II 90372/84,5

Springer-Verlag GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.springer.de

DM 23 · OS 175 · SFR 23

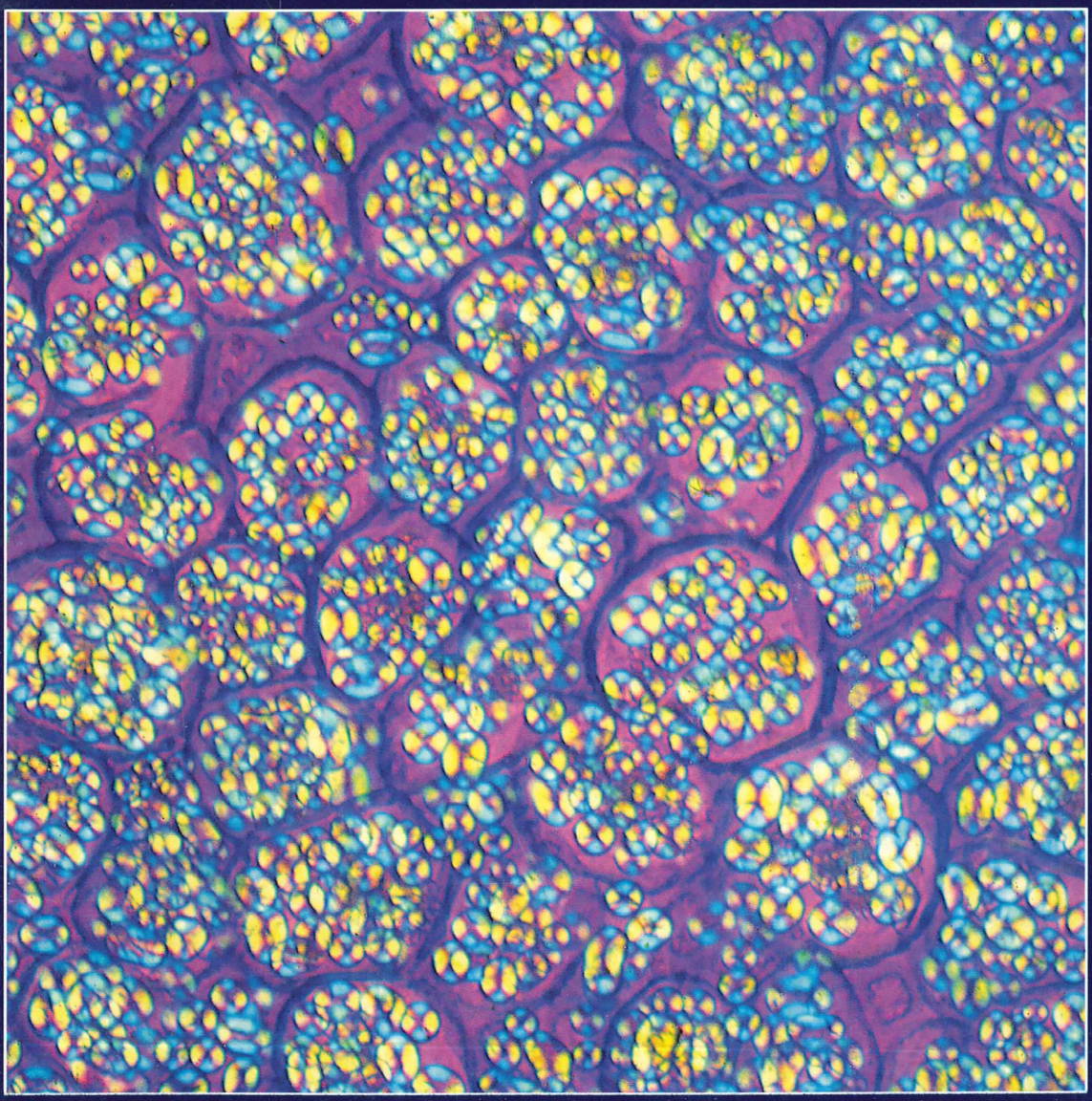
E 20582

MIKROKOSMOS

GUSTAV FISCHER

Jena
Stuttgart
Lübeck
Ulm

September 1998
87. Jahrgang
Heft 5
ISSN 0026-3680



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

MIKROKOSMOS Zeitschrift für Mikroskopie

Herausgegeben von Klaus Hausmann (Berlin)
und Bruno P. Kremer (Köln)
Redaktionsassistentin: Gundula Walz (Potsdam)

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

Inhalt

Artikel

257 Plankton der Meere – Teil I: Kieselalgen
Rudolf Drews

263 Bindegewebsmilben der Familie *Hypoderatidae*
Wenig bekannte Parasiten einheimischer Vögel
Eberhard Wurst und Peter Havelka

274 Frühe Mikroskope als Repliken
Klaus Meyer

281 Die Videokamera am Mikroskop
Möglichkeiten ohne Zusatztuben
Werner Nachtigall

285 Ernst Gundlach (1834–1908)
Rainer Hendel

290 Über die Entdeckung der Blutregenalge *Haematococcus pluvialis* Flotow em. Wille
Joachim Wygasch

295 Feinstrukturen der Raupen und Puppen zweier Tagfalter zur Befestigung am Verpuppungsplatz
Gerhard Starnecker und Michael Burret

303 Mikroblitz – Einmal mehr, aber anders
Bruno Wiertz

307 *Nuclearia caulescens*, eine noch wenig erforschte Amöbenart
Philipp Mayer und Martin Kreutz

311 Mikro-Einsteiger: Kennen Sie Ihre Stärken?
Erich Lüthje

Rubriken

273, 289, 302
Kurze Mitteilungen

283, 294
Nachricht

284
Mikro-Lyrik

315
Neue Medien

316
Buchbesprechungen

318
Aus den Arbeitsgemeinschaften

319
Mikro-Markt

320
Impressum

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

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

Umschlagabbildung: Stärkekörner der Buschbohne *(Phaseolus vulgaris nanus)*, von Otto Reuter. Siehe Artikel Mikro-Einsteiger: E. Lüthje, S. 311–315.

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

Plankton der Meere – Teil I: Kieselalgen

Rudolf Drews

Johannes Müller war wohl der erste, der im Jahre 1845 ein konisches Netz aus feinmaschigem Leinentuch hinter einem Ruderboot herzog, um kleine Lebewesen aus dem Wasser zu filtrieren. Neun Jahre später (1854) war der jungen Ernst Haeckel mit dabei, zunächst vor Helgolands Gestaden und dann vor Nizzas Küste.

Müller und Haeckel kann man als die ersten Planktonologen bezeichnen, die zuvor nie gesehene Organismen – angepaßt an das Schweben in den für sie unendlichen Weiten des Meeres – mit dem Planktonnetz an das Tageslicht brachten. Fünf Jahre später unternahm Haeckel wiederum eine Studienreise ans Mittelmeer. Insbesondere die Radiolarien und Medusen hatten es ihm angetan, von denen er bekanntlich viele neue Arten entdeckte, beschrieb und vollendet zeichnete.

Der Begriff „Plankton" ist 1887 von Victor Hensen geprägt worden. Er umfaßt die Gesamtheit aller im Wasser schwebenden Organismen, deren Eigenfortbewegung langsamer ist als ihr passiver Transport durch die Wasserströmung (bedingt durch Wind bzw. Dichteunterschiede).

Haeckel hat später (1890) die betreffende Terminologie weiter ausgearbeitet. Plankton kann man untergliedern in Phytoplankton (pflanzliches Plankton) und Zooplankton (tierisches Plankton), nach der Tiefe und nach der Größe (Tardent, 1979):

Ultraplankton	< 2 µm
Nanoplankton	2–20 µm
Mikroplankton	20–2000 µm
Megaplankton	> 2 mm

Den Mikroskopiker interessiert insbesondere das Mikroplankton. Das Nanoplankton ist, da es durch die Maschen des Netzes schlüpfte, den Planktonologen lange verborgen geblieben, und erst Lohmann wurde auf dieses aufmerksam, als er die Reusen des komplizierten Fangapparates der Appendikularien untersuchte. Er gewann das Nanoplankton durch Zentrifugieren von Meerwasser, weil feinere Netze einen zu hohen Strömungswiderstand verursachen.

Was liegt nun einem meeresbiologisch interessierten Mikroskopiker näher, als es den frühen Planktonforschern gleichzutun und den Urlaub, wann immer er das Meer berührt, zu benutzen, um Plankton zu fangen, es an Ort und Stelle lebend mit einem Exkursionsmikroskop zu beobachten und für Fotografie und Präparation konserviert dem Reisegepäck beizufügen?

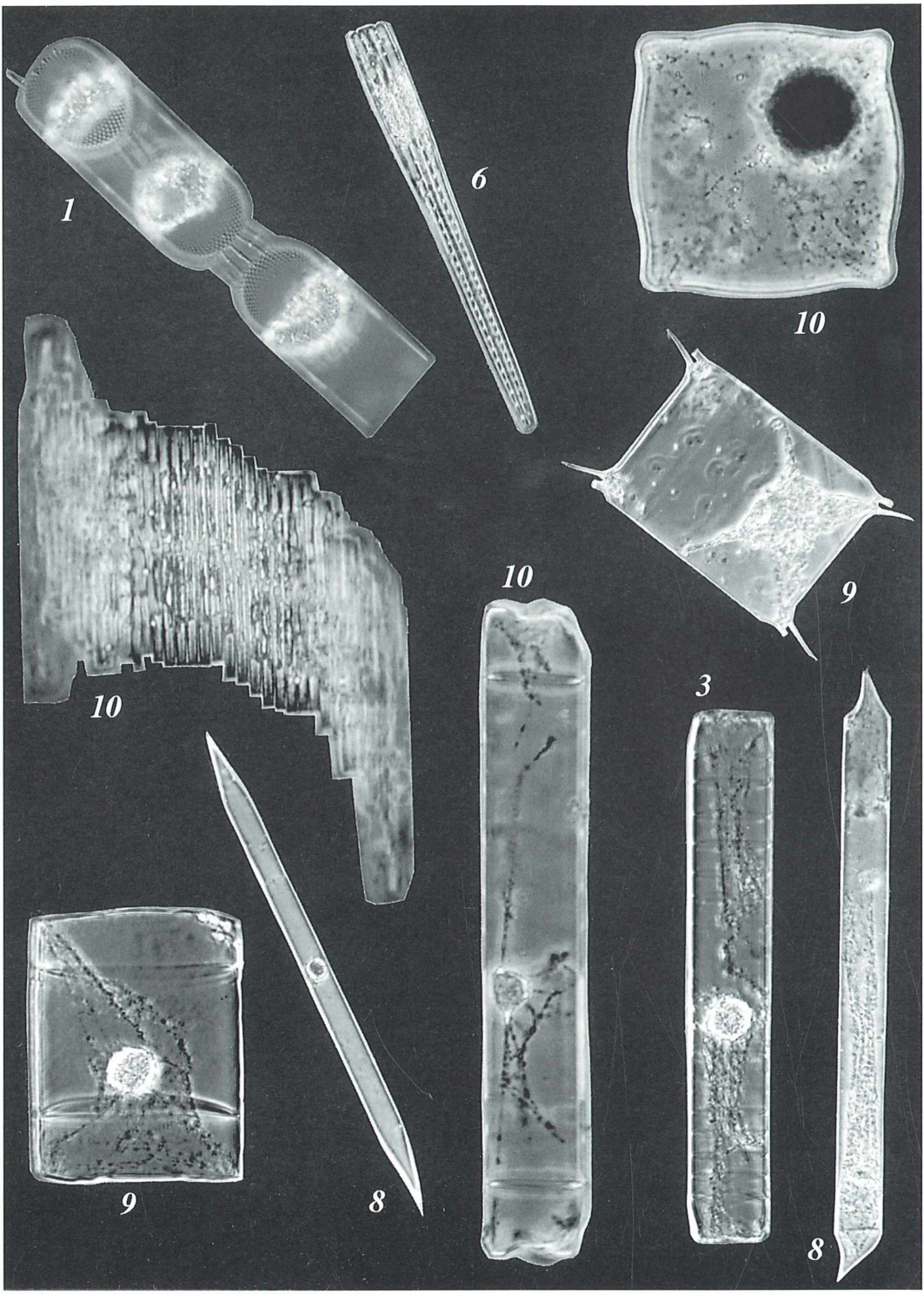
Zweckmäßigerweise führt man außer einigen Polyethylenfläschchen, 40%igem Formaldehyd und einer Zug-(Wurf-)leine zwei Planktonnetze unterschiedlicher Maschenweite (40 µm und 400 µm) mit sich, da für schnell bewegliche Formen (z. B. Pfeilwürmer und Mysidaceen) schnellerer Netzzug mit geringerem Durchströmungswiderstand nötig ist. „Gefischt" wird, wo immer Gelegenheit dazu ist: beim Schwimmen, indem man das Netz an einer kurzen Schnur hinter sich herzieht, vom Tretboot aus, von der Hafenmole, beim Schiffsausflug, von der Felskante usw. Vor der Konservierung empfiehlt es sich, die Probe in einem klarwandigen Gefäß mit der Lupe auf Organismen zu kontrollieren. Ist man fündig geworden, wird so viel 40%iges Formaldehyd hinzugetropft, daß die Probe zum Schluß etwa 2%ig ist (also etwa ein Zwangzigstel der Probenmenge).

In diesem ersten Beitrag über Meeresplankton werden die „zentralen Diatomeen" vorgestellt. Sie repräsentieren im Gegensatz zu den „pennaten Diatomeen" einen großen Teil des marinen Phytoplanktons.

Kieselalgen als planktonische Schweber

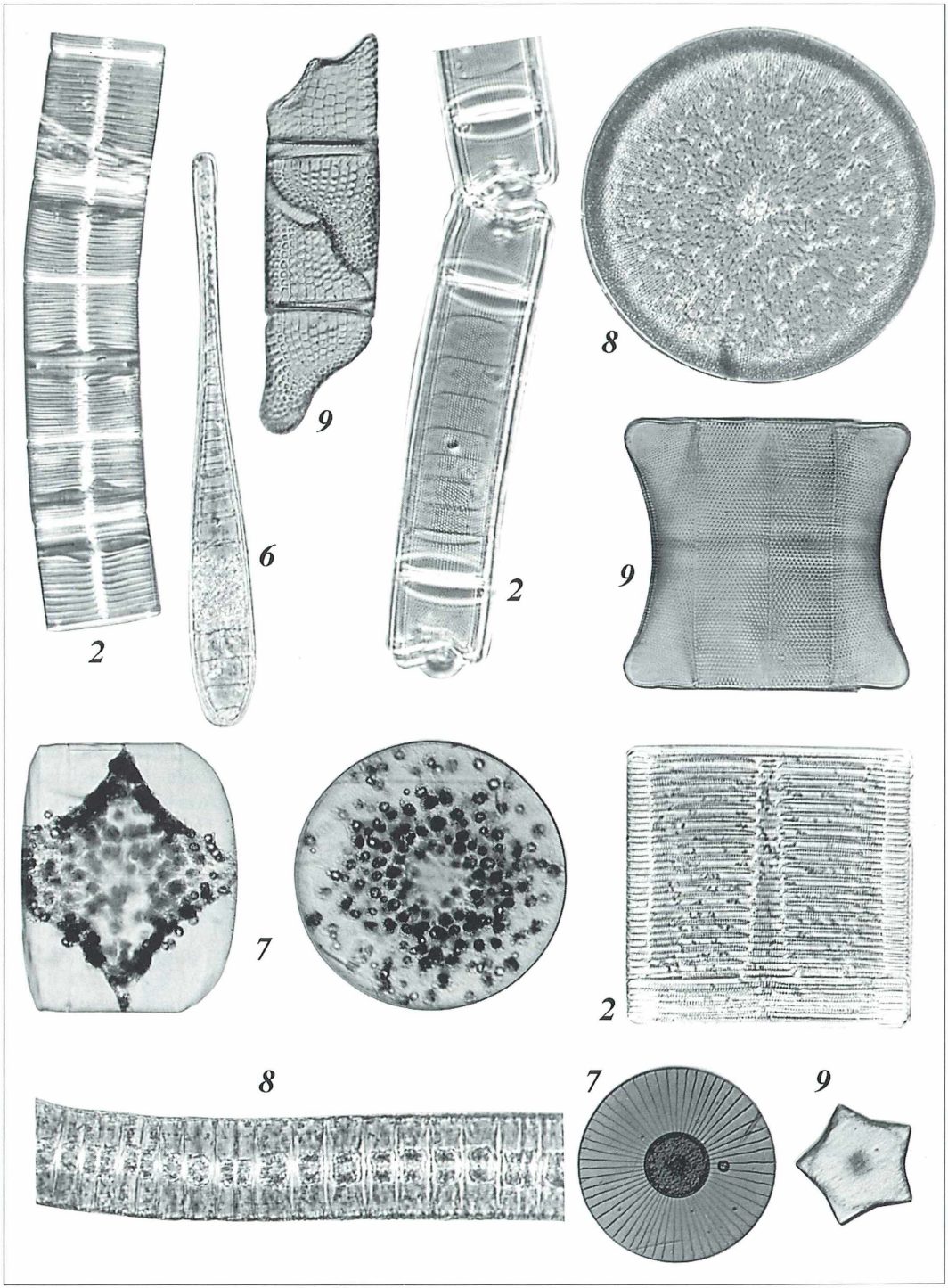
Die formgebende Hülle der Kieselalgen (Diatomeen) besteht aus Siliziumdioxid (SiO_2). Da Siliziumdioxid und auch Plasmaproteine schwe-

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



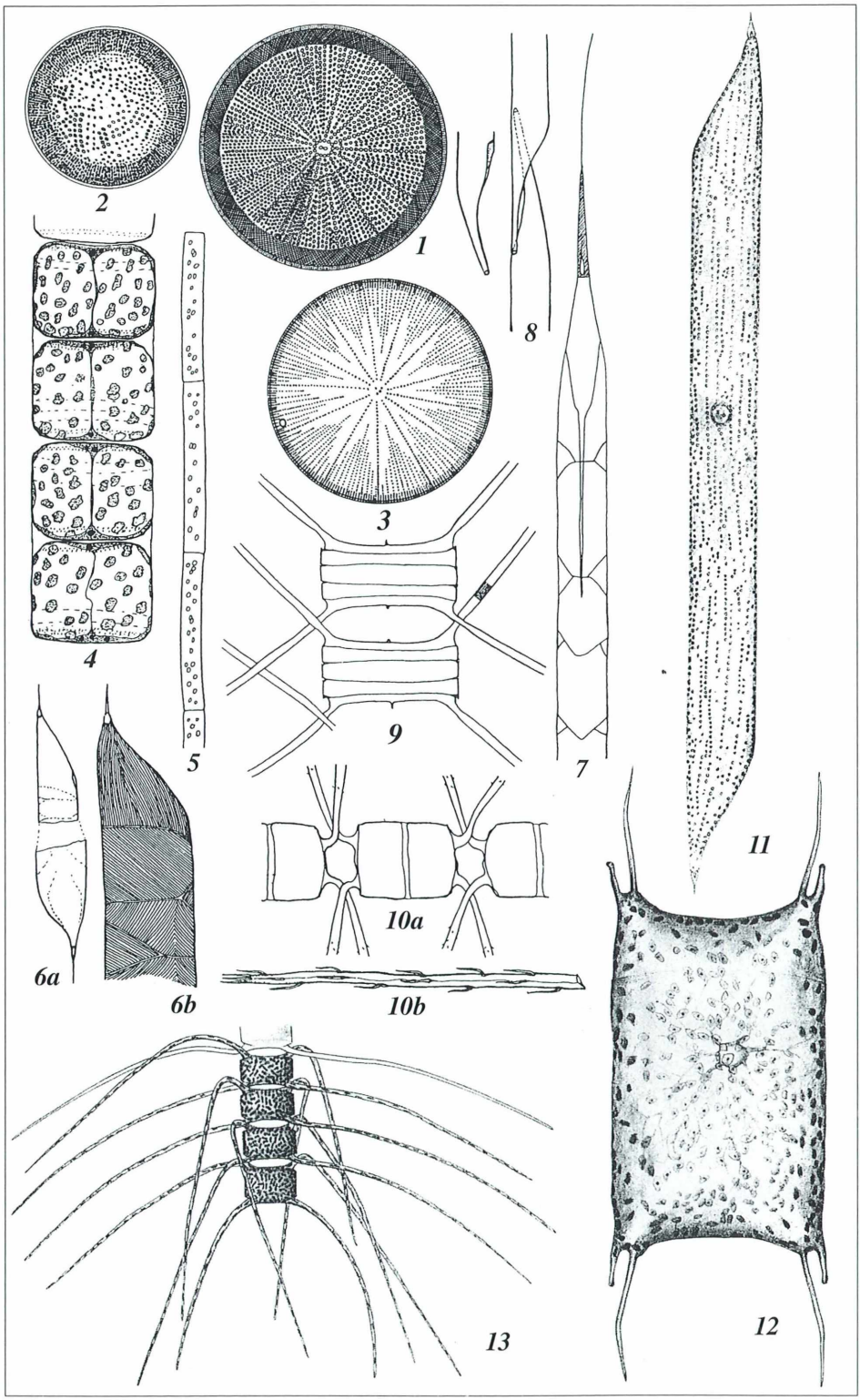
Tafel I

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.e



Tafel II

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



Tafel III

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.e

Tafel I und II: Die Zahlen 1–10 geben den Fundort an:
1 Adriatisches Meer, 2, 4 Mittelmeer (Mallorca), 3 Atlantik (Kanarische Inseln), 5 Atlantik (Marokko), 6 Rotes Meer, 7 Pazifik (Galapagos), 8 Pazifik (Barrier-Riff, Australien), 9 Pazifik (Bali), 10 Pazifik (Hawaii). Es bedeuten: o oben, m Mitte, u unten, l links, r rechts.

Tafel I: 1/o *Stephanopyxis*. Zellen in Tochterzellen geteilt. Sie bilden kettenförmige Kolonien. Die Einzelzellen hängen mit fädigen Skelettfortsätzen zusammen. 10/m *Bacillaria paradoxa*, eine pennate Diatomeenkolonie, deren Einzelindividuen sich dauernd gegeneinander verschieben. 6/o *Climacosphenia*, eine pennate Diatomee; 10/o *Biddulphia* (?); 9/m *Biddulphia;* 9, 10, 3/u *Biddulphia;* 8/u *Rhizosolenia*. Biddulphien und Rhizosolenien sind häufig großlumige Zellen mit sehr zarter Kieselwand, welche im Hellfeld nur bei starker Abblendung oder im Phasenkontrast sichtbar wird.

Tafel II: 2/o *Rhabdonema* (?); eine Kette pennater Diatomeen. 6/o *Climacosphenia* (pennate Diatomee); 9/o *Biddulphia;* 2/o *Biddulphia;* 8/o *Coscinodiscus;* 9/m, 9/u *Triceratium* (?). Die Gattung *Triceratium* enthält nicht nur drei-, sondern auch vier- und mehreckige Formen. 9/m: Gürtelbandansicht; die Schale liegt außerdem auf der Seite. 7/lu *Coscinodiscus*, links in der Gürtelbandansicht. Die dunklen Partikel sind Chloroplasten. 2/u *Tabellaria* (?); tafelförmige pennate Diatomee; 8/u Kette pennater Diatomeen; 7/ru *Planktoniella;* zentrale Diatomee mit Fallschirm.

Tafel III: Planktonische Diatomeen aus dem Atlantik (aus Gemeinhardt, 1935, und Lübbert, 1950). 1–3 *Actinocyclus ehrenbergii;* 4 *Lauderia borealis;* 5 *Leptocylindricus danicus;* 6 a, b *Rhizosolenia imbricata;* 7 *Rhizosolenia hebetata;* 8 *Rhizosolenia alata* (Zellenden); 9 *Chaetoceros atlanticus;* 10a *Chaetoceros borealis;* 10b *Chaetoceros borealis* (Ende einer Borste); 11 *Rhizosolenia styliformis;* 12 *Biddulphia sinensis;* 13 *Chaetoceros densus.*

rer als Seewasser sind, besitzen planktonische Kieselalgen wie alle Planktonten diverse Einrichtungen, um das Absinken in für photoautotrophe Organismen lebensfeindliche lichtlose Tiefen zu verhindern. Dabei gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten: die Verringerung der Dichte (= Masse : Volumen) oder (und) die Erhöhung des Formwiderstandes bzw. der relativen Oberfläche (rel. Oberfläche = Oberfläche : Volumen). Die Dichte kann durch Einlagerung von Öltröpfchen im Zellinnern, durch Erhöhung des Wassergehaltes oder durch Verringerung des Elektrolyt-(Salz-)gehaltes der Zellvakuolen verringert werden. Die Vergrößerung des Formwiderstands wird durch Ausbildung von Schwebefortsätzen, durch großflächigen tafelförmigen Zellbau oder ähnliche Ausgestaltung von Zellkolonien und durch deren Verzweigung oder Kettenbildung erreicht. Kieselalgen mit relativ hoher Dichte können z. B. auch durch Zellverkleinerung, entsprechend einer Vergrößerung der relativen Oberfläche, schwebefähig bleiben. Große Formen ohne besondere oberflächenvergrößernde Strukturen verringern ihre Dichte durch die oben genannten Anpassungen und durch eine besonders dünne Kieselsäureschale.

Kieselalgen als Primärproduzenten

Pflanzliche Primärproduzenten, also auch die Kieselalgen, verwerten die Energie des Sonnenlichts und stellen mit Hilfe des Chlorophylls (Kieselalgen besitzen Chlorophyll a und c) aus Kohlenstoffdioxid und Wasser zunächst Kohlenhydrate her, also aus anorganischer Substanz organische Verbindungen. Die Schwebeeinrichtungen ermöglichen den planktonischen Kieselalgen den Aufenthalt in der euphotischen (das heißt belichteten) Zone des Ozeans.
Der als Photosynthese bzw. als C-Assimilation bezeichnete Vorgang wird durch energie- bzw. elektronenübertragende akzessorische Farbstoffe unterstützt. Hierfür sind die Kieselalgen mit Carotin, Fukoxanthin, Diadinoxanthin und Neoxanthin ausgestattet. Das Grün der Diatomeenchloroplasten wird von diesen Pig-

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

menten überlagert, wodurch die Chloroplasten hellbraun erscheinen.
Im Sekundärstoffwechsel werden unter Verwendung von im Meerwasser gelösten Mineralien (Nitrat, Phosphat, Sulfat, Spurenelemente) diverse weitere Substanzen hergestellt, z. B. die für Diatomeen typischen fetten Öle, ferner Nukleinsäuren, Proteine, Phytohormone und die erwähnten Pigmente. Wie die Kieselalgen es machen, aus der im Meerwasser nur in Spuren gelösten Kieselsäure unlösliches Siliziumdioxid für den Kieselpanzer anzureichern, ist weitgehend ungeklärt.
Die Bedeutung der Kieselalgen, speziell der planktonischen, im Stoffhaushalt des Ozeans liegt in ihrer Verwendbarkeit als Nahrung für viele Primärkonsumenten, insbesondere für Kleinkrebse (Copepoden, Euphausien und Mysidaceen).

Bau und Fortpflanzung der Zentralen Diatomeen (Centrales)

Das Kieselsäureskelett der Diatomeen ist wie eine Schachtel gebaut: ein Boden mit übergreifendem Deckel. Wie der taxonomische Begriff „Centrales" aussagt, ist die Schachtel im einfachsten Falle radiärsymmetrisch und rund. Sie besitzt daher nur eine zentrale dorsoventrale Achse (Pervalvarachse). Durch Zwischenbänder (Copulae, Gürtelbänder), bandförmige Verlängerungen der Schachtelwände, kann es zu einer extremen Schachtelhöhenvergrößerung kommen, wodurch die Zelle zu einem in der Pervalvarachse gestreckten Zylinder wird (zum Beispiel *Rhizosolenia*). Hier sind die Gürtelbänder segmentiert, was eine schuppenartige Struktur der Zylinderwand bedingt. Andere Arten besitzen geschlossene oder halb offene Gürtelbänder.
Alle Diatomeen vermehren sich durch einfache Zellteilung, wobei die eine Tochterzelle den Deckel, die andere den Boden mitbekommt. Da die fehlenden Skeletteile immer als Boden neu hergestellt werden, ergibt sich für die eine Zellreihe im Laufe der Generationen eine zunehmende Zellverkleinerung. Um wieder zur arttypischen Normalgröße zurückzukehren, wird die Bildung sogenannter Auxosporen (Vergrößerungszellen) zwischengeschaltet. Auxosporen können geschlechtlich und ungeschlechtlich entstehen. Bei den Centrales entspricht die Auxospore immer eine Zygote. Sie ist damit das Produkt einer Befruchtung. Die Meiose der Centrales-Zelle liefert entweder vier Spermatozoiden oder eine Eizelle. Die Befruchtung ist daher als Oogamie anzusehen.
Viele der planktonischen Kieselalgen begegnen uns als kettenförmige Kolonien. Diese Erscheinung ist leicht damit zu erklären, daß in der Folge vieler Zellteilungen die Tochterzellen aneinander haften bleiben. Das kann durch Gallerte geschehen oder durch Verzahnung und Verhakung der Zellpanzerfortsätze.

Literaturhinweise

Drebes, G.: Marines Phytoplankton. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1974.
Ettl, H.: Grundriß der Allgemeinen Algologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1980.
Fott, B.: Algenkunde. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1971.
Fraser, J.: Treibende Welt. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1965.
Gemeinhardt, K.: Diatomeen von der Nordwestküste Norwegens. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1935, LIII.
Götting, H. J., Kilian, E. F., Schnetter, R.: Einführung in die Meeresbiologie 1. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig, Wiesbaden 1982.
Husted, F.: Kieselalgen. Frankh Kosmos Verlag, Stuttgart 1956.
Lübbert, H.: Handbuch der Seefischerei Nordeuropas, I, H. 5a. Stuttgart 1950.
Pankow, H.: Algenflora der Ostsee, II. Plankton. Gustav Fischer Verlag, Jena 1976.
Round, F. E.: Biologie der Algen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1975.
Tait, R. V.: Meeresökologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1971.
Tardent, P.: Meeresbiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1979.
van den Hoek, Chr.: Algen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1979.
Wartenberg, A.: Systematik der niederen Pflanzen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1979.

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

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

Bindegewebsmilben der Familie Hypoderatidae Wenig bekannte Parasiten einheimischer Vögel

Eberhard Wurst und Peter Havelka

Erst in neuerer Zeit versucht man auch in Naturschutzkreisen von der statischen Betrachtung der Vogelpopulationen abzukommen und die Aufmerksamkeit stärker auf die dynamischen Wechselbeziehungen zu richten, die zwischen den Vögeln untereinander als auch mit den Tieren und Pflanzen bestehen, die im gleichen Lebensraum vorkommen. Bei dieser Sichtweise stehen traditionell die Wirbeltiere sowie die Nahrung der Vögel an erster Stelle. Wenig Beachtung schenkte man bisher der großen Zahl von Wirbellosen, die direkt am Vogel oder in dessen Nestbereich leben, die aber wegen ihrer Kleinheit mit bloßem Auge oft nicht zu erkennen sind. Selbst recht große Formen wie die Zecken oder die Vogelflöhe bleiben fast immer unbemerkt. Federlinge fallen nur bei Massenbefall auf, während andere Parasiten wie die Federmilben oder Milben, die in den Vogelkörper eindringen, ein völlig verstecktes Leben führen.

Welche Auswirkungen diese Kleintiere auf das Leben der Wildvögel haben, ist bisher zumeist völlig ungeklärt. Man muß sogar davon ausgehen, daß bis heute nur ein Teil dieser Kleinlebewesen überhaupt entdeckt und wissenschaftlich beschrieben wurde. Zu diesen hinsichtlich Artenbestand und Beeinträchtigung ihrer Wirte noch fast völlig unerforschten Parasiten gehören auch die Bindegewebsmilben der Familie Hypoderatidae. Diese Milben dringen in den Vogelkörper ein und verbringen dort einen Teil ihres Lebens. Dabei ist ein Befall mit gleichzeitig mehreren Hundert Individuen keine Seltenheit. Die Milben siedeln sich meist im Bindegewebe unter der Haut an, können aber auch bis in lebenswichtige Organe wie Speiseröhre, Luftsäcke, Lunge, Herzbeutel und Herzmuskel vordringen. Es ist nur schwer vorstellbar, daß eine derartig massive Invasion von Parasiten ohne Auswirkungen auf das Wohlbefinden der befallenen Vögel bleibt. Da auch Nestlinge von den Milben nicht verschont werden, ist mit einem negativen Einfluß auf den Brutabschluß, insbesondere unter Extremsituationen, zu rechnen.

