerten und schließlich auch zu dokumentieren, beispielsweise durch Verfassen eines Artikels. Gerade Letzteres ist ein wichtiger Punkt und wird im zweiten Teil des Artikels behandelt. Im ersten Teil soll es um ganz praktische Aspekte der Beschaffung und Identifizierung der Protozoen gehen.

Jeder hat seine eigenen Methoden dafür entwickelt, die ihm vielleicht selbstverständlich und somit nicht erwähnenswert erscheinen. Da es sich jedoch immer lohnt, einmal über den Tellerrand zu schauen, möchte ich hier meine ganz persönliche Vorgehensweise beschreiben, die dem Einen oder Anderen Anregungen geben mag.

Fang und Präparation

Protozoen sind an Wasser gebunden und müssen daraus nur geschöpft werden! Das funktioniert leider nur gut bei Einsatz eines Planktonnetzes in großen Wasserkörpern. Durch Wahl der Maschengrößen erhält man auch den gewünschten Größenanteil des schwebenden Planktons. Das Ausloten von flachen Schlenken, verkrauteten Tümpeln oder Entwässerungsgräben gestaltet sich jedoch etwas schwieriger.

Ein solcher Tümpel kann sich in zahlreiche Mikrobiotope unterteilen und man weiß zunächst nicht, wo die Beute sitzt und vor allem, wann sie anzutreffen ist. Man hat sozusagen ein Ort/Zeit-Problem, denn viele dieser Mikrobi-

otope werden oft nur für kurze Zeit im Jahr und unter bestimmten Witterungsverhältnissen von Protozoen besetzt. Deshalb hat sich aus meiner Erfahrung heraus eine Strategie bewährt, bei jedem Besuch des Fundortes einen Teil der Proben von exakt immer den gleichen Orten zu entnehmen (markieren mit Steinen oder Stöcken) und einen vergleichbaren Anteil statistisch zu beproben. Besonders ergiebig kann die Untersuchung der Faulschlammzone eines Gewässers sein, in der sich oft abstrakt geformte Ciliaten und Flagellaten finden. Zur Probennahme verwende ich einfach einen an einem Stock gebundenen Becher (Abb. 1). Der Stock kann mit einer Skalierung versehen sein. Durch schnelles Hineinstoßen in den gewählten Tiefenbereich füllt sich der Becher dort sehr selektiv mit dem Benthosmaterial. Als Sammelgefäße verwende ich 250 ml Behältnisse aus transparentem Material, damit man eine spätere Besiedlung der Gefäßwand verfolgen kann und Algen genügend Licht erhalten. Für Faulschlammproben empfehlen sich hohe Gefäße (20 cm oder mehr), da sich unten im abgesetzten Benthos eine neue anaerobe Zone herausbilden muss. Eingesammelte Krautproben präpariere ich in Petrischa-

Basierend auf einem Vortrag, gehalten anlässlich der 9. Internationalen Mikroskopie-Tage in Hagen, 8.–10. November 2002.

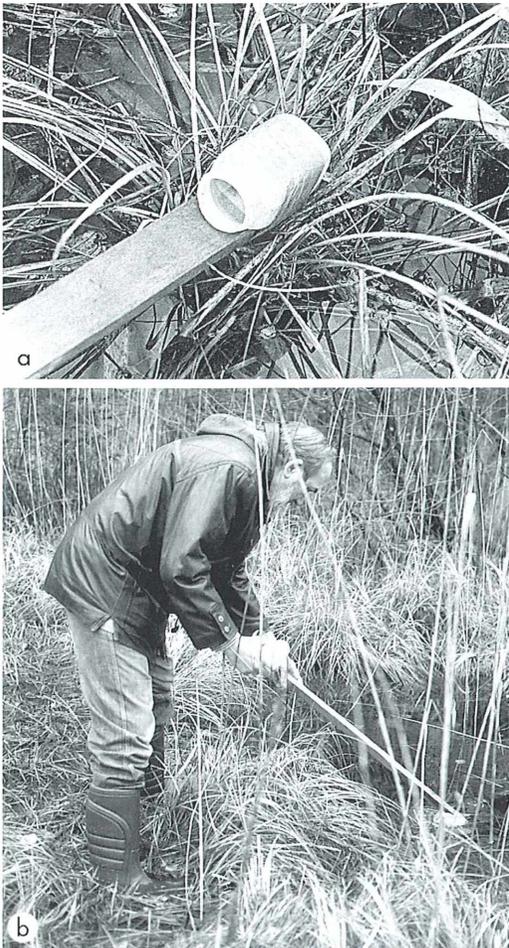


Abb. 1: Stechheber. a: Ein einfacher Becher an einem Stock befestigt gibt einen idealen Stechheber, um Proben aus definierten Tiefen zu ziehen. **b:** Der Stechheber im Einsatz, hier durch Prof. Dr. W. Foissner vom Zoologischen Institut der Universität Salzburg. Durch schnelles Hineinstoßen in die gewünschte Tiefe füllt sich dort der Becher selektiv mit Material.

len. Um abzuschätzen, was sich in einer Probe alles findet, gebe ich auf einen fettfreien Objektträger 3–4 ml der Probe, so dass der gesamte Objektträger 2–3 mm hoch bedeckt ist. Durch die Oberflächenspannung besteht keine Gefahr, dass das Wasser vom Objektträger in den Kondensator tropft. Die Proben durchmusterne ich mit der kleinsten Vergrößerung im Hellfeld. Bei diese Durchmusterung entscheide ich schnell

zwischen guter und schlechter Probe. Oft finde ich dabei schon interessante Objekte, die ich mit einer ausgezogenen Pipette aufsauge und zur genaueren Untersuchung auf einen zweiten Objektträger gebe.

Das Schieber-Verfahren

Problematisch sind die Proben des Faulschlammes oder generell schlammige Proben, da die Schlammpartikel die Beobachtung der darin befindlichen Protozoen fast unmöglich machen. Hier hilft natürlich das Filtrieren durch ein Sieb mit beispielsweise 100 µm Maschenweite. Aber hierbei werden große Protozoen oft beschädigt oder passieren die Maschen nicht. Außerdem setzen die Maschen schnell zu. Hier behelfe ich mir mit einem Schieber-Verfahren (Abb. 2). Dabei wird auf den Objektträger mit der Schlammprobe ein zweiter Objektträger aufgesetzt (wie bei einem Blutausschlag) und die Probe zunächst auf ein Drittel des Objektträgers zusammengeschieben. Dann verkantet man den aufgesetzten Objektträger leicht und neigt den Objektträger mit der Probe. Das Wasser passiert den Spalt zwischen den Objektträgern und ein Schlammkuchen bleibt zurück, den man ganz aus dem Blickfeld schiebt. Diese Technik geht sehr schnell vonstatten und ist sehr effektiv. Man braucht jedoch etwas Übung. Das Ausmaß dieser Vereinzelung hängt von der Teilchengröße des Schlammes und dessen Konsistenz ab. Bei organischem Detritus mit körnigem Material ist die Wirkung sehr gut (Abb. 3).

Die aussortierten brauchbaren Proben mit einem hohen Gehalt an Protozoen oder interessanten Objekten untersuche ich dann mit dem 10er Objektiv, immer noch ohne Deckglas, aber schon im DIK. Entdecke ich einen interessantes Individuum, schalte ich zurück auf die kleinste Vergrößerung und sauge es mit einer ausgezogenen Pipette auf (Abb. 4). Das Aufsaugen wird unter Umständen dadurch erschwert, dass das Bild seitenverkehrt ist; aber man gewöhnt sich schnell daran. Der Vorteil dieser Art des Separierens ist, dass man auch sehr kleine Objekte wie Flagellaten selektieren kann, was unter dem Stereomikroskop kaum möglich ist.

Die so separierten Objekte werden in einen Wassertropfen geeigneter Größe überführt und ein Deckglas wird aufgelegt, um sie bei höheren Vergrößerungen untersuchen zu können. Was

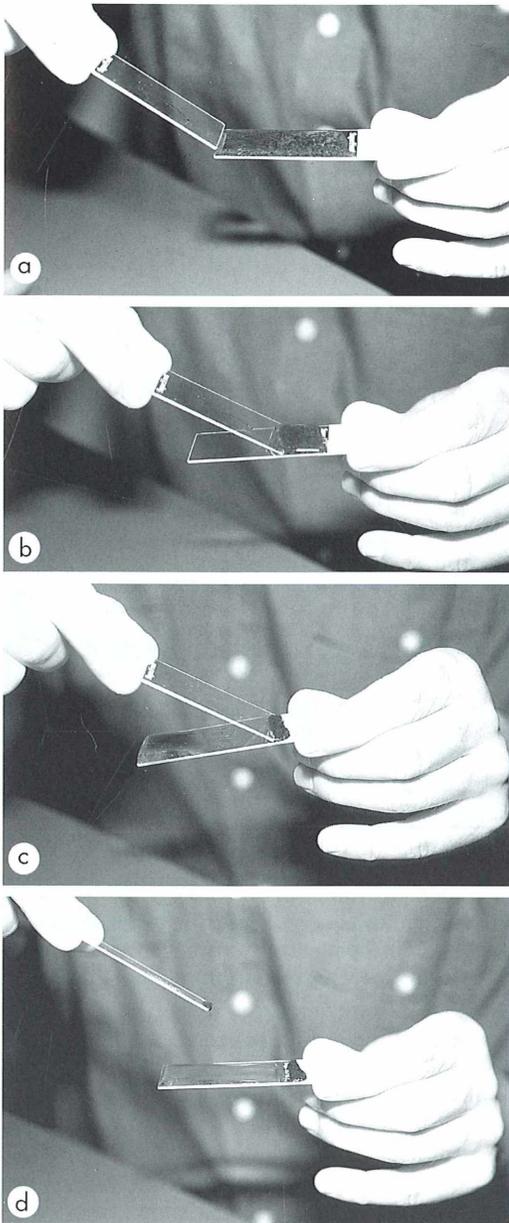


Abb. 2: Ein Objektträger wird mit 2–3 ml der schlammigen Probe befüllt (a). Nun setzt man einen zweiten Objektträger auf und schiebt das gesamte Volumen zusammen mit der Bewegung eines Blutausriches (b). Man verkanntet den aufgesetzten Objektträger nun um einen kleinen Winkel (c). Das Wasser fließt durch den entstandenen schmalen Spalt nach unten ab und ein Schlammkuchen bleibt zurück. Nun richtet man den Objektträger mit der Probe wieder vorsichtig in die Waagerechte (d).

das geeignete Wasservolumen ist, um die Objekte nicht beim Auflegen des Deckglases zu zerquetschen, ist eine reine Erfahrungssache und nicht unwichtig. Es ist sehr frustrierend, wenn man nach langer Suche ein mühselig isoliertes Exemplar zu guter Letzt mit dem Deckglas erdrückt. Einige Übungen mit leicht zu beschaffenden Protozoen können da sehr nützlich sein. Es empfiehlt sich, immer nur die gleiche Deckglasgröße zu verwenden.

Vorteile der Lebenduntersuchung

Das Studium der Protozoen erfolgt meiner Ansicht nach am besten an lebenden Objekten, da hierbei die Beobachtung von schnell zerstörbaren Strukturen wie Schleimhüllen, Geißeln oder Cilien möglich ist. Zudem schrumpfen und deformieren die Objekte bei den gängigen Fixiertechniken. Ich selbst habe Erfahrungen gesammelt mit Glutaraldehyd, einem Fixanz, das die Proteine im Plasma chemisch bindet und sehr schnell wirkt. Schnell schwimmende Ciliaten werden sozusagen eingefroren. Jedoch verdichtet der Glutaraldehyd das Plasma der fixierten Objekte, das heißt, die Objekte schrumpfen leicht. Die Brechungsindizes der Strukturen ändern sich außerdem, weshalb es zu Fehlinterpretationen kommen kann.

Ein weiterer Vorteil der Lebenduntersuchung ist die Möglichkeit, die Art der Fortbewegung bei beweglichen Protozoen zu studieren. Diese kann sehr charakteristisch und ein Artmerkmal sein (beispielsweise bei Amöben).

Ein Nachteil der Lebenduntersuchung ist natürlich der schwache Kontrast mancher Objekte (z.B. Flagellaten oder Heliozoen) und die schnelle Beweglichkeit (beispielsweise viele Ciliaten). Das Kontrastproblem lässt sich durch ein kontrastverstärkendes Mikroskopieverfahren lösen. Was die schnelle Beweglichkeit angeht, gibt es unterschiedliche Lösungsansätze, angefangen von Betäubung der Individuen (zum Beispiel mit MS222 = 3-Aminobenzoesäureethylester) bis hin zur Erhöhung der Viskosität der Mediums (beispielsweise durch Methylcellulose) oder Einfangen der Individuen zwischen Wollfasern. Ich selbst nutze keine dieser Techniken, sondern beobachte und fotografiere die Objekte, während sie frei schwimmen und danach lege ich sie durch Deckglasdruck fest, um Details zu erkennen und zu fotografieren. Für die Verwendung der Ölimmersion sind

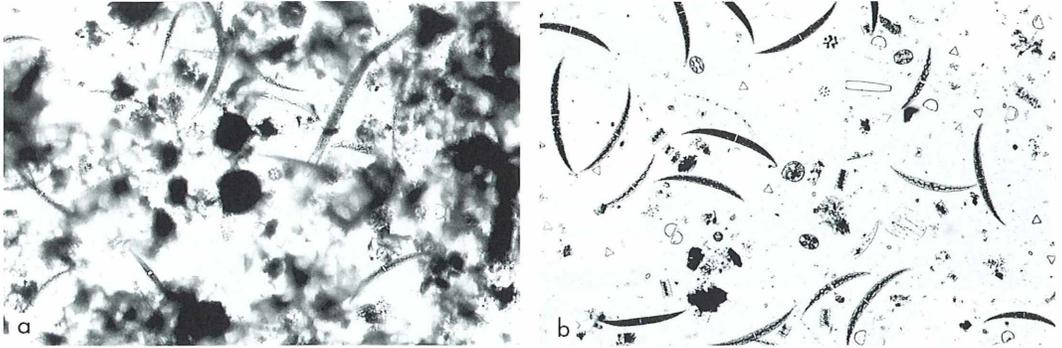


Abb. 3: Eine typische Probe aus einem meiner bevorzugten Fundgebiete vor (a) und nach (b) der Vereinzelung der Organismen mit dem Schieber-Verfahren.

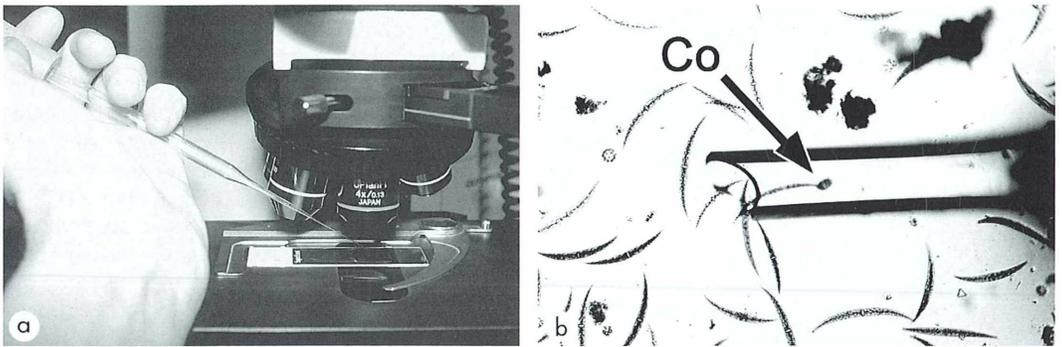


Abb. 4: Mit einer ausgezogenen Pipette werden die interessanten Protozoen aufgesogen und auf einem zweiten Objektträger separiert. Die Pipette ist eine gewöhnliche Pasteurpipette, welche in der Flamme fein ausgezogen wurde (a). Unter dem Mikroskop bewegt sich die Pipettenspitze seitenerkehrt, was etwas gewöhnungsbedürftig ist. Hier wird eine *Cosmarium*-Zelle (Pfeil, Co) selektiv angesaugt (b).

ohnehin geringe Schichtdicken notwendig. Mit diesem Vorgehen bin ich weitgehend konform mit den Verfahrensweisen von Prof. Dr. W. Foissner vom Zoologischen Institut der Universität Salzburg, einer der führenden Experten für Ciliaten. Ich hatte Gelegenheit, mit ihm in seinem Labor zu mikroskopieren und konnte sehen, dass meine Arbeitstechniken sowie die Ausstattung des Arbeitsplatzes mit denen dieses Profis weitgehend identisch sind.

Mikroskopiertechniken

Die Ausstattung des verwendeten Mikroskops zur Untersuchung von lebenden Protozoen ist

sehr wichtig. Ideal ist es, wenn man das Mikroskop gezielt auf die Problemstellung zuschneiden und anschaffen kann, wie es bei mir der Fall war. Da der Kauf eines Mikroskops auch ein Kostenfaktor ist, können einige Überlegungen dazu vor dem Kauf nicht schaden.