Unter den einheimischen Vögeln, die von Bindegewebsmilben befallen werden, sind auch Vogelarten aus Gruppen, die für den Vogelschutz besonders repräsentativ sind, wie Greifvögel, Eulen, Reiher, Rallen, Eisvogel oder Störche. Im Rahmen der Vogelschutzarbeit wurden daher nach Anfragen von Vogelschützern in den Jahren 1995–1997 von uns Nester und Horste von mehreren für den Vogelschutz besonders relevanten Arten auf Parasiten, insbesondere Bindegewebsmilben, untersucht. Ziel war es, Informationen über die Verbreitung und die Lebensweise der Parasiten zu gewinnen und festzustellen, ob es noch weitere, bisher unbekannte Arten von Schmarotzern gibt. Ausgewählt wurden Arten, denen gut zugängliche Nisthilfen angeboten werden: Wiedehopf, Turmfalke, Schleiereule, Steinkauz und Weißstorch. Dazu wurden während des Beringens oder bei Kontrollen jeweils ca. 500 ml Nest-Material entnommen und unter dem Stereomikroskop untersucht. Beim ebenfalls untersuchten Sperlingskauz wurden die Nahrungsreste geborgen, die vom Kauz-Weibchen nach jeder Mahlzeit aus der Höhle geworfen werden und sich unter dem Brutbaum ansammeln. Bei der Materialbeschaffung wurden wir von sehr vielen Personen unterstützt, die aus Platzgründen leider hier nicht namentlich genannt werden können. Ihnen allen sei nochmals sehr herzlich für ihre großzügige Hilfe gedankt!

Im Verlaufe dieser Feldstudie konnten aus den Nestern mehrerer Vogelarten Bindegewebsmil-

 vier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

ben isoliert werden. Die anschließenden Untersuchungen an diesem Tiermaterial erbrachten eine Vielzahl neuer Ergebnisse zur Biologie der Bindegewebsmilben, die trotz vieler noch offener Fragen bereits erste Aussagen zu Lebensbedingungen und Entwicklungstendenzen innerhalb dieser Tiergruppe möglich machen. Der folgende Aufsatz wird – nach einer kurzen Einführung in die bizarre Welt der Milben – von den neuen Erkenntnissen berichten.

Milben – kurzgefaßt

Milben (Acari) zählen zu den Spinnentieren. Dort bilden sie eine Art Sammelgruppe, das heißt, unter dem Begriff Acari hat man alles vereint, was milbenartig aussieht, aber nicht unbedingt auf einen gemeinsamen Vorfahren zurückzuführen ist. Daher erweisen sich die Milben bei genauerer Betrachtung hinsichtlich Körperbau und Verhalten als überaus heterogene Tiergruppe. Was sie als Milbe kennzeichnet, ist im wesentlichen ihr gedrungener, ungegliederter Körper: Im Gegensatz zu den Webspinnen fehlt ihnen die charakteristische Einschnürung zwischen dem Körperabschnitt, der die Mundwerkzeuge und die acht Beine trägt (Prosoma), und dem Hinterleib (Opisthosoma). Am Vorderende ihres sackförmigen Körpers tragen Milben einen Vorbau, das sogenannte Gnathosoma. Er umfaßt im wesentlichen die Cheliceren, die Mundtaster (Palpen) sowie eine Rinne, die der Nahrungsaufnahme dient (Abb. 1).

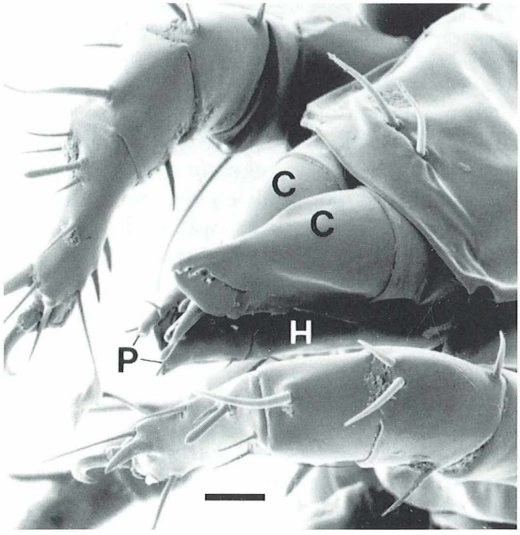


Abb. 1: Blick auf das Gnathosoma einer astigmatischen Milbe (*Caloglyphus berlesei*, Acaridae). C = Chelicere, H = Hypostom (Nahrungsrinne), P = Palpus. Balken: 20 µm.

Anhand des Nichtvorhandenseins oder der Lage der Atemöffnungen (Stigmen) hat man die Milben in verschiedene Unterordnungen eingeteilt; eine dieser Unterordnungen bilden beispielsweise die Zecken. Die Bindegewebsmilben zählen zur Unterordnung Astigmata. Wie der Name andeutet, sind diese Milben stigmenlos. Tatsächlich verfügen sie über keinerlei Atemorgane. Der Gasaustausch erfolgt direkt über die Körperoberfläche.

Blinde Passagiere

Aus Gründen, die bislang keiner kennt, sind alle Milben außergewöhnlich klein. Die meisten Arten erreichen als erwachsene Tiere nicht einmal einen Millimeter Körperlänge. Gleichzeitig fehlt ihnen – wie allen Spinnentieren – die Fähigkeit zu fliegen. Da Milben in der Mehrzahl Landbewohner sind, also nicht wie viele Wassertiere (vor allem während der Larven-Phase) Strömungen zur Verbreitung nutzen können, bedeutet dies zunächst eine starke Einschränkung, was die Erschließung von Lebensräumen anlangt: Kleine, flugunfähige Tiere sollten nur in stabilen, sich relativ langsam verändernden Lebensräumen leben können und sollten bei ihrer Nahrung nicht zu anspruchsvoll sein. Auch bei den viel größeren Webspinnen tritt das Problem der Verbreitung bereits in Erscheinung. Hier wurde das Problem mittels eines Spinnfadens gelöst, mit dessen Hilfe sich die Tiere durch die Luft treiben lassen (Altweibersommer).

Die winzigen Milben haben jedoch eine Lösung gefunden, dieses Handicap auf ihre Weise zu überwinden: Sie klettern auf größere Tiere und lassen sich von ihnen an die für sie geeigneten Lebensräume transportieren. Dieses Phänomen wird als Phoresie bezeichnet. Handelt es sich bei den Transportwirten um Tiere, die immer ganz besondere Lebensräume aufsuchen (zur Nahrungsaufnahme oder zur Eiablage) bzw. diese Lebensräume erst schaffen (Tiernester), so besteht die Möglichkeit zur Spezialisierung. Innerhalb der Milben ist das Phoresieverhalten sogar mehrfach unabhängig voneinander ent-

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; ht

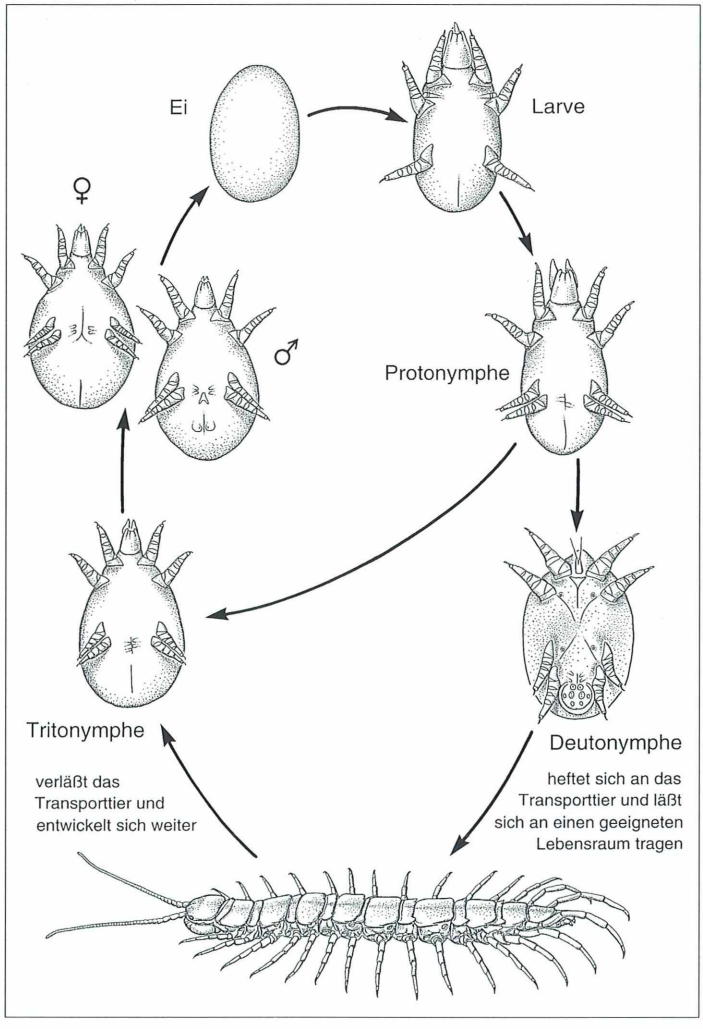


Abb. 2: Schematische Darstellung des Entwicklungszyklus einer freilebenden astigmatischen Milbe (*Rhizoglyphus robini*, Acaridae). Unter günstigen Lebensbedingungen entwickelt sich die Milbe direkt von der Protonymphe zur Tritonymphe. Die Deutonymphen dieser Art sind häufig an Chilopoden zu finden.

standen. Dabei sind es bei den verschiedenen Arten meist nur ganz bestimmte Entwicklungsstadien, die dieses Verhalten zeigen.

Nach diesen Vorüberlegungen läßt sich der eigenartige Entwicklungszyklus der astigmatischen Milben nun leichter verstehen. Abbildung 2 zeigt den vollständigen Entwicklungszyklus bei astigmatischen Milben. Aus dem Ei schlüpft eine Larve, zwischen allen weiteren Stadien liegt eine Ruhephase, in der sich innerhalb der alten Cuticula das neue Stadium entwickelt. Nachdem die Bildung des neuen Stadiums abgeschlossen ist, arbeiten sich die Tiere aus der alten Hülle heraus. Bei der Betrachtung des Entwicklungszyklus' fällt auf, daß es innerhalb des Lebenslaufs eines Individuums ab dem Protonymphen-Stadium zwei Varianten gibt sich weiterzuentwickeln:

1. Es erfolgt eine direkte Entwicklung zur Tritonymphe.
2. Es wird eine Deutonymphe dazwischengeschaltet.

Diese Deutonymphe ist ein hochspezialisiertes phoretisches Verbreitungsstadium und wird im allgemeinen nur ausgebildet, wenn die Lebensumstände ungünstig werden (Trockenheit, Verschlechterung des Nahrungsangebots, Überbevölkerung usw.). Unter geeigneten Lebensbedingungen entwickeln sich die Tiere Generation um Generation, sozusagen im Kurzschluß, direkt von der Protonymphe zur Tritonymphe. Zuchtexperimente an der Vor-

 vier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

ratsmilbe *Lepidoglyphus destructor* (Glycyphagidae), die von W. Knülle und Mitarbeitern ausgeführt wurden, legen den Schluß nahe, daß auch die genetische Disposition der Milbe eine Rolle spielen kann: Über die individuelle Gesamtmenge spezieller Gene werde ein Schwellenwert für bestimmte Umweltreize festgelegt, bei dessen Erreichen die Bildung von Deutonymphen ausgelöst wird. Je größer die Anzahl dieser Gene, desto niedriger sei der Schwellenwert für die Ausbildung der Deutonymphe. Unterhalb einer bestimmten Mindestmenge an Genen werde zudem die Ausbildung von Deutonymphen völlig unmöglich; ist die Anzahl der Gene jedoch sehr hoch, dann würden auch unter günstigsten Lebensumständen immer Deutonymphen hervorgebracht. In diesen Grenzfällen werde also der weitere Entwicklungsweg der Milben völlig unabhängig von Umwelteinflüssen. Knülle fand weiterhin, daß bei einer Beteiligung von Umweltreizen die Weichenstellung für die weitere Entwicklung während des späten Larven- und frühen Protonymphen-Stadiums erfolgt (Knülle, 1987).

Da die Deutonymphen einzig den Zweck erfüllen müssen, die Verbreitung der Art sicherzustellen, weichen sie in ihrem Körperbau so extrem von den übrigen Stadien ab, daß ihre jeweilige Zugehörigkeit ohne Zuchtexperimente nicht festzustellen ist. In der Frühzeit der Milbenforschung hielt man die Deutonymphen daher zunächst für eine eigene Milbengruppe. Die Deutonymphen sind stärker gepanzert und wasserundurchlässiger. Das Gnathosoma und die Mundöffnung fehlen, eine Afteröffnung und Reste des Darmes sind aber noch vorhanden. Besonders auffallend sind spezifische Haftstrukturen am Hinterende der Tiere. Je nach dem Transporttier und dem Befestigungsort haben sich im wesentlichen drei Typen von Deutonymphen entwickelt:

1. Arthropoden-Typ: Deutonymphen dieses Typs haben am Hinterende eine sogenannte Saugnapfplatte, um sich an glatten Cuticula-Bereichen anzuheften (Abb. 3, 4).
2. Haar-Typ: Ein Ensemble von Plättchen und umgebildeten Borsten ermöglicht diesen Deutonymphen ein Festheften an Säugetier-

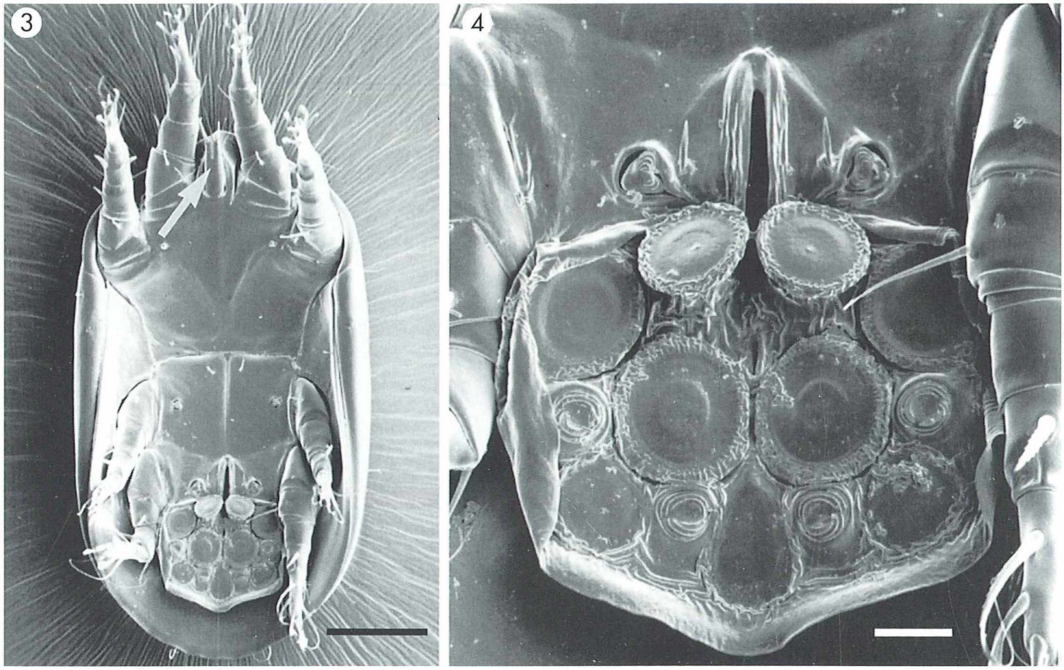


Abb. 3: Deutonymphe der Milbe *Caloglyphus berlesei* (Acaridae), Ventralansicht. Anstelle des Gnathosomas befindet sich am Vorderende ein bewegliches, mit Sinnesborsten besetztes Stäbchen, das sogenannte Palposoma (Pfeil). Am Hinterende die Saugnapfplatte. Balken: 50 µm. – Abb. 4: Höhere Vergrößerung der Saugnapfplatte der Deutonymphe von *Caloglyphus berlesei*. Balken: 10 µm.

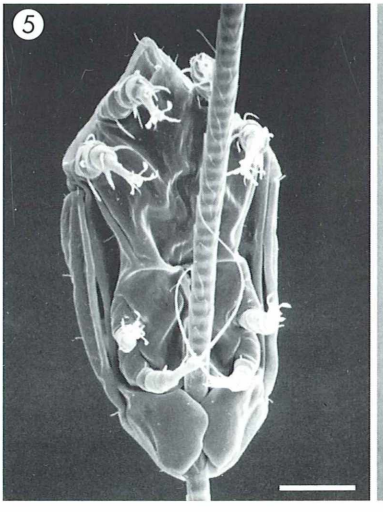
© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; ht

Haaren. Arten mit diesem Deutonymphen-Typ leben in Säugernestern (Abb. 5).
3. Haarbalg-Typ: Die Deutonymphen haben keine Haftorgane. Sie zwängen sich mit dem Hinterende voran entlang der Haare in Richtung Haarwurzel. Starke Dornen an den Beinen wirken als Widerhaken und verhindern ein vorzeitiges Austreiben der Deutonymphen. Auch diese Arten bewohnen Säugetier-Nester (Abb. 6).

Wurden die Deutonymphen an einen geeigneten Ort getragen, verlassen sie ihren Transportwirt und häuten sich zu Tritonymphen. Durch diese hochspezialialisierte Entwicklungsweise ist es den astigmatischen Milben gelungen, sich auch die entlegensten Lebensräume zu erschließen – vorausgesetzt es stehen geeignete Transporttiere zur Verfügung.
Selbstverständlich gibt es auch eine Reihe anspruchsloser und sehr widerstandsfähiger Arten, die keine Deutonymphen mehr ausbilden können. Und natürlich fehlt die Deutonymphe bei allen stationären Parasiten. Hier erfolgt die Übertragung direkt von Wirt zu Wirt, etwa während der Brutpflege oder der Paarung.

Deutonymphen unter der Haut von Vögeln

Als historischer Markstein für die erste Entdeckung einer Hypoderatide gilt heute ein Artikel aus dem Jahr 1811 mit dem Titel: Observations on some peculiarities observable in the structure of the gannet, *Pelecanus bassanus*, and an account of a new and curious insect, discovered to inhabit the cellular membrane of that bird (Beobachtungen an einigen Besonderheiten im Bau des Basstölpels und ein Bericht über ein neues und merkwürdiges Insekt, das die Zellmembran dieses Vogels bewohnt). Wie schon die Überschrift erkennen läßt, hielt der Autor G. Montagu die von ihm gefundenen Tiere für die erwachsenen Stadien eines rätselhaften und abgewandelten Insekts. Heute wissen wir, daß er die ersten Deutonymphen einer Milben-Gruppe mit hochspezialisierter Lebensweise entdeckt hatte. Bis zu dieser Erkenntnis sollten jedoch noch mehr als 150 Jahre vergehen.
In der Zwischenzeit wurden bei immer mehr Vögeln unter der Haut Hypoderatiden gefunden und auch richtig als Milben identifiziert: Eisvogel, Schleiereule, Nachtreiher, Seidenreiher, Felsentaube, Weißstorch, Tüpfelsumpfhuhn, um nur einige zu nennen. Auch erkannte man sofort, daß es sich um jeweils verschiedene Arten handelte. Nachdem schon De Filippi (1861) in Erwägung gezogen hatte, daß es sich bei den Bindegewebsmilben um Jugendstadien handeln könnte, erklärten schließlich Robin und Mégnin im Jahr 1877, daß diese Milben die Deutonymphen von ektoparasitischen Federmilben seien. Da Robin und Mégnin zu den führenden Milben-Forschern ihrer Zeit zählten, setzte sich deren Auffassung rasch durch und galt für die nächsten 90 Jahre als gesicherte Erkenntnis.
Endlich, im Jahr 1966, erschien unter der Autorschaft von A. Fain und J. Bafort eine „Vorläufige Mitteilung", in der die tatsächliche Le-



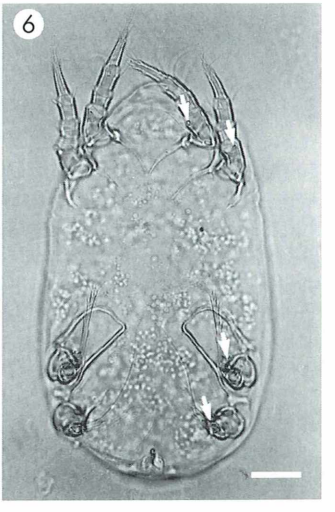


Abb. 5: Deutonymphe von *Glycyphagus* sp. (Glycyphagidae), die sich mit einem Komplex von Plättchen und umgestalteten Borsten (nicht sichtbar) am Haar einer Rötelmaus befestigt hat. Balken: 50 µm. – Abb. 6: Deutonymphe von *Apodemopus apodemi* (Glycyphagidae) aus dem Balg eines Schwanzhaars der Waldmaus. Die Pfeile deuten auf dornenartige Borsten an den Beinen, die als Widerhaken wirken. Balken: 30 µm.

 vier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

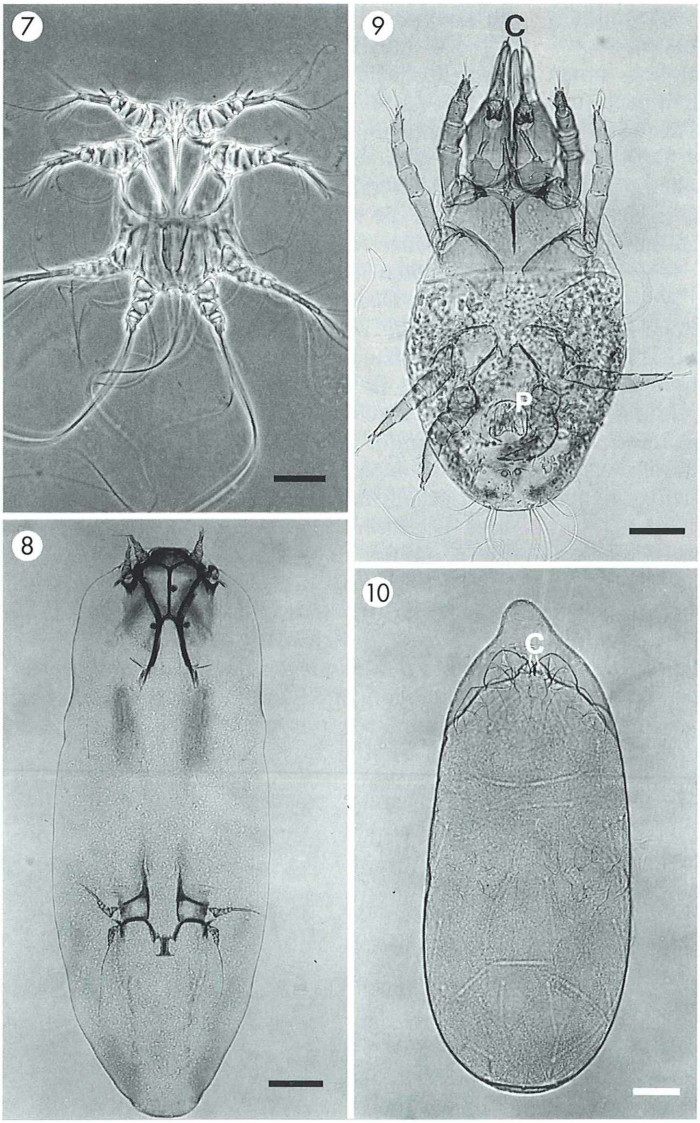


Abb. 7 bis 10 : *Hypodectes propus* (Hypoderatidae). Abb. 7: Junge Deutonymphe. Balken: 40 µm. – Abb. 8: Reife Deutonymphe aus dem Unterhaut-Bindegewebe einer Ringeltaube. Die Beine sind von der enormen Größenzunahme während des Aufenthaltes im Vogel ausgenommen und ermöglichen so auch bei unterschiedlichen Vergrößerungs-Maßstäben unmittelbar den Vergleich mit der jungen Deutonymphe in Abb. 7. Balken: 100 µm. – Abb. 9: Männchen. C = Cheliceren, P = Penis. Balken: 100 µm. – Abb. 10: Schlupfbereites Weibchen in Tritonymphen-Hülle. Die Tritonymphe existiert nur noch als ein sackförmiges Gebilde, das innerhalb der Deutonymphen-Hülle bleibt (hier abpräpariert). Man beachte die verkümmerten Cheliceren (C) beim Weibchen. Balken: 100 µm.

bensgeschichte dieser Milben bekanntgemacht wurde. Während der vorangegangenen Jahre hatten die beiden Forscher die Nester von Ringeltauben untersucht und waren dabei auf Milben gestoßen, die man bereits seit dem vorigen Jahrhundert aus dem Unterhaut-Bindegewebe von Tauben kannte. Diese Deutonymphen-Stadien waren bis dahin der Federmilben-Art *Falculifer rostratus* zugeordnet worden – ganz im Sinne Robins und Mégnins. Fain und Bafort fanden diese Deutonymphen in zwei Größen: Einmal mit winzigem Körper von etwa einem Fünftel Millimeter Länge (Abb. 7), zum anderen auf die sieben bis zehnfache Größe herangewachsen, wobei die Beine aber ihre ursprüngliche Größe behalten hatten (Abb. 8). Daneben fanden sie Eier, in denen sich die kleinen Deutonymphen entwickelten, große Deutonymphen, in denen sich ein Männchen oder ein Weibchen ausbildete, sowie frei umherlaufende Geschlechtstiere (Abb. 9). Eine genauere Untersuchung zeigte, daß auch die übrigen Stadien des Entwicklungszyklus' der Astigmata (Larve, Protonymphe,

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; ht

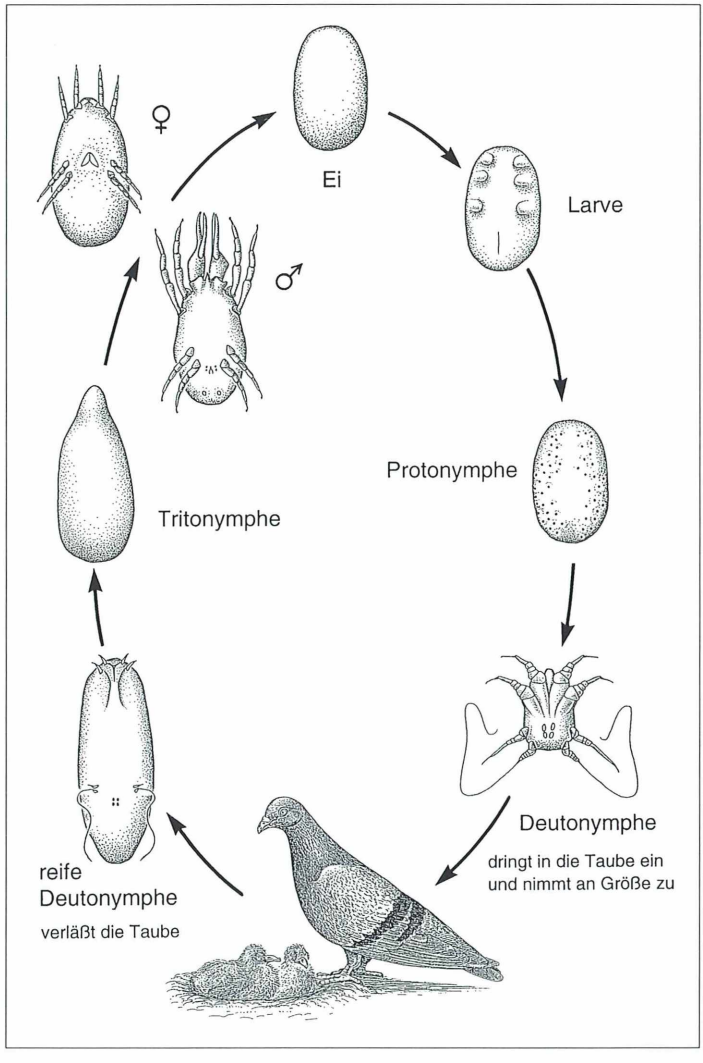


Abb. 11: Schematische Darstellung des Entwicklungszyklus von *Hypodectes propus* (Hypoderatidae). Nur die Deutonymphe lebt parasitisch im Unterhaut-Bindegewebe von Tauben, die übrigen Stadien sind im Taubennest zu finden, wo auch die Paarung und Vermehrung stattfindet.

Tritonymphe) vorhanden waren, allerdings als sackförmige, mund- und beinlose Gebilde, die in der Hülle des jeweils vorhergehenden Stadiums blieben (Abb. 10). Auch die erwachsenen Tiere waren ungewöhnlich: Die Weibchen hatten zurückgebildete Mundwerkzeuge, die Männchen dagegen monströs vergrößerte Cheliceren – in beiden Fällen zur Nahrungsaufnahme ungeeignet. Die Bindegewebsmilben waren also nicht, wie bisher angenommen, die Deutonymphen von Federmilben, sondern gehörten zu einer eigenen Milbengruppe, deren Angehörige ihre Deutonymphen-Phase im Vogel verbringen, deren übrigen Stadien jedoch im Nest des betreffenden Vogels leben (Abb. 11). Folgerichtig mußten die Milben ihren ursprünglichen Namen, *Hypodectes propus*, zurückerhalten. Außerdem erschien es angemessen, für diese Milben eine eigene Familie einzurichten: Hypoderatidae.

Da alle ausschließlich im Nest vorkommenden Stadien eindeutig die Fähigkeit zur Ernährung verloren hatten, kamen dafür nur noch die Deutonymphen in Frage – in völliger Umkehrung der normalen Verhältnisse, bei denen ja die Deutonymphe das einzige Stadium ist, das nicht fressen kann. Der enorme Größenunterschied der Deutonymphen war jedoch eine starke Stütze für diese Hypothese, da er sich nur durch die Annahme erklären ließ, daß

 vier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

diese Stadien während ihres Aufenthaltes im Vogel Nahrung aufnehmen. Als junge (kleine) Deutonymphen dringen sie in den Vogel ein und wachsen dort bis zur Reife heran. Während der Brutzeit verlassen sie ihren Wirt und entwickeln sich im Nest weiter. Ein Überspringen der Deutonymphe ist bei dieser Lebensweise selbstverständlich ausgeschlossen.

Wie bereits erwähnt, fehlen den Deutonymphen alle Organe zur Nahrungsaufnahme. Als einzige verbliebene Nahrungswege kommen der After und/oder die Körperoberfläche in Frage. Bis heute gibt es noch keine Untersuchungen zur Klärung dieses Problems. Es sei jedoch angemerkt, daß eine Ernährung über die Körperoberfläche keineswegs so abwegig ist, wie es zunächst scheinen mag. Bei der Häutung der Stadien werden nämlich Teile des alten Außenskeletts von der darunterliegenden Zellschicht (Epidermis) aufgelöst und zurückgewonnen. Die Epidermis ist also auch ein verdauendes Organ! Diese Fähigkeit könnte bei den Hypoderatiden-Deutonymphen zur Verdauung und Aufnahme von Vogel-Gewebe genutzt und weiterentwickelt worden sein.

Auch der Weg, auf dem die Deutonymphen in das Bindegewebe ihrer Wirte gelangen, ist bis heute völlig unbekannt. Da die Mundwerkzeuge fehlen, gibt es auch keine Möglichkeit, sich durch die Haut zu beißen. Einige Autoren

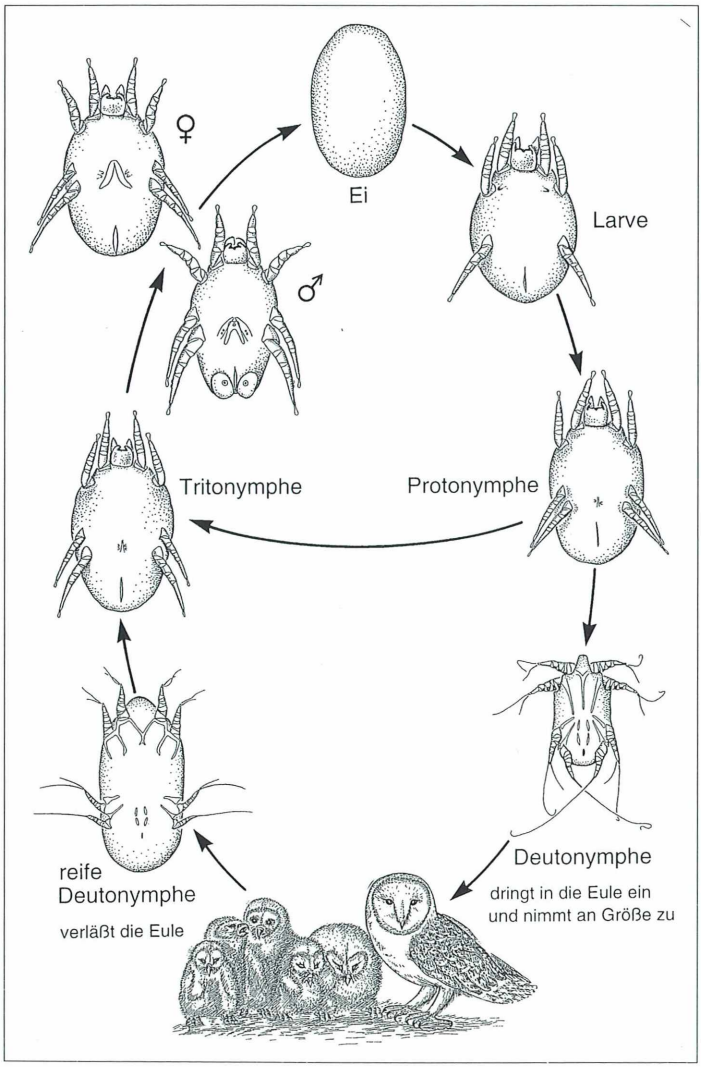


Abb. 12: Schematische Darstellung des Entwicklungszyklus von *Tytodectes strigis* (Hypoderatidae). Nur die Deutonymphe lebt parasitisch im Unterhaut-Bindegewebe der Schleiereule, die übrigen Stadien leben im und ernähren sich vom Horstmaterial. Im Gegensatz zu *Hypodectes propus* (Abb. 11) kann bei dieser Art noch das Deutonymphen-Stadium übersprungen werden.

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

gingen davon aus, daß die Milben über Federfollikel in den Vogel gelangen. Robin und Mégnin (1877) hatten die Vorstellung, daß die Deutonymphen während der Mauser durch die leeren Federfollikel in bzw. aus der Haut kriechen würden. Dubinin (1956) nahm an, die Milben würden die Epithelien der Federscheide reizen und deren Entzündung hervorrufen. Darauf würden sie von Bindegewebe umschlossen und langsam in das Unterhaut-Bindegewebe gezogen. Schließlich würden sie wie ein Fremdkörper vom Vogel abgestoßen werden. Fain (1967) vermutete, daß physiologische Veränderungen der Haut während der Brutzeit den reifen, nun relativ großen Deutonymphen die Passage durch die Haut erleichtern.

Die neuen Ergebnisse

Für mehr als zwanzig Jahre beinhalteten die Untersuchungen von Fain und Bafort an *Hypodectes propus* den einzigen vollständig aufgeklärten Entwicklungszyklus einer Hypoderatide. Im Jahr 1992 konnte endlich durch einen von uns (E. Wurst) bei der Untersuchung von Horst-Material der Schleiereule die Entwicklungsweise einer weiteren, bis dahin nur als Deutonymphe bekannten Bindegewebsmilbe *(Tytodectes strigis)* rekonstruiert werden. (Abb. 12). Hier zeigt sich ein völlig anderes Bild: Das Deutonymphen-Stadium kann übersprungen werden; alle übrigen Stadien sind beweglich und fressen vom Horst-Material, obwohl sich auch die Deutonymphe in der Eule ernährt und an Größe zunimmt (Wurst und Havelka, 1997).

Die Durchmusterung einer großen Zahl von Horstmaterial-Proben von Steinkauz, Sperlingskauz und Turmfalke in den letzten Jahren erbrachte die Klärung bzw. Teil-Klärung des Entwicklungsweges dreier weiterer Arten. Zwei dieser Arten waren bisher unbekannt. Sie gehören ebenfalls zur Gattung *Tytodectes* und sind an den Steinkauz bzw. an den Sperlingskauz gebunden. Bei diesen beiden Arten ist die Fähigkeit, sich direkt zur Tritonymphe zu entwickeln, verlorengegangen. Alle beobachteten Protonymphen wandelten sich in Deutonymphen um. Sämtliche Stadien nehmen Nahrung auf und sind beweglich.

Beim Turmfalken konnte *Tytodectes falconis* gefunden werden, die bislang ebenfalls nur als Deutonymphe aus sezierten Vögeln bekannt war (Fain, 1969). Die Turmfalken-Bindegewebsmilbe geht bereits einen Schritt weiter: Wie bei den neuen Arten vom Steinkauz und Sperlingskauz muß das Deutonymphen-Stadium durchlaufen werden. Zusätzlich kommt es aber zu Reduktionserscheinungen bei der Larve und der Protonymphe (die Tritonymphe war in dem Probenmaterial nicht mehr nachweisbar): Ihre Mundwerkzeuge sind verkümmert, eine Nahrungsaufnahme ist unmöglich. Obwohl die Tiere noch laufen können, weisen ihre Beine bereits Anzeichen einer Rückbildung auf (Verminderung der Zahl der Beinsegmente, Reduktion von Sinnesborsten) und ihre Bewegungen wirken unbeholfen (Abb. 13, 14).

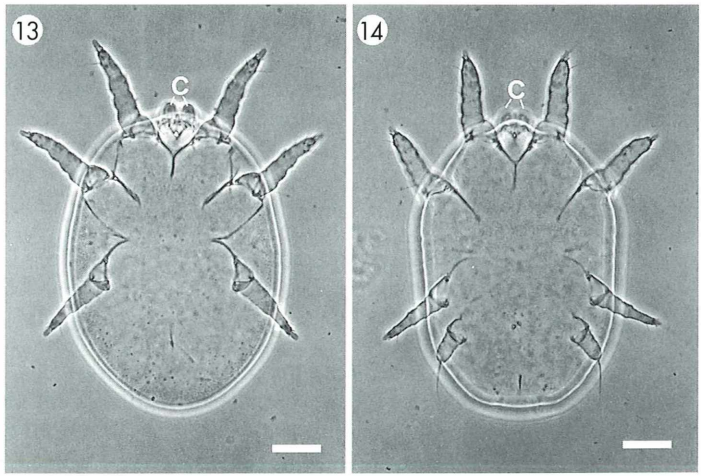


Abb. 13 und 14: Larve (Abb. 13) von *Tytodectes falconis*, der Turmfalken-Hypoderatide. Die Cheliceren (C) sind verkümmert, wie auch bei der Protonymphe der gleichen Art (Abb. 14, C). Zusätzlich ist es bei der Protonymphe noch zur Reduktion eines Segmentes am vierten Beinpaar gekommen. Da beide Stadien keine Nahrung aufnehmen können, sind sie gleich groß. Balken: 25 µm.

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

Wege zum Parasitismus

Mit diesen neuen Ergebnissen läßt sich ein Entwicklungs-Modell für die Evolution innerhalb der Gattung *Tytodectes* konstruieren:
Die angenommene Ausgangssituation bilden Hypoderatiden, die in den Nestern bestimmter Vögel leben und den Vogel zunächst nur als Transportmittel benutzen, wobei sie aber schon in die Haut eindringen. Das Deutonymphen-Stadium kann übersprungen werden. Mit der Zeit entwickeln die Deutonymphen die Fähigkeit zur Nahrungsaufnahme im Vogel. Dieses Entwicklungsniveau wird durch die Bindegewebsmilbe der Schleiereule, *Tytodectes strigis,* repräsentiert. Es wäre jedoch grundfalsch, die Entwicklungsweise dieser Art als primitiv zu bezeichnen. Daß in diesem Fall die Entwicklung stehengeblieben ist, hat seinen Grund sehr wahrscheinlich in der Brutbiologie der Schleiereule. Da bei der Schleiereule Zweitbruten vorkommen, haben Milben, die sich im Nest ohne den Vogel weitervermehren können, die Möglichkeit, auch für die nachfolgende Brut Deutonymphen hervorzubringen. Wäre die Fähigkeit zur direkten Weiterentwicklung verlorengegangen, dann bliebe die Zweitbrut zur Verbreitung ungenutzt. Die reifen Deutonymphen aus den Altvögeln haben ja schon während der ersten Brut ihre Wirte verlassen und die jungen Deutonymphen der darauf folgenden Generation erreichen nur die Jungen der Erstbrut. Darüber hinaus schließt die Fähigkeit zur direkten Entwicklung unter Umgehung der Deutonymphe Reduktionserscheinungen weitgehend aus.
Legt man das oben erläuterte genetische Modell von Knülle für die Ausbildung oder Unterdrückung der Deutonymphe zu Grunde, dann läßt sich die Situation bei der Steinkauz- bzw. Sperlingskauz-Hypoderatide durch die zunehmende Anreicherung bzw. Verstärkung der für die Ausbildung der Deutonymphe notwendigen Gene erklären. Da der Steinkauz und der Sperlingskauz keine Zweitbrut kennen, hatten die Individuen, die sich zu Deutonymphen entwickelten, einen Überlebensvorteil. Schließlich hatte sich der Entwicklungszweig, der über die Deutonymphe führt, durchgesetzt.
Mit diesem Schritt war der Weg gebahnt, die Nahrungsaufnahme zunehmend auf die parasitische Lebensphase im Vogel zu verlagern. *Tytodectes falconis* repräsentiert diesen Übergang: Die geschlechtsreifen Tiere nehmen noch Nahrung auf, bei Larve und Protonymphe ist dies bereits unmöglich geworden.
Die extreme Form der Reduktion bei *Hypodectes propus* läßt sich nicht nach diesem Entwicklungsmodell erklären; viele Tauben können mehrere Bruten hintereinander haben. Vielleicht wird eine Vermehrung im Nest, unabhängig vom Vogel, dadurch erschwert, daß die Stoffe im Nest, die als Nahrung dienen könnten, für die Milben weniger geeignet sind.

Die Gefährdung der Vögel durch Bindegewebsmilben

So gut wie nichts ist bisher über die Auswirkungen eines Befalls mit Bindegewebsmilben auf den Vogel bekannt. Systematische Untersuchungen zur Klärung dieses Fragenkomplexes wurden bisher nicht durchgeführt. Dabei können nicht selten Hunderte von Milben im Bindegewebe unter der Haut angetroffen werden. In manchen Fällen siedeln sich die Milben auch im Bindegewebe anderer Organe an, so zum Beispiel unter der Nasenschleimhaut, um die Speiseröhre, Luftsäcke und Lungen, zwischen Herzbeutel und Herzmuskel, an den Wänden der Blutgefäße der Pleurahöhle. Daß ein derart massiver Befall auch von lebenswichtigen Organen ohne gesundheitliche Folgen für den Vogel bleiben könnte, erscheint nur schwer vorstellbar. Bei Tauben beobachtete Zürn (1882) die Verkalkung der Wand großer Blutgefäße in der Nachbarschaft von eingenisteten Bindegewebsmilben. Eingehendere histologische Befunde liegen lediglich von einem Befall des Indischen Nimmersatts vor. Die Autoren Grünberg und Kutzer (1962) konnten im Bindegewebe, das die Milben umgab, nur schwache Ansätze einer Immunreaktion erkennen. Aus den Fettkörpern in der Nähe der Deutonymphen waren die Lipide ausgeschwemmt.
Bei der Untersuchung von 18 toten Schleiereulen aus Südwestdeutschland wurden bei 12 Vögeln Bindegewebsmilben von uns nachgewiesen (Wurst und Havelka, 1997). Drei der Tiere waren besonders stark befallen: Aberhunderte von Milben hatten sich im Unterhaut-Bindegewebe eingenistet. Aber auch in diesen Fällen konnte makroskopisch keinerlei Immunreaktion des Wirtes festgestellt werden.
Die bisher zur Verfügung stehenden spärlichen Befunde erlauben jedoch keinen Rückschluß auf Form und Ausmaß einer gesundheitlichen

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

Beeinträchtigung der Vögel. Dies könnte nur in sorgfältigen und aufwendigen Versuchen unter kontrollierten Bedingungen ermittelt werden. Besondere Aufmerksamkeit müßte dabei der Frage zukommen, ob eine Parasitierung der Nestlinge mit Bindegewebsmilben den Bruterfolg negativ beeinflußt.

Literaturhinweise

De Filippi, F.: *Hypodectes* nuovo genere di Acaridi proprio degli uccelli. Archivio per la Zoologia l'Anatomia e la Fisiologia *1*, 52–76 (1861).

Dubinin, W. B.: Fauna der UdSSR. Arachnida 6, Teil 7. Federmilben (Analgesoidea). Teil 3. Pterolichidae. Moskau 1956 (in Russisch).

Fain, A.: Note sur les Acariens nidicoles à deutonymphe parasite tissulaire des Oiseaux (Hypodectidae: Sarcoptiformes) (Note préliminaire). Revue de Zoologie et de Botanique Africaines *74*, 324–330 (1966).

Fain, A.: Les hypopes parasites des tissus cellulaires des oiseaux (Hypodectidae: Sarcoptiformes). Bulletin de l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique *43*, 1–139 (1967).

Fain, A.: Nouveaux hypopes parasites des tissus cellulaires d'oiseaux. Bulletin et Annales. Societé Royale d'Entomologie de Belgique *105*, 91–102 (1969).

Fain, A., Bafort, J.: Les hypopes parasitant les tissus cellulaires des pigeons sont les deutonymphes d'un acarien libre et pas celles d'un acarien plumicole (Note préliminaire). Revue de Zoologie et de Botanique Africaines *74*, 313–316 (1966).

Fain, A., Bafort, J.: Cycle évolutif et morphologie de *Hypodectes (Hypdectoides) propus* (Nitzsch) acarien nidicole à deutonymphe parasite tissulaire des pigeons. Bulletin. Academie Royale de Belgique. Classe des Sciences, 5. Sér. *53*, 501–533 (1967).

Grünberg, W., Kutzer, E.: Deutonymphen von Federmilben in der Subkutis von *Tantalus leucocephalus* (Indischer Nimmersatt). Zeitschrift für Parasitenkunde *21*, 542–559 (1962).

Knülle, W.: Genetic variability and ecological adaptability of hypopus formation in a stored product mite. Experimental and Applied Acarology *3*, 21–32 (1987).

Krantz, G. W.: A Manual of acarology. 2nd edition. Oregon State University Book Stores, Inc., Corvallis 1978.

Montagu, G.: Observations on some peculiarities observable in the structure of the gannet, *Pelecanus Bassanus*, and an account of a new and curious insect, discovered to inhabit the cellular membrane of that bird. Memoirs. Wernerian Natural History Society *1*, 176–193 (1811).

Robin, C., Mégnin, P.: Mémoire sur les sarcoptides plumicoles. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et Pathologiques de l'Homme et des Animaux *13*, 209–248 (1877).

Wurst, E., Havelka, P.: Redescription and life history of *Tytodectes strigis* (Acari: Hypoderatidae), a parasite of the barn owl *Tyto alba* (Aves: Strigidae). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A (Biologie) *554*, 1–39 (1997).

Zürn, F. A.: Die Krankheiten des Hausgeflügels. B. F. Voigt, Weimar 1882.

Verfasser: Dipl.-Biol. Eberhard Wurst, Institut für Zoologie (Fachgebiet Parasitologie), Universität Stuttgart-Hohenheim, Emil-Wolff-Str. 34, D - 70599 Stuttgart, und Dr. Peter Havelka, Staatliche Vogelschutzwarte für Baden-Württemberg in der Bezirksstelle für Naturschutz- und Landschaftspflege, Kriegsstr. 5 A, D - 76137 Karlsruhe

Kurze Mitteilung

Polyploidie der Narbenpapillen

Die Papillen, welche die Narben bei zahlreichen Pflanzenarten bedecken, sind die Eingangspforte für die keimenden Pollenschläuche. Bei vielen Arten sezernieren diese Narbenpapillen einen Schleim, der entscheidend für die Keimung der Pollenkörner und das erfolgreiche Eindringen der Pollenschlauchspitzen in den Narbenkopf ist. Die Narbenpapillen haben also eine sekretorische Funktion. Um so seltener ist es, daß bislang deren Ploidie-Grad nicht untersucht worden ist, da man doch weiß, daß Drüsenzellen meist polyploid sind. Das haben jetzt zwei polnische Untersucher nachgeholt. Sie fixierten die Griffel von *Triglochin maritimum*, einer in Salzwiesen häufigen Art in Alkohol-Eisessig (Verhältnis 3:1) bei Zimmertemperatur und bewahrten das Material in 75%igem Alkohol bei 4 °C auf. Die isolierten Narben wurden 1 h lang in 4 N Salzsäure hydrolysiert und nach Feulgen gefärbt. In den Quetschpräparaten wurde der DNA-Gehalt photometrisch bestimmt. Es zeigte sich, daß der Polyploidisierungsprozeß sofort nach der Bildung der einzelligen Papillen beginnt. Schließlich sind alle Narbenzellen polyploid. Die DNA-Verdoppelung erreicht bei 2,6% der Zellen den 64fachen Gehalt; die meisten Narbenpapillen erreichen jedoch nur den 16- und 32fachen Zustand. Endomitosen wurden nicht beobachtet. Es handelt sich also bei der Polyploidisierung der Narbenzellen um eine Endoreduplikation.

Bohdanowicz, J., Dabrowska, D.: Polyploidization of stigmatic papillae in *Triglochin maritimum* L. (Juncaginaceae). Acta Biol. Cracov, Ser. Bot. *39*, 63–67 (1997).

H. F. Linskens, Nijmegen

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

Frühe Mikroskope als Repliken

Klaus Meyer

Die Naturforscher der zivilisierten Welt dürften in diesen Jahren ein großes Jubiläum feiern: Vor gerade 400 Jahren – um das Jahr 1600 – haben Brillenmacher in Middelburg (Holland) das Fernrohr und gleichzeitig das Mikroskop erfunden.

Die Kunst, Glas herzustellen und zu schleifen, war schon im Altertum bekannt; die Schliffe dienten zu mancherlei Zierat, nicht aber zu optischem Gebrauch. Die Anwendung der Brillengläser (seit dem 13. Jahrhundert) beruhte auf rein praktischer Erfahrung und Erprobung. Es waren weder die Brechungsgesetze noch die Funktion des Auges bekannt. Lange gab es nur gewölbte Gläser, wurde also nur die Alterssichtigkeit behandelt. Erst im 16. Jahrhundert kamen die hohlgeschliffenen Brillen für die Kurzsichtigen auf. Da man schon lange Staroperierte kannte, muß es auch Starbrillengläser gegeben haben, die ja mit ihrer Brennweite von 8 cm (12 Dioptrien) als Lupe etwa 3fach vergrößern. Man darf als selbstverständlich unterstellen, daß derartige Gläser gelegentlich auch als Lupen verwendet wurden. Über stärker vergrößernde Instrumente ist allerdings aus der Zeit vor 1600 nichts bekannt.

Von den gleichzeitig erfundenen Instrumenten Teleskop und Mikroskop machte das Fernglas sogleich Furore. Man wird leicht nachempfinden, wie die Astronomen, die Seeleute und die Militärs darauf gewartet haben. Unmittelbar nach der Nachricht aus Holland ergründete und verstand Galilei das optische Prinzip des Holländischen Fernrohrs, baute es nach und verkaufte es gegen hohe Entlohnung an die Venezianische Admiralität. Sogleich richtete er – und andere Astronomen – das Rohr gen Himmel und sah nicht nur weit mehr Sterne, sondern auch völlig neue Einzelheiten, wie die Jupitermonde und die Sonnenflecken.

Ganz anders war die Reaktion auf die Erfindung des Mikroskops. Man wußte einfach nichts Rechtes damit anzufangen. Ein paar überall greifbare Insekten zu vergrößern wurde eine beliebte Spielerei. Das erste Buch, in dem wir das Wort „Mikroskop" finden, erschien 1625, das Bienenbuch (Apiarium) von Cesi und Stelluti. Es zeigt sehr schön gezeichnete Bienen bei einer allenfalls 10 bis 15fachen Lupenvergrößerung.

Bekannte kleine Tiere groß darzustellen, war jahrzehntelang das Hauptvergnügen der Mikroskopiker. Die dazu benutzten einfachen Mikroskope hießen Flohgläser (vitra pulicaria); sie sollen auf den Märkten gehandelt worden sein. Auch kleine Standlupen, aus Holz oder Bein gedrechselt, mit einer Linse von etwa 4 cm Brennweite, also 6facher Lupenvergrößerung, waren üblich und führten den großartigen Namen Mikroskop.

Im 3. und 4. Viertel des 17. Jahrhunderts traten nun mehrere ernst zu nehmende Forscher auf, die das Mikroskop in den Dienst der Wissenschaft zu stellen beschlossen. Zu den ersten gehörte der Kustos und 1. Experimentator der gerade erst 1662 gegründeten Royal Society, Robert Hooke. Er rechnet zu den größten Physikern seiner Zeit, als Experimentator gilt er als unerreicht. Sein Buch „Mikrographia", ein stattlicher Foliant, begann mit einem Vorwort, das man getrost als das Manifest der experimentellen Naturwissenschaft bezeichnen darf. Darin beschreibt er auch den Bau seines Mikroskops, welches man als Gipfelleistung des Instrumentenbaus ansah. Der sehr ausführliche und anspruchsvolle Text enthält nicht nur die Beschreibung der besprochenen Präparate, sondern auch weitere physikalische und astronomische Phänomene.

An die 50 sehr große, prächtige, genau gezeichnete Kupferstiche zeigen zum Teil riesenhaft vergrößerte Insekten, so beispielsweise einen Floh von 42 cm Länge, zum anderen aber auch ganz neue Details feinerer Strukturen, wovon die erstmalige Darstellung der Korkzellen oder der Schimmelpilze gerühmt wurden.

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://

Das Hookesche Mikroskop hat es vor allem dem deutschen Professor Sturmius angetan. Er lobt es enthusiastisch und zeichnet es in fast originaler Größe so genau, daß man es als Replik nachbauen kann.
Schon ein wenig früher, 1654, wird ein Schiebetubusmikroskop des Augsburger Optikers Wiesel datiert, welches als erstes eine dritte Linse, die Feldlinse, besaß. Es war das einzige erhaltene Mikroskop dieses vortrefflichen Optikers, wurde aber leider 1945 in Dresden zerstört. Zum Glück hat der große Christian Huygens dieses Instrument in der Hand gehabt und optisch sorgfältig ausgemessen. Das erlaubt uns heute, eine glaubhaft getreue Replik anzufertigen.
Etwas später wurden in Florenz von Divini und Campani Schiebetubus-Mikroskope gebaut, die zwar an Vergrößerung und Auflösung nur wenig leisten, aber hübsch aussehen und gut replizierbar sind. Neben diesen ziemlich großen Papptubusmikroskopen hat Campani ein sehr kleines und feines Schraubtubusmikroskop gebaut, von dem heute in den Museen noch vereinzelte Exemplare und auch Repliken existieren. Da wir die genauen Maße besitzen, ist auch dieses Mikroskop nachzubauen, freilich wohl nur durch einen Feinmechaniker bzw. Dreher.
Wenn wir die frühesten Mikroskope aufzuzählen versuchen, dürfen wir die höchst eigenwilligen, allesamt selbstgebauten Handmikroskope des Antonie van Leeuwenhoek nicht vergessen. Sie sind schon wegen ihrer primitiven Konstruktion seit über 100 Jahren so oft nachgebaut worden, daß heute viele Sammler eine Replik besitzen, während von den etwa 500 Originalinstrumenten nur noch neun existieren.
Sehr brauchbare Angaben zur Konstruktion optischer Instrumente finden wir in dem Buch „Oculus arteficialis“ von Joane Zahn (1685). Er war ein Prämonstratenser-Mönch, der alles, was er über den Bau von Mikroskopen, Teleskopen, Spiegeln etc. erfahren konnte, zusammengetragen hat. Nicht nur die mechanischen und optischen Maße, sondern auch die Herstellung der Schleifformen und Schleifbänke, eine Menge Tricks für die Färbung und Verzierung, schließlich die Herstellung des schönen Marmorpapiers – es hieß damals Charta turcica (Türkenpapier) – mit dem die Papptuben beklebt wurden. Ja, Zahn referiert sogar eine große Reihe von Vorschlägen, welche Dinge oder Vorgänge der Natur man mit dem Mikroskop betrachten könne; sehr interessante Ratschläge in jener Zeit, in der man zunächst nicht recht wußte, was man denn überhaupt vergrößert betrachten sollte.

Warum die Mühe des Nachbaus?

Wenn wir Laien die Absicht kundtun, historische Mikroskope nachzubauen, werden wir wohl allenfalls mitleidige Skepsis ernten. Zu Recht! Jedenfalls, solange wir nur an die Mikroskope des 18. und 19. Jahrhunderts denken, die von kunstfertigen Mechanikern aus Messing gearbeitet wurden. Selbst wenn ein geschickter Fälscher ein hübsches Plagiat zustande brächte, würde er allenfalls einen Hochglanzsammler täuschen. Zudem sind die meisten der Messingmikroskope mittleren Alters im Antiquitätenhandel garnicht so rar und teuer, daß der überaus mühselige Nachbau lohnen könnte. Anders steht es um die Mikroskope aus dem ersten Jahrhundert ihrer Existenz, also dem 17. Jahrhundert, und zwar aus mehreren Gründen:

- Mikroskope aus dieser Zeit sind sehr rar; auf den Auktionen werden vielleicht ein oder zwei pro Jahr angeboten, Exemplare aus der Zeit vor 1640 überhaupt nicht.
- Diese Mikroskope sind dementsprechend kostbar und kostspielig.
- Derartige Mikroskope sind durchweg recht anspruchslos konstruiert, manchmal nicht vom Kunsthandwerker, sondern vom forschenden Mikroskopiker selbst entworfen und gefertigt.
- Die mechanischen und vor allem die optischen Daten dieser frühen Instrumente sind oft bekannt, weshalb man sie kopieren kann.

Mit einem solchen Nachbau Antiquität vorzutäuschen, ist selbstverständlich indiskutabel. Wohl aber ist es reizvoll und lohnend, mit funktionsfähigen Repliken die Mühen und Erfolge der ersten Mikroskopikergeneration nachzuvollziehen. Im folgenden werden einige Nachbauten dieser frühen Mikroskope vorgestellt.

Ein Flohglas

Am 30. Mai 1996 wurde bei Christies in London ein sogenanntes Einfachmikroskop des Augsburger Optikers Cuno nach dem Huy-

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

Abb. 1: Repliken zweier Flohgläser, die dem 1996 bei Christies versteigerten Cuno-Mikroskop beigegeben waren, nach Abbildung und Maßen des Christie-Katalogs (fecit K. Meyer).

gens-Entwurf Nr. 4 versteigert, ein Demonstrations- und Revolvermikroskop. Das heißt, es hat einen Objektrevolver, also eine Scheibe, auf der 8 Objekte angeordnet sind, die nur mühsam zu wechseln sind. Dieses Instrument ist zum laienhaften Nachbau nicht geeignet. Im gleichen Etui lagen aber vier kleine Flohgläser, die, mit Charta turcica bekleidet, sehr hübsch aussehen. Im Katalog wurden ihre Maße sehr genau angegeben: Zylinderbüchschen aus Karton, an beiden Enden durch ein Drechselstück verschlossen; 35 mm lang und 25 mm im Durchmesser. Die Brennweite der Linse wird mit 1 bis $^1/_2$ Zoll angegeben, wobei ich nicht ganz sicher bin, ob es nicht 1 bis $1^1/_2$ Zoll heißen müßte.

Dieses Flohglas nachzubauen ist nun eine dankbare Aufgabe (Abb. 1). Die Drechselstücke kann man in Ermanglung einer Drehbank leicht auf jeder Bohrmaschine drehen. Man setzt dann jedes Stück aus zwei Einzelscheiben zusammen, zwischen die auf der einen Seite die Linse kommt, auf der anderen Seite das Objekt. Am besten nimmt man eine Linse von 25 mm Brennweite – die vergrößert 10 mal. Vorzüglich und dabei kostenfrei sind die Linsen der Wegwerfkameras. Sie bilden verblüffend scharf ab, vorausgesetzt allerdings, daß man sie ebenso abblendet wie das in der Kamera der Fall war, das heißt auf 2 bis 3 mm; sie vergrößern demnach 10 oder 8 mal.

Ein Schiebetubusmikroskop nach Campani

Die Anregung zu diesem Nachbau verdanke ich wiederum einem Auktionskatalog der Firma Christies, der auch die Maße des Instruments lieferte. Dieses außergewöhnlich schöne und wohlerhaltene Mikroskop wurde um das Jahr 1670 von dem Großherzog Ferdinand II de Medici, einem Freund der Wissenschaften, in Auftrag gegeben, aber nach dessem Tode seinem Sohn Cosimo III geliefert, dessen Interessen aber eher auf dem Gebiet der Religion lagen. Nach seinem Tode 1723 kaufte es Papst Benedict XIV für das Istito delle Scienza in Bologna, wo es bis in unserere Tage bestens aufbewahrt wurde.

Der Katalog bildet das Mikroskop mitsamt seinem Etui auf das prächtigste ab. Der Haupttubus ist mit grünem Pergamentleder bezogen und überreich mit Goldprägung dekoriert; die beiden Innentuben zeigen sehr gut erhaltenes Kamm-Muster in Charta turcica, die gedrechselten Endstücke mit den Linsenfassungen sind carmesinrot lackiert. Der Ständer aus Kupferblech ist auffallend schmal, die Beine sind gestreckt - offenbar, damit das Ganze in das zylindrische Etui hineinpaßt. Diese Schatulle trägt ebenfalls reiche Goldpunzierung auf braunem Leder.

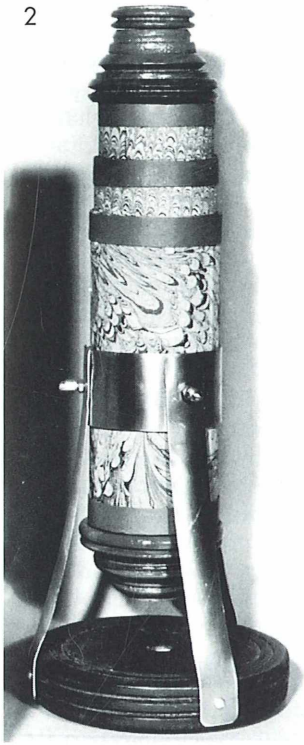
Christies Katalog gibt auch die Maße und die Vergößerungsfähigkeit an: Länge des Haupttubus 21 cm, sein Durchmesser 6,2 cm; Vergrößerung bei ganz eingeschobenem Auszug 15fach. Die Brennweiten der Linsen erfahren wir nicht, nur ihre Glasdurchmesser: Objektiv bikonvex 16 mm; Feldlinse desgl. bikonvex steckt im Zwischentubus 37 mm (sie sei bräunlich verfärbt und enthalte Luftblasen). Die Augenlinse mißt 27 mm im Durchmesser.

Dieses Mikroskop zu replizieren ist nicht schwierig (Abb. 2). Man wickelt die Papptuben aus mehreren Lagen festen Papiers, den kleinsten zuerst und den jeweils größeren darumherum. Pergament und Goldpunzen für den Tubus wären allzu aufwendig: Die Innentuben werden mit Charta turcica bezogen, ebenso der Haupttubus. Kamm-Muster war typisch und ist auch heute vorzuziehen. Zweckmäßig ist es, die Kanten durch einen schmalen, farbigen Streifen abzusetzen.