Für die Lebendbeobachtung ist ein kontraststeigerndes Verfahren enorm hilfreich. Zur Wahl stehen im Prinzip der differentielle Interferenzkontrast (DIK) und der Phasenkontrast (Phako). Beides zu haben wäre sehr praktisch. Aber da man für Phako einen separaten Objektsatz benötigt, ist es auch eine Preisfrage. Die Meinungen über Vor- und Nachteile dieser Verfahren gehen auseinander. Tatsächlich ist das Phako-Verfahren bei der Darstellung feinsten

Strukturen wie Geißeln, Schleimhüllen oder Filopodien ungeschlagen, jedoch hat es auch entscheidende Nachteile bei hohen Schichtdicken, der farbgetreuen Wiedergabe und der Regelmäßigkeit des Kontrastes. Mit Phako sind auch keine optischen Schnitte möglich wie mit DIK. Als weitere hilfreiche Einrichtung hat sich ein drehbarer Kreuztisch erwiesen, was bei der Mikrofotografie von festgelegten Objekten äußerst hilfreich sein kann. Praktisch, aber nicht notwendig sind Okulare mit hoher Sehfeldzahl. Dies erleichtert die Durchmusterung der Proben. Tatsächlich kann man mit den Augen eine Sehfeldzahl von 25 oder mehr nicht mehr ohne weiteres bewusst überblicken, jedoch ist das Auge auch bewegungssensitiv, gerade am Bildfeldrand. Man erkennt bewegliche Objekte im Sehfeld sehr schnell, auch wenn man sie noch nicht identifizieren kann. Bei der Suche von seltenen Individuen in großen Proben volumina hat sich das große Sehfeld schon oft bewährt.

Bei der Wahl der Objektive habe ich mich nicht nur auf deren Qualitäten bezüglich Auflösung und Kontrast konzentriert, sondern auch auf deren Lichtstärke, da die Mikrofotografie ein wichtiger Bestandteil meiner Untersuchungen ist. Einen guten Kompromiss zwischen Auflösung, Kontrast und Lichtstärke (und natürlich Preis) stellen für mich die Fluoritobjektive dar.

Identifizierung der Protozoen

Die richtige Identifizierung ist die eigentliche Schwierigkeit, wenn man sich mit den Protozoen auseinandersetzt und sie auch bestimmen will. Die Artenvielfalt in manchen Biotopen kann überwältigend sein und gerade als Anfänger ist es schwierig den Überblick zu behalten. Beginnt man sich mit den Süßwasserprotozoen intensiver zu beschäftigen, sollte man mit einem einfachen, gut illustrierten Bestimmungsbuch beginnen, wie *Das Leben im Wassertropfen* (Streble und Krauter, 2002). Außerdem sollte man sich als Einsteiger anfangs nur mit sehr charakteristischen Arten beschäftigen, welche auffällige Merkmale tragen (wie *Coleps*, *Pediatrum* oder *Stentor*). Das verhindert Frustrationen und vor allem lernt man auf diese Art die Merkmale der Gattungen langsam kennen zu lernen. Wenn möglich, sollte man die erfolgreich bestimmten Arten aus seinen Fundstätten fotografieren oder zeichnen und vielleicht in ei-

nem Karteikasten oder wie auch immer sammeln. Bald wird man einen Satz von alten Bekannten zusammen haben. Viele Einzeller wird man mit dem *Leben im Wassertropfen* bis zur Art bestimmen können. Jedoch hat dieses Werk den Nachteil, dass die Unterscheidungsmerkmale zwischen Gattungen und Arten nicht aufgeführt sind. So sind die Arten *Litonotus lamella* (Abb. 5a) und *Litonotus cygnus* (Abb. 5b) beschrieben und gezeichnet. Beide Arten se-

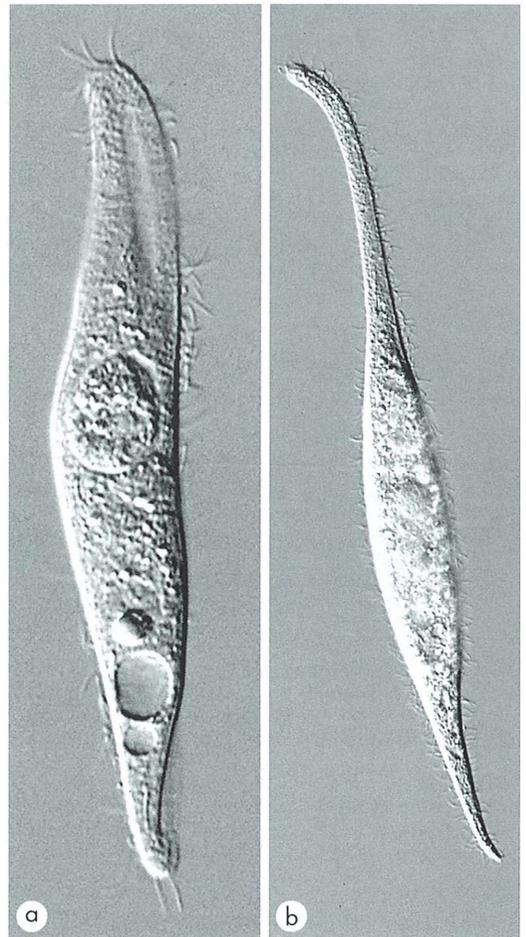


Abb. 5: Die beiden Ciliaten *Litonotus lamella* (a) und *Litonotus cygnus* (b) haben eine ähnliche Körperform, die je nach Kontraktionszustand auch noch variieren kann. Um diese Arten sicher zu identifizieren, hilft nur weiterführende Literatur mit einem Bestimmungsschlüssel.

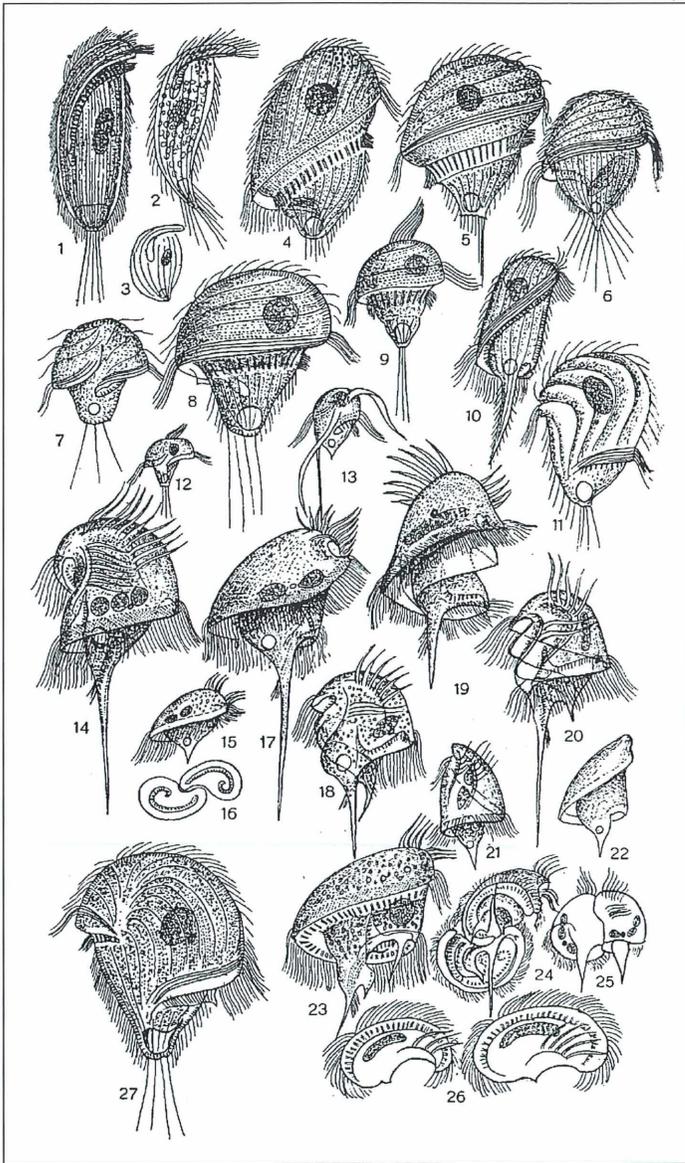


Abb. 6: Eine Seite aus dem Bestimmungsbuch von Alfred Kahl: *Urtiere oder Protozoa*, 1: *Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria)*. Obwohl dieses Werk bereits 1932 erschienen ist, hat es bis heute bezüglich der Beschreibung aller damals bekannten Ciliaten seine Bedeutung beibehalten. Außerdem war Kahl ein hervorragender Beobachter und Zeichner. Die reichhaltigen Bildtafeln in diesem Werk sind eine sehr gute Bestimmungshilfe.

hen sich jedoch von der Körperform her sehr ähnlich (sigmoid) und werden vom Anfänger verwechselt, weil ihm ein Bestimmungsschlüssel fehlt. Um hier weiterzukommen benötigt man weitergehende Literatur, wie die *Revision der Ciliaten* von Foissner, Berger und Kohmann (1991–1995). Gerade dieses Werk in vier Bänden enthält einen vorbildlichen Bestimmungsschlüssel, mit dem man Ciliaten sehr schnell bis zur Art identifizieren kann.

Theoretisch kommt man mit allen in der Literatur aufgeführten Bestimmungsschlüsseln zum Ziel, sei es für Euglenophyceen oder Chlorococcales. Aus eigener Erfahrung weiß ich jedoch, dass die meisten dieser Schlüssel oft unbrauchbar sind. Und zwar nicht deshalb, weil der Autor nicht gewissenhaft genug gearbeitet hat, sondern auf Grund der fehlenden Eindeutigkeit der Beschreibung. Unter *Wimpernreihen dicht stehend* oder *Augenfleck auffällig* versteht jeder

etwas anderes. Dazu kommt noch die Variabilität innerhalb einer Art. Deshalb sind eigentlich nur Bestimmungsschlüssel mit bildlichen Darstellungen der Merkmale geeignet, von denen es jedoch nur sehr wenige gibt, wie die Werke von W. Foissner (1991–1995, 1997, 1999) oder R. Lenzenweger (1996, 1997, 1999). Deshalb hilft im Prinzip nur eine Doppelstrategie. Man sollte sich als Amateur möglichst Bestimmungsliteratur zulegen, welche mit Bildtafeln versehen ist (Abb. 6), da sich der bildliche Vergleich des Objektes mit Zeichnungen und/oder Fotos in der Literatur sehr bewährt hat.

Die Literaturhinweise zu diesem Artikel stellen einen repräsentativen Querschnitt der von mir verwendeten Bestimmungsliteratur dar. Man muss diese Bücher nicht vom ersten bis zum letzten Satz lesen. Es ist aber außerordentlich hilfreich, sich die Bildtafeln immer wieder anzuschauen, was beim Durchblättern auf der Suche nach neu zu bestimmenden Objekten automatisch geschieht. Das Gehirn speichert sehr gut Bilder ab und sehr schlecht Texte. Deshalb verlasse ich mich fast immer auf den visuellen Eindruck und das Gefühl, einen Organismus irgendwo schon einmal gesehen zu haben. Die Kombination aus der Nutzung der Bildtafeln aus dem Hinterkopf und den Bestimmungsschlüsseln führt dann meist zum Ziel. Das Abarbeiten des Bestimmungsschlüssels zwingt auch zu einer genauen Beobachtung. Bei jeder neuen, erfolgreich bestimmten Art oder Gattung lernt man so deren (zu prüfenden) Merkmale kennen. Kennt man diese einmal, dann geht die Bestimmung oft sehr schnell vonstatten, weil man im Gedächtnis schon die Checkliste parat hat. Man kann sich diese Checklisten natürlich auch als Formblatt anlegen.

Literaturhinweise

Elster, H.-J., Ohle, W.: Dinophyceen und Cryptophyceen. In: Huber-Pestalozzi, G. (Hrsg.): Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassers – Band XVI, 3. Teil. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1968.

Foissner, W.: Colpodea (Ciliophora). In: Matthes, D. (Hrsg.): Protozoenfauna – Volume 4/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1993.

Foissner, W., Agatha, S., Berger, H.: Soil Ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Namibia (Southwest Africa), with emphasis on two contrasting environments, the Etosha region and the Namib desert. Denisia 5. Part I: Text and line drawings. Part II: Photographs. Photozentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums, Linz 2002.

Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/91 (1991).

Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band II: Peritricha, Heterotrichida, Odontostomatida. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 5/92 (1992).

Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/94 (1994).

Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band IV: Gymnostomatea, Loxododes, Suctoria. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/95 (1995).

Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F.: Bestimmung und Ökologie der Mikrosaprobien nach DIN38410. Gustav Fischer, Stuttgart 1997.

Foissner, W., Berger, H., Schaumburg, J.: Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 3/99 (1999).

Förster, K.: Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiaceae. In: Huber-Pestalozzi, G. (Hrsg.): Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassers – Band XVI, 8. Teil. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1982.

Fott, B.: Chlorophyceen (Grünalgen), Ordnung: Tretrastorales. In: Huber-Pestalozzi, G. (Hrsg.): Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassers – Band XVI. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1972.

Gojdics, M.: The genus *Euglena*. University of Wisconsin, Madison 1953.

Grospietsch, T.: Wechseltierchen. Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1958.

Huber-Pestalozzi, G.: Euglenophyceen. In: Huber-Pestalozzi, G. (Hrsg.): Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassers – Band IV, Nachdruck. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1969.

Komarek, J., Fott, B.: Chlorophyceae. In: Huber-Pestalozzi, G. (Hrsg.): Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassers – Band XVI, 7. Teil, 1. Hälfte, Nachdruck. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1983.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H.: Bacillariophyceae – 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1986.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H.: Bacillariophyceae – 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1988.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H.: Bacillariophyceae – 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.

- In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1991.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H.: Bacillariophyceae – 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1991.
- Lenzenweger, R.: Demidiaceenflora von Österreich – Teil 1. In: Kies, L., Schnetter, R. (Hrsg.): Bibliotheca Phycologica, Band 101. J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin 1996.
- Lenzenweger, R.: Demidiaceenflora von Österreich – Teil 2. In: Kies, L., Schnetter, R. (Hrsg.): Bibliotheca Phycologica, Band 102. J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin 1997.
- Lenzenweger, R.: Demidiaceenflora von Österreich – Teil 3. In: Kies, L., Schnetter, R. (Hrsg.): Bibliotheca Phycologica, Band 104. J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin 1999.
- Matthes, D., Guhl, W., Haider, G.: Suctoria und Urceolariidae (Peritricha). In: Matthes, D. (Hrsg.): Protozoenfauna – Band 7/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1988.
- Kahl, A.: Urtiere oder Protozoa, I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Gustav Fischer Verlag, Jena 1930–1935.
- Page, F. C., Siemansma, F. J.: Nackte Rhizopoda und Heliozoa. In: Matthes, D. (Hrsg.): Protozoenfauna – Band 2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1991.
- Penard, E.: Les Hélozoaires d'eau douce, Henry Kündig, Genève 1904.
- Rainer, H.: Urtiere, Protozoa, Wurzelfüßler, Rhizopoda, Sontentierchen, Heliozoa, Systematik und Taxonomie, Biologie, Verbreitung und Ökologie der Arten der Erde. In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands. Gustav Fischer Verlag, Jena 1968.
- Siemansma, F. J.: De Nederlandsee Naaktamoeben. Wetenschapplijke Medeling 181, Hoogwoud 1987.
- Skuja, H.: Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, Uppsala 1956.
- Skuja, H.: Grundzüge der Algenflora und Algenvegetation der Fjeldgegenden um Abisko in schwedisch Lappland. Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, Uppsala 1964.
- Skuja, H.: Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. Symbolae Botanicae Upsaliensis, Uppsala 1948.
- Skuja, H.: Zur Kenntnis der Algen Neuseeländischer Torfmoore. Almqvist & Wiksell International, Uppsala 1976.
- Streble, S., Krauter, D.: Das Leben im Wassertropfen, 9. Auflage. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 2002.
- Thienemann, A.: Chrysophyceen. Farblose Flagellaten. Heterokonten. In: Huber-Pestalozzi, G. (Hrsg.): Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassers – Band XVI, 2. Teil, Nachdruck. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1962.
- Voigt, M.: Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Gebrüder Borntraeger, Berlin Nikolasse 1957.

Verfasser: Dr. Martin Kreutz, Magdeburger Str. 2, D-78467 Konstanz, e-mail: makreu@gmx.de

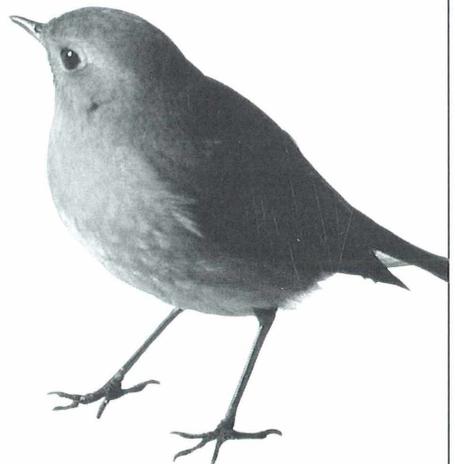
Füttern verboten?