Für die Optik sollte man nicht allzuviel Aufwand treiben. Soweit möglich benutze ich immer Kunststofflinsen; sie sind auf jeden Fall weit besser als die besten Glaslinsen des 17. Jahrhunderts. Als Okular bewährt sich immer

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://

2



3

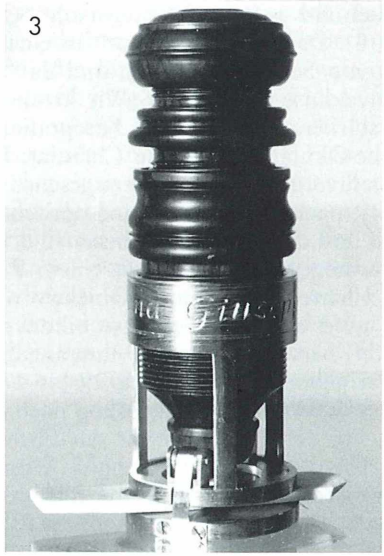


Abb. 2: Replik des 1997 bei Christies versteigerten Campani-Mikroskops (fecit K. Meyer). – Abb. 3: Replik eines kleinen Campani-Mikroskops nach den von Gloede veröffentlichen Maßen (fecit G. Seitz).

die Lupenlinse eines ganz einfachen Dia-Betrachters; sie hat 5 cm Brennweite und vergrößert 5 mal. Für die Sicht ist es das beste, in 5 cm Abstand von der Augenlinse eine gleiche Dia-Linse zu setzen; beide zusammen machen dann ein Ramsden-Okular von 5facher Vergrößerung. Will man die Feldlinse mehr zeitentsprechend wählen, nimmt man eine einfache Kunststofflupe von etwa 8 cm Brennweite. Als Objektiv wäre eine Linse von etwa 25 bis 30 mm Brennweite geeignet.

Die damit erreichte Vergrößerung kann man nach Hookes Zweiaugenmethode messen, aber ebenso leicht auch rechnerisch abschätzen. (Eine Objektivlinse von 30 mm Arbeitsabstand wird bei einer optischen (!) Tubuslänge von 210 mm ein 7fach vergrößertes Zwischenbild liefern; das würde, durch die 5fache vergrößernde Augenlinse betrachtet, eine 35fache Gesamtvergrößerung ergeben. Diese Gesamtvergrößerung aber wird durch die Zwischenlinse deutlich gemindert, umso mehr, je tiefer diese steht. Das kann man experimentell regulieren.).

Ein weiteres Campani-Mikroskop

Während das vorgenannte Campani-Mikroskop ersichtlich mehr auf Pracht als auf optische Anforderung ausgelegt wurde, folgt jetzt ein weiteres Mikroskop seiner Werkstatt, welches an Qualität und Optik seiner Zeit um Jahrzehnte voraus ging. Es gibt davon weltweit mehrere Exemplare, darunter einige Repliken. Es ist kaum daumengroß und hat große Ähnlichkeit mit dem später so berühmten „screw barrel“ von Hartsoeker und Wilson. Es ist für Durchsicht konstruiert. Das Untersuchungsmaterial wird zwischen durchsichtige Objektträger geklemmt. Der Körper hat zwei Gewinde: eines zur Fokussierung und das andere zur Verlängerung der Tubuslänge, also zur stärkeren Vergrößerung. Der Körper ist sehr kunstvoll aus Ebenholz gedreht; um zwei Gewinde in dem kleinen Gerät unterzubringen, muß man die Wände recht dünn halten.

An Improvisation von Laienhand ist nicht zu denken. Ich habe deshalb einen perfekten Feinmechaniker gebeten, das Instrument nach den

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

ihm gegebenen Maßen herzustellen und es ist ihm vollkommen gelungen (Abb. 3). Das Objektiv ist eine 7 mm Halbkugel von Seibert, Wetzlar; das Okular eine Plankonvexlinse von 25 mm Fokus. Man kann, um stärkere Vergrößerung zu erreichen, zwei solche Okularlinsen übereinander legen. Die Gesamtvergrößerung liegt zwischen 80 und 125 – je nach Auszugslänge. Dank der guten Linsen und der exakten Arbeit ist das Auflösungsvermögen besser als man es im 17. Jahrhundert hätte erreichen können. *Pinularia nobilis* wird sauber aufgelöst. Eine für jene Zeit (1685) hervorragende Konstruktion und dank der gekonnten Dreharbeit eine ideale Replik.

Ein Schiebetubus-Mikroskop nach Wiesel-Depiere

Das folgende Instrument ist eher eine Rekonstruktion als eine Replik zu nennen (Abb. 4), denn das ihm zugrunde liegende Original existiert nicht mehr. Es stammte aus der Werkstatt des bedeutenden Optikers Wiesel bzw. dessen Schwiegersohns Depiere (1654). Von ihnen war nur ein einziges Mikroskop erhalten geblieben und das wurde 1945 in Dresden zerstört. Wir kennen nur eine schlecht reproduzierte Fotografie. Zum Glück aber hat der große Christian Huygens ein Wieselsches Instrument gesehen und exakt vermessen, so daß wir seine optischen Maße genau kennen. Alle drei Linsen sind in der selben Schale geschliffen mit einem Zoll (26 mm) Krümmungsradius; Objektiv und Okular plankonvex, die Feldlinse bikonvex. Der Arbeitsabstand wird mit 29 mm angegeben, die Tubuslänge je nach Auszug 29 bis 47 cm. Damit können wir das Mikroskop nach dem gleichen Prinzip entwerfen wie das oben beschriebene von Campani, der übrigens Wiesels Schwiegervater war.
Nur eine raffinierte Besonderheit ist noch zu erwähnen: die Pappschraube. Sie dient zur feineren Fokussierung, denn die gelingt mit dem Schiebetubus nur sehr grob. Die Pappschraube steckt im unteren , schmalen Teil des Tubus. Man fabriziert drei eng ineinander passende Pappzylinder, deren äußerer, größter gerade in den großen Haupttubus paßt. Der innere trägt

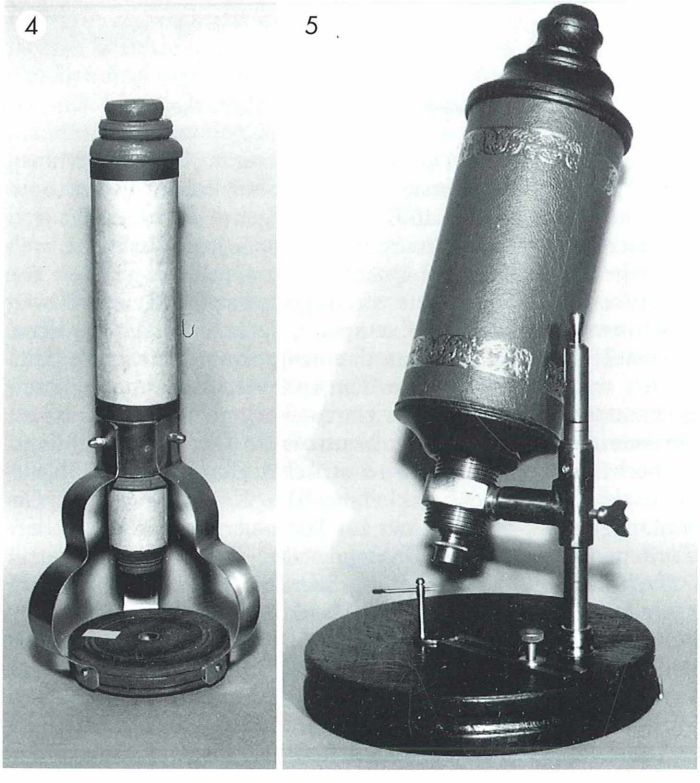


Abb. 4: Rekonstruktion des Depiere-Mikroskops aus der Wieselschen Werkstatt in Augsburg um 1680 nach den von Huygens überlieferten Maßen (fecit K. Meyer). – Abb. 5: Replik des Hookeschen Mikroskops (1644) nach den von Sturmius aufgezeichneten Maßen (fecit H. Baden).

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://

das Objektiv – er soll unten soweit hervorragen, daß man ihn anfassen und drehen kann. Der mittlere der drei Pappzylinder birgt das Geheimnis der Funktion: Er wird in ganzer Länge und im ganzen Umfang schräg aufgeschnitten, so daß dieser Pappzylinder in zwei Teile zerfällt, von denen man den einen am inneren, den anderen am äußeren Pappzylinder festklebt. Wenn man die Schraubenlinie schön sauber ausgeschnitten hat, kann man jetzt durch Drehen des inneren Zylinders das Objektiv sehr viel feiner heben und senken, als wenn man es mit dem Schiebetubus bewegen müßte. Diese Konstruktion zu bauen ist nicht so schwierig wie es sich liest.
Wie Wiesel oder Depiere ihre Tuben verziert haben, weiß ich nicht. Natürlich können wir wieder Charta turcica verwenden. Ich habe hier die sogenannte Elefantenhaut vorgezogen. Das ist ein sehr festes, glattes, weißes oder bräunliches Papier, das überall im Handel geführt wird. Es sieht Pergament sehr ähnlich.

Das Hookesche Mikroskop

Hooke hat sein Mikroskop im Vorwort seiner „Micrographia" gezeichnet und eingehend beschrieben; gebaut hat es ein Mechaniker namens Cook, der mehrere Exemplare verkauft hat. Eines davon, aus dem Besitz des Nürnberger Bürgermeisters Behaim, hat der deutsche Professor Johann Christian Sturmius in seinem Collegium Curiosum 1676 so eingehend beschrieben, daß ich die Maße der Tuben und der Linsen dem Feinmechaniker mitteilen konnte, der mir dann eine genaue Nachbildung gebaut hat (Abb. 5). Mir selbst wäre das nicht möglich gewesen; es erfordert professionelle Kenntnisse der Metallbearbeitung. Sturmius hat vier verschiedene Objektivlinsen gezeichnet, dazu ein relativ großes Okular, das 7fach vergrößert und eine große, in der Höhe verschiebbare Feldlinse, die Hooke eigens erwähnt: Er nähme sie heraus, wenn es auf eine besonders starke Vergrößerung ankomme. Hooke zeichnete daneben einen Beleuchtungsapparat, der aus einer Öllampe mit Schusterkugel und zusätzlicher Sammellinse als Auflichtkondensor bestand.

Ein Mikroskop nach Antonie van Leeuwenhoek

Wohl kein Mikroskop des 17. Jahrhunderts ist so häufig repliziert worden, wie das kleine Instrument des Antonie van Leeuwenhoek. Er hat davon an die 500 Stück besessen. Ich besitze zwei millimetergenaue Nachbildungen von Henri Hansen in Antwerpen und eine dritte, die Herr Baden angefertigt hat (Abb. 6, 7, 8). Hansen hat die Linsen eigenhändig geschliffen; Baden setzte eine professionelle Bikonvexlinse von Seibert ein. Die Hauptschwierigkeit des Nachbaus besteht im Schnitt des außergewöhnlichen Gewindes der langen Schraube. Je sorgfältiger die Nachbildung gelingt, desto schlechter ist das Mikroskop zu gebrauchen. Sind die Bleche vernietet, so weiß man die Linse, die natürlich verstaubt, nicht zu reinigen. Die ganze Mechanik ist genauso labil wie sie auf den Abbildungen aussieht. Der gesamte Mechanismus hängt an der langen Schraube, die über den kleine Riegel das Präparat trägt, gleichzeitig aber auch als Haltegriff des ganzen Instrumentes dient. Es gelingt ganz leicht, die Nadelspitze, die das Beobachtungsobjekt aufnehmen soll, durch die Linse zu sehen und die starke Vergrößerung zu bewundern. Ein Objekt darauf zu befestigen ist mühsam; das kleine, wackelige Ding in der Hand zu halten, erst recht. Einen Floh aufzu-

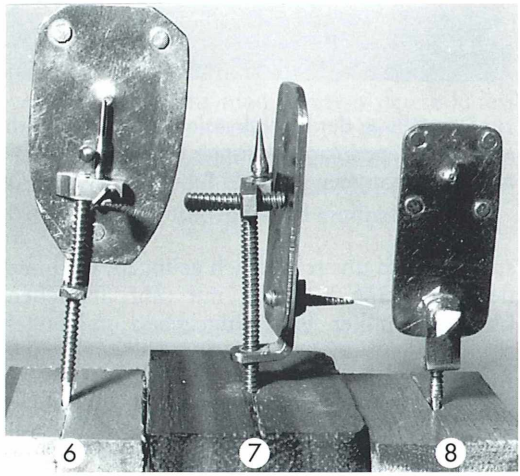


Abb. 6, 7, 8: Repliken von Leeuwenhoek-Mikroskopen: 6 nach dem Exemplar des von Heurk-Museums, Antwerpen, Objektseite mit Objektstachel; 7 freiere Gestaltung; 8 nach dem Exemplar des Boerhavemuseums in Leiden, Augenseite. Repliken 6 und 8 sind millimetergenau den Originalen nachgebaut und mit handgeschliffenen Linsen ausgestattet (fecit H. Hansen).

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

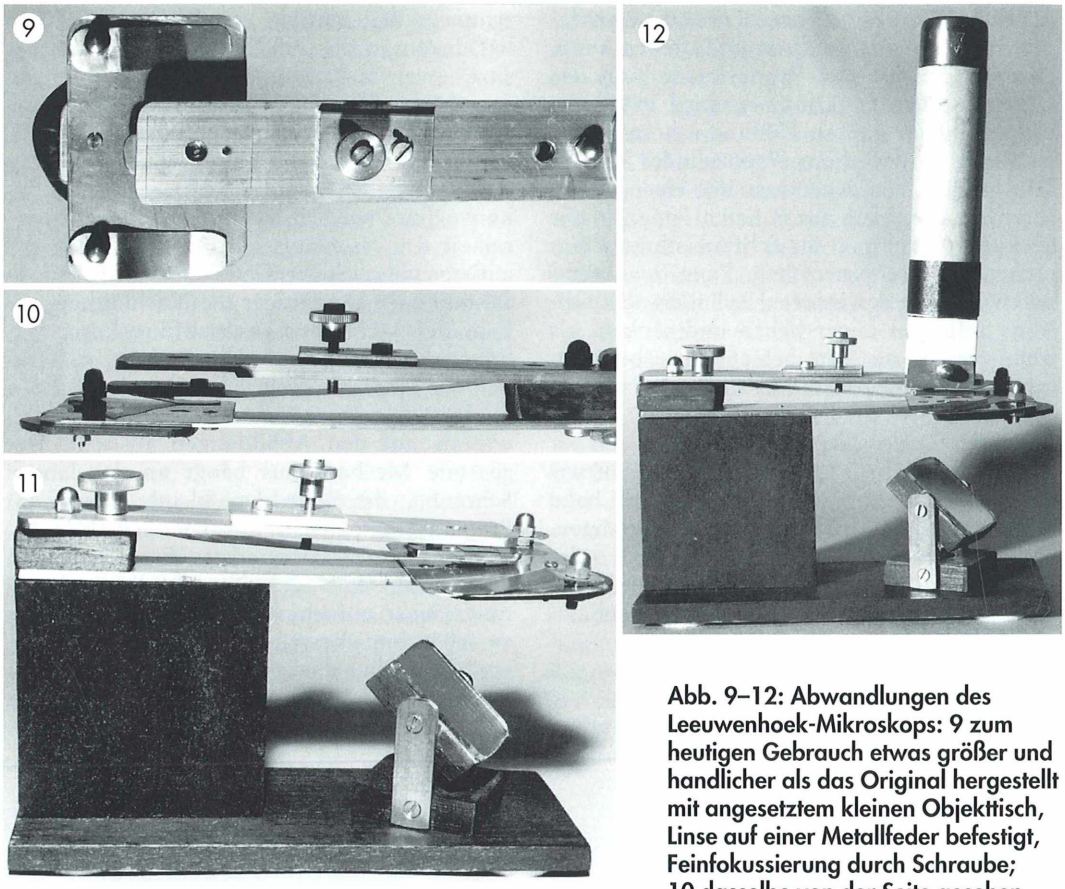


Abb. 9–12: Abwandlungen des Leeuwenhoek-Mikroskops: 9 zum heutigen Gebrauch etwas größer und handlicher als das Original hergestellt mit angesetztem kleinen Objekttisch, Linse auf einer Metallfeder befestigt, Feinfokussierung durch Schraube; 10 dasselbe von der Seite gesehen zur Darstellung der Feinfokussier-Schraube; 11 dasselbe auf einem einfachen Holzklotz geschraubt mit einem Kippspiegel darunter (= solides Stativmikroskop); 12 dasselbe mit aufgestecktem Okulartubus (= zusammengesetztes Tubus-Mikroskop) (fecit K. Meyer).

spießen wird uns schwerlich gelingen. Ich habe deshalb meine Versuche mit sehr ähnlichen kleinen Repliken bald aufgegeben und angestrebt, die Vorzüge der Leeuwenhoekschen Konstruktion, nämlich die kleinen, stark vergrößernden Linsen und die Fokussierschraube, auf etwas handlichere Instrumente zu übertragen. Diese sind etwas größer als das Leeuwenhoeksche, ein Blech ist etwas verbreitert um einen Objektträger aufzunehmen, und die Linse ist auf einem federnden Blechstreifen befestigt, der mit der (Leeuwenhoekschen) Fokussierschraube sehr genau eingestellt werden kann.

Ich bilde hier ein solches Instrument ab (Abb. 9, 10). Ich wiederhole: Es ist im Prinzip echt Leeuwenhoek, obwohl es etwas größer und gröber aussieht. Wenn man von dieser Leeuwenhoek-Variante ausgeht, so ergibt sich fast von selbst eine ganz entscheidende Verbesserung: Man kann dieses Gerät mühelos auf ein ganz einfaches Stativ setzen (Abb. 11) und beispielsweise mit einer einzigen Schraube befestigen. Dann hat man mit einem Minimum an Aufwand ein einfaches Stativmikroskop. Mit einem weiteren Handgriff kann man einen Okulartubus darüber klemmen und so ein Compoundmikroskop gewinnen.

Zugegeben: Mit Leeuwenhoeks Schriften stimmt diese Aufbesserung nicht überein; er hat kein derartiges Instrument hinterlassen. Dennoch bin ich überzeugt, daß er es besaß.

Verfasser: Dr. Klaus Meyer, Kolkstraße 4, D-59494 Soest.

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

Die Videokamera am Mikroskop Möglichkeiten ohne Zusatztuben

Werner Nachtigall

Immer wieder wurden – und werden – Möglichkeiten der Adaptation von Konsumer-Videokameras an Mikroskope ertüftelt. Die folgende Version stellt eine besonders preisgünstige Variante dar.

Kommerzielle Videokameras, wie sie heute in vielen Haushalten zu finden sind, haben keine Wechselobjektive. Hält man sie in Weitwinkelstellung versuchsweise über die Mikroskop-Frontlinse so nahe an die Augenseite der Okularlinse wie möglich, so zeigt der Sucher nur ein winziges, rundes, zentrales Lichtscheibchen. Betätigt man aber den Teleschalter, so wächst das Scheibchen in die Breite, und bei sehr starker Teleeinstellung – bei meinem Bauer VCC 662 Camcorder bei f = 80 mm – vignettiert der Bildausschnitt meist gerade noch nicht oder gerade nicht mehr.

Das Bild ist jetzt sehr brauchbar, zeigt allerdings einen zentralen Ausschnitt des mikroskopischen Gesamtgesichtsfelds in starker Vergrößerung. Dies kann man in gewisser Weise kompensieren, indem man einfach ein schwächeres Objektiv einschwenkt. Der Camcorder registriert dann z. B. mit dem 10×-Objektiv den gleichen Ausschnitt wie die Kleinbildkamera mit dem 25×-Objektiv.

Der Nachteil dieser einfachen Methode: Große Bildfelder in schwächster Vergrößerung lassen sich nicht aufnehmen, wohl beispielsweise aber formatfüllend mittelgroße und kleine Planktonorganismen.

Der Vorteil: Man benötigt keine Spezialtuben, wie beispielsweise Balzer und Mathias (1996) angegeben haben. Es genügt ein Zwischenring, der auf der einen Seite in das Filtergewinde des Camcorders eingeschraubt, auf der anderen Seite in den Foto-Aufnahmetubus eingeklinkt wird. Man kann ihn billig fertigen lassen, wenn man dem Mechaniker einen Zwischenring für die verwendete Fotokamera und eine Filterfassung für den Camcorder gibt. Er braucht dann keine teueren Bayonette zu fräsen und Gewinde zu schneiden, sondern dreht nur ein einfaches Verbindungsstück, in das man die Ringe – beispielsweise mit Araldit – bombenfest einkleben kann (Abb. 1).

Die Abbildung 2 zeigt die verwendete Foto- und Videoeinrichtung, die Abbildung 3 Aufnahmen damit. Wenn die Beleuchtung zu hell ist, schließt die Automatik die Blende, die dann mit abgebildet wird (Abb. 3B). Abhilfe schafft der Regulierknopf für die Lampenspannung. Wie erkennbar, entsprechen sich das Videofeld für ein Objektiv und das Kleinbildfeld für das nächststärkere Objektiv in etwa. Faustregel: Wenn man den Camcorder vignettierungsfrei auf sehr lange Brennweiten einstellt und das nächstschwächere Objektiv und Okular verwendet, bekommt man in etwa den Bildausschnitt einer Kleinbild-Spiegelreflex. Man hat dabei den Vorteil eines schwachen Mikroobjektivs, also große Schärfentiefe, großer Arbeitsabstand und bequeme Handhabung.

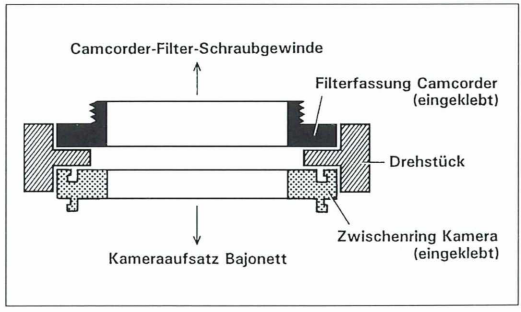
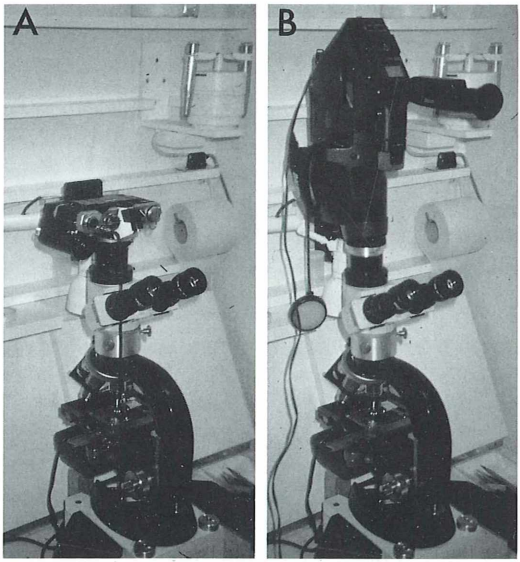


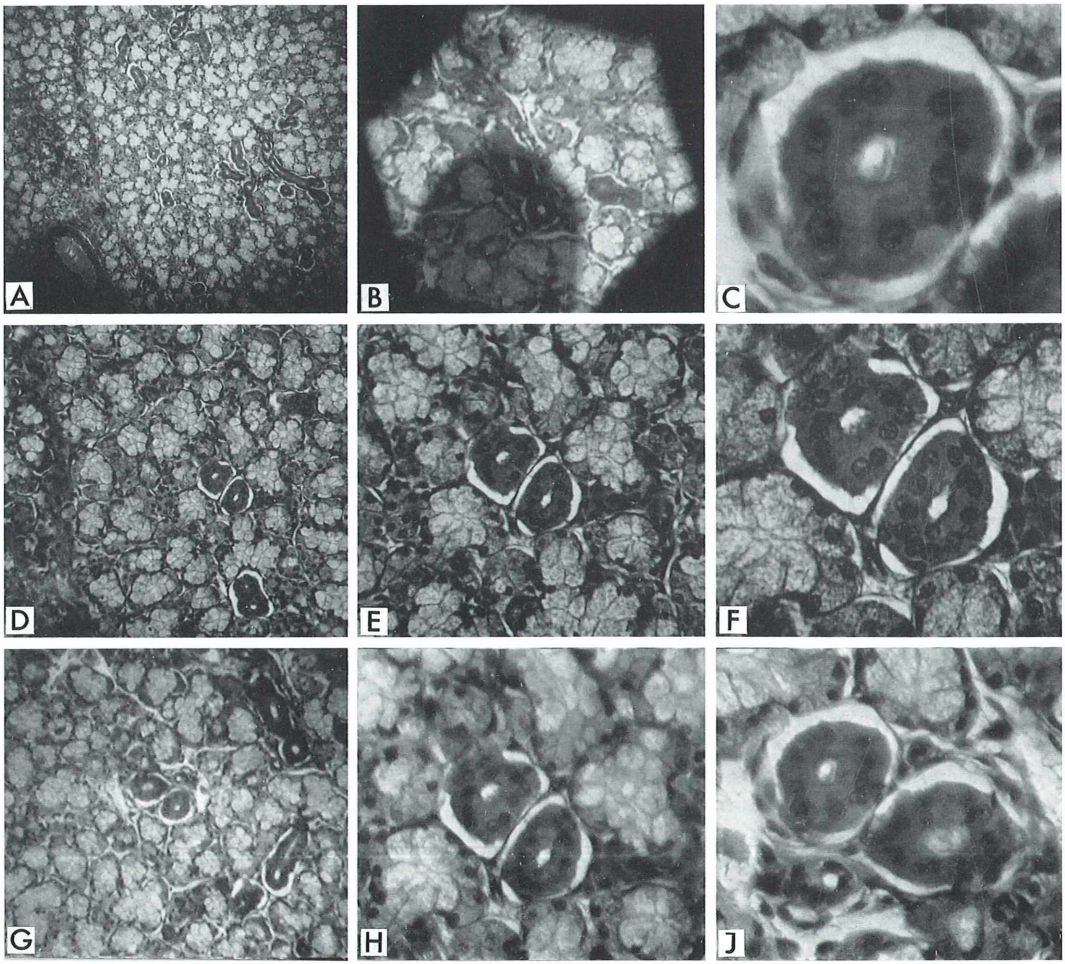
Abb. 1: Billigste feste Verbindung zwischen Camcorder und Mikroskop-Kameraaufsatz über ein Drehstück (punktiert) und zwei mit Araldit einzuklebende Originalteile.

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



◄ Abb. 2: Trinokulares Mikroskop mit angeflanschten Aufnahmetubus, der ein negatives Projektiv (PZO 8×) enthält. A Mit Olympus OM 2n Spiegelreflex-Kamera 24 × 36 mm mit Winder. B Mit Bauer VCC 662 Camcorder und 2 cm dickem Zwischenring.

Abb. 3: Fotoaufnahmen und VHS-Videoprints von identischen oder ähnlichen Präparateausschnitten (Parotis-Drüse, Hauskatze). Angegeben sind die Objektivvergrößerungen bei 10×-Projektiv (Foto) bzw. 5×-Projektiv und maximaler Brennweiteneinstellung von 80 mm (Video). In der 2. und 3. horizontalen Bildreihe sind einander entsprechende Fotoaufnahmen und Videoprints untereinander abgebildet. A Foto, 3,5×. B Video, Abbildung der Camcorder-Blende wegen zu heller Beleuchtung. C Video, 25×. D Foto, 10×. E Foto, 25×. F Foto, 40×. G Video, 3,5×. H Video 10×. I Video 25×. ▼



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

Besondere Vorteile bei der Verwendung von kommerziellen Camcordern am Mikroskop liegen einerseits im günstigen Preis, andererseits in der Möglichkeit, Kurzzeitverschlüsse zu verwenden. Es gibt zwar (teure) Aufsatzkameras, die man mit einem Videorecorder verbinden kann. Sie arbeiten jedoch meist nur mit der Norm-Belichtungszeit von 1/50 Sekunde pro Halbbild und sind damit zwar schärfenmäßig, aber nicht zeitauflösungsmäßig besser als beispielsweise billige Miniatur-Überwachungskameras. (Mit diesen kann man gut eine Mini-Videoeinrichtung improvisieren, wie in einem früheren Beitrag dargelegt worden ist (Nachtigall 1996), in allerletzter Zeit gibt es sie auch mit Kurzzeitverschluß). Will man Kurzzeitbelichtung, so braucht man für die Aufsatzkameras ein Vorschaltgerät, das allein schon mehr kostet als ein guter Camcorder.

Literatur

Balzer, J., Mathias, E.: Der Camcorder am Mikroskop. Mikrokosmos *85*, 23–24 (1996).
Nachtigall, W.: Erfahrungen mit der Videokamera. Mikrokosmos *85*, 325–328 (1996).

Verfasser: Prof. Dr. W. Nachtigall,
Zoologisches Institut, Universität des Saarlands,
D-66041 Saarbrücken.

Nachricht

Erich Saake zum 70. Geburtstag

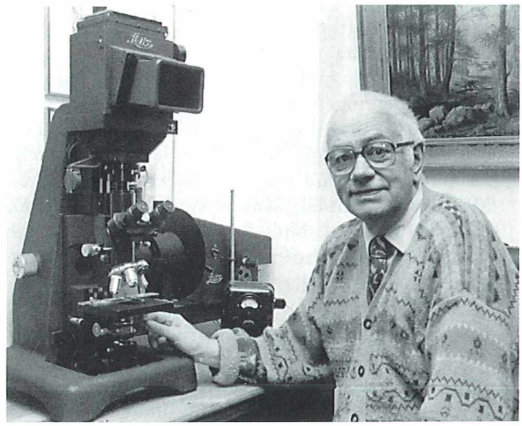
„Die Mikrokopie ist mein Leben", sagt Erich Saake, und nach diesem Satz hat er sein Leben ausgerichtet. Der gelernte Kaufmann machte sich bereits in den fünfziger Jahren mit Ton-Diaschauen aus der Welt des Kleinsten einen Namen. In den Jahren 1960 und 1961 nahm er als Gast an der Ausbildung von Realschullehrern teil, die von der Pädagogischen Hochschule Ruhr in Dortmund durchgeführt wurde. Zufällig wurde dort 1967 eine Stelle als technischer Angestellter frei. „Da bin ich hängengeblieben". Auch nach der Pensionierung im Jahr 1991 ist er „seinem" Institut noch immer als ehrenamtlicher Mitarbeiter verbunden, und die Studenten wissen, wen sie bei kniffligen Problemen um Rat fragen können.

Den Lesern des MIKROKOSMOS ist Erich Saake seit Jahren ein Begriff. In zahlreichen Aufsätzen hat er die Mikrofotografie von dem Nimbus befreit, nur mit teuersten Einrichtungen seien professionelle Ergebnisse möglich. Detailliert hat er beschrieben, wie moderne Computer-Blitzsysteme ohne große Umbauten an nahezu jedem Mikroskop verwendet werden können. Dank seiner praktischen Hinweise wissen wir Amateure jetzt, wie man Kameras jeden Typs an Mikroskope jeder Art adaptieren kann (wobei die Qualität der Aufnahmen nicht vom Kameraformat abhängt: die Minox ist für Mikrofotografie geradezu ideal). Er wurde auch nicht müde, mit hervorragenden Bildern zu belegen, daß die Methode der schiefen Beleuchtung bei der Untersuchung der Mikrowelt im Wassertropfen dem Phasenkontrast und dem differentiellen Interferenzkontrast ebenbürtig ist.

Das Bestimmungsbuch „Mikroorganismen limnischer Ökosysteme", das er zusammen mit Dr. Horst Müller im Jahr 1979 herausgebracht und mit über 500 Schwarzweißfotos illustriert hat, wurde an vielen Instituten zum Bestseller und war im Nu ausverkauft, es verdiente längst eine Neuauflage.

Wir Leser des MIKROKOSMOS wünschen dem Mikroskopiker aus Leidenschaft, der am 27. September dieses Jahres 70 Jahre alt wird, noch viele Jahre angeregter Arbeit – nicht ohne ein Quentchen Eigennutz, denn wir erwarten von ihm noch eine Menge interessanter Beiträge.

Rainer Hendel, Uffenheim



Erich Saake vor seinem Leitz-Panphot, einem Prunkstück seiner Sammlung.

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

Mikro-Lyrik

Der Mikrokosmos in Lemprière's Wörterbuch: Meeresleuchten im 18. Jahrhundert

Man wird sich erinnern, daß vor einiger Zeit der von Lawrence Norfolk geschriebene Erstlingsroman *Lemprière's Wörterbuch* in der Literaturszene von sich reden machte. Nicht nur im ersten Moment mag es verwundern, daß der MIKROKOSMOS auf dieses 700seitige Werk zu sprechen kommt, das in einer Besprechung als „... ein wildes, berauschendes Gemisch aus Abenteuer-, Kriminal-, Geschichts- und Liebesroman ..." charakterisiert wird. Vergegenwärtigt man sich dann noch die Tatsache, daß die Handlung dieses Buches zum Ende des 18. Jahrhunderts beginnt, mag man berechtigte Zweifel hegen, daß überhaupt von der mikroskopischen Dimension die Rede sein könnte.