Die Winterfütterung der heimischen Vogelarten ist sehr beliebt. Wie Sie den Vögeln wirklich Gutes tun, sagen wir Ihnen. Bestellen Sie unseren Ratgeber für 2,20 Euro in Briefmarken.

Bund für Umwelt und
Naturschutz Deutschland e.V.
Am Köllnischen Park 1 · 10179 Berlin
Fax (0 30) 2 75 86-4 40 · info@bund.net



www.bund.net



Artemia salina – Ein Alleskönner für die Schulbiologie

Klaus Schöpfer

Viele haben über das Salzkrebschen *Artemia salina* geschrieben. Alexander Schrehardt (1986) hat im Wesentlichen morphologische und anatomische Aspekte der Individualentwicklung vorgestellt. Marliese Müller (1976, 1977) hat *Artemia salina* ebenfalls teils auf deskriptivem, teils auf quantitativem Niveau im schulischen Einsatz dargestellt. Darüber hinaus ist heutzutage *Artemia salina* in interessanten Beiträgen über das Internet zugänglich (vergleiche Anhang zur Literaturliste).

A *Artemia salina* war und bleibt für den Biologieunterricht der Schule sehr interessant und ist beliebig einsetzbar, sei es in einer biologischen Arbeitsgemeinschaft mit jüngeren Schülern, sei es im Kursunterricht der gymnasialen Oberstufe oder gar als Forschungsobjekt zum Anfertigen einer Facharbeit.

Die Vorteile von *Artemia salina* im Schulunterricht

Die Vorteile des Krebschens liegen in der guten Zugänglichkeit der notwendigen Materialien, die in jedem Aquariengeschäft für wenig Geld käuflich zu erwerben sind, in der relativ einfachen und mit geringem Aufwand zu handelnden Anzucht – wenn man nicht unbedingt auf Tiere im Adultstadium Wert legt – und den raschen und vielen sich zeigenden Veränderungen während der Frühphase der Individualentwicklung. Dabei kann einerseits die Individualentwicklung qualitativ (morphologisch beschreibend) und quantitativ verfolgt werden, andererseits können auch autökologische Aspekte bearbeitet werden. Es können Toleranzen der Organismen getestet, aber auch modifikatorische Veränderungen gegenüber Umweltfaktoren gezeigt werden.

Im Folgenden wird ein in Biologieleistungskursen mehrmals durchgeführtes Projekt vorge-

stellt, das die Individualentwicklung von *Artemia salina* quantitativ erfasst. Im Rahmen dieser Projekte wurde an deutlich auftretenden Veränderungen der Gestalt der zeitliche Verlauf der Individualentwicklung vermessen. Zudem wurden diese Veränderungen auch noch bei verschiedenen Salzkonzentrationen beobachtet. Mikroskopische Messverfahren, die Erfassung großer Datenmengen, die statistische Verarbeitung dieser Datenmengen nebst ihrer Visualisierung in geeigneten grafischen Darstellungen sowie die Diskussion der Ergebnisse machten es möglich, dass in der gymnasialen Oberstufe wissenschaftliches Arbeiten hervorragend trainiert werden konnte.

Material und Methoden

Zur Anzucht wurden Polyethylen-Flaschen (1 Liter) mit abgesägtem Flaschenboden verwendet. In den Flaschenverschluss wurde mittels Gewindeschneider das passende Gewinde für einzuschraubende Plastikstutzen eingebracht. Die Schraubgewinde wurden mit 0,10 mm starkem Teflonband (PTFE thread sealing tape; 0,10 mm; Griffon) abgedichtet. Aquarienschlauch (4 mm Innendurchmesser) wurde über die eingeschraubten Stutzen über Y-Schlauch-Weichen mit einer Aquarienpumpe verbunden, so dass bis zu sechs Anzuchtfla-

schen mit einer Pumpe versorgt werden konnten. Die Flaschen wurden umgekehrt in einem aus Holzabfällen gebauten Flaschenhalter gestellt (Abb. 1).

Mit verschiedenen Salzkonzentrationen (3%, 6% und 9%) wurden bei Zimmertemperatur ohne Variation des Tageslichtes die Flaschen mit handelsüblichen Dauereiern von *Artemia salina* beschickt. Es wurde nicht-fluoriertes, nicht-jodiertes Salinensalz der Firma SOLSEL (Bad Friedrichshall/Heilbronn) benutzt. Die angesetzten Lösungen wurden in den Flaschen für 24 Stunden mit Luft durchströmt, damit das Chlor, das im Leitungswasser enthalten ist, ausgasen konnte und sich so nicht schädlich auf die Entwicklung der Dauereier auswirkte. In regelmäßigen Abständen – soweit das Zeitraaster des normalen Schulunterrichts dies zuließ – wurden Proben entnommen und mikrosko-

pisch vermessen. Die Ei- und die Entwicklungsstadien wurden mit 100%igem Isopropanol abgetötet. Mittels geeichter Schülermikroskope wurden die Längen- und Breitenausdehnungen der Individuen durch eingesetzte Okularmikrometer erfasst. Charakteristische Entwicklungsstadien wurden fotografisch dokumentiert (Lehrermikroskop: Will BX 300 und Will-Wilozyt mit Dunkelfeldeinrichtung; Kamera: Olympus OM 4ti; Filmmaterial: Kodak Diafilme 50 ASA und SW-Filme 50 ASA).

Zur Erfassung der nach wenigen Stunden auftretenden ersten Volumenveränderungen bei Dauereiern wurde der Durchmesser der Dauereier bestimmt und über die Kugelformel das Volumen berechnet. Da im Laufe der weiteren Entwicklung die zweiten Antennen als markantes morphologisches Merkmal auftraten, die sich später zurückbildeten, wurde die Gestalts-

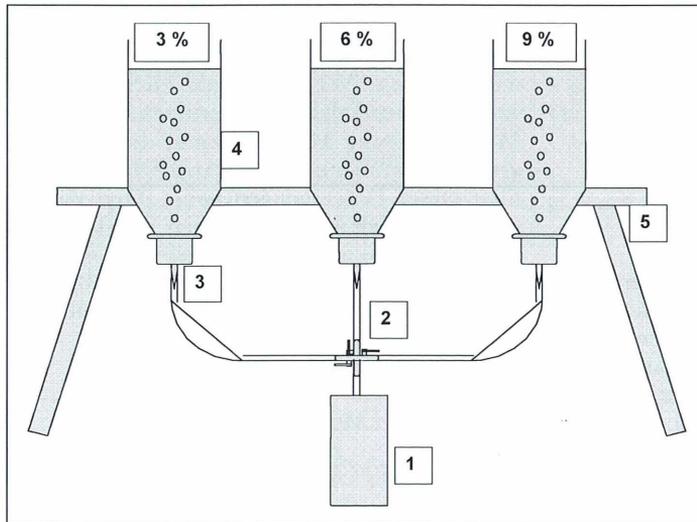


Abb. 1: Skizze zum Versuchsaufbau – Schnittbild in der Seitenansicht. 1 Aquariumpumpe, 2 Aquarienschlauch mit Schlauchweiche, 3 Flaschenverschluss mit eingeschraubtem Plastikstutzen, 4 Polyethylen-Flasche mit abgesehenem Flaschenboden, 5 Holzgestell.

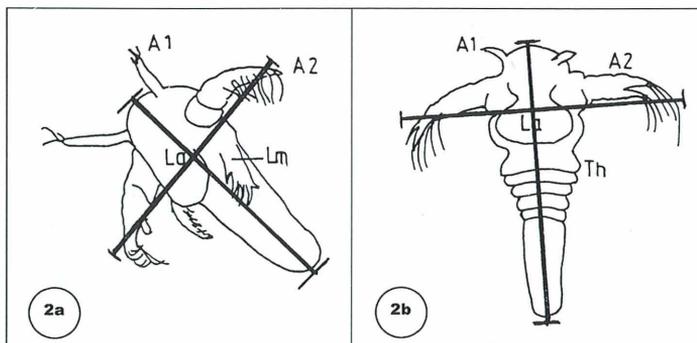


Abb. 2: Vermessung der Entwicklungsstadien von *Artemia salina*. a Schlüpfstadium (Ansiht von vorne/unten); b Metanauplius-Stadium (Ansiht von unten). A1 1. Antennen, A2 2. Antennen, La Labrum, Lm Larvalmandibel, Th Anlagen der Thoracopoden.

veränderung der zweiten Antennen im Verhältnis zur Gesamtlänge des Organismus quantitativ erfasst (Abb. 2).

Mit dem Statistikprogramm STASY-100 (Merkel und Sperling, 1990) war es möglich, die beträchtlichen Datenmengen mit relativ geringem Zeitaufwand präzise zu bearbeiten. Das Programm bietet den Vorteil, die Daten in eine ASCII-Datei zu exportieren. Somit konnten die Daten den Schülern auf Datenträgern mitgegeben werden. Mit den Statistikfunktionen von Tabellenkalkulationsprogrammen (beispielsweise Excel) war eine häusliche Nachbearbeitung durch die Schüler gewährleistet.

Ergebnisse

Von ungeheuer großem Überlebenswert ist die Bildung von Dauereiern bei *Artemia salina*. Der Zustand der Diapause oder Kryptobiose – definiert als ein Zustand, in dem der Organismus kein Lebenszeichen zeigt und der Stoffwechsel nicht mehr messbar ist oder reversibel zum Stillstand kommt – kann einerseits eintreten, um die Austrocknung und die Auskristallisation der Salze im Lebensraum zu überdauern, und andererseits auch dazu dienen, Temperaturextreme zu ertragen, die für das Adultstadium tödlich wären.

Die Schalen der Dauereier werden vermutlich von Drüsen im Uterus ausgeschieden, der Embryo bildet während der Eiablage (1. Phase der Gastrulation) eine chitinöse Cuticula. Diese neugebildete Cuticula wird später zur ersten Exuvie und damit zur durchsichtigen Schlüpfmembran. Konfrontiert man diesen kryptobiotischen Zustand mit üblichen Anzuchtbedingungen (20 °C, Sauerstoff, 3%iger Salzgehalt),

erfolgt innerhalb weniger Stunden das Abkugeln der Dauereier, was auf eine Wasseraufnahme hindeutet (Abb. 3a).

Schon in den ersten 24 Stunden machten sich deutlich die unterschiedlichen Salzkonzentrationen in den Anzuchtlösungen bemerkbar. Die zu Versuchsbeginn vorliegende Größenvariation der Dauereier (Variationskurve der Eivolumenta; Abb. 4a), die außerordentlich gut einer Normalverteilung glich, zeigte, dass aus der 3%igen Salzkonzentration in der Anzuchtlösung die stärkste Zunahme der Eivolumenta resultierte (Abb. 4b). Anhand der Mittelwerte der Volumenzunahme ergab sich ein linearer Zusammenhang zwischen Salzkonzentration und Volumenzunahme (Abb. 4c). Dies stützte die osmotische These der Flüssigkeitsaufnahme in den ersten 24 Stunden. In der Folgezeit platzte die Eischale und die dünne Membran mit Embryo trat aus der derben Hülle aus. Die embryonale Kopfreion wurde sichtbar, die Embryonalhülle hob sich vom Embryo ab (Abb. 3a–c). Der weitere Verlauf der Artemienentwicklung war gekennzeichnet durch einen vielfältigen Gestaltwandel (Tab. 1). In der quantitativen Betrachtung wurde dabei besonders untersucht:

- die Ausgestaltung der zweiten Antennen als Fortbewegungsorgan (Maß für die Organismenbreite),
- die Entwicklung der Körperlänge (Abstand Kopf bis Abdomen),
- die Rückbildung der zweiten Antennen und ihr Bedeutungsverlust als Fortbewegungsorgan bei gleichzeitiger Ausbildung von Thoracopoden.

Es zeigte sich, dass die zweiten Antennen als zweiästige Spaltfußextremitäten im Schlüpfstadium und im Metanaupliusstadium die auffäl-

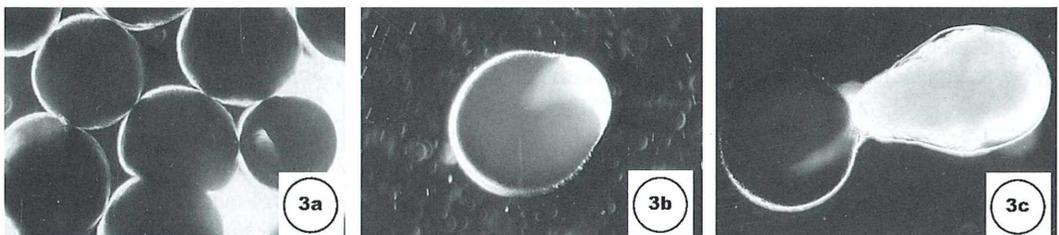


Abb. 3: Beginn der Entwicklung von *Artemia salina*. a Durch osmotische Wasseraufnahme abgekugelte Dauereier; b Aufplatzen der Eischale; c Austritt des Embryos aus der Eischale, der Embryo hebt sich von der Embryonalhülle ab.

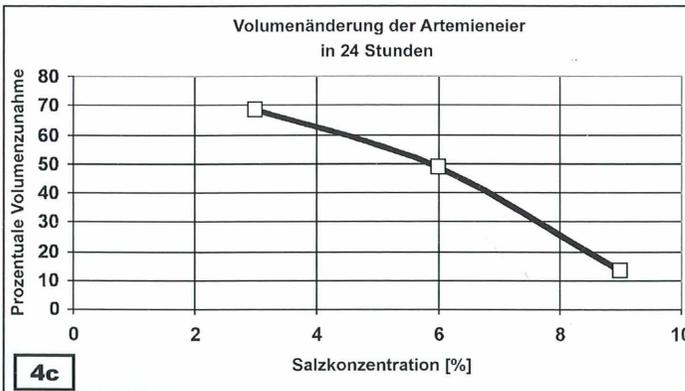
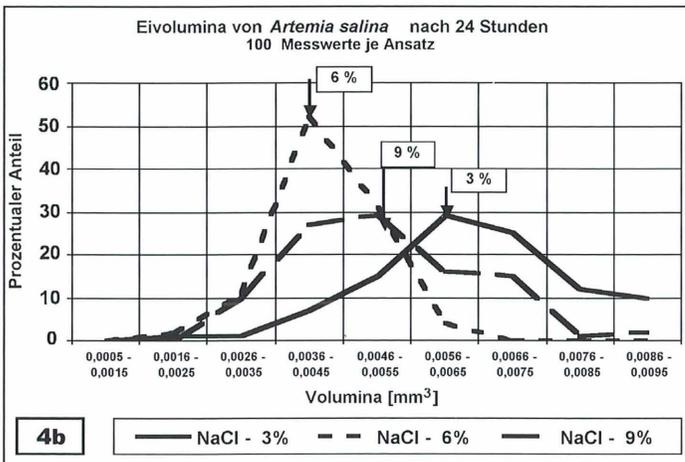
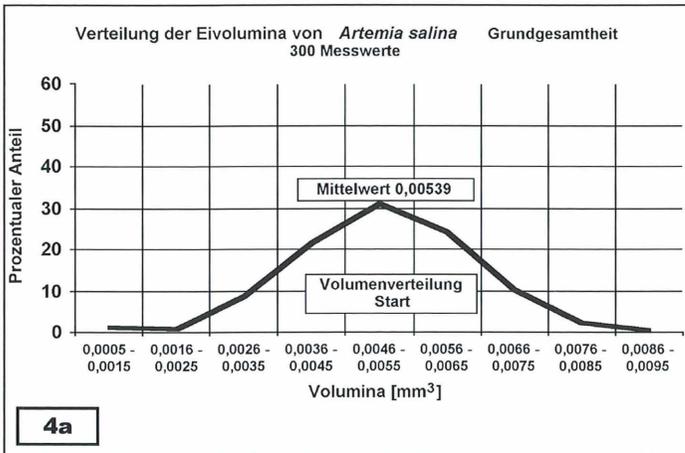


Abb. 4: Statistische Auswertung der Volumenveränderung in der Frühphase der Artemienentwicklung. a Natürliche Variation der Eivolumina zu Anfang der Entwicklung; b Abkugeln und Vergrößerung der Volumina bei unterschiedlichen Salzkonzentrationen; c Zusammenhang zwischen Volumenveränderung und Salzkonzentration.

ligsten Merkmale von *Artemia salina* darstellen. Die Morphologie zeigte eine deutlich größere Spannweite der zweiten Antennen verglichen zur Ausdehnung der Körperlängsachse.

Erst im Metanaupliusstadium streckten sich die Tiere. Parallel dazu entwickelten sie eine Dreigliederung des Körpers in Kopf, Mittelteil und Abdomen; die sich bildenden Thoracopo-

denpaare übernehmen die Fortbewegung und die Nahrungsfiltration.

Der Ablauf dieser morphologischen Veränderungen kann statistisch mittels der Erstellung der linearen Regression ausgewertet werden und in Scatterdiagrammen (Abb. 5) aufgezeichnet werden, die den statistischen Zusammenhang zwischen Körperlänge und Körperbreite einer Stichprobe als Punktwolke darstellen. Diese Punktwolke wird als Fläche oder in Form einer Trendgeraden gezeichnet. Betrachtet man den zeitlichen Aspekt der Entwicklung, so empfiehlt sich die flächige Darstellung der Punktwolken (Abb. 5a–c).

Es wurde deutlich, dass nach 48 Stunden die Individuen in einer 3%igen und 6%igen Anzuchtlösung deutlich breiter als lang waren, und dass in einer 9%igen Anzuchtlösung eine deutlich verspätete Entwicklung eintrat, da nach 48 Stunden noch keine Artemienlarven vermessen werden konnten (Abb. 5c). An der flächigen Ausdehnung der Punktwolken ist erkennbar, dass die Entwicklungen in 3%iger und 6%iger Salzlösung in etwa parallel verliefen, dass aber die Entwicklung in einer 6%igen Lösung sehr viel unregelmäßiger abließ, was in der Flächengröße der jeweiligen Punktwolken (Abb. 5b) sichtbar wurde. Große Flächen sind Hinweise auf viele Ausreißer beziehungsweise Abweichungen von der Norm.

Der eigentliche Entwicklungsschub, die Veränderung des Verhältnisses Körperbreite zu Körperlänge, fand zwischen dem 6. und 13. Tag statt. Nach 312 Stunden zeichneten sich alle Organismen durch eine deutliche Dominanz der Körperlänge gegenüber der Körperbreite aus. Auch dieser Entwicklungsschub trat in der 9%igen Anzuchtlösung verspätet auf und fiel zudem weniger deutlich aus.

Zusammenfassung

Es lässt sich zusammenfassend festhalten,

- dass die 3%ige Anzuchtlösung die besten Entwicklungsergebnisse erbracht hat. Dies bezieht sich auf die Schnelligkeit der Entwicklung, auf die Parallelität der Entwicklung fast aller Individuen und auf die Tatsache, dass fast keine abnormen Entwicklungsformen auftraten.
- dass die 6%ige Anzuchtlösung eine geringere Parallelität der Individuenentwicklung aufwies, öfter abnorme Entwicklungen auftraten, und dass die Entwicklung verzögert abgelaufen ist.

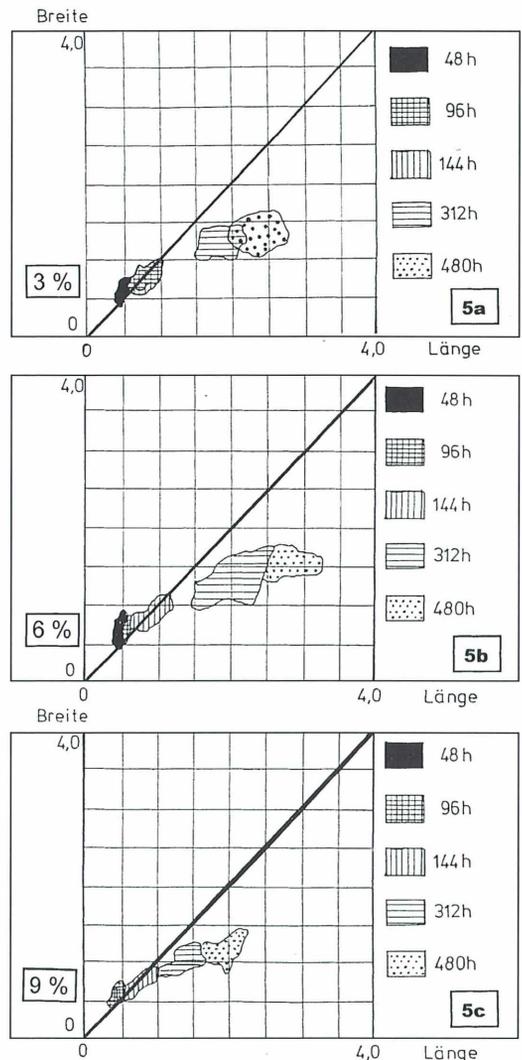


Abb. 5: Statistische Auswertung der morphologischen Veränderung des Längen-Breiten-Verhältnisses bei *Artemia salina* (Längen- und Breitenangaben in mm). a Punktwolken bei 3%iger Salzkonzentration; b Punktwolken bei 6%iger Salzkonzentration; c Punktwolken bei 9%iger Salzkonzentration.

- dass die 9%ige Anzuchtlösung den langsamsten Ablauf der Larvalentwicklung zeigte, dass aber eine enorm hohe Parallelität der Individuenentwicklung festzustellen war – erkennbar an der kleinen Flächenausdehnung der Punktwolken.

Tabelle 1: Postembryonale Entwicklung von *Artemia salina* (zusammengestellt nach Schrehardt, 1986).

Morphologische Merkmale	Eistadium	Schlüpfstadium	Metanauplius-Stadium	Postmetanauplius-Stadium	Juvenilphase	1. Adultstadium
Antennen	Derbschalige, lichtundurchlässige im Auflicht gelblich bis bräunlich erscheinende Dauereier; Größenvariation	Zweite Antennen erscheinen als zweiästige Spaltfußextremitäten (Fortbewegung); erste Antennen vermutlich Mechanorezeptoren	Borsten der zweiten Antennen filtern das Nährmedium (Ernährungs- und Fortbewegungsorgan)	Rückbildung der zweiten Antennen; Rückbildung der Borsten (Funktionsverlust der Nahrungsfiltration und Fortbewegung)		Zweite Antennen als Kopulationsorgan; erste Antennen als Sinnesorgane
Augen		Naupliusauge oder Stirnauge	Anlage für paarige Komplexaugen (drei Augen)	Ausbildung von Komplexaugen	Deutliche Komplexaugen mit starker Streckung der Augenstiele	Medianes Naupliusauge und paarige Komplexaugen
Besondere Larvalorgane		Labrum, Dorsalorgan (Osmoregulation); Ernährung aus Dotterkügelchen	Labrum und Dorsalorgan bilden sich zurück			
Thoracopoden				Segmentierung mit deutlicher Längsstreckung Dreigliederung in Kopf-Mittelteil-Abdomen (Fortbewegung und Nahrungsfiltration)	Segmentierung mit deutlicher Längsstreckung Dreigliederung in Kopf-Mittelteil-Abdomen (Fortbewegung und Nahrungsfiltration)	Aufgliederung der Thoracopoden, Exopodit dient zur Osmoregulation; Epipodit dient als Kieme; (Schwimmbewegung, Nahrungsfiltration)

• dass Experimente, die den Entwicklungsverlauf mit höheren Temperaturen als Zimmertemperatur untersuchten, zu keinen brauchbaren Ergebnissen geführt haben, da eine recht geringe Parallelität in der Larvalentwicklung zu konstatieren war.

Fazit und Ausblick

Über einen Zeitraum von 20 Tagen (480 Stunden) ist es mehrfach gelungen, mit Schülern einen sich entwickelnden Organismus zu beobachten, die auftretenden morphologischen Veränderungen zu protokollieren, fotografisch zu dokumentieren und zu vermessen.

Das Interesse der Schüler und die sich aufbauende Spannung und Neugier verfolgten auch dann nicht, als es darum ging, die für schulische Verhältnisse riesigen Datenmengen zu aussagekräftigen Diagrammdarstellungen aufzuarbeiten und zu interpretieren.

Artemia salina bietet über dieses vorgestellte Projektdesign hinaus durch die Variation der Anzuchtbedingungen viele weitere Möglichkeiten, Individualentwicklung zu erleben und beobachtend zu verfolgen. Zudem bieten solche Projekte in der Phase der statistischen Auswertung der Messdaten fundierte fächerübergreifende Ansätze zu den Fächern Mathematik und Neue Technologien.

Literaturhinweise

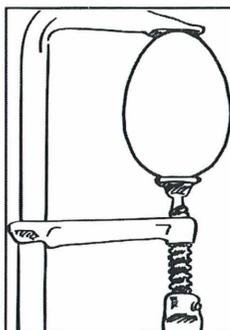
- Browne, R. A., Sorgeloos, P., Trotman, C. N. A.: *Artemia* biology. Boca Raton, Florida 1991.
 Dahms, H.-U.: Die Naupliusentwicklung der Süßwasser-Copepoden. *Mikrokosmos* 81, 276–281 (1992).
 Henze, N.: Stochastik für Einsteiger, 3. Auflage. Vieweg Verlag, Karlsruhe 2000.

- Honomichl, K., Risler, H., Rupprecht, R.: Wissenschaftliches Zeichnen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1982.
 Kästner, A.: Lehrbuch der Speziellen Zoologie, Band 1: Wirbellose, 2. Teil, 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1967.
 Merkel, B., Sperling, B.: Statistik für Microcomputer. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1990.
 Müller, M.: Nicht nur Fischfutter: *Artemia salina* – I. Larvalperiode. *Mikrokosmos* 65, 325–329 (1976).
 Müller, M.: Nicht nur Fischfutter: *Artemia salina* – II. Erwachsene Artemien. *Mikrokosmos* 65, 363–366 (1976).
 Müller, M.: Nicht nur Fischfutter: *Artemia salina* – III. Modifikabilität, *Mikrokosmos* 66, 1–5 (1977).
 Müller, M.: Experimente mit Kleinkrebsen. Praxis-Schriftenreihe, Band 26. Aulis/Deubner Verlag, Köln 1977.
 Nachtigall, W.: Mikroskopieren: Geräte, Objekte, Praxis, 2. Auflage. BLV, München 1994.
 Schmidt, W.: Die Mehrfaktorenanalyse in der Biologie. Praxis-Schriftenreihe, Band 11. Aulis/Deubner Verlag, Köln 1965.
 Schrehardt, A.: Der Salinenkreb *Artemia* – 1. Organisation des erwachsenen Tieres. *Mikrokosmos* 75, 230–235 (1986).
 Schrehardt, A.: Der Salinenkreb *Artemia* – 2. Die postembryonale Entwicklung. *Mikrokosmos* 75, 334–340 (1986).
 Väth, R.: Beobachtungen bei der Aufzucht von *Artemia salina*, *Mikrokosmos* 83, 349–354 (1994).
 Väth, R.: Überlebenskünstler in Binnen-Salzgewässern: *Artemia salina*. Praxis der Naturwissenschaften, Biologie 45, 8–13 (1996).

Internet-Adressen

- <http://members.surfen.at/nina.horvath/krebse.htm>
<http://www.rhusmann.de/aqua/artemia.htm>
<http://www.urzeitkrebse.de>
<http://www.artemia-international.com>
<http://www.talknet.de/%7Ekremser/Artemia.html>
http://www.ping.de/sites/mars/raptor4/futter/fu_artem.htm
http://www.africanfish.com/bau_einer_artemiaanlage.htm

Verfasser: Klaus Schöpfer, Packhusweg 23, D-26386 Wilhelmshaven, e-mail: klaus.schoepfer@t-online.de



Eingespannt?

Stress und Hektik sind häufig Ursachen von Spannungskopfschmerzen. Befreien Sie Ihren Kopf und informieren Sie sich!

Die Broschüre "Kopfschmerzen-Anleitung zur Selbsthilfe" erhalten Sie bei Einsendung eines mit 0,77 € frankierten Rückumschlages (DIN A5) kostenlos bei

DEUTSCHES GRÜNES KREUZ e. V.
 Stichwort: Kopfschmerz

Postfach 1207
 35002 Marburg



Kurze Mitteilung

Amyloplasten als Statolithen

Pflanzen reagieren auf die Schwerkraft der Erde entweder positiv, das heißt auf den Erdmittelpunkt zu, oder negativ, das heißt vom Erdmittelpunkt weg. Diese Wachstumsbewegung pflanzlicher Organe nennt man Geotropismus oder auch Gravitropismus. In der so genannten Statolithen-Theorie wird allgemein angenommen, dass die Stärke-enthaltenden Organellen, die Amyloplasten, als Statolithen funktionieren, also die Information über die Orientierung des Schwerkraftvektors liefern: Unter dem Einfluss der Schwerkraft sedimentieren die Amyloplasten und üben einen Reiz aus, der über allerlei Folgereaktionen das gerichtete Wachstum zur Folge hat. Von Statolithen spricht man in Analogie zu den tierischen Gleichgewichtsorganen (z.B. bei Krebsen), welche durch eine Druckwirkung auf Sinneszellen das Gleichgewichtsempfinden regeln. Nun hat man bei der Salatpflanze (*Lactuca sativa*) eine Mutante gefunden, die zu einem liegenden Wachstum der Pflanze führt. Der Phänotypus dieser Mutante wird durch ein rezessives Allel an einem Locus kontrolliert. Hypokotyl und Infloreszenzachse dieser Salatmutante sind homozygot für das so genannte *weary*-Allel und zeigen gegenüber dem Wildtyp verminderte gravitropische Reaktion, während die Wurzeln normalen Geotropismus haben.

Die mikroskopische Untersuchung dieser Mutante und der Kontrollpflanzen erfolgt an 70 Tage alten Pflanzen. Die Mikrotomschnitte von 25 µm Dicke werden in 70% Alkohol 24 Stunden lang bei Raumtemperatur fixiert; Färbung: 1 Minute in der 1:5 verdünnten Stammlösung von Jod-Jodkalium (5% Jod, 5% Kaliumjodid, 20% Chloraldehydhydrat zur Aufhellung).

Die Analyse zeigt, dass die Amyloplasten in der *weary*-Mutante anders radial verteilt sind als in den Pflanzen des Wildtyps: Im Wildtyp findet man die Amyloplasten nur in einer einzigen Endodermislage, sowohl im Hypokotyl als auch in der Infloreszenzachse. Hingegen sind die Amyloplasten im Hypokotyl der *weary*-Mutante in mehreren Lagen der Rindenzelle zwischen Gefäßbündel und Epidermis dicht gepackt gespeichert. In den Zellen der Infloreszenzachse der Mutante sind jedoch überhaupt

keine Amyloplasten zu finden. In den Wurzeln finden sich keine Unterschiede in der Verteilung und Größe der Amyloplasten zwischen Wildtyp und den Pflanzen der Mutante *weary*. Hier sind die Amyloplasten nach der Jod-Jodkalium-Reaktion stets in den Columella-Zellen der Wurzelhaube zu sehen.

Die Deutung dieser lichtmikroskopischen Beobachtungen ist schwierig. In den Infloreszenzachsen dürfte die Ursache für das Fehlen der gravitropischen Reaktion bei der Mutante im Fehlen der Amyloplasten zu suchen sein. Im Hypokotyl kann die Anwesenheit der großen Anzahl von normal ausgebildeten Amyloplasten einen anderen Mechanismus betreffen: Man kann zum Beispiel daran denken, dass bei der dichten Packung der Amyloplasten keine normale Sedimentation stattfinden kann. Auch könnte die *weary*-Mutante einen Defekt in der Transduktion der Signale der Wechselwirkung zwischen Amyloplasten und der Statocyte haben. Jedenfalls scheint das bei der Mutante ausgeschaltete Gen etwas mit der Identität und/oder der Verteilung der Amyloplasten zu tun haben.

Literaturhinweis

Grube, R. C., Brennan, E. B., Ryder, E. J.: Characterization and genetic analysis of a lettuce (*Lactuca sativa* L.) mutant, *weary*, that exhibits reduced gravitropic response in hypocotyls and inflorescence stems. *Journal of Experimental Botany* 54, 1259–1268 (2003).

H. F. Linskens, Nijmegen

Gesundheit ist ein Menschenrecht

Deshalb hilft ÄRZTE OHNE GRENZEN in mehr als 80 Ländern Menschen in Not – ungeachtet ihrer Hautfarbe, Religion oder politischen Überzeugung.



MÉDECINS SANS FRONTIÈRES
ÄRZTE OHNE GRENZEN e.V.

11103402

Helfen Sie mit!

ÄRZTE OHNE GRENZEN e.V.
Am Köllnischen Park 1 • 10179 Berlin
www.aerzte-ohne-grenzen.de

Spendenkonto 97 0 97
Landesbank Berlin • BLZ 100 500 00

Verarbeitung von Fokusebenenstapeln in der Mikroskopie

Norbert Lange

Nachdem in den letzten Ausgaben über die Möglichkeiten der Bildverarbeitung und der Erstellung von Panoramen berichtet wurde, widmet sich dieser Artikel einem anderen Problem der Mikro- und Makrofotografie, nämlich der geringen Tiefenschärfe. Wir kennen alle dieses Problem, und man würde gerne die Grenzen der Physik sprengen. Was in der realen Mikroskopie nicht gelingt, ist in der Mathematik der Bildverarbeitung möglich.