Nun, man muß auch einige Ausdauer zeigen, bis man zu dem auf der Seite 500 beginnenden Kapitel 14 vordringt. Hierin wird berichtet, wie das Schiff *Herz des Lichtes,* auf dem sich das in diesem Kapitel aktuelle Romangeschehen abspielt, entlang der Westküste Frankreichs segelt und dabei auf eine Algenkolonie trifft. Und hier wird es nun für uns interessant, da von dem Phänomen des Meeresleuchtens die Rede ist. Im Roman liest sich das so:

> ... Reich an Proteinen und Nährstoffen, voller Muscheln für den klammermäuligen Seewolf und saftigem knolligem schwimmschneckenbesetztem Seetang für sich schlängelnde Aale, bildete die rauhe, zottelige Unterseite der *Herz des Lichtes* den Alten ein unwiderstehliches Habitat, dem sie leidenschaftlich anhingen, sich in untypisch dicken Schichten unter der Wasserlinie aufbauten, ... bis die ganze Hulk in eine gallertartige parasitische Suppe eingehüllt war. Freibewegliche Zellen schwangen eifrig ihre Geißeln in fröhlicher Selbstbeglückwünschung, im Dunkeln leuchtende Lichter pulsten an und aus und flackerten zwischen Meer und Himmel, Wasser und Luft, zwischen ihren Eins- und Null-Zuständen, bis sich die Szintillonen der dreschenden Geißeltierchen, die Zehntausende glitzernder Quadratmeter füllten, in einer weitläufigen Konfiguration vereinigten, einem ausgedehnten Liebesbrief der Algen an ihren widerwilligen Gastgeber. Jagd auf die *Megaera* oder nicht, die Algen hatten ihren wilden treibenden Jahren Lebewohl gesagt und *en masse* beschlossen, dort vor Anker zu gehen. Ihr Drang dazu war unwiderstehlich, weil absolut. Die Algen liebten die *Herz des Lichtes.* Liebe, sorglose Liebe. Hätten sie gewußt, daß ihre hartnäckige Beiwohnung wie indirekt auch immer zur Zerstörung der *Herz des Lichtes* führen würde, hätten sie sich vielleicht forttreiben lassen und resigniert ihr Luziferin oxydiert, um das große Spiel von Fressen und Gefressenwerden in neuen Weidegründen zu spielen. ...

Im Appendix *Das Dossier des Übersetzers* wird im 6. Abschnitt *Sachanmerkungen inklusive Übersetzung fremdsprachiger Zitate und Begriffe* relativ sachkompetent erklärt, daß es sich beim Meeresleuchten um die biologische Aktivität von Einzellern – vorwiegend Dinoflagellaten – handelt, die zur Biolumineszens befähigt sind und die eindrücklichen, nächtlichen Leuchterscheinungen verursachen.

Es sollte klar sein, daß, wenn im Roman von in fröhlicher Selbstbeglückwünschung eifrig ihre Geißeln schwingenden, freibewegliche Zellen die Rede ist, die darüber hinaus resigniert ihr Luziferin oxydieren, der in unserem Jahrhundert lebende Autor dem damaligen Kenntnisstand vorgegriffen hat. Denn zu der Zeit, in welcher der Roman angesiedelt ist, war man sich über die Einzelligkeit der mikroskopischen Organismen überhaupt noch nicht im Klaren und das Luziferin-Luziferase-System mußte noch etliche Dekaden auf seine Entdeckung warten.

Auf diese Textstelle wurde die Redaktion von Rudolph Ziesing aus Hamburg aufmerksam gemacht. Herzlichen Dank für diesen Hinweis!

K. Hausmann, Redaktion MIKROKOSMOS

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

Ernst Gundlach (1834–1908)

Rainer Hendel

Der Optiker, Mechaniker und Mikroskopfabrikant Ernst Gundlach ist wohl eine der schillerndsten Figuren unter den Pionieren des wissenschaftlich fundierten Mikroskopbaus. Mit der Konstruktion ebenso erstklassiger Objektive wie präziser Stative und einer Fülle von Erfindungen und Patenten erwarb er sich internationale Anerkennung, doch seinen Erfolg konnte er nicht wirtschaftlich ausnutzen.

Ernst Gundlach wird am 11. März 1834 in Pyritz/Pommern geboren und erweist sich schon früh als geschickter Bastler, denn er fertigt aus alten Brillengläsern ein Teleskop. 1848 beginnt er eine Lehre bei dem angesehenen Hofmechaniker C. Lewert in Berlin, seine Wanderjahre führen ihn nach Paris, London, Amsterdam und Wien. Um 1858 findet er eine Anstellung als einer der fünf Arbeiter in der Werkstätte von Friedrich Belthle, der Keimzelle der Firma Leitz in Wetzlar. Mit 4 Thalern, 3 Silbergroschen erhält er den höchsten Lohn.[1] Hier lernt er seine späteren langjährigen Mitarbeiter Wilhelm und Heinrich Seibert kennen.

1859 heiratet er Emilie Handner. Die schlechte Auftragslage und der kränkliche Meister Belthle veranlassen Gundlach im selben Jahr zu dem Versuch, eine eigene Firma in Wetzlar zu eröffnen. Er bietet optische und mechanische Artikel aller Art an, von der Brille über Perspektive und Fernrohre bis hin zu Barometern und Zirkeln.[2] Zwar treten die Brüder Seibert in das Unternehmen ein, doch bereits nach wenigen Monaten geht es zugrunde. Während sein Schwager die Schulden reguliert, erwirbt Gundlach in England neue Erfahrungen, vor allem in der Herstellung von Optik.

1862 gründet er in Berlin, Ritterstraße, das „Optische Institut von E. Gundlach". Die Brüder Seibert erzeugen für ihn in Wetzlar Linsen, die in Berlin zu Objektiven ergänzt und gefaßt werden. Sie produzieren auch aus Messingrohlingen, die ihnen zugeliefert werden, fertige Stative (Abb.1). Die Qualität der Objektive und die Präzision der Stative, verbunden mit einem moderaten Preis, machen Gundlachs Produkte bald international bekannt. Auf der Weltausstellung des Jahres 1867 in Paris werden sie ausgezeichnet, die Jury rühmt vor allem die Gundlachsche Glyzerin-Immersion. Im Dezember 1869 nehmen Mitglieder der Royal Microscopical Society in London Gutachten zur Kenntnis, denen zufolge verschiedene Objektive Gundlachs höher vergrößern, ein helleres Bild zeigen und einen größeren Arbeitsabstand aufweisen als die Optiken der damals führenden Pariser Firma Hartnack, dabei aber weniger als die Hälfte kosten.[3]

Gundlach erweitert den Betrieb und zieht im März 1869 in die Gentiner Straße um; knapp zwei Jahre später verlegt er seine Wohnung und Teile der Fabrikation nach Charlottenburg. Zwar beschäftigt er mittlerweile 20 Angestellte und erhält – oft gegen Vorkasse – Aufträge aus aller Welt, doch es gelingt ihm nicht, den Erfolg zu sichern. Er ist nicht fähig, die Produktionsbedingungen straff zu organisieren. Noch immer schleifen ihm die Brüder Seibert in Wetzlar Linsen und bauen Stative; andere Einzelteile werden wohl in Berlin, aber nicht im Firmengebäude angefertigt; der Graveur kommt nur stundenweise vorbei und die Mahagonikästen liefert ein Schreiner. Außerdem liebt es Gundlach, zu repräsentieren. Er hat daher kein Fabrikgebäude angemietet, sondern eine Villenhälfte. Den ersten Stock bewohnt er selbst, in den Zimmern des Hochparterres und den Kellerräumen stellen seine gut bezahlten Mitarbeiter Okulare, Nebenapparate und Linsen her, vor allem die Halbkugeln für die Immersion.[4] Seiner Zahlungsbilanz nicht eben förderlich sind auch die Tatsachen, daß er mit Krediten nicht umgehen kann, bei seinen Mitarbeitern verschuldet ist[5] und künftige Projekte für wichtiger als gegenwärtige Aufträge erachtet. Im Sommer 1872, kurz vor der Fertigung des tausendsten Mikroskops,

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

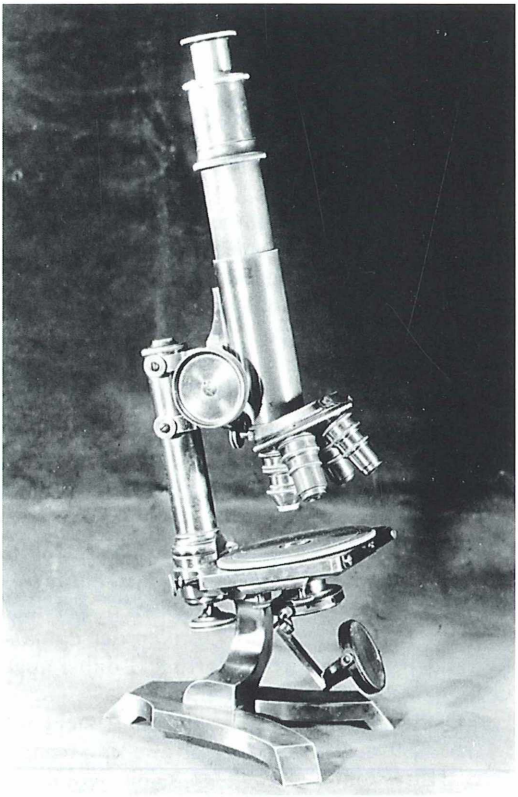


Abb. 1: „Nr. 2. Grosses Mikroskop. Drehbarer, mit Gradtheilung, sowie mit Stellschrauben zur Correctur der Centrirung versehener Objecttisch; Gelenk zur Schiefstellung und Fixirung in jeder Position; grosser hufeisenförmiger Messingfuss. Die schnelle Bewegung des Tubus wird mittels Triebwerkes bewirkt, die genaue Einstellung mittelst feiner Schraube, deren Handknopf sich unter der Tubussäule befindet. Diese Bewegung ist ohne Friction ... Der Doppel- (Hohl- und Plan-) Spiegel kann senkrecht und nach beiden Seiten hin bewegt werden. Cylinderblendung mit Schlitten und doppelter vertikaler Bewegung ... (hierzu 4 Diaphragmen). Hierzu: ein Revolver-Objectivträger für 4 Objective (Nr. 22); ein mittelst Schraube bewegliches Ocular-Glasmikrometer (Nr. 21); ein Polarisationsapparat mit Goniometer (Nr. 19); ein Oberhäuser'scher Zeichnen-Apparat (Nr. 16); eine grosse Beleuchtungslinse (Nr. 24); Condensator mit 3 Centralblenden; Objecttisch-Mikrometer (Nr. 28); die Objective Nr. I, II, IV, V, VIb, VIIb, und IX; Oculare Nr. I, II und III (Vergrösserungen von 30–2300 fach); 12 Test-Objecte, 12 Objectträger, Deckgläser. Das Ganze ist in einem starken Mahagoni-Kasten enthalten, die Objective in besonderem Leder-Etui. Thlr. 220." (zitiert nach dem Preis-Courant des Optischen Instituts von E. Gundlach 1868)
Die Objektive sind mit „Seibert" signiert. Die Instrumentennummer beträgt über 1000. Es ist also eines jener Instrumente, die mit Gundlachs Signatur versehen waren, aber schon von Seibert und Krafft ausgeliefert wurden (nach einem Foto von Helmut Baden, Wölferlingen).

geht die Berliner Firma Gundlach bankrott und wird von den Brüdern Seibert aufgekauft. Es spricht für den guten Ruf der Produkte Gundlachs, daß die neuen Besitzer seinen Namen eine Zeitlang im Firmennamen führen.[6] Ende August 1872 wandert Gundlach mit sei-

Abb. 2: Ernst Gundlach im Jahr 1872 kurz vor seiner Abreise: „Das soll mir mal einer nachmachen: Bankrott gemacht, 6000 Taler in der Tasche und jetzt ab nach Amerika." (zitiert nach Baden, 1991).

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

ner Familie nach Amerika aus (Abb. 2). Er hat eine großzügige Abstandszahlung erhalten und nimmt auch Produktionsmittel, z. B. die Einzelteile einer Polier- und Schleifbank, Gläser und andere Materialien mit. Der Vertrag verbietet ihm allerdings, innerhalb von 25 Jahren in Deutschland wieder einen optisch-mechanischen Betrieb zu eröffnen.[7]

Die Neue Welt ist zur damaligen Zeit eigentlich ein guter Markt für einen tatkräftigen und begabten Mann wie ihn. Eine eigene optische Industrie ist erst im Aufbau, und sogar an Universitäten sind Mikroskope als Forschungsinstrumente durchaus noch nicht selbstverständlich. Gundlachs Produkte waren schon seit den frühen 70er Jahren in Amerika vertrieben worden und in Fachkreisen wegen ihrer Qualität und Preiswürdigkeit anerkannt. Obwohl aber den Objektiven aus Gundlachs erster amerikanischer Produktion, die er in Hackensack (New Jersey) aufgenommen hatte, stets hervorragende Zeugnisse ausgestellt werden,[8] scheitert er mit einem eigenen Unternehmen.

Als die in der Brillen-Optik führende Firma Bausch & Lomb im Jahr 1876 in Rochester, New York, eine Abteilung für Mikroskope einrichtet, übernimmt Gundlach deren Leitung. Auf der 'Centennial Exhibition' in Philadelphia im Sommer 1876 zeigt Bausch & Lomb bereits eine ganze Reihe von Geräten Gundlachscher Konstruktion. Er selbst ist aber schon wieder aus dem Betrieb ausgeschieden und auf dieser Ausstellung mit einem eigenen Stand vertreten; seine Mikroskope werden wegen der hervorragenden Farbkorrektur und der geringen Bildfeldwölbung prämiert.[9] Kurz darauf kehrt er für ein Jahresgehalt von 2000 Dollar zu Bausch und Lomb zurück und entwickelt einen verbesserten Feintrieb für Mikroskope, einen Kondensor und ein Objektiv für Glyzerinimmersion, ein Okular und sogar eine Teleskop-Optik. Im Streit um Gewinnbeteiligungen und die Rechte an diversen Patenten trennt er sich im Jahr 1878 endgültig von der Firma, die noch eine Zeitlang mit seinem Namen wirbt. Gundlachs schwieriger, von Ungeduld geprägter Charakter wird aus einer Bemerkung seines Sohnes deutlich: „Ich glaube, mein Vater, wenn er nicht so bockig gewesen wäre, hätte sich mit der Firma einigen können in der Weise, dass die bewusste Gewinnbeteiligung auf 1 Jahr oder 2 hinausgeschoben werde. Dann würde der Erfolg auch wirklich (auch geschäftlich) ein grosser gewesen sein."[10]

Zwischen 1878 und 1884 zieht er mit wechselnden Partnern verschiedene Unternehmen auf. Wieder kommt es zu Rechtsstreitigkeiten in der Zueignung von Patenten und zu Problemen bei der Vermarktung, vor allem, da einer seiner Kompagnons, der Schulrektor Lewis R. Sexton, auf Verkaufsreisen die Preise für die Waren eigenmächtig erhöht.[11] Wohl auf der Flucht vor Gläubigern zieht die Familie im Sommer 1879 nach Hartford, Connecticut um.

Wieder erweitert Gundlach in dieser Zeit seine Produktpalette. Zu den schon obligaten Verbesserungen in der Mechanik und Optik, vor allem bei Wasserimmersionen, die sich mit den in Europa neu entwickelten homogenen Ölimmersionen messen können, und einer ganzen Linie von Amateur- und Studienmikroskopen zu Komplettpreisen zwischen 25 und 100 Dollar, treten Erfindungen aus ganz neuen Bereichen. Er konstruiert eine elektrische Beleuchtungseinrichtung und eine Montierung für Teleskope.[12]

1884 ruft er zusammen mit drei Partnern die „Gundlach Optical Company" in Rochester, N.Y. ins Leben. Anzeigen beschreiben sie als „Sole Manufacturers of E. Gundlach's Microscopes and Objectives" und definieren die Qualitätsansprüche näher: „The value of all our optical lenses rests upon certain scientific principles upon which they are constructet. Every objective, or, in fact, every lens of whatever kind, is made after a formula furnished by Mr. Gundlach".[13] Das Angebot der neuen Company beschränkt sich nicht nur auf Mikroskope, von denen ein Ärztemikroskop für 45 Dollar sich recht gut verkauft. Es beinhaltet auch Objektive für Teleskope und ganze Refraktoren zum Gebrauch für Amateure und High-Schools, ein Weitwinkelokular zur Mondbeobachtung und, ab 1884, auch drei Photoobjektive mit Brennweiten von 6, 8 und 10 Zoll. Wie verschiedene Publikationen Gundlachs aus dieser Zeit belegen[14], verlagert sich sein Interesse zunehmend auf das Gebiet der Fotografie; sein Sohn Karl berichtet, daß er auch die Entwicklung der Elektrotechnik verfolgt.[15]

Erneut ist Gundlachs Drang nach Unabhängigkeit stärker als seine Geduld. Zwar führt sich das Unternehmen gut ein und gewinnt bei der Columbian Exhibition in Chicago mehrere Preise, es ist auch lebenskräftig genug, um sich zu vergrößern und bis in die vierziger Jahre bestehen zu bleiben, dennoch tritt er im Jahr

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

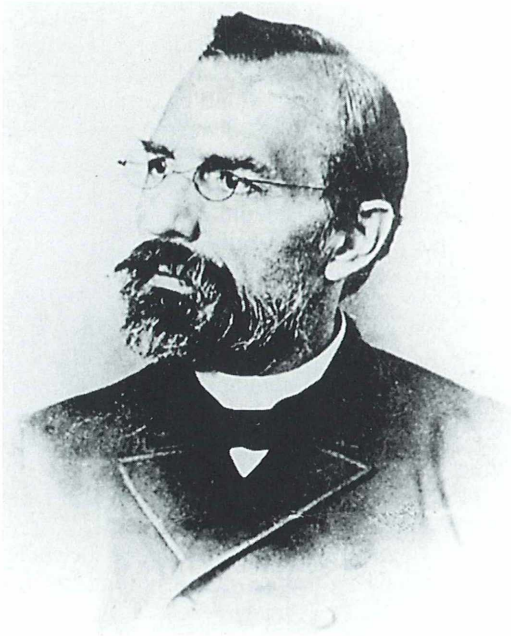


Abb. 3: Ernst Gundlach nach seiner Rückkehr aus Amerika, ca. 1905.

1885 aus der Company aus. Lizenzverträge sollen ihm ein wöchentliches Fixum und eine Gewinnbeteiligung pro Quartal bringen. Da aber Gundlach jede juristische und kaufmännische Einsicht fehlt, verliert er einen anhängigen Rechtsstreit.

Mit der Konstruktion und dem Verkauf von Fotoobjektiven hält sich Gundlach in wechselnden Firmen bis zur Jahrhundertwende über Wasser. Eine elektrische Bogenlampe und eine „Schnellkamera", ein kinematografischer Apparat, haben ebenfalls keinen Erfolg.[16] Um die Jahrhundertwende muß ihm dann aber die Erfindung eines Telefonhörers gelungen sein, den er gewinnbringend an die Bell Telephon Company verkaufen kann.[17] Damit finanziert er im April 1903 seine Rückreise nach Deutschland (Abb. 3).

Hier ist aber die Gründerzeit vorbei, auch im Bereich der neuen Technologien sind die Firmen bereits etabliert. Ein Siebzigjähriger hat keine Chancen mehr. Seine Pläne, eine Fabrik für elektrotechnische Artikel zu errichten,[18] sind ebensowenig realisierbar wie die Vermarktung eines Fotoobjektives, das als „sphärisch, chromatisch und anastigmatisch korrigiertes, aus je zwei verkitteten Linsen bestehendes Gauß-Objektiv mit einander zugewandten Kittflächen"[19] im September 1907 patentiert wird. Das Kapital ist bald verbraucht. Ernst Gundlach stirbt, völlig verarmt, im Jahr 1908 in Berlin an den Folgen eines Gehirnschlags.

Dank

Informationen verdanke ich Elfriede Baden, Wölferlingen; Rolf Beck, Leica Mikroskopie und Systeme, Wetzlar; Wanda Eichel, Deutsches Museum München; Dr. Volker Koesling, Museum für Verkehr und Technik, Berlin; Erich Saake, Bochum. Die Abbildungen stellte mir Walter Seibert, Wetzlar, zur Verfügung. Ihnen allen sei herzlich gedankt.

Anmerkungen

[1]Berg S. 45.
[2]nach Baden.
[3]Warner, S. 1.
[4]Vorweg S. 4f.
[5]Vorweg S. 10.
[6]Der Firmenname lautete: „E. Gundlach's Nachfolger Seibert & Krafft". Schmitz, S. 174.
[7]Vorweg S. 13.
[8]Warner S. 3f.
[9]Warner S. 4f; Karl Gundlach S. 6.
[10]Karl Gundlach S. 6.
[11]Karl Gundlach S. 7, Warner S. 7f.
[12]Warner S. 7-9.
[13]Warner S. 10.
[14]Warner zitiert in Anm. 50 verschiedene Aufsätze Gundlachs, die von 1887-1891 im British Journal of Photography und dem American Annual of Photography erschienen sind.
[15]Karl Gundlach S. 9.
[16]Karl Gundlach S. 11.
[17]Karl Gundlach S. 12, Vorweg S. 17.
[18]davon berichtet Emilie Gundlach im Jahr 1903 in Wetzlar Emil Vorweg. Vorweg S. 17.
[19]zitiert nach Baden.

Literaturhinweise

Baden, H.: Ernst Gundlach. In: Sammlerinfo 4, hrsg. von Helmut Baden, unpaginiert, 6 Seiten. Wölferlingen 1991.

Berg, A.: Ernst Leitz. Optische Werke Wetzlar 1849–1949. Umschau-Verlag, Frankfurt/M. 1949.

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

Gundlach, K.: Ernst Gundlach, Optiker und Mechaniker in Deutschland, später Amerika, zuletzt wieder in Deutschland. Unveröffentlichtes Typoskript aus dem Jahr 1943, 13 Schreibmaschinenseiten, im Archiv der Firma Leica Mikroskopie und Systeme GmbH, Wetzlar.
Schmitz, E.-H.: Handbuch zur Geschichte der Optik. Ergänzungsband II, Teil A: Das Mikroskop. Wayenborg-Verlag, Bonn 1989.
Vorweg, E.: Erlebnisse und Begebenheiten aus meiner Lehrzeit 1870–72 und 73 bei der Firma: ERNST GUNDLACH, Berlin und Charlottenburg. Unveröffentlichtes Typoskript aus dem Jahr 1926, 20 Seiten, im Archiv der Firma Leica Mikroskopie und Systeme GmbH, Wetzlar.
Warner, D. J.: Ernst W. Gundlach, German-American Optician. In: 'Rittenhouse' Vol. 10 Nr. 1, 1–18 (1995). (Hier finden sich viele Literaturangaben zu Gundlachs Tätigkeit in Amerika).

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

Kurze Mitteilung

Magnetfeldorientierung von Purpurbakterien

Magnetotaxis (Ortsbewegung mit dem Magnetfeld als Reizursache) bei Bakterien ist seit 1975 bekannt. Die auf das Magnetfeld reagierenden Zelleinschlüsse bei magnetotaktischen Bakterien werden Magnetosomen genannt. Auch photosynthetisierende Bakterien (*Ectothiorhodospira shapeshnikovii, Rhodopseudomonas palustris, Rh. rutilis*) zeigen Magnetotaxis.

Sobald der statische Magnet (M) von außen an die Kulturkolben gehalten wird, ist nach 5–10 min eine Bewegung der Biomasse (B) sichtbar (Abb. 1). Auf Dünnschnitten kann man die heterogene Struktur der magnetempfindlichen Zelleinschlüsse erkennen. Es sind kugelige Partikel. Ein im EM durchsichtiger Kern ist von einer elektronendichten Matrix umgeben, die wiederum vom Cytoplasma durch eine homogene Hülle abgetrennt ist. Die Analyse ergab, daß es sich bei der Matrix um Eisen handelt. Die kugelförmigen Magnetosomen der untersuchten Arten unterscheiden sich von den klassischen Magnetosomen der Spirillen und Vibrionen, die stabförmig und mit einer dreifachen Membran umgeben sind.

Die magnetisierbaren Strukturen der Purpurbakterien können also als eine Art „Prä-Magnetosomen" betrachtet werden; ihre ökologische Funktion dürfte darin bestehen, daß die Bewegung der Zellen in tiefere Schichten des Wassers orientiert wird. Diese sind nämlich weniger sauerstoffreich und daher günstig für Anaerobier. Die photosynthetisierenden Bakterien können auch Sulfide des Schlammes als energiereiches Substrat benutzen, so daß die magnetische Orientierung in Richtung sulfidreiche Tiefenschichten vorteilhaft ist.

Vainshtein, M., Suzine, N., Sorokin, V.: A new type of magnetsensitive inclusions in cells of photosynthetic purple bacteria. Syst. Appl. Microbiol. 20, 182–186 (1997).

H. F. Linskens, Nijmegen

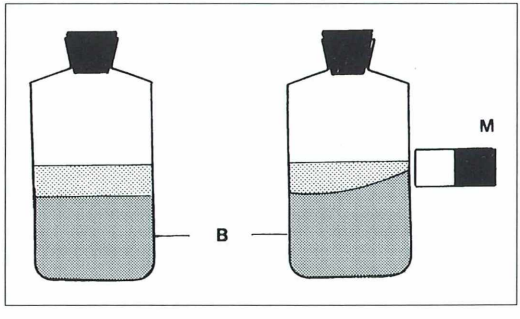


Abb. 1: Links: Über einer Zone hoher Konzentration an Bakterienbiomasse (B) befindet sich in der ruhig stehenden Kulturflasche eine klare, transparente Zone mit geringerer Zelldichte. Rechts: Unter dem Einfluß eines Stabmagneten (M) läßt sich die dichte Bakterienmasse nach oben in die Zone geringerer Konzentration ziehen. Umgezeichnet nach Vainshtein *et al.* (1997).

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

Über die Entdeckung der Blutregenalge Haematococcus pluvialis Flotow em. Wille

Joachim Wygasch

Der MIKROKOSMOS berichtete im vergangenen Jahr gleich zweimal über die Blutregenalge und bildete sie in lichtoptischen Mikrofotos ab [Hendel, R., Saake, E. (285–291) sowie Voß, H.-J., Saake, E. (357–364)]. Es mag von Interesse sein, den Erstbeschreiber vorzustellen, den Major Julius von Flotow (1788–1856), dessen 210. Geburtstag in das laufende Jahr fällt. Für die bescheidene Würdigung wäre 1994 als Jubiläumsjahr geeigneter gewesen, denn seine für die botanische Nomenklatur und Taxonomie wesentliche Veröffentlichung wird in der Literatur auf das Jahr 1844 datiert. Allerdings verschickte von Flotow bereits 1843 Sonderdrucke. Die Abhandlung trägt den Titel: Über *Haematococcus pluvialis*.

Die Einleitung beginnt mit dem Satz: *Auf einem kleinen botanischen Ausflug mit Dr. Körber am 6. September 1841 fanden wir in der flachen Höhlung einer Granitplatte, die den Steg über den Froschgraben auf dem Fusswege zwischen Hirschberg und dem benachbarten Dorfe Grunau bildet, in stehendem Regenwasser eine rothe Materie, welche sich auf den Steinen niedergeschlagen, auch an verwitterten Pflanzenresten angelegt hatte.* – Aus dem weiteren Inhalt ist zu schließen, daß von Flotow hier, am nordöstlichen Fuß des Riesengebirges, beheimatet war. Die Zeit erlaubte ihm, der Kryptogamenkunde weitere Erstbeschreibungen von Algen, Flechten und Moosen zu schenken. Er äußert sich über seine Freundschaft mit dem angesehenen Lebermoos-Spezialisten und Universitätsprofessor der Botanik Nees von Esenbeck in Breslau. Ihm sandte er den ersten seiner Sonderdrucke zu.

Der Verfasser dieses Aufsatzes hatte 1977 das Glück, von Flotows persönliches Beleg- und Arbeitsexemplar zu erwerben. Die bibliophile Rarität ist in Halbleder gebunden, mit Goldschnitt verziert, und enthält zahlreiche handschriftliche Ergänzungen und Korrekturen, eingelegte Notizzettel, insbesondere vor allem die Liste der Empfänger seiner Sonderabdrucke.

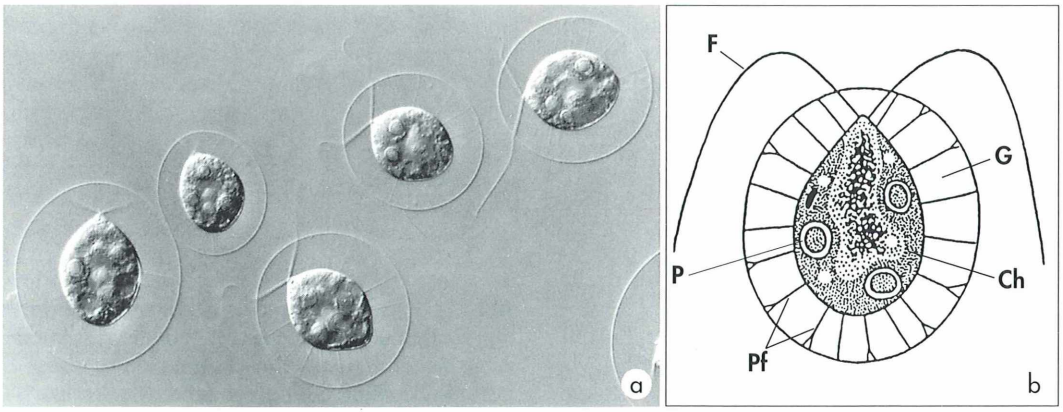


Abb. 1: *Haematococcus pluvialis* im lichtmikroskopischen Bild (differentieller Interferenzkontrast) (a) und in der Schemazeichnung (b). Ch Chloroplast, F Flagellum, G Gallerthülle, P Pyrenoid, PF Plasmafortsätze. (a Foto: H. Schneider, Landau; b nach Ettl aus Fott, 1971).

© Elsevier GmbH. Alle Rechte

Entdeckungsgeschichte von Haematococcus pluvialis

War Julius von Flotow wirklich der Entdecker der Blutregenalge (Abb. 1)? Der MIKROKOSMOS-Leser erfährt in Heft 5 des vergangenen Jahrgangs im Artikel von Hendel und Saake, daß bereits 1701 der weltbekannte Bakterien- und Infusorienentdecker sowie Brillenschleifer und Selbstbaumikroskopiker Antoni van Leeuwenhoek, nach Habitat und Beschreibung zu urteilen, *Haematococcus* vor seinem Mikroskop hatte. Auch der schwedische Pfarrer, Universitätsprofessor in Lund und berühmte Algenforscher Carl Adolph Agardh dürfte *Haematococcus* gesehen haben. Seine Beschreibung (1828) gilt indes als ungenau wie auch diejenigen einiger anderer Beobachter.
Die Nomenklatur ist recht unübersichtlich: Unser *Haematococcus pluvialis* wurde 1883 in *Sphaerella lacustris* umbenannt, da man in ihm eine Ähnlichkeit mit der schneebewohnenden Algengattung *Sphaerella* sah (heute eine Gruppe der Großgattung *Chlamydomonas*). F. N. Wille bewies 1903 die Unzulässigkeit der Umbenennung. Darum erscheint sein Name hinter dem von Flotows (em., von lateinisch emendo = ich verbessere bzw. berichtige).