In der Tat haben das Problem schon viele erkannt und einige findige Köpfe haben Computerprogramme geschrieben, um Abhilfe zu schaffen. Dazu werden in jeder Fokusebene Aufnahmen gemacht und im Computer übereinander gelegt. Nun wählt das Computerprogramm aus jeder Aufnahme die scharfen Anteile aus und verwirft die unscharfe Bildinformation. Diese Programme erzeugen beeindruckende Resultate, aber wie in den früheren Diskussionen um die Bildverarbeitung schon angemerkt, nur für diejenigen, die sich die finanziell kaum erschwingliche Software leisten können. Die Amateure gehören in der Regel nicht dazu. Deshalb brennt es den Mikroskopikern unter den Nägeln, ebenfalls solche Programme einsetzen zu können. Immer wieder werde ich darauf angesprochen, ob es nicht auch auf diesem Gebiet kostenlose oder zumindest preiswerte Software gibt. Dies hat mir keine Ruhe gelassen, und ich habe mit vielen Fotografen gesprochen, das Internet durchsucht und mit Firmen verhandelt. Heute kann ich zwei Programme vorstellen, die genau diesen Anspruch haben, nämlich das Problem zu lösen und trotzdem nichts zu kosten.

Kostenlose Programme zur Bearbeitung von Fokusstapeln

Das erste Programm kommt aus der Astronomie. Dort hat man zwar nicht das Problem der Schärfentiefe, aber die Aufnahmen verlieren durch die Erdatmosphäre an Schärfe. Deshalb macht es auch hier Sinn, mehrere Aufnahmen anzufertigen und anschließend zu einer einzigen Aufnahme zu verrechnen. Bisher wurden

solche Programme überwiegend für Schwarzweißaufnahmen programmiert, da es im Farbbereich nicht so empfindliches und hoch auflösendes Filmmaterial gab. Doch das hat sich inzwischen geändert und auch die CCD-Chips sind inzwischen im Farbbereich recht leistungsfähig geworden. Das Programm heißt AstroStack2 (Abb. 1 und 2) und ist unter www.astrostack.com herunterzuladen. Das zweite Programm Combine Z3 des Autors Alan Hadley, findet man nun in der aktuellen Version 3 unter <http://www.hadleyweb.pwp.blueyonder.co.uk/CombineZ/combinez.htm>.

Was sind die typischen Anwendungsgebiete dieser Fokusebenen-Programme? Zum einen sind das alle Makroaufnahmen mit zu geringer Schärfentiefe wie zum Beispiel Mineralienaufnahmen oder Korallenskelette (Abb. 3). Zum anderen kann es zum Einsatz kommen bei Mikroaufnahmen von dickeren Objekten wie Radiolarien, Diatomeen, dickeren Schnitten oder aber Schnitten, die sich im Laufe der Jahre gewölbt haben und nicht mehr plan liegen. Dies findet man häufiger bei gekauften, industriellen Präparaten, bei denen die Schnitte auf eine Kunststofffolie aufgezogen wurden. Für diese Methode sind leider nur unbewegte Objekte geeignet, da man aus sich bewegenden Objekten keine Fokusebenenstapel gewinnen kann. Selbst bei sessilen Objekten (beispielsweise Glockentierchen) würde allein das Auslösen des Kameraverschlusses zur Veränderung der Lage des Objektes führen, so dass weitere Aufnahmen bei unveränderter Lage des Objektes nicht mehr möglich wären. Ein Ausweg kann hier eine Videokamera sein, mit der sich nicht zu schnell bewegte Objekte durchfokussieren lassen. Aus dieser Videoaufnahme kann man

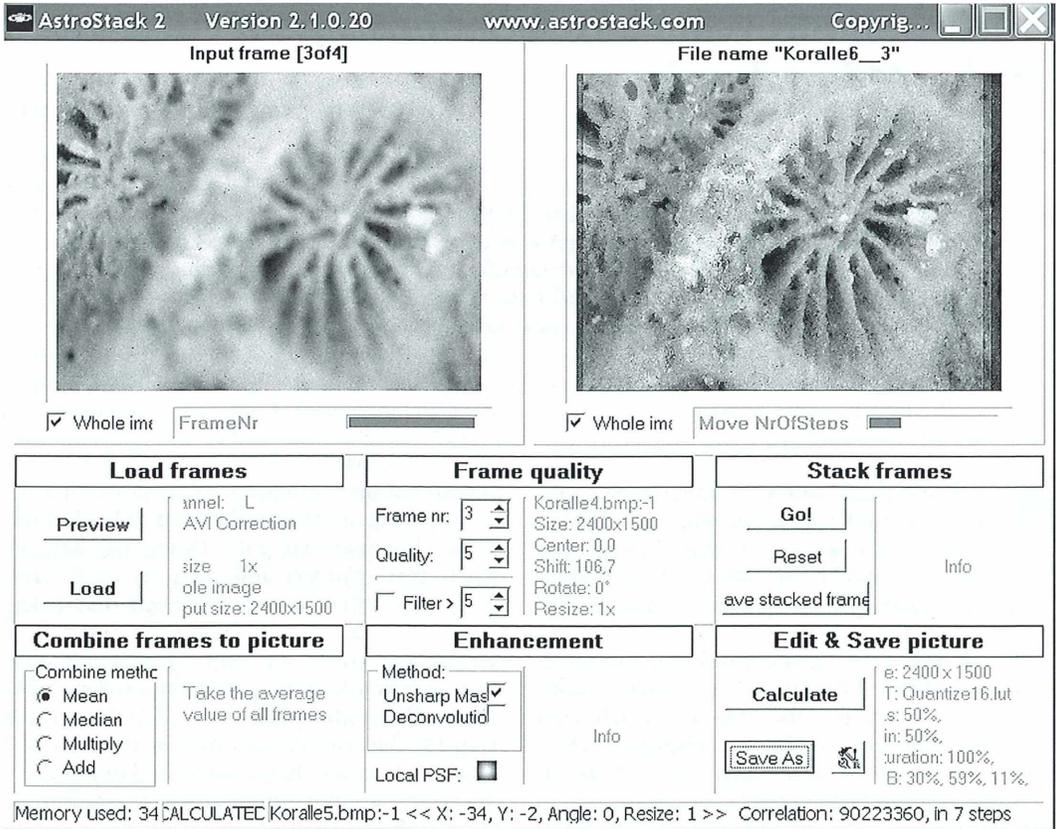


Abb. 1: Das Programm AstroStack2, links eine der Fokusebenen und rechts das Endresultat.

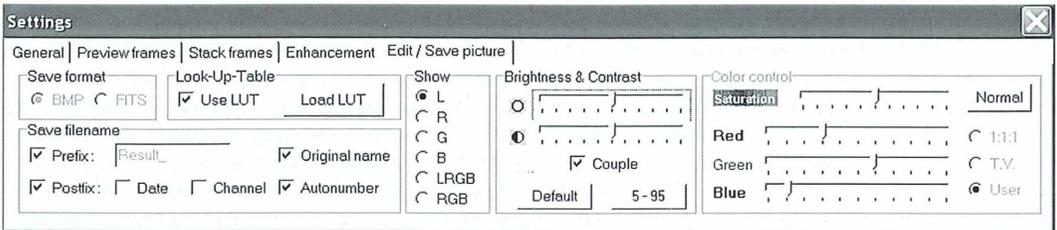


Abb. 2: Das Menü mit den Einstellungsmöglichkeiten von AstroStack2.

dann die geeigneten Bilder herausnehmen und mittels dieser Programme bearbeiten.

Entscheidend dabei ist, dass man möglichst viele Fokusebenen zur Verfügung hat, denn jeder Bildteil, den es nicht in einer der Ebenen scharf abgebildet gibt, hinterlässt ein Loch. Dieses muss nun mit unscharfen Bildanteilen aufgefüllt werden und führt deshalb zu unschönen Effekten wie im Beispiel der Koralle

(Abb. 3d). Mittels des Feintriebes lassen sich sehr genaue Einstellungen vornehmen. Gute Mikroskope haben am Trieb eine Skala, mittels derer sich die Fokusebenen sehr genau einstellen lassen.

Combine Z3 kann leicht 1000 Fokusebenen verarbeiten. Die Anzahl wird lediglich durch die Festplattengröße begrenzt. Da bei diesen Arbeiten viel Filmmaterial benötigt wird, an

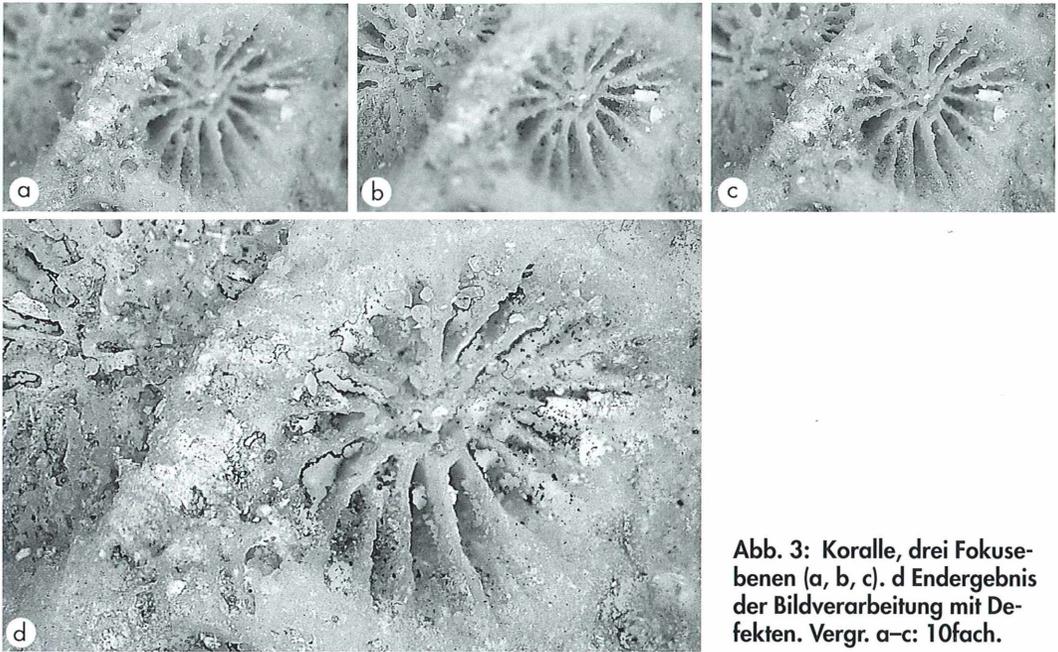


Abb. 3: Koralle, drei Fokusebenen (a, b, c). d Endergebnis der Bildverarbeitung mit Defekten. Vergr. a–c: 10fach.

dem man im Sinne optimaler Ergebnisse auch nicht sparen sollte, bietet es sich hier an mit einer Digitalkamera zu arbeiten. Solche Kameras und ihre Adaptation an das Mikroskop sind in dieser Zeitschrift bereits hinreichend diskutiert worden. Die Verwendung einer Digitalkamera hat zudem den nützlichen Effekt, dass man sich die Arbeit des Digitalisierens der Bilder und damit verbundene Qualitätsverluste erspart. Weiterhin sollte man beachten, dass solche Rechenoperationen mit der Auflösung und der Anzahl der Ebenen entsprechend viel Rechenzeit benötigen. Misst die Rechenzeit bei fünf Ebenen mit 300 dpi Auflösung und einem 2,4 GHz Rechner noch Minuten, kann die Zeit bei schwächeren Rechnern und einigen zig Ebenen schnell in die Stunden gehen.

Das Programm AstroStack2 ist umständlich in der Bedienung. Will man Farbaufnahmen bearbeiten, muss jeder Farbkanal einzeln gerechnet und anschließend zusammengeführt werden. Combine Z3 gefällt mir etwas besser. Hier werden Farbbilder im Single Pass Verfahren, also in einem Durchgang, berechnet. Letzteres Programm bietet für unerfahrene Benutzer dieses Computerprogramms die Möglichkeit, einzelne Schrittfolgen oder auch den gesamten Prozess automatisch durchführen zu lassen.

Erfahrene Nutzer haben reichhaltige Möglichkeiten, in die Berechnung einzugreifen und damit auch bei schwierigeren Bildern hervorragende Ergebnisse zu erzielen. Im Fall des Fliegenrüssels (Abb. 4) konnte bereits mit sechs Ebeneneinstellungen und der automatischen Berechnung ein respektables Ergebnis erzielt werden.

Nachteile der Bildverarbeitung

Bei der Radiolarie in Abbildung 5 und den Kieselalgen in Abbildung 6 zeigt sich aber auch ein klarer Nachteil der Methode: So, wie das Dunkelfeld keinen Schmutz verzeiht, so sieht man auch bei dieser Methode alle Unsauberkeiten, da nun nichts mehr in der Unschärfe verschwindet, sondern gnadenlos herausgearbeitet wird. Durch die starken Wölbungen der Radiolarien in den Abbildungen 5a–f und den Diatomeen in Abbildung 6a–f ist es unmöglich, diese durch und durch scharf abzubilden. Dieses gelingt selbst durch übermäßiges Abblenden nicht, ganz davon abgesehen, dass dabei auch die Auflösung stark herabgesetzt würde. In Abbildung 7 sieht man einen Knochendünnschliff, welcher sich im Laufe der Jahre gewölbt hat.

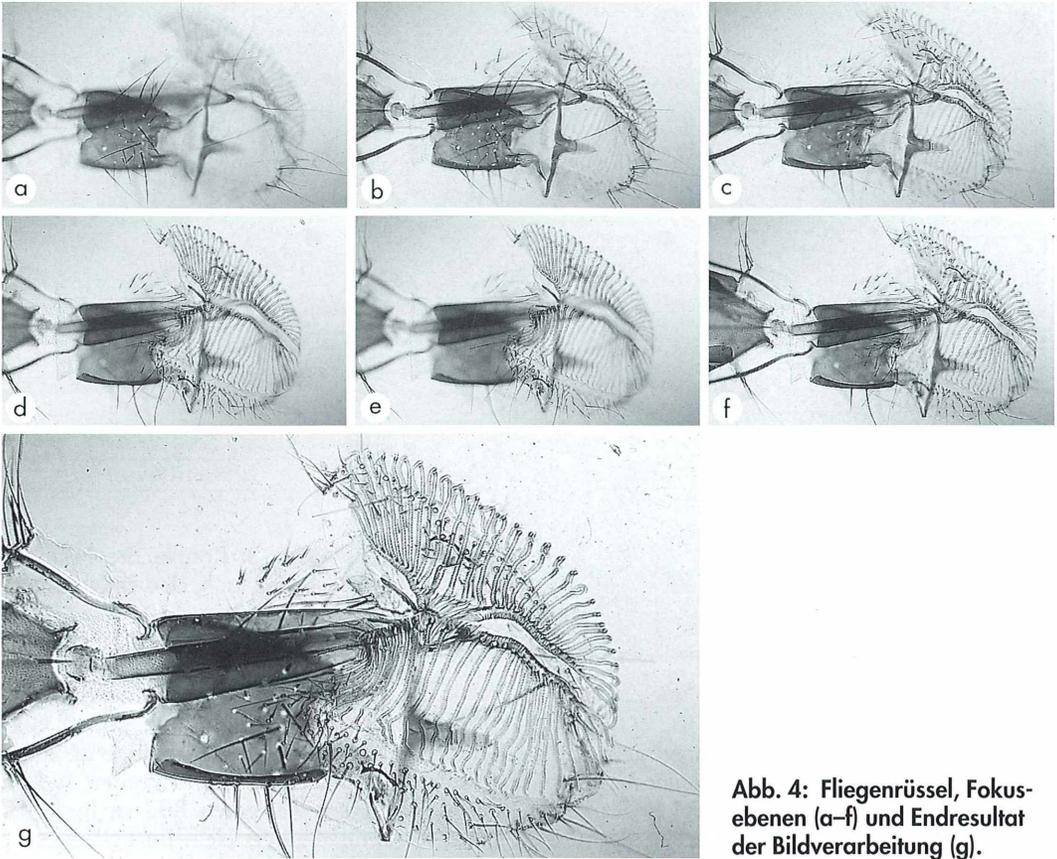


Abb. 4: Fliegenrüssel, Fokus-ebenen (a-f) und Endresultat der Bildverarbeitung (g).

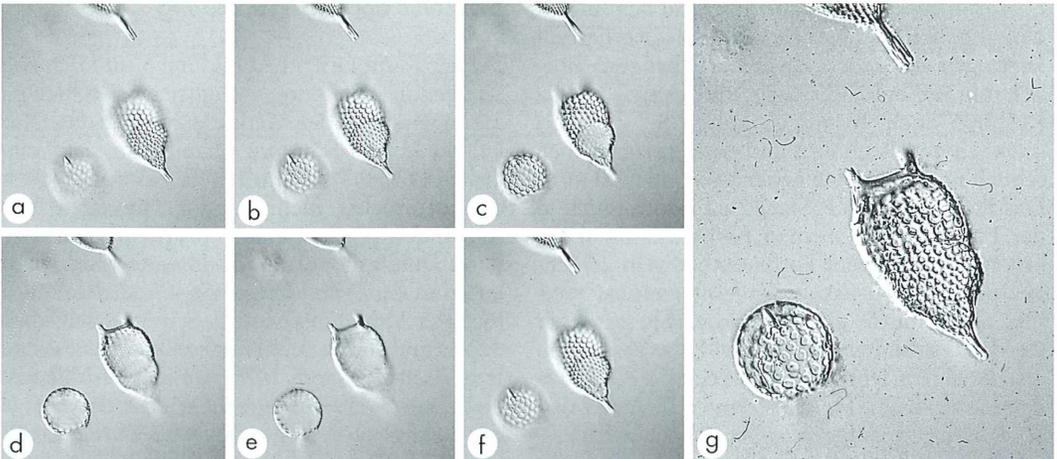


Abb. 5: Radiolarie, Ebenenbilder (a-f) und Ergebnis (g).

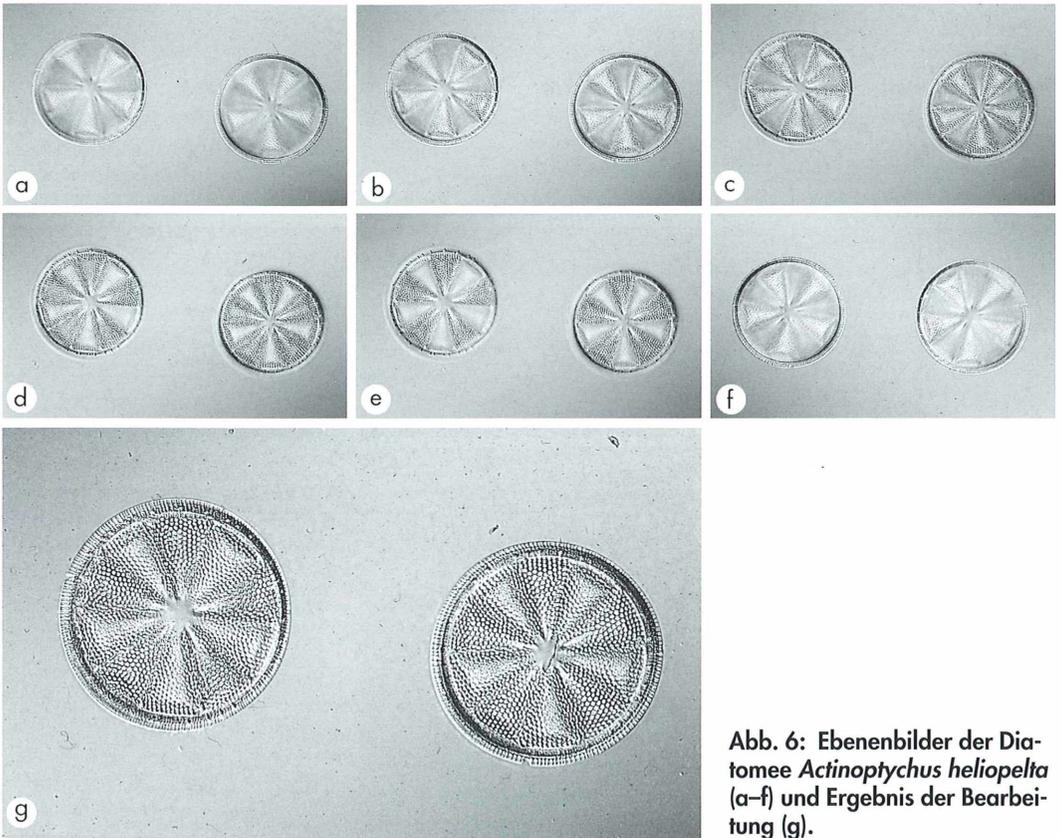


Abb. 6: Ebenenbilder der Diatomee *Actinopterychus heliopelta* (a-f) und Ergebnis der Bearbeitung (g).

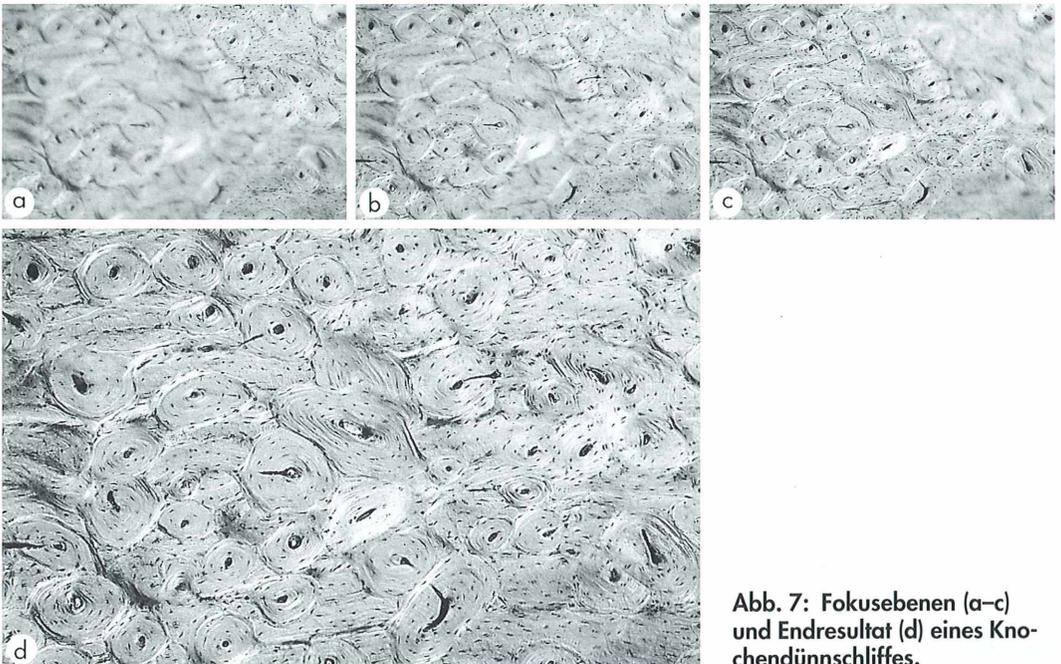


Abb. 7: Fokusebenen (a-c) und Endresultat (d) eines Knochen dünn schliffes.

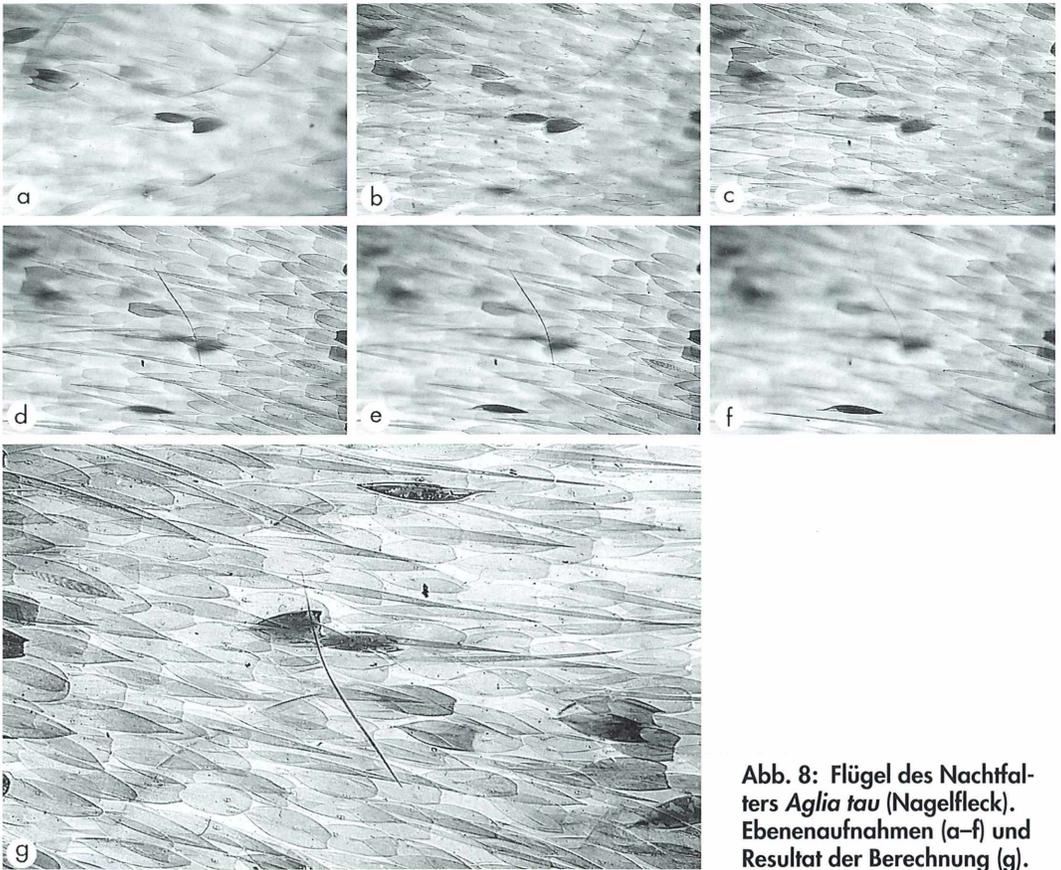


Abb. 8: Flügel des Nachtfalters *Aglia tau* (Nagelfleck). Ebenenaufnahmen (a–f) und Resultat der Berechnung (g).

Das Endergebnis der Bearbeitung (Abb. 7d) lässt davon nichts mehr erkennen.

Anwendungsbeispiele

Bei der Computer gestützten Methode wird eine nie da gewesene Schärfentiefe erreicht, die sich auf alle Arten von Fotos übertragen lässt. Solche Methoden können ebenfalls in der forensischen Fotografie genutzt werden, wenn es um gerichtsverwertbare Aufnahmen geht. Beim Schmetterlingsflügel (Abb. 8a–f) erkennt man sehr schön, dass in jeder Ebene ein Teil unscharf ist. Abbildung 8g zeigt als Ergebnis der Berechnung ein durchgängig scharfes Bild, obwohl die Flügelschuppen dachziegelartig übereinander geschichtet sind und damit deutlich in verschiedenen Ebenen liegen, die beispielsweise bei 100facher Vergrößerung nicht mehr in einer Schärfenebene liegen.

Literaturhinweise

- Günther, G.: Hardware und Software für Mikroskopiker – Die Adaption der NIKON Coolpix 990 und die Anwendung aktueller Programme zur Bildbearbeitung. *Mikrokosmos 91*, 231–239 (2002).
- Hauck, A.: Digitalisieren von Dia- und Negativmaterial mit einem Filmscanner – Der hybride Weg. *Mikrokosmos 91*, 369–376 (2002).
- Lange, N.: Bildverarbeitung in der Mikroskopie. *Mikrokosmos 92*, 79–82 (2003).
- Lange, N.: Bildverarbeitung in der Mikroskopie – Teil 2. *Mikrokosmos 92*, 199–206 (2003).
- Mathias, A., Mathias, E.: Tiefenschärfe in mikroskopischen Bildern mittels PC. *Mikrokosmos 90*, 295–299 (2001).
- Schubert, V., Schwertner, M., Schwertner, D.: Das digitaloptische Mikroskop – Wichtige Innovation zur dreidimensionalen Mikroskopie. *Mikrokosmos 91*, 261–265 (2002).

Verfasser: Dr. Norbert Lange, Idsteiner Str. 36, D-57074 Siegen, e-mail: norbert.lange@gwu.net

Aus der Industrie

DXM1200F Digitalkamera von Nikon: Bessere Empfindlichkeit und Geschwindigkeit

Die neue Digitalkamera von Nikon, DXM1200F, ist speziell für die Anforderungen in der Mikroskopie entwickelt worden, einschließlich der Fluoreszenzmikroskopie. Durch die intuitiv zu bedienende Software ist der Umstieg von konventioneller auf digitale Fotografie problemlos: Fokussieren über das Quasi-Livebild (12 Bilder/s), Einstellen der Helligkeit über einen Softwareschieber, Auslösen mit ei-



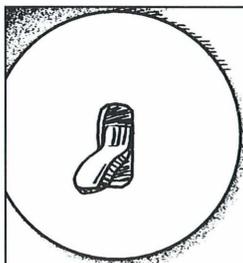
Abb. 1: Die neue Digitalkamera DXM1200F von Nikon wurde speziell zur Anwendung an Mikroskopen entwickelt, inklusive der Fluoreszenzmikroskopie.

nem Schaltbutton und schon ist das Bild fertig. Am Bildschirm ist die direkte Kontrolle der Qualität des Bildes möglich und Basisfunktionen wie zum Beispiel der automatische Weißabgleich schnell durchgeführt. Die mitgelieferte Basis-Software Nikon-ACT1 beinhaltet auch Funktionen für Zeitrasteraufnahmen, automatisches Speichern, Bildbearbeitung und Auswahl der gewünschten Auflösung im schnellen quick mode und hoch auflösenden fine mode. Die DXM1200F besticht auch durch eine hohe Geschwindigkeit der Bildaufnahme und -speicherung. So ist ein maximal auflösendes Bild mit 12 Megapixel (ca. 33 MB Dateigröße) in weniger als sechs Sekunden aufgenommen und auf der Festplatte des PCs gespeichert. Unterstützt werden die Formate BMP, JPEG (drei Kompressionsgrade) oder TIF (unkomprimiert).

Dank einer innovativen Technik, genannt IPS (Inter Pixel Stepping) kann die DXM1200F Bilder mit bis zu 12 Millionen Pixel über den 2/3"-, 1,4 Megapixel-Chip aufnehmen. Damit ist eine Größenordnung erreicht, die in Sachen Auflösung mit der konventionellen Fotografie gleichzieht, und wenn es um die Nachvergrößerung geht diese sogar übertreffen kann. Selbstverständlich kann zur Optimierung der gewünschten Auflösung und der entsprechenden Dateigröße die Pixelanzahl angepasst werden und damit auch die Dateigröße.

Die DXM1200F verfügt über drei Empfindlichkeitsstufen und hat ein sehr gutes Signal/Rauschverhältnis. Dadurch werden Belichtungszeiten bis zu 170 Sekunden möglich, was diese Kamera auch für Fluoreszenzanwendungen geeignet macht.

Zusammen mit den digitalen Sucherkameras Coolpix 4500, Coolpix 5000 und der neuen digitalen Netzwerk 5-Megapixelkamera DS-5M bildet die DM1200F ein abgerundetes Nikon-Quartett, das das gesamte Spektrum der Anwendungen in der digitalen Mikroskopie abdeckt und für jeden Bedarf die richtige Kamera bietet.



Kopfschmerz - abschalten

Menschen mit Kopfschmerzen würden den quälenden Schmerz am liebsten abschalten. Und tatsächlich: Hilfe ist möglich. Informieren Sie sich!

Die Broschüre "Kopfschmerzen - Anleitung zur Selbsthilfe" erhalten Sie bei Einsendung eines mit 0,77 € frankierten Rückumschlages (DIN A5) kostenlos bei

DEUTSCHES GRÜNES KREUZ e. V.
Stichwort: Kopfschmerz

Postfach 1207
35002 Marburg



Mikro-Einsteiger

Schöne Mikrokristallisationen zum Nachahmen

Jean Rügger-Deschenaux

Etwas vom Schönsten für den Mikroskopiker ist das Experimentieren mit kristallisierbaren und polarisierbaren Substanzen.

Unter hundert Experimenten habe ich fünf besonders schöne ausgewählt, die jedermann im Schmelzverfahren realisieren kann. Ich habe mich auf wenige Beispiele beschränkt, damit niemand decouragiert wird. Ferner habe ich nur solche Substanzen gewählt, für deren Schmelzverfahren die Hitze eines Bunsenbrenners genügt.

Hier die Prozedur:

- A) Objektträger hinlegen.
- B) Von der pulverigen Substanz circa 2–3 mm³ auf den Objektträger geben und auf etwa einen cm² flach verteilen.
- C) Deckgläschen drauflegen und dann das Ganze über die Bunsenbrennerflamme halten und die Substanz zum Schmelzen bringen. Wenige Sekunden nach dem Schmelzen setzt die Kristallisation ein.

Ich weiß, es ist nicht leicht, bei solchem Hantieren zu vermeiden, dass das Deck-

gläschen herunterfällt. Aber das aufgelegte Deckgläschen ist absolut wichtig, weil sonst die Substanz verkohlt oder verbrennt und penetrante Gase entwickelt.

Und hier die fünf Beispiele:

- 1) Keton-Moschus-Kristalle (Abb. 1)
- 2) Trichloressigsäure-Kristalle (Abb. 2)
- 3) Brenzkatechin-Kristalle (Abb. 3)
- 4) Toluolsulfonsäure-Monohydrat-Kristalle (Abb. 4)
- 5) Naphthol-Kristalle (siehe Titelbild)

Alle fünf Substanzen sind in Pulverform beispielsweise als Fluka-Produkte erhältlich. Bitte die Vorsichtsmaßnahmen beachten, die auf den Verpackungen angegeben sind.

Nun wünsche ich gutes Gelingen und viel Freude an den schönen Kristallen.

Verfasser: J. Rügger-Deschenaux, Alte Landstr. 33, CH-8803 Rüschlikon, Tel. 01/724 28 61

AUGEN
BLICK



Vererbte Netzhaut-Degeneration: Makula-Degeneration, Retinitis pigmentosa, Usher-Syndrom, Alters-Makula-Degeneration...jeder 40. in Deutschland. Restsehen und Erblindung sind immer noch die bitteren Folgen.