Mikroskopische Anatomie der Blutregenalge

Von Flotow gab seiner Schrift drei Farbtafeln dazu, von denen die erste hauptsächlich die Dauerstadien (Aplanosporen) zeigt; die beweglichen Zoosporen sind auf der zweiten Tafel zu finden (Abb. 2).
Man täte diesem Forscher unrecht, wenn die vielen Unvollkommenheiten und irrigen Interpretationen vom Wissensstand der letzten 70 Jahre zu beurteilen wären. Es seien einige Beispiele ausgewählt. Die Tafelskizze Nr. 66 ist die einzige, die die beiden Geißeln der Zoospore wiedergibt. Allerdings verkennt er ihre Funktion und beschreibt sie in der Tafelerklärung als *Fäden am Schnäbelchen*, die bei diesem mit Jod behandelten Exemplar *verlängert und weit aus der Schleimhülle herausgereckt* worden seien, welches bei lebenden Individuen niemals zu beobachten sei (Abb. 2, 58

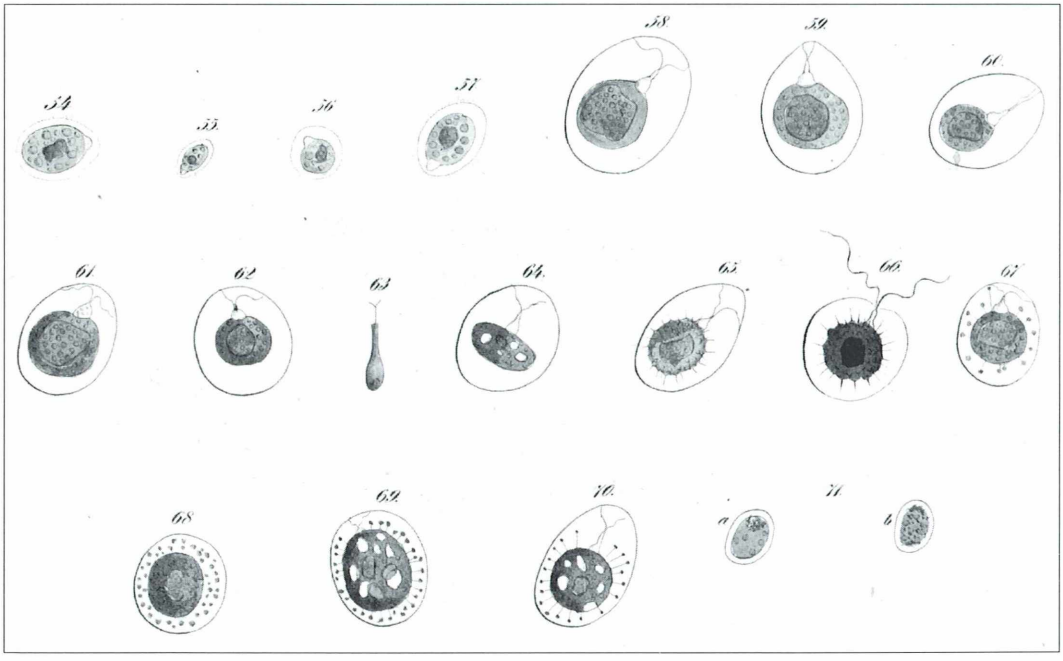


Abb. 2: Auschnitt aus der zweiten Steindrucktafel der Arbeit von Julius von Flotow aus dem Jahr 1844.

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

bis 65, 67, 69, 70). Es sei angemerkt, daß die Fixierung und simultane Färbung mit Jodlösungen die Geißeln kontrastiert. Sie rückten dadurch in den geringen Auflösungsbereich des Mikroskops des Herrn von Flotow. An anderer Stelle deutet er die Geißeln als Fühler, jedenfalls nicht als Verursacher der schwimmenden Fortbewegung. Wieviel – allerdings vergebliche – Mühe er sich gab, um die Ursache der von Zoosporen hervorgerufenen Wasserbewegung zu ergründen, läßt der folgende Abschnitt erahnen:

Wenn ... (sie) nach dreistündigem Eingeschlossensein zwischen Glasplatten zuletzt scheinbar ganz stille sich verhielten, und die divergirenden Fäden (Anm. d. Verf.: Gemeint sind die die Schleimhülle durchsetzenden Geißel) *in unveränderter Lage verharrten, so sah man doch bei allen Individuen um das Kopfende eine Strudelerregung, ohne auch nur im mindesten eine Spur anderer Organe gewahr werden zu können, womit dieser Strudel hervorgebracht wurde. Benachbarte Molecüle wurden langsam angezogen; kamen sie dem oberen Ende der Schleimhülle zu nahe, so sah man sie in eine lebhafte Bewegung geraten. ... Sollte der Strudel nur durch einen Einsaugungsprocess mittels der Fäden verursacht werden? Bei sehr divergirenden Fäden wurde nämlich klar, dass jeder derselben seine eigene Anziehungskraft ausübe, und diese nicht auf der Mitte des Schnäbelchens stattfinde.*

Die Schilderung zeugt von erstaunlich scharfem Beobachtungsvermögen mit einem leider unvollkommenen optischen Hilfsmittel. In seiner Interpretation scheint unverkennbar aber der Einfluß der in dieser Zeit vorherrschenden Auffassung durch, nach der Kleinlebewesen in ihrer inneren Organisation den bekannten, später Vielzeller genannten Tieren glichen.

Über sein Mikroskop schreibt er: *Für gewöhnlich bediente ich mich einer 170maligen Linearvergrößerung des Schiekschen Mikroskops, die nöthigenfalls auf 270, 470, 680 bis 1000mal gesteigert wurde.* Aus heutiger Sicht wäre die Qualität seines Instruments wohl mit der billiger Kaufhausmikroskope für Kinder zu vergleichen. Zwar entstanden die ersten Achromate bereits um 1750, Ölimmersionen, die eine sinnvolle Vergrößerung zwischen 800- und 1000fach zulassen, 1876 durch Ernst Abbe und Carl Zeiss. Auf sie geht auch ab 1872 die übrige berechnete und darum leistungsfähige Mikroskopoptik zurück.

Einfache Versuche

Neben seinen Beobachtungen führte von Flotow auch viele einfache Versuche durch wie die erwähnte Färbung mit Jodlösungen oder Erhitzungen sowie Kulturversuche, zum Beispiel unter verschiedenen Lichtverhältnissen. Er erlitt eine Erfahrung wie fast jeder, der *Haematococcus* von seinem natürlichen Standort nach Hause bringt, um ihn zu kultivieren: *Am folgenden Tage zeigten sich eine Menge rother Klümpchen überall an den Wänden der Flasche. Es ergab sich, dass dies alles mit Hämatococcus genährte Philodina roseola Ehrenb. ... war, wie solches deren karminroth gefüllter Magen bewies. Dieses Infusorium vermehrte sich mit unglaublicher Schnelligkeit, und liess bei seiner Gefrässigkeit keinen Hämatococcus aufkommen.* (Rädertiere wie *Philodina* wurden damals zu den Infusorien gezählt.)

Leider erkannte von Flotow manche Schädigungen seiner Beobachtungsobjekte nicht als Artefakte wie beispielsweise präletale Entmischungsvorgänge, wobei sich durch koagulativen Zerfall Volutinkörnchen oder rötliche Carotinoidtröpfchen bilden (Abb. 2, 67–70).

Es wirkt heute kurios, wenn er in diesem Zusammenhang Atome und Moleküle zu sehen glaubt, etwa wenn er *Haematococcus* zwischen zwei Glasplatten quetscht, reibt und als Ergebnis mitteilt, 75% der Haematococcen hätten sich in ihre Atome aufgelöst und bei starkem Druck mittels Anspannschrauben nur gar 5% erhalten geblieben wären.

Hang zum Rechnen

Seltsam mutet die Fülle seiner Messungen an den vielen umweltbedingten bzw. von der Art der Kultivierung abhängigen Formen an, die er besonders ausgegliedert und teilweise lateinisch benennt. Eigenartig empfindet man die 16 Seiten „Mikrometrischer Tabellen", welche die Mathematiker Rothkirch und Finger für ihn erstellten. Unter ihnen finden sich Volumenbestimmungen für Kugeln mit Halbmessern von 1 bis 150 Einheiten. Damit war man in die Lage versetzt, den Kubikinhalt verschieden dicker Aplanosporen nach Messung ihrer Durchmesser aus der Tabelle abzulesen. Offenbar fand es von Flotow nach Drucklegung unbefriedigend, nach diesem Modus nicht den Rauminhalt der mehr ellipsoidischen Zoospo-

© Elsevier GmbH. Alle Rechte

ren ermitteln zu können, denn zwei beiliegende Zettel enthalten in seiner Handschrift mathematische Kommentare und Formeln für Ellipsoide.

Probleme mit Ch. G. Ehrenberg

Tragisch erscheinen von Flotows Bemühungen, nicht in Widerspruch zu Ehrenbergs Ansichten über die Anatomie der Infusorien zu geraten. Bekanntlich gehört Christian Gottfried Ehrenberg (1795–1876) zu den produktivsten Erstbeschreibern von Mikroorganismen in der überwiegend deskriptiven Zeitspanne des 19. Jahrhunderts. Allerdings erlag er einem schwerwiegenden Lebensirrtum. In seinem hochgeschätzten Werk „Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen", Leipzig, 1838, projiziert er gedanklich in Einzeller Organe wie Magen, Darm, Sinnesorgane, ja sogar Muskeln und Nerven. In seinen Beschreibungen vermeidet von Flotow bis auf wenige und falsche Ausnahmen den Begriff Zelle. Nur einige Male schreibt er im Plural von Zellkernen. Dem Leser bleibt zumeist ungewiß, was er damit meint. Überhaupt wirkt der Gebrauch der biologischen Terminologie recht konfus. Auf der erwähnten Farbtabel XXV (2. der 3 Tafeln) soll die Abbildung 71a im Inneren 5 größere „Zellchen" zeigen, die jede einen „lichten, glänzenden Kern" haben. Der Verfasser dieses Beitrags würde diese Gebilde als Pyrenoide identifizieren. Andererseits erscheinen Volutinballen (= Polyphosphate) in den Vakuolen stark lichtbrechend und könnten unter Umständen durch von Flotow als Kerne gedeutet worden sein. An anderer Stelle spricht er von Härchen, die von peripheren Zellen ausgehen. Die leistungsfähigen Mikroskope dieses Jahrhunderts stellen die Härchen als die feinen Cytoplasmastränge dar, welche die Schleimhülle des Einzellers radial durchdringen.
Es ist offenkundig: von Flotow scheut sich, *Haematococcus* als das zu bezeichnen, was er ist, ein Einzeller. Nach eindeutigen Kriterien für eine vielzellige, in Organe gegliederte Anatomie sucht er vergeblich: *Doch nie habe ich,*

über Haematococcus pluvialis. VI. Vergl. mit thier. Infusorien. (561) **151**

nicht gesehen worden, wird von Ehrenberg selber als zweifelhafte Pandorina aufgeführt.

Schliesslich muss ich mich aber auf das Entschiedenste dahin erklären, dass ich in Ehrenberg's Prachtwerk auch nicht die mindeste Andeutung gefunden habe, nach welcher eine meiner Hämatococcus-Formen von ihm als Infusorium aufgeführt worden wäre. Nur möchte ich in Frage stellen, ob das Citat von ***Volvox lacustris*** Chantrans bei ***Euglena sanguinea*** Ehrenb. Infusionsth. S. **105, 106** dahin, oder nicht vielleicht zu ***Haem. Noltii*** Ag. gehöre. Zwar habe ich von Chantrans weder Bild noch Beschreibung in den a. a. O. citirten Abhandlungen (***Bulletin des sciences nat. de la soc. philomat. n. 6. p. 43. 1797*** und ***Recherches sur les Conferves p. 54. pl. VIII. fig. 17. 1802***) gesehen; meine Vermuthung, die Ehrenberg leicht widerlegen, oder als wahrscheinlich wird zugeben können, stützt sich nur auf folgende Angaben: **1)** Chantrans nennt die Körperchen, die das Wasser bei Besançon prächtig roth färbten (zwischen Zinnober und Carmin nüancirt), ***Volvox;*** demnach waren sie muthmasslich rund. **2)** Chantrans fand die rothe Farbe dieser Körperchen beständig, benutzte sie, in Wasser aufgelöst, zum Malen seines ***Volvox lacustris;*** sie widerstand der Sonne und änderte, auch dem starken Lichte ausgesetzt, sich nicht bedeutend. **3)** ***Volvox lacustris*** lebte getrocknet nach vier Jahren wieder auf.

Abb. 3: Textauszug aus der Originalveröffentlichung, in der von Flotow Bezug auf Ehrenbergs Infusionsthierchen nimmt.

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

selbst bei 1000maliger Linearvergrößerung in der günstigsten Beleuchtung, weder ein Aufnehmen von fester Nahrung, noch Secretionen bemerkt, noch Strudelerregung, wozu die Organe, Wimpern und Haare, durchaus fehlen; eben so wenig habe ich andere Organe erkennen können, namentlich Mund, Darm, Magen, wenn nicht jene runde Oeffnung im Kopf, und einige wenige Bläschen im wasserhell-grünlichen Hinterleibe für Mund und Magen gelten sollen.

Um Ehrenbergs Hypothese vom mit Organen ausgestatteten Infusor nicht direkt zu widersprechen, versucht er in einem Diskussionsteil, mit einem unterstützenden Nachwort durch Nees von Esenbeck, den mehr pflanzlichen Charakter des *Haematococcus* zu begründen. Dieses fällt ihm nicht leicht, denn *Haematococcus* entwickelt bewegliche Formen. Beweglichkeit aber war zu seiner Zeit Ausweis tierischer Eigenschaft. Da Ehrenbergs Werk auch eine Minderheit chlorophyllhaltiger Organismen enthält (z. B. *Pandorina*), trifft er die offenbar richtige Feststellung, daß jenes Buch einen vergleichbaren, *Haematococcus*-artigen Organismus nicht enthielte. Mit dieser Argumentation entzieht er sich möglicher Kritik der Anhänger Ehrenbergs (Abb. 3).

Dem heutigen Betrachter wird durch von Flotows Ausführungen (wieder einmal) deutlich, wie destruktiv ungesicherte, aber weithin akzeptierte Meinungen einer Autorität die Beurteilung beobachteter Fakten beeinflussen können. Der preußische Offizier Julius von Flotow hat es sich versagt, einer wissenschaftlichen Koryphäe mit Skepsis zu begegnen und eigenständige Schlüsse entgegenzusetzen.

Unter einer dünnen Decke zeitbedingter Fehlinterpretationen lag die sichere Erkenntnis von der Einzellernatur der ortsveränderlichen Protisten. Es bedurfte der Zusammenarbeit und des Mutes einzelner kritischer Forscher, der Entwicklung zum gegenwärtigen Wissensstand die Tore zu öffnen.

Literaturhinweise

Flotow, J. von: Über *Haematococcus pluvialis*. Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Curios. *XX*, 408–606 (1844).

Hendel, R., Saake, E.: Leeuwenhoek entdeckt die Kryptobiose. Mikrokosmos *86*, 285–291 (1997).

Voß, H.-J., Saake, E.: Badewasser mit Bodensatz – die Mikrowelt einer Vogeltränke. Mikrokosmos *86*, 357–384 (1997).

Wygasch, J.: Die Blutregenalge und ihr Feinbau. Mikrokosmos *52*, 293–297 (1963).

Verfasser: Dr. Joachim Wygasch,
Heinrich-Lübke-Str. 35, D - 33104 Paderborn

Nachricht

BONITO lädt zur 19. Jahresvortrags- und Adventtagung ein

Die hydrographisch-biologische Arbeitsgemeinschaft BONITO, die seit nunmehr 43 Jahren unter dem Motto „Umwelt- und Heimatforschung für den Umweltschutz“ tätig ist und über deren zahlreiche Aktivitäten in den letzten Jahren wiederholt ihr wissenschaftlicher Leiter Dipl. Biol. Wolfgang M. Richter im MIKROKOSMOS berichtet hat, hält ihre 19. Jahrestagung vom 27.–29. 11. 1998 in Feldberg (Mecklenburg/Vorpommern) ab. Ein attraktives Vortragsprogramm, das sich insbesondere auf Samstag, den 28. 11., konzentriert, verspricht interessante Sachinformationen und angeregte Diskussionen. Für Sonntag, den 29. 11., wird eine Exkursion in die Feldberger Seenlandschaft angeboten.

Interessenten wenden sich wegen weiterführender Informationen und insbesondere wegen Unterkunftsreservierungen sobald wie möglich an die Organisationsadresse: BONITO e. V., z. Hd. von Frau Doris Siebert, Südstraße 3c, 39288 Burg b. Magdeburg, Tel. 0 39 21/98 33 39.

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

Feinstrukturen der Raupen und Puppen zweier Tagfalter zur Befestigung am Verpuppungsplatz

Gerhard Starnecker und Michael Burret

Wie bei allen Insekten mit einer vollkommenen Verwandlung (Holometabolie) ist auch bei der Metamorphose der Schmetterlinge zwischen dem letzten Raupenstadium und dem Falter ein Puppenstadium geschaltet. Während sich die Puppen der Nachtfalter und Kleinschmetterlinge verborgen in Gespinstkammern oder Kokons liegend weiterentwickeln, verpuppen sich die Raupen der meisten Tagfalter frei, ohne schützende Hülle an Blättern, Stengeln, Zweigen oder Stämmen befestigt.

Innerhalb der Tagfalter (Rhopalocera) kommen hauptsächlich zwei Typen von Puppen vor. Die Nymphaliden (Edelfalter) haben eine Stürzpuppe, die mit dem Kopf nach unten, frei hängend allein über das Hinterleibs(Abdomen-)ende am Verpuppungsplatz verankert ist. Die Papilioniden (Ritterfalter), Pieriden (Gelb- und Weißlinge) sowie viele Lycaeniden (Bläulinge) haben eine Gürtelpuppe, die mehr oder weniger aufrecht stehend, zusätzlich zur Verankerung des Abdomenendes, mit einem Gürtel um den Rücken am Verpuppungsplatz befestigt ist. Nur wenige Tagfalter-Arten bilden hiervon eine Ausnahme und haben Puppen, die wie der Apollofalter *(Parnassius apollo)*, das Schachbrett *(Melanargia galathea)* oder der Große Waldportier *(Hipparchia fagi)* in Gespinstkammern am Boden liegen (SBN, 1987; Ebert, 1991). Mit der Entwicklung zu einer freien, exponierten Puppe mußten neben Schutzeinrichtungen u. a. gegenüber Austrocknung, extremen Temperaturen, Parasiten und Räubern auch spezielle Strukturen zur Befestigung am Verpuppungsplatz und entsprechende Verhaltensweisen hervorgebracht werden. Im folgenden sollen diese Strukturen und Verhaltensweisen am Beispiel der Stürzpuppe des Tagpfauenauges *(Inachis io)* und der Gürtelpuppe des Großen Kohlweißlings *(Pieris brassicae)* sowie deren verpuppungsbereiten Raupen (Vorpuppen) (Abb. 1a–d) beschrieben werden.

Vorbereitungen der Raupen für die Verpuppung

Am Ende der Freßphase legen die verpuppungsbereiten Raupen (Abb. 2) beider Arten während mehrerer Stunden längere Wegstrecken zurück, um einen geeigneten Verpuppungsplatz zu suchen. Für die Raupe des Großen Kohlweißlings ist eine Strecke von 350 m belegt (Godan, 1949). Am Verpuppungsplatz beginnen die Raupen mit ihrem am Kopf befindlichen Spinnfortsatz (Abb. 3) zunächst ein flächiges Gespinst aus Fäden anzulegen, um darauf dann einen kleinen Gespinsthügel, das Fußpolster, zu errichten. Das Gespinst wird an senkrechten bis waagerecht überhängenden, mehr oder weniger breiten Flächen angebracht. Zur Fortbewegung und zum Halt (auch am Gespinst) haben die Raupen je ein Paar Brust(Thorakal-)beine an den 3 Thoraxsegmenten, 4 Paar Abdominalfüße an den Abdominalsegmenten 3–6 und einen paarigen Nachschieber (Pygopodium) am letzten (10.) Abdominalsegment (Abb. 2). Die Thorakalbeine sind gegliedert und mit vielen, unterschiedlich langen Sinneshaaren besetzt (Abb. 4a). Das letzte Beinglied ist mit einer Klaue ausgerüstet (Abb. 4b). Die einfach gebauten Abdominalfüße (Abb. 5a–c) sowie der Nachschieber (Abb. 5a, f) bestehen aus einem Basalglied, das zahlreiche Sinneshaare trägt, und einer ausstülpbaren Endplatte (Planta) (Abb. 5b, c, f). Die Ausstülpung erfolgt über Druck der Körperflüssigkeit, die Einstülpung über Muskeln. Die Endplatte weist auf der Innenseite zum einen eine Vielzahl von zungenförmigen Auswüchsen auf (Abb. 5c–e), möglicherweise für die Fortbewegung auf eher glatten Flächen. Auf einer Glasscheibe kann jedoch die Raupe erst hochkriechen, wenn zuvor die Unterlage mit Gespinstfäden beklebt ist. Bei vollständiger Ausstülpung kommen zum anderen krallen-

Copyright GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

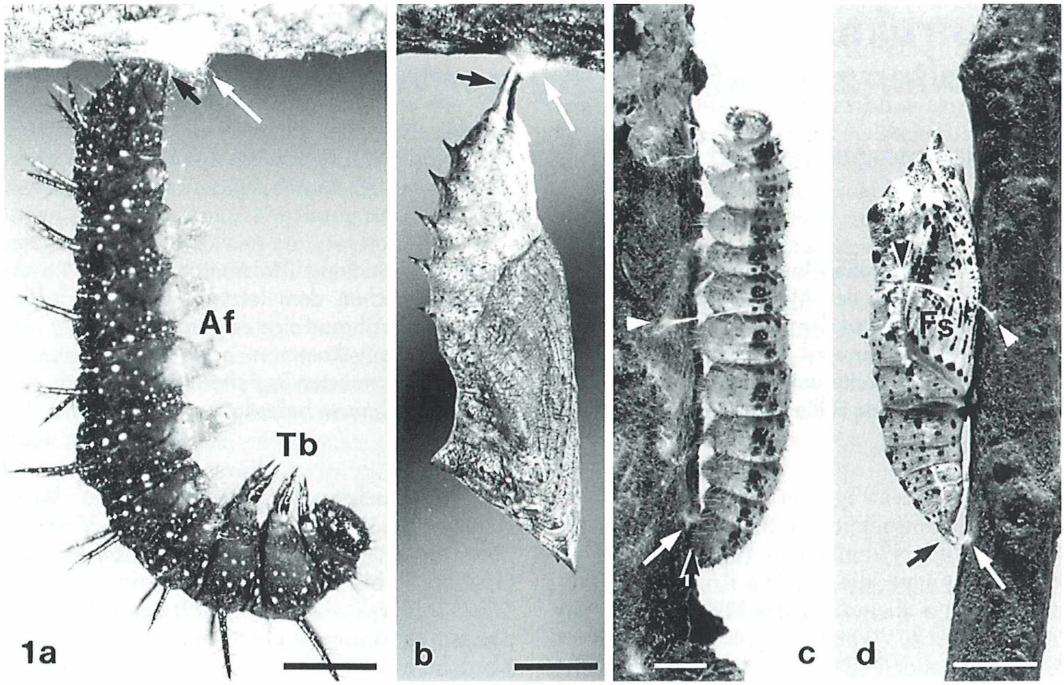
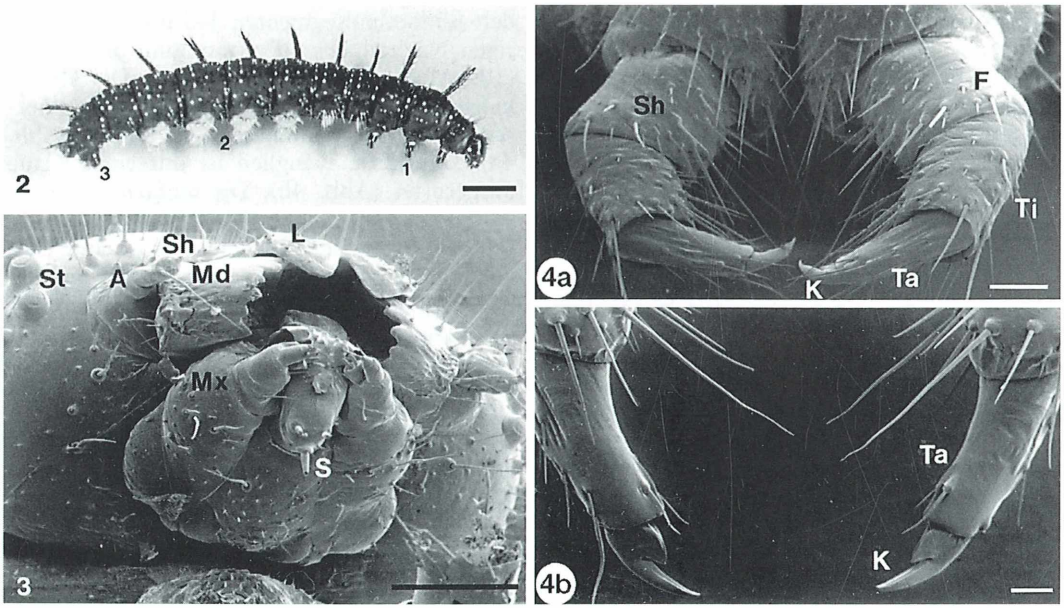


Abb. 1: Vorpuppen und Puppentypen der Tagfalter. (a) Hakenförmige Vorpuppe und (b) Stürzpuppe des Tagpfauenauges *(Inachis io)*. (c) Vorpuppe und (d) Gürtelpuppe des Großen Kohlweißlings *(Pieris brassicae)*, lateral.- Die Vorpuppen sind mit ihrem Nachschieber, die Puppen mit ihrem Kremaster (jeweils schwarzer Pfeil) im Fußpolster (weißer Pfeil) verankert. Der Gürtel ist in einer verstärkten Ansatzstelle (weiße Pfeilspitze) am Substrat befestigt. (d) Der Flügelscheide (Fs) liegt der Gürtel nur lose an, am Anfang eines lateralen Grates (schwarze Pfeilspitze und helle Linie abwärts) ist er etwas in die Kutikula eingeschnitten. Af, Afterfüße; Tb, Thorakalbeine. Maßstab 0,5 cm.



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

artige Haken (Abb. 5c, d) zum Vorschein für die Fortbewegung und zum Festhalten an rauheren Oberflächen. Die Haken sind zu drei Reihen im Halbkreis angeordnet (Abb. 5f, g). Sie sind unterschiedlich lang und stehen auf Lücke (Abb. 5g). Die Spitzen der Haken sind zur Bauchmitte ausgerichtet (Abb. 5a, c). Da jedes Fußpaar zueinander bewegbar ist, können die Raupen selbst auf dünnen Zweigen entlang wandern. Diese Art der Abdominalfüße werden entsprechend als Klammerfüße bezeichnet und kommen bei den Raupen der Tag- und Nachtfalter vor.

Ist das Fußpolster fertig gesponnen, drehen sich die Raupen auf dem Gespinst um oder kriechen darüber hinweg, um mit dem Nachschieber das Polster zu ertasten und darin die Haken zu verankern. Die Kohlweißlings-Raupe beginnt nun zusätzlich mit dem Spinnen des Gürtels. Dazu legt sie ihren Kopf in den Nacken und schwenkt mehrmals im Halbkreis von einer auf die andere Seite (Abb. 6a–d). Bei jedem Schwenk zieht sie einen 2–3 µm dicken Faden, der neben dem 3. Abdominalsegment am Substrat angeklebt und in einer Ansatzstelle verstärkt wird (Abb. 1c, 6e). Nach einer halben Stunde sind zwischen 40–45 Fäden zu einem 50 µm starken Gürtel verklebt, der lose um den Rücken des 2. Abdominalsegmentes führt (Abb. 1c, 6e).

Beide Raupen lösen jetzt nach und nach den Halt ihrer Thorakalbeine und Abdominalfüße zur Gespinstunterlage. Die Raupe des Tagpfauenauges hängt dann mit dem Kopf nach unten „gestürzt", nur noch über die Haken des Nachschiebers verankert, frei beweglich am Fußpolster (Abb. 1a). Der Kopf und die Thoraxsegmente sind leicht einwärts gekrümmt, so daß die Raupe, ab jetzt auch Vorpuppe genannt, eine haken- oder J-förmige Gestalt bekommt (Abb. 1a). Die Kohlweißlings-Raupe bzw. Vorpuppe steht aufrecht, im Gürtel zurückgelehnt und nach unten durch den Nachschieber abgestützt, so daß ihre Bauchseite selbst bei überhängenden Verpuppungsplätzen stets dicht am Substrat anliegt (Abb. 1c).

◄

Abb. 2: Raupe von *Inachis io* im letzten (5.) Stadium vor der Wanderphase. (1) 3 Paar schwarze Thorakalbeine, (2) 4 Paar hellbraune Abdominalfüße und (3) 1 Paar Nachschieber, lateral. Samtschwarze Kutikula mit weißen Flecken und dorsale Dornen zum Schutz. Maßstab 0,5 cm. Abb. 3: Ventralseite der Kopfkapsel von *Inachis io* mit Spinnfortsatz (S) zur Anfertigung von Gespinsten (REM-Aufnahme). Mundwerkzeuge: L, Labrum (Oberlippe); Md, Mandibeln (Oberkiefer); Mx, Maxillen (Unterkiefer). A, Antenne; St, Stemmata (je 6 Einzelaugen); Sh, Sinneshaare. Maßstab 500 µm. Abb. 4a, b: Thorakalbein von *Inachis io* (REM-Aufnahme). Beinglieder: F, Femur; Ti, Tibia; Ta, Tarsus und endständige Klaue (K). Sh, Sinneshaare. Maßstab (a) 250 µm, (b) 100 µm.

Die Häutung zur Puppe

Bei einer konstanten Temperatur von 20 °C dauert die Entwicklung von der Vorpuppe bis zur Häutung der Puppe im Labor etwas weniger als einen Tag. Verstärkte Muskelkontraktionen im Abdomenbereich bewirken einen Druck der Körperflüssigkeit im Thorax. Die Raupenhaut (Exuvie) platzt im Nacken auf und die harte Kopfkapsel wird entlang von Nähten gesprengt. Rhythmische Bewegungen erweitern den Riß entlang der Rückenmittellinie, die Exuvie wird in Richtung Abdomenende zu einem Knäuel abgestreift. Sind nur noch die letzten Abdominalsegmente vom Exuvienknäuel umgeben (Abb. 7a, c), hat die Häutung einen kritischen Augenblick erreicht, vor allem für die freihängende Stürzpuppe. Sie muß die Verankerung im Fußpolster von den Nachschiebern der Raupe auf ihren eigenen Kremaster übertragen (Abb. 7b), ohne dabei den Halt zu verlieren und abzustürzen. So als müßten wir uns, mit einer Hand an einer Reckstange hängend, einen Overall vollständig ausziehen, ohne dabei mit der Hand umzugreifen. Die Stürzpuppe verhindert einen Sturz, indem sie die Innenseite des abgestreiften Exuvienknäuels an zwei vorspringenden, knaufförmigen Erhebungen befestigt. Diese beiden Vorsprünge liegen auf der Ventralseite des Abdomenendes (Abb. 8a, b) und sind dicht mit vielen, winzigen, dornenförmigen Zähnchen besetzt (Abb. 8b, Einschub). Die Zähnchen zeigen in die entgegengesetzte Richtung zum Abstreifen der Raupenexuvie und können diese dadurch festhalten (Starnecker, 1998). Es besteht nunmehr eine Verbindung der Puppe über diese Vorsprünge zur Raupenexuvie, die mit dem Nachschieber immer noch im Gespinsthügel verankert ist (Situation in Abb.