Hinnehmen? Nein. Handeln? Ja.

PRO RETINA arbeitet aktiv als anerkannte Selbsthilfegruppe: Praktische Lebenshilfe - von der Kindheit bis ins Alter. Gezielte Unterstützung sinnvoller Forschung.

LICHT INS DUNKEL.

PRO RETINA. ...UND SIE:

Konto-Nr. 54 800-605, BLZ 500 100 60, Postgirokonto Frankfurt.
PRO RETINA Deutschland e.V., Vaalser Str. 108, 52074 Aachen

FLÜGEL • KUHN STUTTGART

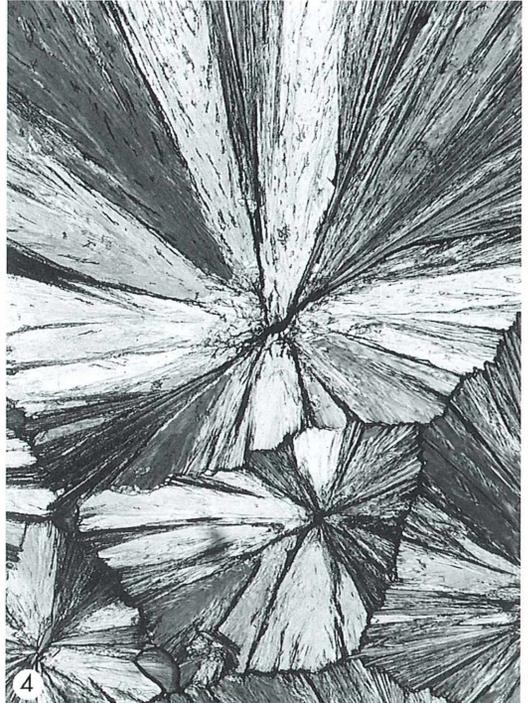
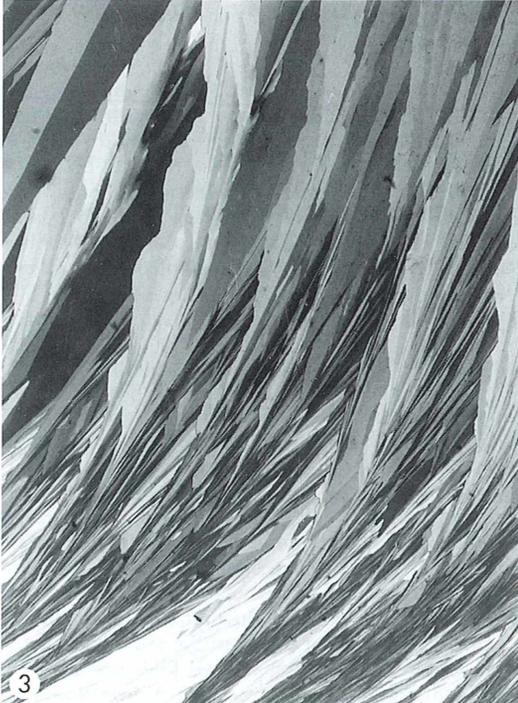
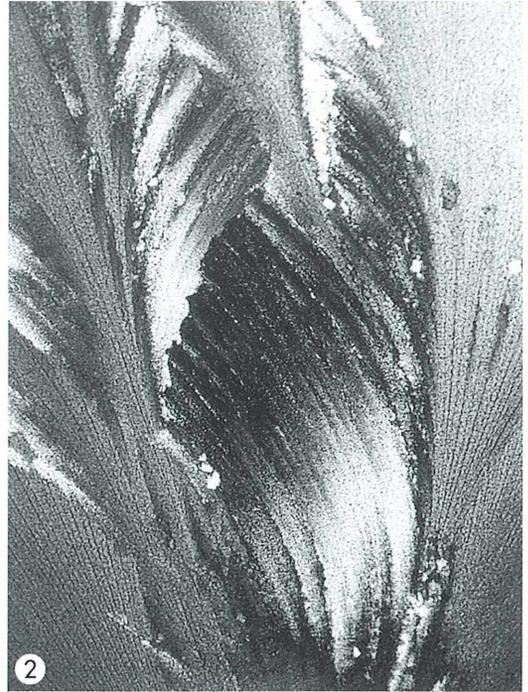
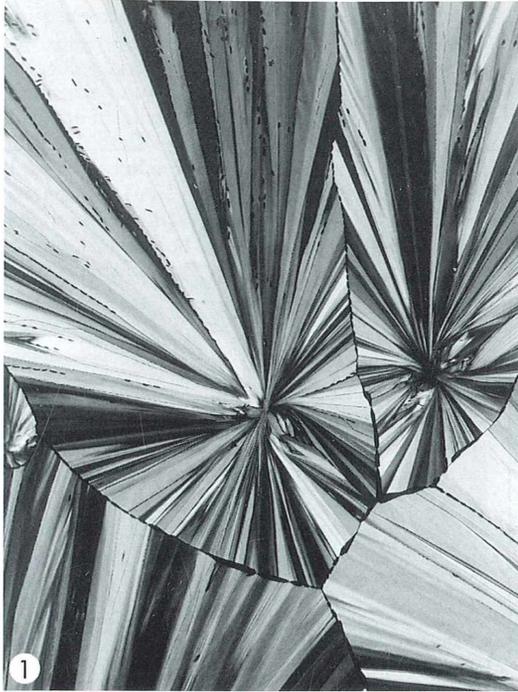


Abb. 1–4: Mikrokrystalle im polarisierten Licht. Abb. 1: Keton-Moschus-Kristalle. – Abb. 2: Trichloroessigsäure-Kristalle. – Abb. 3: Brenzkatechin-Kristalle. – Abb. 4: Toluolsulfonsäure-Kristalle.

Aus der Industrie

Nikons neue DS-5M ist mehr als nur ein digitaler Fotoapparat

Für die bequeme und qualitativ hochwertige digitale Fotografie am Mikroskop stellt Nikon die 5-Megapixel Kamera DS-5M mit bis zu 2560×1920 effektiven Pixeln vor. Der kompakte Kamerakopf ist stabil per C-Mount auf jedes Mikroskop montierbar. Die Kontrolleinheit mit dem 6,3" großen Monitor macht für zahlreiche Dokumentationsaufgaben einen zusätzlichen PC überflüssig und hat es in sich: Sie enthält nicht nur die Software für die Einstellung der jeweils optimalen Aufnahmeparameter, wie beispielsweise manuelle oder automatische Belichtung, Weißabgleich, Kontrast, Gain, Farbkorrektur, Gamma, Shading Correction, Tonwert und Timer. In der Kontrolleinheit sitzt auch eine Netzwerkkarte, sodass die Kamera DS-5M unmittelbar an Netzwerke wie Local Area Network (LAN), Intranet und Internet mit Übertragungsraten von 100/10 Mb/s angeschlossen werden kann. Diese Netzwerkfunktionalität hat zwei wesentliche Vorteile: Einmal können die Bilder direkt über definierbare Pfade auf zentralen Servern gespeichert werden. Zum anderen kann jeder DS-5M eine individuelle IP-Adresse zugewiesen werden, über die man sich mit Hilfe von Standard Internet Browsern in die Kamera und damit in die Mikroskopiesitzung einwählen kann. Das bedeutet eine enorme Effizienzsteigerung bei allen mikroskopischen Fragestellungen, bei denen möglichst schnell Expertenmeinungen zur Beurteilung des mikroskopischen Befundes – auch über beliebige Entfernungen – erforderlich sind. So zum Beispiel in der Biotechnologie, wo mikroskopische Experimente in abgeschirmten Sicherheitslabors durchgeführt werden und die Experten oft außerhalb sind. Oder in der Medizin, zum Beispiel der Pathologie, wo oft während der mikroskopischen Befunderhebung schwieriger Fälle die Meinung eines entfernten Fachkollegen eingeholt wird. Ob bei der digitalen Fotografie oder der Telemikroskopie über digitale Netzwerke, die neue Nikon DS-



Abb. 1: Digitale Fotografie am Mikroskop mit der neuen 5-Megapixel Kamera DS-5M von Nikon.

5M besticht durch hervorragende Bildqualität mit exzellenter Farbbechtheit. Den Fokus trifft man einfach über den großen, integrierten Monitor und zusätzlich durch einen elektronischen Fokus-Indikator. Für die hoch auflösende Präsentation der mikroskopischen Bilder live am Mikroskop für Mitbeobachtung, Diskussion und Lehre kann ein VGA-Monitor oder ein Beamer direkt an die Kontrolleinheit angeschlossen werden. Das bis zu 5 Megapixel große Bild wird mit einer Rate von 15 frames/s quasi in Echtzeit dargestellt, wodurch die DS-5M herkömmliche Videoanlagen auf digitales Auflösungs niveau hebt.

Axioskop 2 MAT: Materialmikroskope für Auf- und Durchlicht von Carl Zeiss

Überall, wo Material erforscht, verarbeitet und kontrolliert wird, kommt es auf Genauigkeit, Schnelligkeit und Wiederholbarkeit an. Die neuen Routine-mikroskope Axioskop 2 MAT für Auf- und Durchlicht entsprechen den speziellen Anforderungen moderner Materialmikroskopie. Sie stehen als manuelle oder motorisierte Variante für Auf- und Durchlicht zur Verfügung und bieten die Möglichkeit, mit dem neuen Interferenzkontrastverfahren C-DIC, dem Zweistrahlinterferometer TIC sowie dem innovativen Tiefenschärfeverfahren DeepView mehr zu er-

kennen und Strukturen genauer zu vermessen. Damit erhalten die Darstellung von Strukturen und Fehlern sowie die Vermessung von Stufenhöhen und Schichtdicken eine neue Qualität. Die motorisierten Mikroskopvarianten erlauben die Automatisierung von Arbeitsabläufen wie digitale Bildaufnahme und Bildanalyse mit der Software AxioVision, wodurch die Effektivität beispielsweise von Qualitätsuntersuchungen wesentlich erhöht wird.

Für die genaue Vermessung von Stufenhöhen und Schichtdicken, die in großer Stückzahl in vielen In-

dustriezweigen, speziell in der Dünnschichttechnik, der Elektrotechnik, Elektronik, Mikrosystemtechnik, Glas- und Keramikindustrie und der Automobilindustrie notwendig ist, bietet das mikroskopische Verfahren Totaler Interferenzkontrast (TIC) eine ebenso einfache wie kostengünstige Lösung. TIC erfasst im zirkular polarisierten Licht Strukturen bis in etwa 5 µm Tiefe. Bei klar definierten Stufen im Objekt wird eine maximale Genauigkeit von 20 nm erreicht. Damit sind auch statistische Parameter wie Rautiefen bestimmbar.

Carl Zeiss hat speziell für die Materialmikroskopie vier neue Objektivserien entwickelt. Die Objektive EC Epiplan-Neofluar stehen in den Versionen H/DIC für Hellfeld- und DIC-Untersuchungen, HD/DIC zusätzlich für Dunkelfeld und Pol (mit spannungsfreier Optik) für polarisationsoptische Beobachtungen zur Verfügung. Außerdem gibt es eine Version mit großem Arbeitsabstand. Die in Kontrast, Randauflösung und Homogenität der Feldausleuchtung verbesserten Objektive bilden die Basis für eine hervorragende Bildqualität in der Materialanalyse.

Buchbesprechungen

Campbell, N. A., Reece, J. B.: Biologie, 6. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2003, über 1.650 Abbildungen, 20 Tabellen, gebunden, €89,95, ISBN 3-437-1352-4.

Selbst der Herausgeber der deutschen Version des *Campbell*, Prof. Dr. Jürgen Markel, ist, wie er im Vorwort zur aktuellen 6. Auflage feststellt, überrascht über den für den deutschen Markt ungeheuren Erfolg dieses Buches. In den sieben Jahren, die seit der Erstauflage im Jahr 1997 bis heute vergangen sind, wurden bislang über 50.000 Exemplare verkauft, ein unglaubliches Ergebnis für ein deutschsprachiges Biologielehrbuch.

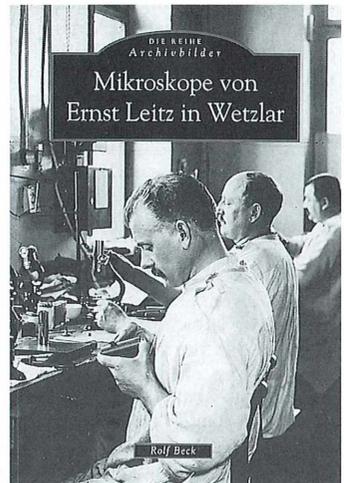
Wenn die Verkaufszahlen eine so eindeutige Sprache sprechen, braucht nicht mehr darüber diskutiert zu werden, ob ein Buch gelungen ist oder nicht, oder ob es gravierende Mängel aufweist oder nicht. Natürlich weist es Mängel auf und diese in jedem Bereich. Die Frage ist, was überwiegt: die Fehler, Mängel, Unzulänglichkeiten oder das Gesamtkonzept? Und da gibt es keinen Zweifel: Das Gesamtkonzept überzeugt und das Buch kann zwar nicht uneingeschränkt, aber dennoch nachdrücklich als

grundsätzliches Lehrbuch für Studierende, aber auch als Wissenssteinbruch für Laien empfohlen werden.

Natürlich schmerzt mich als Protozoologen die Tatsache, dass in dem Buch dem Pantoffeltier *Paramecium* in einer Grafik der Zellafter an einer solch falschen Stelle eingefügt wurde, als ob man beispielsweise uns den Anus in den Bauchnabel verlegt hätte, und als Zellbiologen gefällt mir nicht die missliche, da genau spiegelverkehrte Orientierung der Dyneinarme in den Grafiken zum Axonem der Cilien, eine Situation, die im weitesten Sinne damit vergleichbar wäre, dass unsere Extremitäten in einem Skelett links-rechts-vertauscht eingehängt würden. Aber soll ich wegen dieser drei bis vier Seiten mit Mängeln, die ich auf Anhieb erkenne, ein Werk von über 1.600 Seiten abqualifizieren? Natürlich nicht! Und auch nicht, wenn ich mir vorstelle und extrapoliere, wie viele potentielle Unrichtigkeiten in der Darstellung der vielfältigen Facetten der Biologie in dem vorliegenden Buch verborgen sein könnten. Das ist einfach der Tribut, der zu zollen ist, wenn ein so komplexes Gebiet wie die gesamte Biologie bewundernswerterweise von nur zwei Autoren zu einem einzigen Lehrbuch zusammengefügt wird.

Klaus Hausmann, Berlin

Beck, B.: Mikroskope von Ernst Leitz in Wetzlar. Sutton Verlag, Erfurt 2002, 127 Seiten, 183 Abbildungen, kartoniert, € 17,90, ISBN 3-89702-292-3.



Jeder, der etwas für die Historie der Mikroskopie übrig hat, muss von diesem Buch begeistert sein und er wird es erst aus der Hand legen, nachdem er es einmal ganz durchgeblättert hat, um sich einen Überblick über die Illustrationen zu verschaffen. Denn davon lebt das Buch; der Text tritt eher in den Hintergrund. Das – wie es bei Publikationen aus dem Sutton Verlag zu erwarten ist – liebevoll

und in hoher Qualität hergestellte Werk lässt die Vergangenheit der traditionsreichen Leitz-Werke wieder lebendig werden und man mag erahnen, wie in früheren Zeiten die Fertigung der Instrumente vonstatten ging, was und wie produziert wurde, aber auch, welche Menschen, welche Persönlichkeiten hinter der im Laufe der Zeit zu weltweiter Anerkennung gelangten Firma Leitz standen. Das Buch endet mit einem letzten Porträt von Ernst Leitz, der im Jahre 1920 als 77-jähriger Greis verstarb. Die sich daran anschließende Firmengeschichte bis hin zur Jetztzeit wird nicht beleuchtet. Das ist schade, weil es für uns, die jetzt Lebenden und Mikroskopierenden, sicherlich interessant wäre, zu erfahren, wie es beispielsweise nach den beiden Weltkriegen weiterging und wo derzeit die Leitz-Werke beispielsweise im internationalen Ranking der Mikroskophersteller stehen. Es klang bereits eingangs deutlich durch: Das Buch ist ein Muss für das Bücherregal eines jeden historiebewussten Mikroskopikers.

Klaus Hausmann, Berlin

Greaves, M.: Krebs – der blinde Passagier der Evolution.

Springer Verlag, Berlin 2003, 284 Seiten, 21 Schwarzweißabbildungen, gebunden, € 34,95, ISBN 3-540-43669-3.

Dieses Buch über Krebs profitiert vom umfassenden Fachwissen des Autors, eines Professors am Londoner Krebsforschungsinstitut, ist jedoch kein trockenes Fachbuch für Spezialisten. Populärwissenschaftlich wird insbesondere die Kulturgeschichte des Krebses vorgestellt und seine Verknüpfung mit der Evolution erarbeitet. Genetische Veränderungen bergen einerseits Risiken wie mögliche Krebsentstehung, sind aber andererseits unverzichtbar – ohne sie hätte die Evolution nicht stattgefunden. Mel Greaves führt sehr verständlich in die hoch komplexe Krebsproblematik ein, erläutert

verwendete Fachwörter, erklärt biologisch/medizinische Zusammenhänge. Allein die Fülle an Wissen und die bei einer kompetenten, niveaувollen Darstellung nicht vermeidbare Häufung von Fachtermini verlangt ein gewisse Bereitschaft, sich auf die Thematik einzulassen. Zu allen Kapiteln wird weiterführende, aktuelle Literatur angegeben und ein Glossar ermöglicht das Nachschlagen von zahlreichen Fachwörtern.

Im ersten von vier Teilabschnitten (*Antikes Vermächtnis und moderne Mythen*) werden zahlreiche historische Belege (fossile Knochen, Krebsbeschreibungen in ägyptischen Papyrusschriften, usw.) dafür angebracht, dass Krebs keine Neuerscheinung unseres Zeitalters ist und die Bedeutung von genetischen Veränderungen (Mutationen) für die Evolution und Krebsentstehung dargestellt. Teil 2 (*Krebsentstehung*) erläutert die grundlegenden biologischen Gesetzmäßigkeiten der Krebsentstehung. Nicht jede Mutation und jedes krebsrelevante Gen löst tatsächlich Krebs aus. Im dritten Teil (*Paradoxe Fortschritt*) wird nun, nachdem die Frage *Was ist Krebs?* geklärt wurde, nach dem *Warum?* und *Wie?* geforscht. Kommt es beim Prozess des Alterns unweigerlich zur Krebsentstehung? Welche Faktoren beeinflussen das Risiko an Krebs zu erkranken? Ist Krebs ansteckend oder vererbbar? Teil 4 (*Wie ist der Krebs zu überlisten?*) beschreibt die (Problematik der) Krebstherapien, angefangen von Wunderheilungen und Wundermitteln über immer wirksamer werdende Methoden der modernen Medizin.

Die gekonnte Mischung aus Fachwissen, geschichtlichen Abrissen und Fallbeispielen kombiniert mit einer positiven Grundeinstellung und angenehmer Erzählweise macht es leichter, sich an ein solch problematisches Thema wie Krebs heranzuwagen. Dieses Buch trägt auf jeden Fall zum besseren Verständnis rund um den Krebs bei und eröffnet neue Sichtweisen.

Renate Radek, Berlin

Erhardt, W., Götz, E., Bödeker, N., Seybold, S.: Zander – Handwörterbuch der Pflanzennamen – Dictionary of plant names – Dictionnaire des noms des plantes, 17. Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart 2002, 990 Seiten, gebunden, € 39,90, ISBN 3-8001-3573-6, und

Seybold, S.: Die wissenschaftlichen Namen der Pflanzen und was sie bedeuten. Eugen Ulmer, Stuttgart 2002, 189 Seiten, Taschenbuch, € 8,90, ISBN 3-8001-3573-6.

Der 1927 erstmalig erschienene *Zander* liegt nun in 17., dreisprachiger Auflage vor. Das Buch ist ein Standardwerk, das schon seit langem seinen festen Platz im entsprechenden Buchangebotssegment einnimmt.

Nach einigen kurzen, insgesamt 135 Seiten umfassenden Einführungskapiteln (botanische Namenkunde, Sorten, Bedeutung, sprachliche Behandlung und Aussprache der botanischen Namen, systematische Übersicht über die Farn- und Blütenpflanzen, Familien und Gattungen in alphabetischer Übersicht, Abkürzungen der Heimatgebiete) beginnt unter der Überschrift *Gattungen und Arten* der Hauptteil des Buches. In alphabetischer Abfolge werden die Gattungen und Arten behandelt, wobei Informationen über den Autor des lateinischen Gattungsnamens, grammatikalisches Geschlecht des Namens, Pflanzenfamilie, Anzahl der Arten, lateinischer / deutscher / englischer / französischer Artname, Autor des lateinischen Artnamens, Autonyme, Lebensform, Blütezeit, Verbreitungsgebiet, Winterhärtezone, Sorten, Synonym, Synonymverweis auf gültigen Namen, Varietät der Art, Subspezies und Varietät der Art gegeben wird.

Eine Erklärung der Bedeutung der lateinischen Gattungs- und Artnamen wird aus Umfangsgründen nicht vorgenommen.

Dieses geschieht zumindest hinsichtlich der Artbezeichnungen im Buch von Siegmund Seybold, der über 6,000 wissenschaftliche Artnamen – die Art-Epitheta – aus dem *Zander* übersetzt und, wenn nötig, kommentiert. Hinzugekommen ist in der neuen Auflage des *Zander* ein gesonderter Kapitel zur Klassifizierung von Sorten. Es werden darin die Benennung und Zuordnung von Sorten gärtnerisch wichtiger Arten erläutert, die früher teilweise als Hybriden bezeichnet wurden. Beide Bücher sind jedem zu empfehlen, der sich professionell oder hobbymäßig mit Pflanzennamen beschäftigt.

Thomas Gross, Heidelberg

Duden: Das Wörterbuch medizinischer Fachausdrücke, 7. Auflage. Dudenverlag, Mannheim 2003, gebunden, 852 Seiten, € 24,95, ISBN 3-411-04617-1; CD-ROM (PC-Bibliothek 3.0), € 29,95, ISBN 3-411-06634-2, und

Duden: Das Wörterbuch chemischer Fachausdrücke. Dudenverlag, Mannheim 2003, gebunden, 755 Seiten, € 24,95, ISBN 3-411-04171-4; CD-ROM (PC-Bibliothek 3.0), € 39,95, ISBN 3-411-06633-4.



Der Nutzen dieser beiden Wörterbücher liegt auf der Hand: Aus diesen Standardwerken der medizinischen beziehungsweise chemischen Nomenklatur und Rechtschreibung kann man sich immer dann Rat holen, wenn die Bedeutung bestimmter Termini, deren Orthografie oder deren Abkürzungen unklar sind. Der Dudenverlag ist Garant dafür, dass die Informationen korrekt und zuverlässig zusammengestellt wurden. Für diejenigen, die der Print-Version die digitale Variante vorziehen, wird jeweils die entsprechende CD-ROM angeboten.

Wilhelm Wagner, Essen

Flindt, R.: Biologie in Zahlen: Eine Datensammlung in Tabellen mit über 10,000 Einzelwerten, 6. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2002, broschiert, 296 Seiten, € 24,95, ISBN 3-8274-1171-8.

Diese gründlich überarbeitete, erweiterte und neu gestaltete Auflage der bewährten *Biologie in Zahlen* zeigt sich – wie auch in den vorangegangenen Auflagen – erneut als eine faszinierende Kompilation biologischer Fakten. Primär für Lehramtsstudenten und Lehrende konzipiert, die schnelle und zuverlässige Antworten auf immer wieder auftretenden Schüler- und Studentenfragen zur Hand haben müssen, ist dieses Buch aber auch für jeden naturwissenschaftlich Interessierten eine schier unerschöpfliche Informationsquelle für biologische Daten jeglicher Art. Es ist kaum nachvollziehbar, welcher Literaturarbeit sich der Autor dieses Werkes für jede Neuauflage unterziehen muss, um den jeweils aktuellen Wissensstand wiedergeben zu können. Das Buch ist untergliedert in die Kapitel Zoologie, Botanik, Mikrobiologie, Humanbiologie und vergleichende Werte. Diese Inhaltsstruktur ermöglicht ein zügiges Finden benötigter Sachinformationen.

Jeder, der noch keine oder eine sehr frühe Auflage der *Biologie in Zahlen* in seinem Bücherregal stehen hat, sollte sich diese Veröffentlichung beschaffen.

Thomas Gross, Heidelberg

Hoeppel, G.: Blau – Die Farbe des Himmels. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1999, 215 Seiten, gebunden, € 14,95, ISBN 3-8274-0485-1, und

Blunck, J. (Hrsg.): Wie die Teufel den Mond schwärzten – Der Mond in Mythen und Sagen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2003, 290 Seiten, gebunden, € 19,95, ISBN 3-8274-1409-1.

Warum ist der Himmel blau und wie schwärzten die Teufel den Mond? Sind das wirklich Fragen, auf die wir eine Antwort wissen wollen oder sollen? Ja, Nein?! Offenbar doch! Sonst gäbe es die beiden Bücher nicht, von denen hier die Rede ist.

Dem Phänomen der Blaufärbung des Himmels wird mit populärwissenschaftlichen Erklärung begegnet, wohingegen der partiellen Schwarzfärbung des Mondes durch Wiedergabe von weltweit verbreiteten Mythen auf den Grund gegangen wird. Während das erstgenannte Werk das Phänomen des uns überscheinenden blauen Himmels mit Hilfe wissenschaftlich fundierter Erklärungen kombiniert mit philosophischen und kulturellen Reflexionen zu erläutern bemüht ist, bezieht sich das zweite Buch eindeutig auf den weniger gut dinglich fassbaren Bereich mythologischer Erklärungen der frühen Jahre. Zwei sehr interessante Erklärungsalternativen zur Kasuistik von der seit Menschwerdung der Organismen all-gemein bekannten Naturphänomenen werden geboten. Wer sich für diese Probleme interessiert, sollte sich beide Publikationen beschaffen, um sich mit deren Inhalt auseinander zu setzen.

Wilhelm Wagner, Essen

Scholtyssek, S.: Das Huhn in der Kunst. Eugen Ulmer, Stuttgart 2003, 168 Seiten, Großformat, gebunden, € 69,90, ISBN 3-8001-4224-4.

Was hat das Huhn im MIKRO-KOSMOS zu tun? Zunächst einmal gar nichts, es sei denn, es handelt sich um mikroskopische Aspekte des Huhn-Seins. Darum geht es allerdings nicht in diesem Buch, das von Professor Siegfried Scholtyssek, vor seinem Ruhestand als Spezialist für die Wissenschaftsdisziplin Kleintierzucht an der Universität Hohenheim in Stuttgart tätig, gut gemeint zusammengestellt wurde. Wenn dann trotzdem in dieser Zeitschrift davon die Rede ist, dann vielleicht einfach deshalb, weil einmal ein Buch erscheinen könnte, welches *Das Pantoffeltier in der Kunst* genannt wird. Höchst unwahrscheinlich, aber nicht unmöglich. Und würde es einmal wirklich soweit sein, dann sollte dem *Paramecium* nicht das widerfahren, was mit dem vorliegenden Buch *Gallina*, dem Huhn, angetan wird.

Vom Grundgedanken ist das Buch wunderbar, weshalb es auch von der Redaktion zur Besprechung erbeten wurde. Von der Durchführung her ist es allerdings eine Katastrophe geworden, warum auch immer das so sein musste! Ein absolut zu großer Anteil der Abbildungen, nämlich über 50 der knapp 200, ist in einer unakzeptablen Reproduktionsqualität oder schlichtweg unscharf wiedergegeben. Ein besonders eklatantes Beispiel ist die ganzseitige Abbildung 15. Und da kann auch kein noch so guter und gehaltvoller Text das Werk retten. Mir als Herausgeber des MIKROKOSMOS ist es unerklärlich, wie es dazu kommen konnte, dass letztendlich selbst das Titelbild des Buches unscharf ist. Es fehlen mir einfach die Worte. Eine schöne und begrüßenswerte Idee ist in ein Produkt umgesetzt worden, das hinsichtlich seiner Illustration dem zu erwartenden Qualitätsstandard überhaupt nicht entspricht, und das zu einem doch sehr anspruchsvollen Preis. Schade, sehr schade!

Klaus Hausmann, Berlin

Wagenitz, G.: Wörterbuch der Botanik: Die Termini in ihrem historischen Zusammenhang, 2. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2003, 552 Seiten, broschiert, € 24,95, ISBN 3-8274-1398-2.

Rund 5,700 Fachbegriffe behandelt das in zweiter Auflage vorliegende *Wörterbuch der Botanik*. Die Termini werden, wie der Untertitel verspricht, in ihrem historischen Zusammenhang erläutert. Die Fachdisziplinen Morphologie, Anatomie, Cytologie, Evolutionsbiologie, Physiologie, Molekularbiologie und Ökologie finden gleichermaßen Berücksichtigung. Durch umfangreiche Angaben zur Geschichte und entsprechende, auf über 110 Seiten zusammengestellte Literaturverweise bewährt sich das Buch auch als Informationsquelle für diejenigen, welche tiefer in ein Teilgebiet eindringen wollen, wobei die zum Schluss angefügten englisch-deutschen und französisch-deutschen Register sehr nützlich sind.

Thomas Gross, Heidelberg

Aus den Arbeitsgemeinschaften

Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Mainfranken

Jahrestreffen 2003

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. Meistens runden interessante Diavorträge das abwechslungsreiche Programm ab.

Termin: Samstag, der 25. Oktober 2003;

Beginn pünktlich um 10 Uhr.

Treffpunkt: Am letzten Parkplatz an der Rückseite des Gebäudekomplexes vom BIO-Zentrum.

Herr K. H. Orlishausen hat vor kurzem den Vorsitz der Mikroskopischen Arbeitsgemeinschaft Mainfranken Herrn J. Stanek übertragen, so dass dieser nun Ansprechpartner der Gesellschaft ist.

Anfragen bitte an:

Joachim Stanek, Am Moosrangen 28,
D-90614 Ammerndorf,

Tel.: 091 27/88 32,

e-mail: joachim.stanek@freenet.de

1. Der MIKROKOSMOS veröffentlicht Aufsätze, Übersichtsbeiträge, Kurzmitteilungen, Hinweise auf interessante neue Arbeitsverfahren oder Präparationsanleitungen sowie technische Innovationen aus allen Teilbereichen der Mikroskopie.

2. Die Redaktion bittet, Manuskripte grundsätzlich nur auf einseitig beschriebenen, fortlaufend nummerierten DIN A4-Bögen einzureichen. Jede Manuskriptseite sollte mit doppeltem Zeilenabstand beschrieben werden. Der Text sollte durch Zwischenüberschriften untergliedert werden. Am Ende des Manuskriptes steht die vollständige Autorenadresse. Soweit möglich sollten die Manuskripte zusätzlich zur Hardcopy als 3,5"-Diskette (kein Macintosh) ohne Formatierung als Word-Dokument eingereicht werden.

3. Tabellen und Bildlegenden (beide jeweils fortlaufend nummerieren) bitte nicht in den Haupttext einbauen, sondern als Anhang auf eigene Manuskriptseiten schreiben. Alle Abbildungen fortlaufend im Text zitieren und Abbildungen gesondert beifügen.

4. Bildvorlagen sind Farbdias (für die sw-Reproduktion) jeglicher Größe, kontrastreiche sw-Fotos sowie druckfertige Strichzeichnungen und Graphiken. Elektronische Abbildungen nur als Tiff-Dateien (300 dpi) auf CD-R (bis 700 MB) einreichen; bitte keine CD-RWs oder DVDs verwenden. Alle Materialien namentlich kennzeichnen. Auf den Originalabbildungen keine Beschriftungen vornehmen, sondern nur auf Kopien oder durchscheinenden Deckblättern. Vergrößerungen von Mikrofotos sollten erst anhand der Bildandrucke berechnet werden, die vor Drucklegung zusammen mit den Korrekturandrukken der Artikel den Autoren zugeschickt werden. Die Bilder werden in drei verschiedenen Breiten (1-spaltig, 1,5-spaltig, 2-spaltig) 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.: *Vampyrella* parasitiert *Endorina elegans*. *Mikrokosmos* 92, 1–6 (2003).

Buchzitate:

Fioroni, P.: *Evertebratenlarven 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.

8. Jeder Autor erhält von seiner im MIKROKOSMOS veröffentlichten Arbeit kostenlos 25 Sonderdrucke.

9. Der Verlag honoriert jede Druckseite mit € 30,00 und Farbmikrofotos, die auf der Titelseite erscheinen, mit € 60,00.

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

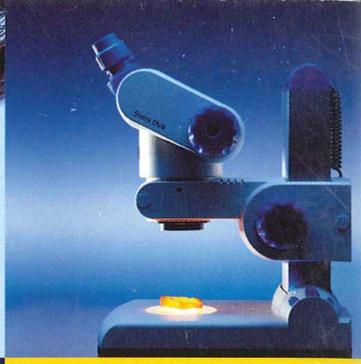
Mikrokosmos
5/2003

1 (6)

510543
Bibliothek des OÖ.
Landesmuseums

Museumstraße 14
4020 Linz

300229



Besuchen Sie uns online:
www.mikro.shopzeiss.de

Sie werden Augen machen



Die Welt um uns steckt voller Wunder. Ein weiteres heißt **Stemi DV4**, ein modernes kompaktes Stereomikroskop. Das Wunderbare daran – es kostet wenig, obwohl es viel leistet. Kompromisslos scharfe und lichtstarke Bilder. Raffiniert einfach per Tastendruck: Auflicht, Durchlicht oder Mischlicht. Das **Stemi DV4** – ein neuer Lichtblick .

Interessiert? www.zeiss.de/stemi



We make it visible.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [92_5](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Mikrokosmos 92_5 1](#)