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

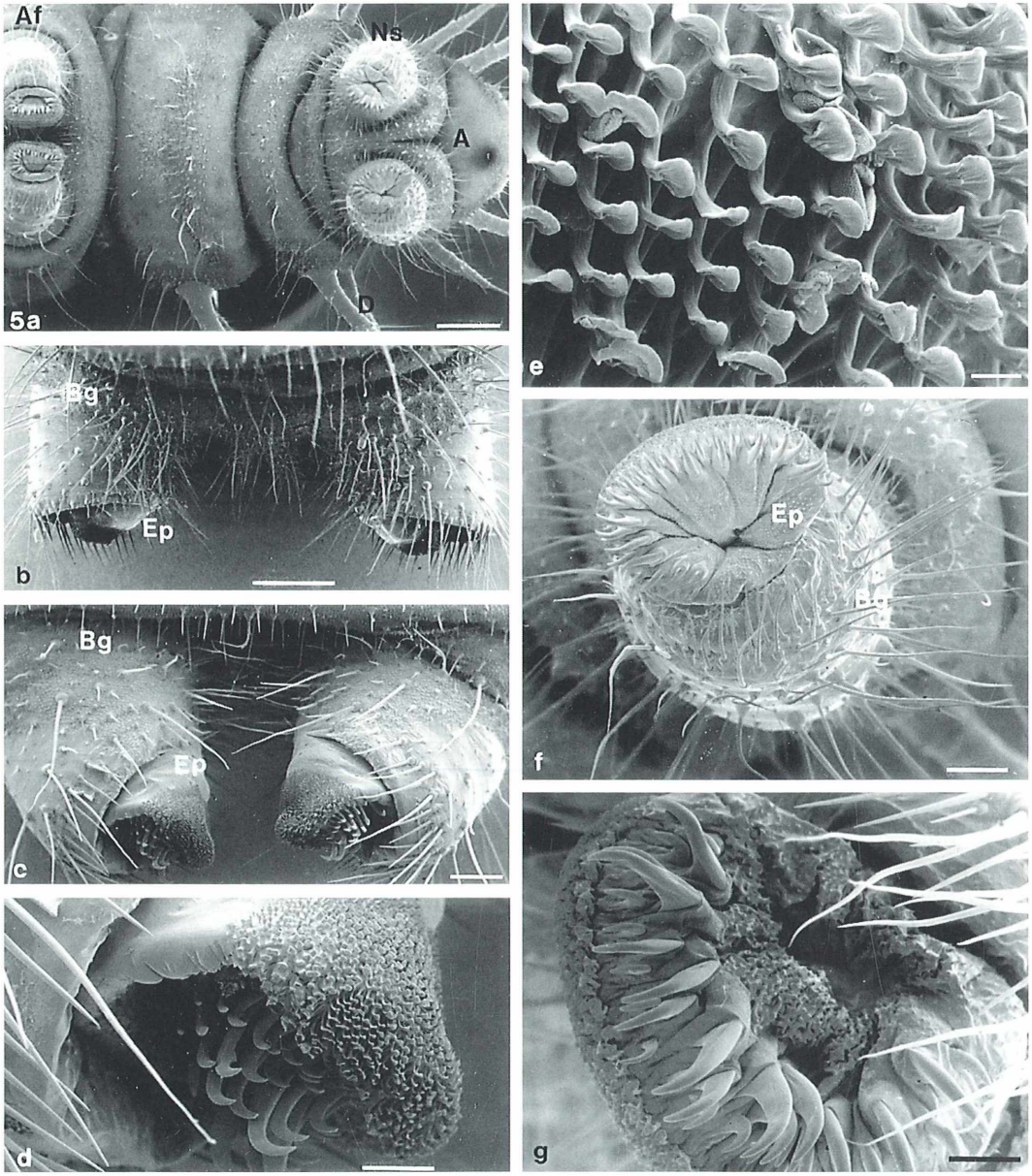


Abb. 5: (a) Ventralseite der Abdominalsegmente 6–10 von *Inachis io* mit Afterfüßen (Af) und Nachschieber (Ns) (REM-Aufnahmen). A, After; D, Dornen. (b) Afterfuß mit Basalglied (Bg), Endplatte (Ep) nahezu eingestülpt, dichter Besatz an Sinneshaaren, frontal. (c) Afterfuß mit teilweise ausgestülpter Endplatte, frontal. (d) Endplatte, Ausschnitt von (c) mit zungenförmigen Auswüchsen und Haken. (e) Zungenförmige Auswüchse der Endplatte, Ausschnitt von (d). (f) Nachschieber mit Basalglied und ausgestülpter Endplatte, ventral. (g) Nachschieber mit krallenförmigen Haken. Maßstab (a) 1 mm, (b) 500 µm, (c) 250 µm, (d) 100 µm, (e) 10 µm, (f) 250 µm, (g) 100 µm.

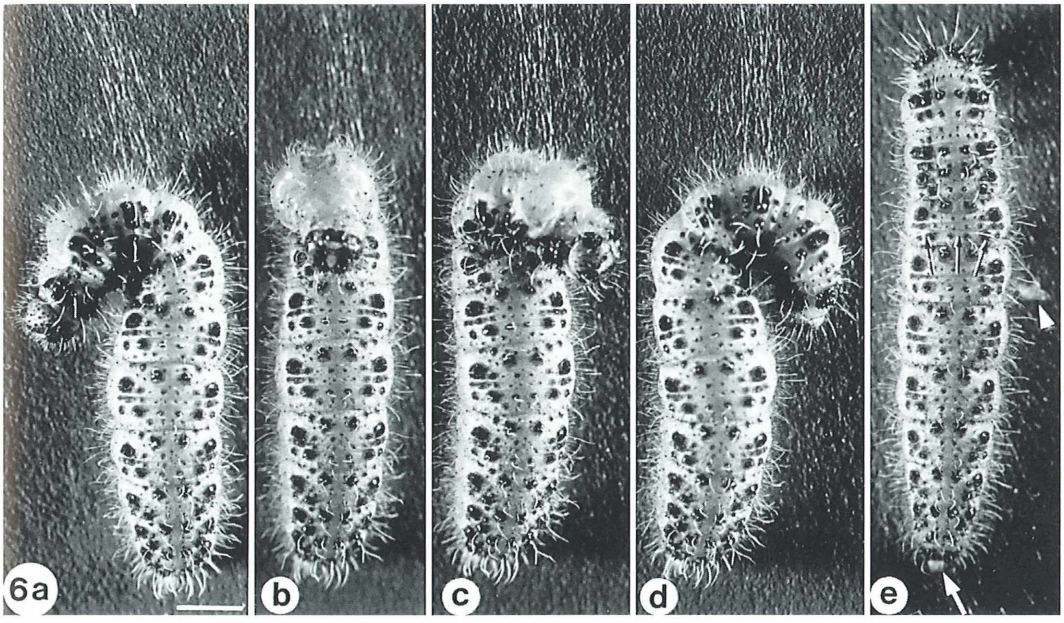


Abb. 6a–e: Spinnen des Gürtelfadens bei *Pieris brassicae,* dorsal. Der Kopf der Raupe schwenkt mehrmals im Halbkreis hin und her dabei einen Faden ziehend. (e) Der Gürtel (schwarze Pfeile) ist fertig gesponnen und liegt auf dem Rücken des 2. Abdominalsegmentes. Die Raupe hat ihren Kopf wieder der Unterlage zugewandt. Pfeilspitze, Ansatzstelle des Gürtels am Substrat; weißer Pfeil, Teil des Fußpolsters sichtbar. Maßstab 0,5 cm.

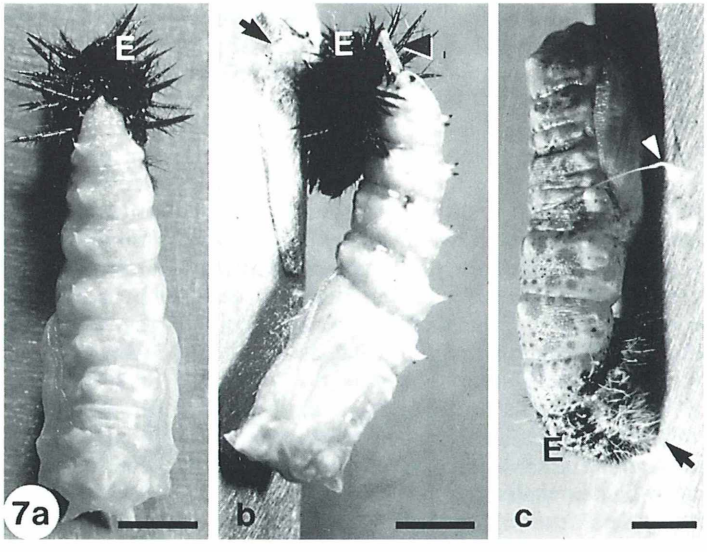


Abb. 7: Häutung der (a, b) Stürzpuppe von *Inachis io* und (c) Gürtelpuppe von *Pieris brassicae.* (a, c) Die Raupenexuvie (E) ist zum Abdomenende abgestreift und umgibt nur noch die letzten Segmente. Jetzt wird der noch verborgene Kremaster aus dem Exuvienknäuel gezogen. (b) Der Kremaster (schwarze Pfeilspitze) ist herausgezogen. Die Stürzpuppe muß nun versuchen, durch Streckbewegungen über die noch weiche Exuvie hinweg den Kremaster im Fußpolster (schwarzer Pfeil) zu verankern. In diesem kritischen Moment ist die Stürzpuppe gesichert über die Zähnchen der knaufförmigen Vorsprünge, die sich in der innersten Exuvienschicht verhaken (vgl. dazu Abb. 8a, b und 9a). Maßstab 0,5 cm.

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

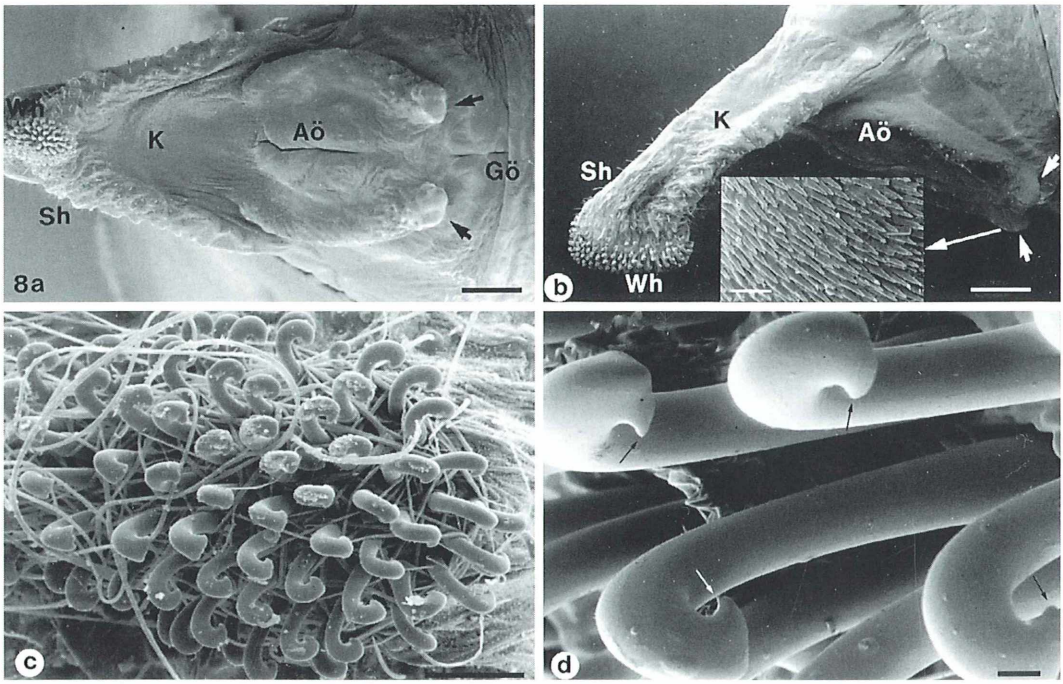


Abb. 8: Abdomenende der Stürzpuppe von *Inachis io* (REM-Aufnahmen). (a, b) Hinter der Afteröffnung (Aö) findet sich ein verlängerter Kremaster (K), der an seiner Spitze mit Widerhaken (Wh) und ringsum mit Sinneshaaren (Sh) besetzt ist. Zwischen Aö und Geschlechtsöffnung (= weibliche Puppe, da zwei Gö) liegen zwei knaufförmige, vorspringende Erhebungen (Pfeile), die die Innenseite der Raupenexuvie festhalten. Einschub in (b) zeigt den dichten Besatz der Erhebungen mit spitzen Zähnchen. (a) ventrale und (b) laterale Ansicht. (c) Geordnet stehende, einfach gebogene Widerhaken mit Gespinstfäden. (d) Einzelne Widerhaken zeigen stumpfes Krümmungsende mit 2 seitlichen, kurzen Zipfeln (Pfeile). Maßstab (a, b) 0,5 mm, (c) 100 µm, (d) und Einschub 10 µm.

7a). So gesichert kann die Stürzpuppe ihren Kremaster aus dem Exuvienknäuel ziehen (Abb. 7b). Durch intensive Streckbewegungen hat die Puppe nach wenigen Sekunden den Kremaster im darüber befindlichen Fußpolster verhakt (Abb. 1b). Durch heftiges Zappeln verstärkt die Puppe diese Verankerung, wobei die Verbindung zur Raupenexuvie abreißt und diese zu Boden fällt.

Der Kremaster der Stürzpuppe ist für den Verankerungszweck hinter der Afteröffnung verlängert (Abb. 8a, b). In der Ventralansicht sind seine beiden wulstartigen, zu einer Spitze zulaufenden Aufwölbungen zu erkennen, die auch mit Sinneshaaren besetzt sind (Abb. 8a). Die Sinneshaare informieren die Puppe über den Fortgang der Häutung. So werden die einzelnen Bewegungsschritte und Verhaltensweisen eingeleitet und wieder gestoppt. An der Kremasterspitze befinden sich viele, sehr geordnet stehende Widerhaken (Abb. 8a–c). Ihre Krümmungen zeigen in die gleiche Richtung und zwar bei der hängenden Puppe nach unten, so daß durch deren Schwerkraft eine sichere Verankerung in den Fäden erfolgen kann (Abb. 8c). Das etwas stumpfe Krümmungsende weist zwei seitliche, jedoch nur kurze Zipfel auf (Abb. 8d), damit sich die Widerhaken in den Fäden besser verfangen können. Die Aushärtung der Kutikula der Stürzpuppe des Tagpfauenauges ist nach einem Tag abgeschlossen. Nach etwa 14 Tagen schlüpft dann der Falter aus der Puppenhülle.

Bei der Gürtelpuppe laufen die ersten Häutungsschritte im wesentlichen wie bei einer Stürzpuppe ab. Die Raupenexuvie wird unter

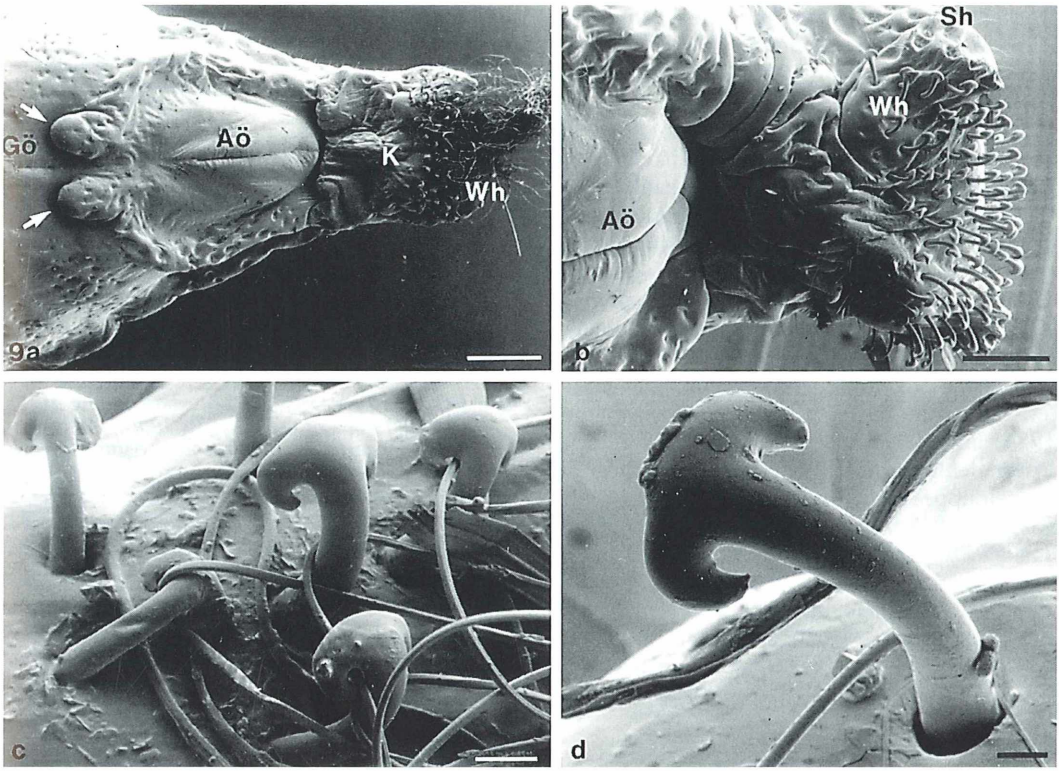


Abb. 9: Abdomenende der Gürtelpuppe von *Pieris brassicae* (REM-Aufnahmen), ventrale Ansicht. (a) Kurzer Kremaster (K) mit einem stumpfen, Widerhaken (Wh) tragenden Ende. Zwischen After-(Aö) und Genitalöffnung (Gö) liegen zwei knaufförmige, vorspringende Erhebungen (Pfeile), die die Innenseite der Raupenexuvie festhalten. (b) Widerhaken am Kremasterende, seitlich Sinneshaare (Sh). (c) Einzelne Widerhaken verfangen sich in Gespinstfäden. (d) Widerhaken vom Anker-Typ mit deutlich ausgebildeten, seitlichen Zipfeln und Gespinstfaden im Größenvergleich. Maßstab (a) 0,5 mm, (b) 250 µm, (c) 25 µm, (d) 10 µm.

dem losen Gürtel hinweg zum Abdomenende abgestreift. Das Abdomen der zunehmend hervortretenden, noch weichen Puppe biegt sich etwas durch, die Puppe hängt nunmehr mit ihrem Gewicht im Gürtel (Abb. 7c). Zieht die Puppe jetzt den Kremaster auf der Dorsalseite aus dem Exuvienknäuel, hält letzterer das Abdomenende auf der Ventralseite nahe am Fußpolster. Somit wird verhindert, daß der Kremaster zu weit nach unten über das Fußpolster hinweg rutscht und dieses dann außerhalb seiner Reichweite ist (Starnecker, 1998). Das Abdomenende krümmt sich nun unter dem Exuvienknäuel hinweg nach oben, um den Kremaster im Fußpolster zu verankern. Die Puppe hat dann ein Widerlager, kann sich wieder strecken (Abb. 1d) und langsam aushärten.

Die Gürtelpuppe braucht zur Verbindung mit dem Exuvienknäuel ebenfalls auf der Ventralseite die beiden vorspringenden Erhebungen (Abb. 9a). Besatz und Form der Zähnchen scheinen im Vergleich zum Tagpfauenauge jedoch einfacher zu sein (Starnecker, 1998). Diese Verbindung ist vor allem dann von Bedeutung, wenn die Raupen die Unterseite schräg bis waagerecht verlaufender Zweige und Äste als Verpuppungsplatz auswählen oder ein lockerer Gürtel gesponnen wird (vgl. dazu die verschiedenen Gürtelpuppen in SBN, 1987). Die Raupen des Kohlweißlings verpuppen sich im Labor gerne an der Unterseite des

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

Deckels des Haltungsgefäßes, die Raupen des Zitronenfalters *(Gonepteryx rhamni)* bevorzugen im Freien die Unterseite von Blättern und Zweigen (SBN, 1987; Ebert, 1991).
Der Kremaster der Kohlweißlings-Puppe ist kurz und dorso-ventral etwas abgeflacht (Abb. 9a, b). Sein stumpfes Ende ist mit zahlreichen, leicht gekrümmten Widerhaken ausgestattet, die in unterschiedliche Richtungen gekrümmt sind (Abb. 9b). Das Hakenende hat in Form eines Ankers zwei seitliche, zum Stiel hin gebogene Zipfel (im Unterschied zum Tagpfauenauge), ideal zum Festhalten der Gespinstfäden (Abb. 9c). Dieser Anker-Typ (Abb. 9d) scheint charakteristisch für die Papilioniden (Eitschberger, 1984) und Pieriden (Starnecker, 1998) zu sein. Durch den kurzen, stumpfen Kremaster liegt die Gürtelpuppe dicht am Verpuppungsplatz. Im Sommer schlüpft der Falter nach etwa 14 Tagen aus der Puppenhülle, die Puppen der 2. Generation überwintern.

Literaturhinweise

Ebert, G. (Hrsg.): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Tagfalter I und II. 2 Bände. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart 1991.
Eitschberger, U.: Studien einiger ausgewählter Mikrofeinstrukturen der Praeimaginal-Stadien bei Papilioniden (Lepidoptera, Papilionidae). Atalanta *15*, 350–372 (1984).
Godan, D.: Massenauftreten von Kohlweißlingsraupen *(Pieris brassicae)* in Berlin. Biol. Zbl. *1*, 165–166 (1949).
SBN (Schweizerischer Bund für Naturschutz) (Hrsg.): Tagfalter und ihre Lebensräume. K. Holliger, CH-Egg 1987.
Scoble, M. J.: The Lepidoptera. Form, Function, and Diversity. Oxford University Press, Oxford 1992.
Starnecker, G.: A safety band prevents falling of the suspended pupa of the butterfly *Inachis io* (Nymphalidae) during moult. A comparison with the girdled pupa of *Pieris brassicae* (Pieridae). Zoomorphology *118*, 129–136 (1998), im Druck.

Verfasser: Dr. Gerhard Starnecker und Michael Burret, Allgemeine Zoologie, Universität Ulm, D - 89069 Ulm.

Kurze Mitteilung

Algen-Galerie im Mikroformat

Felix Eugen Fritsch (1879–1954), der nach dem Studium in London zunächst an der Universität München Assistent für Pflanzenanatomie war und später unter anderem am berühmten Royal Botanic Garden in Kew bei London Gärtnerlehrlinge in Physik und Chemie unterwies, ist in der Fachwelt vor allem durch sein monumentales zweibändiges Werk „Structure and Reproduction of Algae" (Cambridge 1935/1945, zusammen über 1600 Seiten) bekannt. Noch während seiner Zeit in London begann er, aus der Literatur alle möglichen Abbildungen von Algen jeglicher Lebensräume und Verwandtschaftsgruppen zusammenzutragen. Nach seinem Tode erhielt die von ihm mitbegründete Freshwater Biological Association in Ambleside/England [sie betreut heute auch die bekannte Culture Collection of Algae and Protozoa, vgl. MIKROKOSMOS *85*, 241–243 (1996)] die inzwischen enorm angewachsene Bildsammlung. Hier nahm man zur Sicherung des Archivbestandes alle Abbildungen auf Mikrofilm auf und erweiterte die Sammlung zwischen 1972 und 1997 beträchtlich. Gegenwärtig umfaßt der genau dokumentierte Bestand der sogenannten Fritsch Collection rund 512 000 genau dokumentierte Algenabbildungen aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen (Erstbeschreibungen, Detailuntersuchungen) auf 3002 Mikrofilmen. Über einen gedruckten alphabetischen Index ist das einzigartige Archiv taxonomisch-systematisch zu erschließen. Besonders umfangreich sind mit 766 Mikrofiches beispielsweise die Kieselalgen oder mit rund 500 die Zieralgen (Desmidiaceen) vertreten – letztere bildeten einen besonderen Schwerpunkt in der Feldforschung von F. E. Fritsch, nach dem übrigens die Grünalgengattung *Fritschiella* benannt ist.
Der niederländische Verlag IDC in Leiden bietet die komplette Mikrofilm-Kollektion für Hfl 26.000,– oder Teile davon ab Hfl 150,– an. Angesichts des hohen, aber verständlichen Preises wird die Bildsammlung wohl vorerst nur in großen Bibliotheken oder Forschungszentren für die Detailrecherche zur Verfügung stehen. Genauere Informationen kann man auch im Internet (htt://www.idc.nl) abrufen.

B. P. Kremer, Redaktion MIKROKOSMOS

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

Mikroblitz – Einmal mehr, aber anders

Bruno Wiertz

Im Laufe der letzten Jahre ist – wie die Literaturhinweise zeigen – eine Reihe von Beiträgen zum Thema erschienen. Die Vorschläge reichen von einfachen Selbstbaulösungen bis zu komfortablen Konstruktionen, die jedoch einen entsprechenden maschinellen Aufwand erfordern. Wenn das Thema heute erneut aufgegriffen wird, so deshalb, weil sich aus der Benutzung einige neue Gesichtspunkte und Lösungen ergeben haben.

Das Funktionsprinzip bestand bisher im gleichzeitigen Beobachten und Fotografieren: „in die Beobachtung hinein blitzen"; „verflochtener Strahlengang von Beobachtungs- und Blitzlicht".
Es fragt sich jedoch, ob das Prinzip der Gleichzeitigkeit unabdingbar ist, oder ob nicht – wie dies bei der Spiegelreflexfotografie stets der Fall ist – für den kurzen Augenblick der Aufnahme auf die Beobachtung des mikroskopischen Bildes verzichtet werden kann, ohne Entscheidendes zu verpassen. Das Gefühl für den richtigen Augenblick ist in unserem Metier ja doch das Ergebnis vorausgegangener genauer Beobachtung des Erscheinungsbildes eines Objektes in seinen typischen Details und in seinem Verhalten. Beim heutigen Stand der Kameratechnik sind Erfahrung und Reaktionsgeschwindigkeit des Mikroskopikers entscheidend.
Aufgrund dieser Überlegungen wurden für die vorliegende Konstruktion folgende Grundsätze festgelegt:

- An die Stelle der Teilerplatte tritt ein Schwenkspiegel. Damit wird die volle Blitzleistung ausgenutzt. Es genügt ein Taschenspiegel, der einfacher zu beschaffen und wesentlich billiger ist.
- Der Aufbau erfolgt als Modul, das schnell gegen ein anderes Beleuchtungsmodul ausgetauscht werden kann.
- Alle Module besitzen einen Schwingspiegel und zur Aufnahme im Stativ einen identischen Basisflansch. Er ist im Stativ-Aufnahme-Flansch zum Zwecke der Kontrastmaximierung um 2×45° drehbar.
- Durch Modulbauweise können die Lichtwege auf etwa die Hälfte verkürzt und damit die Helligkeit im Quadrat der Verkürzung erhöht werden.
- Es wird eine moderne Spiegelreflexkamera (OLYMPUS OM-System) mit synchronisiertem Blitz und Winder verwendet.
- Bei allen Modulen löst der Schwingspiegel, kurz bevor er seine definierte (Stellschraube) Endlage erreicht, den Kontakt aus (Mikrotaster, Modellbau).

Das Blitzmodul

Das Blitzmodul ist in seinem Aufbau aus der schematischen Schnittzeichnung ebenso wie die Einzelfunktion zu erkennen (Abb. 1). Außer auf Vorschläge für die Materialstärke wurde auf Bemaßung verzichtet, weil die Module den jeweiligen Gegebenheiten von Mikroskopstativ und Kamerasystem angepaßt werden müssen.
Der Mikrotaster bremst mit seinen langen Federarmen die Bewegung des Schwingspiegels sanft ab. Der Kontaktzeitpunkt wird beim Justieren durch Drehen des Mikrotasters bestimmt und dieser dann durch eine zweite Schraube fixiert.
Auf der Spiegelachse sitzt vorne ein Exzenter. Er besitzt an einer Seite eine Verbreiterung, gegen die zur Auslösung der Zeigefinger der (wahlweise) rechten Hand drückt, um den Schwenkspiegel zu bewegen. Das weitere Programm läuft automatisch ab. Die Eigengewichte von Spiegelhalterung und Exzenter lassen den Spiegel in die vertikale Ruhestellung zurückfallen. Seine Bewegung wird durch ein kleines Schaumstoffpolster gebremst. Der Drehpunkt der Spiegelachse ist so gewählt,

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

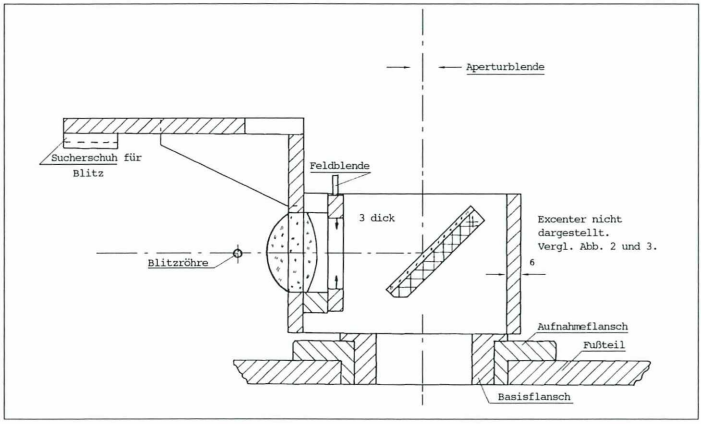


Abb. 1: Blitzmodul, halbschematische Schnittzeichnung, nicht maßstäblich.

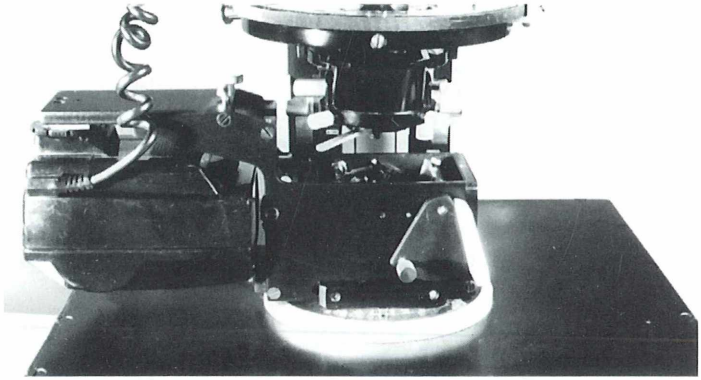


Abb. 2: Blitzmodul in Mikroskopfuß, Schrägsicht.

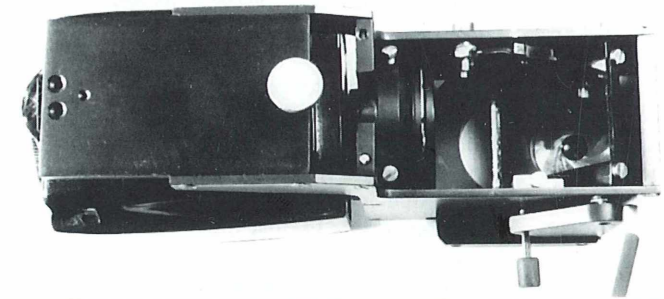


Abb. 3: Blitzmodul in Mikroskopfuß, Draufsicht.

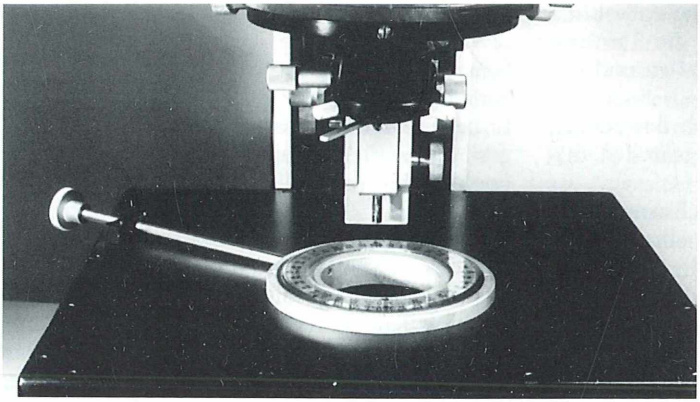


Abb. 4: Mikroskop-Fußteil mit Aufnahmeflansch und Klemmung.

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

daß in Ruhestellung der durch den Stativfuß führende Lichtweg der eingebauten Mikroskopierlampe völlig freigegeben wird.
Die Auslösung kann statt von Hand auch durch Fußkontakt erfolgen. Hierzu muß jedoch die Spiegelbewegung über einen zweiten Stromkreis mittels Drehmagnet erfolgen. Drehgeschwindigkeit und Anschlagstärke sind elektrisch einstellbar. Ein großer Vorteil besteht darin, daß man beide Hände für die Tischbewegung, bzw. für Scharfeinstellung und Tischbewegung frei hat, eine besonders bei Planktonaufnahmen sehr angenehme Verbesserung.
Ein wesentlicher Helligkeitsgewinn wird erreicht, wenn man die lineare Entladungsröhre durch eine spiralförmige ersetzt. Bei geeigneten Abmessungen kann sie die Aperturblende des Kondensors voll ausleuchten. Geeignete Röhren sind im Elektronikfachhandel erhältlich. Der Umbau muß aus Sicherheitsgründen durch einen Fachmann erfolgen, der auch berücksichtigt, daß die Leistungsaufnahme der Blitzröhre und die Leistungsabgabe des Generators aufeinander abgestimmt sind.
Das ganze Gerät ist zur einmaligen Fokussierung der Blitzröhre in der Aperturblenden-Ebene verschiebbar auf dem Basisflansch aufgebaut. Nach der Scharfeinstellung werden die vier Befestigungsschrauben fest angezogen. Der Basisflansch wird in den Aufnahmeflansch des Mikroskopfußes eingesetzt und das Blitzmodul mittels der seitlichen Klemmung (Abb. 4) fixiert. Dadurch ist es jederzeit gegen eine anderes Modul austauschbar.

Weitere Module

Weitere Module können nach dem gleichen Prinzip auf identischen Basisflanschen aufgebaut werden. So ist z. B. aufgrund der kleinen Abmessungen von Lampe und Sockel (∅ 32 mm) ein Lampenhaus für Blau- und UV-Anregung als Fluoreszenz-Modul realisierbar. Der Klappspiegel sollte für kurzwelliges Erregerlicht als Oberflächenspiegel mit Aluminiumbelag ausgeführt sein. Der schnelle Wechsel zwischen Beobachtung im Glühlampenlicht und im Fluoreszenz-Erregerlicht ist damit gewährleistet.
Die Photographie lebender Objekte im Fluoreszenzlicht ist wegen der langen Belichtungszeiten sehr problematisch, und ein Umschalten von Beobachtung im Glühlampenlicht zur Photographie im Fluoreszenzlicht – obwohl aufgrund des Schwingspiegels technisch möglich – wenig wahrscheinlich. Man kann deshalb nach dem Umschalten den Spiegel für Beobachtung und Photographie im Fluoreszenzlicht festsetzen. Die Arretierung in der 45°-Lage erfolgt durch eine Nylonschraube, die in eine Rastbohrung des Seitenteils faßt. Den Winder schaltet man ab und löst mit einem genügend langen Drahtauslöser erschütterungsfrei aus.
Wenn für lichtschluckende Verfahren oder für kürzere Belichtungszeiten das Licht der eingebauten Mikroskopierlampe nicht ausreicht, kann ein weiteres Modul für eine 100 W Halogenlampe vorgesehen werden. Überhaupt sind beliebige Module für verschiedene Beleuchtungsarten möglich. Gemeinsam ist ihnen nur der Basisflansch und der Mikrotaster für die Kameraauslösung.
Bei manchen Arbeiten ist es wünschenswert, bei anderen erforderlich, das gleiche Objekt unter sonst gleichen Bedingungen mit verschiedenen Methoden unmittelbar nacheinander zu untersuchen. Die normalerweise zeitraubenden Umbauten sind in diesen Fällen äußerst störend und verhindern oftmals derartige Untersuchungen, ebenso wie manche der einseitig optimierten Mikroskope. Auf diese Weise gehen viele, für die Klärung der Fragestellung relevante Informationen verloren, und ihre Beantwortung wird unmöglich. In diesen Fällen kann auch der Wechsel von Modulen zu zeitraubend sein.

Ein anderes Konstruktionsprinzip

Dieses Problem löst ein anderes Konstruktionsprinzip (Abb. 5): Eine gesonderte Basisplatte wird durch einen Flansch mit kurzem Rezeß in der Lichtaustrittsöffnung des Mikroskopfußes zentriert. Die gewünschten Module werden radial um die zentrale Lichtdurchtrittsöffnung angeordnet. Jedes besitzt die erforderlichen Filter und einen Kollektor, jedoch keinen Schwenkspiegel. Dieser befindet sich auf einer drehbaren zentralen Platte, deren Bohrung mit derjenigen der Basisplatte übereinstimmt. Sie besitzt für jede Modulposition eine Raste, so daß alle Lichtwege nach einmaliger Justierung zentriert sind. Der äußerst schnelle Wechsel der Beleuchtungsarten erfolgt durch kurze Drehung des Spiegels.

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

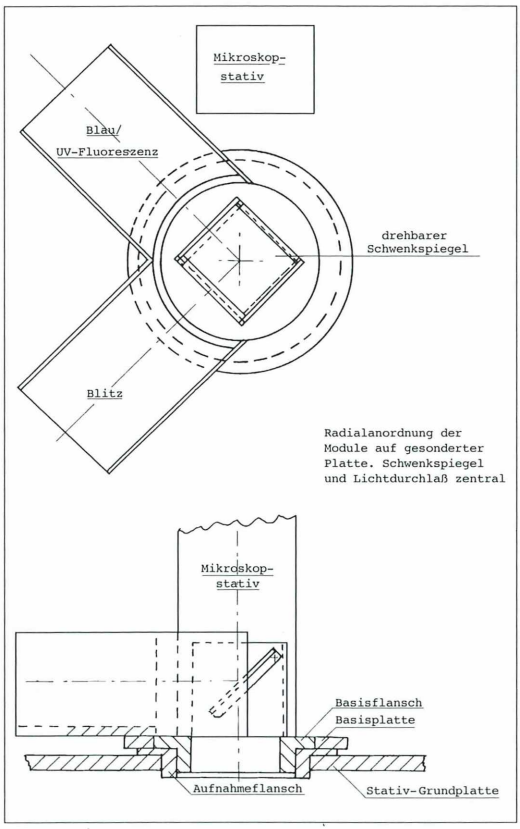


Abb. 5: Radialanordnung der Module auf gesonderter Platte, Schwenkspiegel und Lichtdurchlaß zentral.

Bei der Konstruktion der Module muß unbedingt die vorgeschriebene Lage der Lampen berücksichtigt werden, um deren Lebensdauer nicht zu reduzieren. Die heute meist verwendeten Halogenlampen bereiten kaum Schwierigkeiten, und die für Fluoreszenz geeigneten MPXL-Lampen sind – ebenso wie die Blitzentladungsröhren – ohnehin für horizontalen Einbau vorgesehen. Die Platzsituation bedeutet oft ein Dilemma zwischen der gewünschten Größe des Lampenhauses und den Möglichkeiten. Eine Gehäuseoberfläche von 4 cm^2 pro W Leistungsaufnahme wäre ausreichend. Wenn dies nicht möglich ist, hilft ein kleiner Ventilator, wie er an Auto-Frontscheiben verwandt wird. Die Stromversorgung erfolgt über die 12-V-Lampenspannung mit vorgeschaltetem Gleichrichter (Elektronikfachhandel).
Falls aufgrund der sehr kurz gehaltenen Beschreibung Fragen auftauchen, bin ich gerne bereits, sie zu beantworten.

Literaturhinweise (in zeitlicher Folge)

Saake, E.: Mikroblitzfotografie mit einfachsten Mitteln. Mikrokosmos *65*, 59–61 (1976).
Saake, E.: Mikrofotografie mit dem OM-2-Computerblitz-System. Mikrokosmos *68*, 71–74 (1979).
Bormann, E., Saake, E.: Der Computerblitz als Hochleistungsgerät für die Mikrofotografie. Mikrokosmos *68*, 188–190 (1979).
Kaufmann, M.: Ein stufenlos regelbarer Mikroblitz. Mikrokosmos *69*, 86–89 (1980).
Wiertz, B.: Eine einfache Mikroblitzeinrichtung. Mikrokosmos *72*, 374–377 (1983).
Wiertz, B.: Blitz-Mikrofotografie lebender Objekte – Selbstbau mikrofotografischer Einrichtungen. Mikrokosmos *75*, 25–31 (1986).
Stahlschmidt, J.: Der TTL-gesteuerte Elektronenblitz in der Mikrofotografie. Mikrokosmos *76*, 9–17 (1987).
Nänny, W.: Olympusblitz T28-Twin am Stereomikroskop. Mikrokosmos *76*, 60–61 (1987).
Thormann, F.: Mein selbstgebautes Mikroblitzgerät. Mikrokosmos *78*, 155–157 (1989).
Stahlschmidt, J.: TTL-Blitztechnik mit Lichtleitern. Mikrokosmos *80*, 88–90 (1991).
Stahlschmidt, J.: Bau eines universellen Mikroblitzes. Mikrokosmos *80*, 212–217 (1991).
Steinkohl, H.-J.: TTL-Mikroblitz für Mikroskope mit angesetzter Beleuchtung. Mikrokosmos *81*, 213–216 (1992).
Fram, J.-P.: Eine Mikroblitzeinrichtung unter Verwendung des Olympus Blitzgenerators. Mikrokosmos *82*, 113–115 (1993).
Voß, H. J., Saake E.: Mikroblitzfotografie mit einfachen Mikroskopen – ein Bauvorschlag. Mikrokosmos *86*, 279–283 (1997).
Günkel, N. G.: Ein Licht für den Blitz. Mikrokosmos *87*, 23–24 (1998).

Verfasser: Bruno Wiertz, Zeisigweg 4,
D-21266 Jesteburg.

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

Nuclearia caulescens, eine noch wenig erforschte Amöbenart

Philipp Mayer und Martin Kreutz

Zu Beginn unseres Jahrhunderts hat Eugene Penard (1903) *Nuclearia caulescens* an verschiedenen Orten von Europa gefunden und beschrieben. *Nuclearia caulescens* gehört zur Ordnung Pseudoheliozoa (sensu stricto) Penard, 1904.

Der von Penard geschaffene Name bezeichnet keine natürliche systematische Kategorie, sondern er gilt für eine Sammelgruppe von solchen Organismen, die einerseits wegen besonderer abweichender Eigenschaften keinen geeigneten Platz unter den Heliozoen finden können, die sich aber andererseits wegen ihres heliozoenähnlichen Habitus auch nicht in irgendeiner anderen bestehenden systematischen Ordnung ohne Zwang unterbringen lassen (Rainer, 1968).

Die Ordnung Pseudoheliozoa ist eng benachbart zu den echten Heliozoen. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß die echten Heliozoen einen inneren Achsfaden (Axonem) aus Mikrotubuli in den unverzweigten Pseudopodien (Axopodien) besitzen.

Kühn (1926) hat schließlich den Besitz von Axopodien zum primären Merkmal der Heliozoen erhoben. Amöben leben meist in eutrophen Tümpeln und Weihern und sind den Mikroskopikern gut bekannt; viele davon sind schwierig zu bestimmen. Die in diesem Bericht beschriebene Art *Nuclearia caulescens* wurde in einem Braunwassertümpel, in einem Waldgebiet in der Nähe von Konstanz gefunden, jedoch nur dreimal innerhalb von 3 Jahren.

Erscheinungsbild von Nuclearia caulescens

Nuclearia caulescens ist meist mit einem langen Stiel am Substrat festgeheftet (Abb. 1), nach der Teilung sind junge Exemplare noch ohne Stiel. Der Körper ist kugelförmig, leicht veränderlich und häufig mit einer großen, glatten, hyalinen Schleimhülle umgeben (Abb. 1 und 2), die oft nur durch anhaftende Bakterien oder Detritusteilchen wahrgenommen werden kann. Der Zellkörper ist durchschnittlich 20–40 µm groß, mit der Schleimhülle liegt die Größe bei 45–60 µm. Es sind meist mehrere kontraktile Vakuolen vorhanden, die sehr langsam pulsieren (Abb. 3). Ein zentral gelegener, kugeliger Kern mit einem Durchmesser von 10–12 µm hat einen zentralen, glattkonturierten Nucleolus (Abb. 4). Die Pseudopodien haben zwei verschiedene Formen, die einen sind gerade und sehr lang, die anderen gegabelt oder auch verzweigt und relativ groß (Abb. 2, 3 und 4).

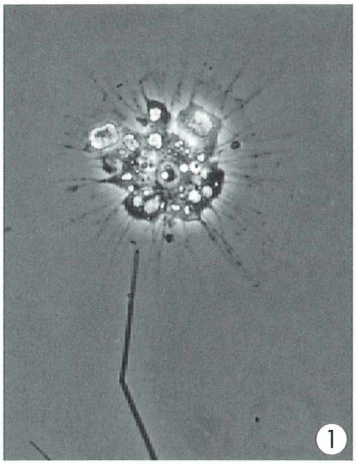
Die Pseudopodien dienen hauptsächlich dem passiven Beutefang. Stößt ein Beuteorganismus an ein Pseudopodium, bleibt es daran arretiert; es verkürzt sich, so daß die Beute in die unmittelbare Nähe des Zellkörpers gelangt. Hier wird die Beute, meist kleine Algen und Flagellaten in eine Nahrungsvakuole eingeschlossen und verdaut (Abb. 4). Der Stiel von *N. caulescens* ist meist sehr lang, fein und mißt 150–250 µm (Abb. 1 und 2). Der Stiel ist mit dem Zellkörper und der gelatinösen Hülle verbunden (Abb. 1 und 2). Penard (1903) schreibt zur Stielbildung: *„Eines der Pseudopodien verlängert und verbreitert sich und bildet feine Verzweigungen, mit dessen äußersten Enden es sich dann an Objekten festlegt. Es verlängert sich, wächst weiter zu einem Stiel. Das Tierchen sitzt nun ungewöhnlich fest auf diesem Stiel“* (aus Penard 1903, S. 298–300).

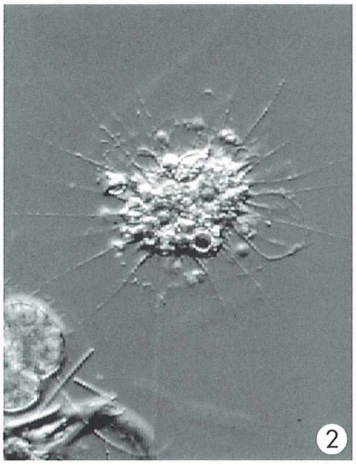
Fortpflanzung

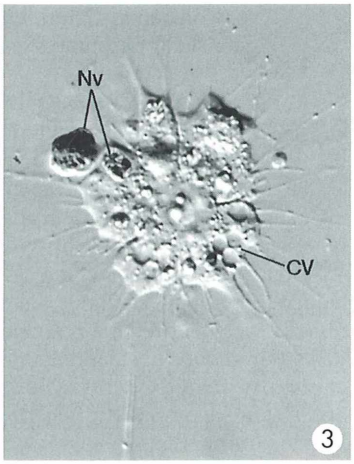
Bei nur wenigen Exemplaren konnte eine Zellteilung beobachtet werden. Ein typisches Merkmal von *N. caulescens* ist die Tendenz zu einer eigentümlichen Sprossung. Nachdem sich der Zellkörper geteilt hat, sieht man, daß sich aus dem Plasma eine undeutliche Ausstülpung bildet und sich nach einiger Zeit differenziert,

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

daraufhin werden die Pseudopodien gebildet (Abb. 4 und 5a–5c).
Die beiden *N. caulescens* bleiben nach der Teilung meist in einer gemeinsamen Schleimhülle verbunden; aber manchmal trennen sie sich auch in einzelne Individuen.
Penard (1903) schreibt über seine Beobachtungen auf Spitzbergen sinngemäß: *„Auf Spitzbergen, wo N. caulescens reichlich vorhanden waren, war jedes zweite bis dritte Exemplar in Teilung; in Genf konnte ich leider nur wenige Exemplare finden, diese zeigten keine Spur einer Zellteilung. Ich vermute, daß sich N. caulescens auf Spitzbergen, die dort über 10 Monate unter Schnee und Eis ruhen, sich deshalb im freien Gewässer in kurzer Zeit so stark ver-*







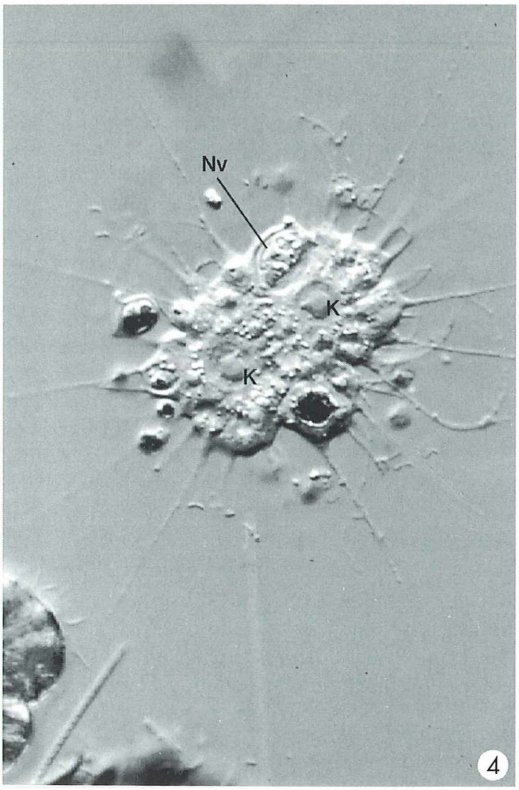


Abb. 1: ***Nuclearia caulescens*****, Habitusbild: der Stiel, die Pseudopodien und die Schleimhülle sind gut zu erkennen. Größe 35 µm, Stiel 170 µm. Phasenkontrast, Vergr.: 200×.**

Abb. 2: ***N. caulescens*****, Habitusbild: Stiel, gerade Pseudopodien, Schleimhülle (Interferenzkontrast). Größe 30×40 µm, Stiel 160 µm, Vergr.: 200×.**

Abb. 3: CV kontraktile Vakuole, Nv Nahrungsvakuolen, Vergr.: 300×.

Abb. 4: ***N. caulescens*** **in Teilung, K Zellkern, Nv Nahrungsvakuole, gerade und verzweigte Pseudopodien; Größe 50×35 µm. Vergr.: 400×.**

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

mehren, um die Existenz der Art zu sichern. Es bleiben auch oft 2–5 Exemplare in einer gemeinsamen Schleimhülle verbunden.“

Cystenbildung

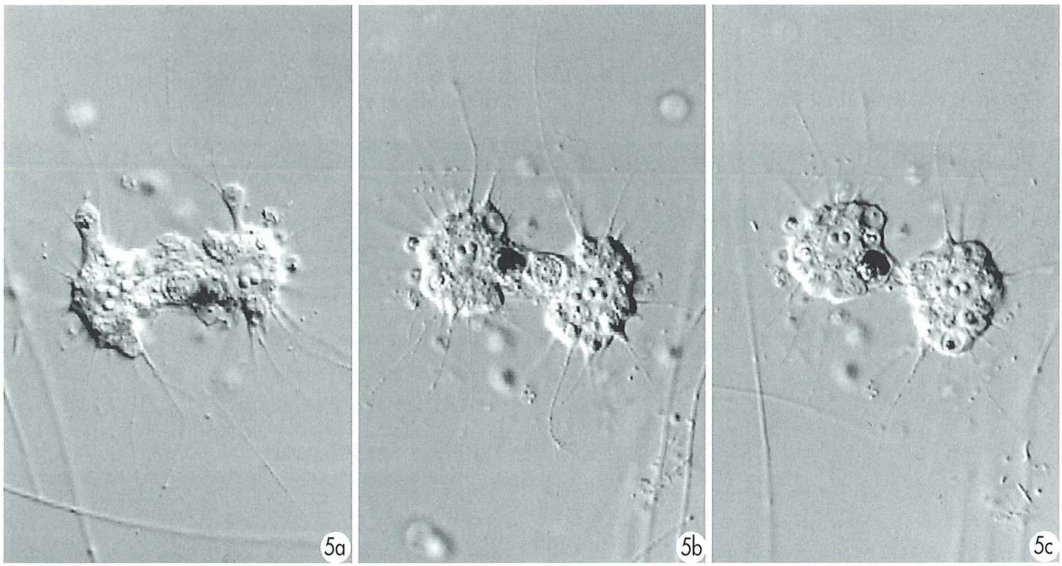
Im Mikroaquarium konnte die Encystierung von *N. caulescens* beobachtet werden. Die Cysten bleiben in der Schleimhülle, sind kugelig und die Oberfläche ist nicht strukturiert; die Größe der Cysten liegt meist bei 20–22 µm (Abb. 6).

Verwechslungsmöglichkeiten

Nach der Teilung können noch nicht voll ausdifferenzierte Exemplare von *Clathrulina elegans*, der sogenannten „nackten Form“, leicht mit den erwachsenen *N. caulescens* verwechselt werden. In der Ordnung der Desmothoracida werden ein- oder zweigeißelige Schwärmer gebildet, so auch bei *C. elegans* (Bardele, 1972; Siemensma, 1981). Der zweigeißelige Schwärmer setzt sich am Substrat fest und rundet sich ab, danach werden Axopodien gebildet und der Stiel. In dieser Entwicklungsphase ist *C. elegans* leicht mit *N. caulescens* zu verwechseln, denn die Schale mit den vielen polygonalen Öffnungen, aus denen die Axopodien/Filopodien hervortreten, wird erst über einen längeren Zeitraum gebildet. Eine ausführliche Beschreibung der Entwicklung von *Clathrulina elegans* ist in Bardele (1972) nachzulesen.

Schlußfolgerung

Obwohl es uns nicht möglich ist, streng wissenschaftlich zu forschen, glauben wir doch, daß unsere Beobachtungen zur Bestimmung



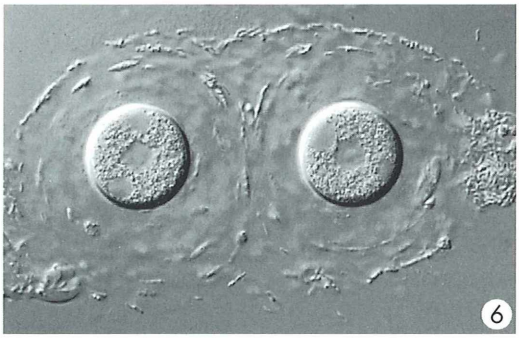


Abb 5a–5c: Teilungsvorgang in drei Phasen, Zeitablauf etwa 45 Minuten. Vergr. 330×.

Abb. 6: Cysten. Die beiden Cysten liegen in einer gemeinsamen Schleimhülle. Durchmesser der Cysten: 20–22 µm. Vergr.: 1000×.

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

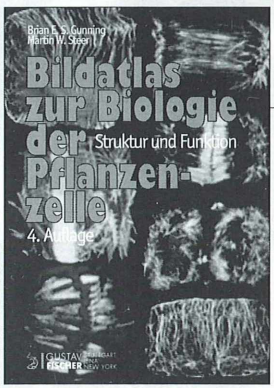
von *Nuclearia caulescens* beitragen können.
Patterson (1984) bezweifelt, daß es *N. caulescens* überhaupt gibt und schreibt, daß *N. caulescens* nicht von *Nuclearia rubra* zu unterscheiden ist. Die Art *N. rubra* ist wiederum synonym mit der von Penard beschriebenen Art *Astrodisculus zonatus* und besitzt im Unterschied zu *N. caulescens* eine geschichtete Schleimhülle. Patterson zitiert nun Beobachtungen von Siemensma (1981) an *N. zonatus* (*N. rubra* syn. *A. zonatus*), daß gerade diese Art sehr polymorph ist und auch zur Stielbildung fähig sein soll, aber auch eine homogene Schleimhülle ausbilden kann wie *N. caulescens*.
Ein solch polymorphes Verhalten zeigte die von uns untersuchte Art nicht, da wir keine Exemplare mit geschichteter Schleimhülle oder ohne Stiel beobachten konnten.
Wir möchten uns den Beobachtungen und Ergebnissen von Penard (1903 und 1904) anschließen.

Literaturhinweise

Bardele, C. F.: Cell cycle, morphogenesis and ultrastructure in the pseudoheliozoan *Clathrulina elegans*. Z. Zellforschung *130*, 219–242 (1972).
Hausmann, K., Hülsmann, N.: Protozoology. 2nd ed. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1996.
Kühn, A.: Ordnung der Heliozoen. In: Morphologie der Tiere in Bildern. 2. Heft, 168–182, Gebrüder Bornträger, Berlin 1926.
Page, F. C., Siemensma, F. J.: Nackte Rhizopoda und Heliozoea. In: Matthes, D. (Hrsg.): Protozoenfauna; Bd. 2, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York 1991.
Patterson, D. J.: On the organization of the naked filose amoeba, *Nuclearia moebiusi* Frenzel, 1897 (Sarcodina, Filosea) and its implications. J. Protozool. *30*, 301–307 (1983).
Patterson, D. J.: The genus *Nuclearia* (Sarcodina, Filosea): species composition and characteristies of the taxa. Arch. Protistenk. *128*, 127–139 (1984).
Penard, E.: Notice sur les Rhizopodes du Spitzbergen. Arch. Protistenk. 2, 238–272 (1903).
Penard, E.: Les Heliozoaires d' eau douce. Kündig Verlag, Genf 1904.
Rainer, H.: Urtiere, Protozoa; Wurzelfüßler, Rhizopoda, Sonnentierchen, Heliozoa. – Die Tierwelt Deutschlands, 56. Teil, Gustav Fischer Verlag, Jena 1968.
Siemensma, F. J.: De Nederlandse Zonnendiertjes (Actinopoda, Heliozoa), – Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNV, Nr. 149, Hoogwoud, 1981.

Verfasser: Philipp Mayer, Heimecker Str. 2a, 79183 Waldkirch, und Dr. Martin Kreutz, Magdeburger Str. 2, 78467 Konstanz.

Zur Bedeutung struktureller Aspekte der Zellbiologie



4., neubearb. Aufl. 1996. 131 S., 60 Taf., davon vier in Farbe, kt.
DM 49,80 / ÖS 369,– / SFr 48,–
ISBN 3-437-20534-X

- **Einblick in das Innerste der Pflanzen**
- **Unentbehrlich für alle Botaniker in Wissenschaft, Lehre und Studium**
- **Faszinierend durch bestechende Bildqualität**

Die hervorragenden licht- und elektronenmikroskopischen Abbildungen stellen die Bestandteile der Pflanzenzelle sowohl in ihrer Gesamtheit als auch in detaillierten Ausschnittsaufnahmen eindrucksvoll dar. In der Neuauflage wurde die Zahl der Bildtafeln auf 60 erhöht - darunter jetzt auch Farbtafeln - und alle erläuternden Texte neu verfaßt.

GUSTAV FISCHER

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

Mikro-Einsteiger

Kennen Sie Ihre Stärken?

Erich Lüthje

Für den Menschen ist die Bedeutung der pflanzlichen Stärke gar nicht hoch genug einzuschätzen – denken wir nur an Kartoffel und Getreide als unentbehrliche Lieferanten dieses Nährstoffs. Auch der Mikroskopiker weiß das Kohlenhydrat $(C_6H_{10}O_5)_n$ sehr zu schätzen: Dessen vielgestaltige Ausprägungen bieten ihm eine Fülle stets erreichbarer, reizvoller Untersuchungsobjekte.

Kein Wunder also, daß sich in den Annalen des MIKROKOSMOS bereits zahlreiche Aufsätze über das prominente Pflanzenprodukt finden. In jüngerer Zeit informierte Trolldenier (1992) mit farbenprächtigen Fotos über Vorkommen und Mikroskopie der Stärke. Unser Beitrag will dagegen den Schwerpunkt auf die Herstellung und Einbettung von Stärkepräparaten legen. Wer einsteigt, kann damit Stärken am eigenen Mikroskop näher kennenlernen.

Stärken unserer Speisekarte

Unsere Nahrung hat viele starke Seiten; wir greifen davon einige Beispiele heraus. So bietet etwa die Erbse für Untersuchung und Mikrofotografie sehr lohnende Motive (Abb. 1). Mit einem Küchenmesser entfernen wir die Samenschale (sie ist hart, aber es geht). Wenn die zwei großen, zu Reservestoffbehältern umgestalteten Keimblätter freigelegt sind, reiben wir sie auf einer feinen Feile (Nagelfeile) über Wasser oder Alkohol (94% Ethanol) (Abb. 2). Das so gewonnene Material filtrieren wir durch ein Stück Damenstrumpf oder ein feines Sieb (Abb. 3). Diese Suspension können wir nun noch weitgehend von Zellwandtrümmern reinigen. Wir füllen sie in einen kleinen Meßbecher oder ein Reagenzglas, schütteln sie auf und lassen die Stärkekörner eine halbe bis eine Minute lang sedimentieren. Danach wird der Überstand mit den leichteren Zellresten verworfen. Das Sediment wird erneut mit Wasser aufgefüllt und durchgeschüttelt. Nach 3–4maligem Durchgang kontrollieren wir das Ergebnis. In den ersten Phasen kann es von Vorteil sein, der Suspension etwas „Klorix" (Haushaltsreiniger) zuzufügen; ein Teil der unerwünschten Zellbestandteile löst sich dann auf.

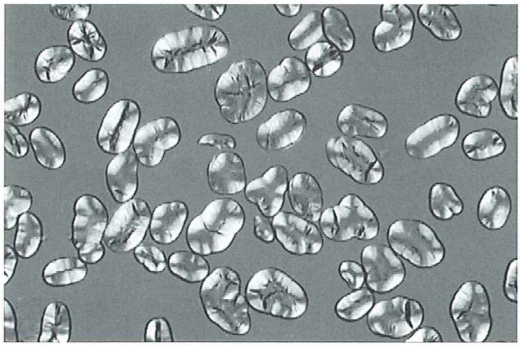


Abb. 1: Stärkekörner der Erbse (*Pisum sativum*), Vergr. ca. 180fach.

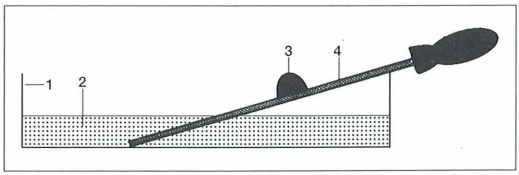


Abb. 2: Herstellung von Erbsenmehl zur Mikroskopie der Stärke. 1 Petrischale, 2 Wasser- oder Alkoholfüllung, 3 Erbse, 4 kleine Feile (Nagelfeile).

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

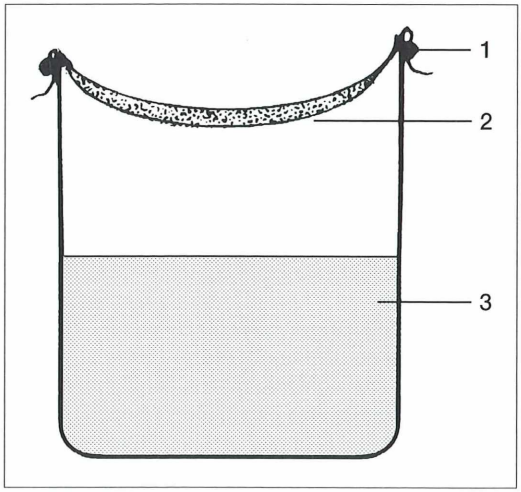


Abb. 3: Reinigung der Suspension aus Abbildung 2 von Zellwandresten: Ein Gummiring (1) hält ein feinmaschiges Gewebe (Damenstrumpf o. ä., 2) über einem Becherglas. Die Amyloplasten-Suspension (3) wird nach Sedimentation mikroskopisch bearbeitet.

Die Zugabe erfolgt „nach Gefühl" (1–3 Tropfen auf 5 ml). Bei zu hohem „Klorix"-Anteil oder zu langer Einwirkung korrodieren die Stärkekörner!

Für die Untersuchung geben wir einen der Deckglasgröße entsprechenden Tropfen der Suspension auf den Objektträger und legen das Deckglas auf. Durch dessen Hin- und Herbewegen können wir die Stärkekörner noch gleichmäßiger auf dem Objektträger verteilen.

Dauerpräparate lassen sich auf zwei Wegen herstellen:

- Ausstrichpräparate (vgl. Abb. 5): Wir streichen die Stärkekörner-Suspension (in Wasser oder 94%igem Alkohol) auf dem Objektträger aus und lassen den Ausstrich an der Luft staubfrei trocknen (u. U. mehrere Stunden). Im Wärmeschrank bei 50 °C dauert die Trocknung etwa eine Stunde. Das getrocknete Präparat wird in Glyzeringelatine (50 °C) eingeschlossen. Bei Einschluß in Euparal oder Malinol sind die Stärkekörner nach einiger Zeit im Durchlicht kaum noch zu erkennen. Daher empfehlen sich diese Medien nicht. Die weitere Verarbeitung zum Dauerpräparat erfolgt wie üblich [MIKROKOSMOS *87*, 51–55 (1998)].
- Suspensionspräparate (vgl. Abb. 1, 4, 6, 7 und 8): Die Stärkekörner-Suspension wird in ein 50 °C warmes Blockschälchen gefüllt und setzt sich ab. Mit dochtförmig aufgerolltem saugfähigem Papier entfernen wir die überstehende Flüssigkeit so weit wie möglich. Nun gießen wir Glyzeringelatine (40–50 °C) zu und verrühren die Mischung mit einem warmen Glasstab oder einer Drahtöse (keine Luftblasen einschleppen!). Diese Suspension steht dann etwa 15 min bei 40–50 °C im Wärmeschrank, bevor der Einschluß (mit angewärmtem Objektträger und Deckglas) erfolgt. Dieses Verfahren hat sich z. B. bei Stärkepräparaten von Erbse, Bohne (Abb. 4), Weizen, Roggen, Mais, Kartoffel, Batate und Ingwer (mit besonders attraktiver Stärke!) sehr gut bewährt. Für die

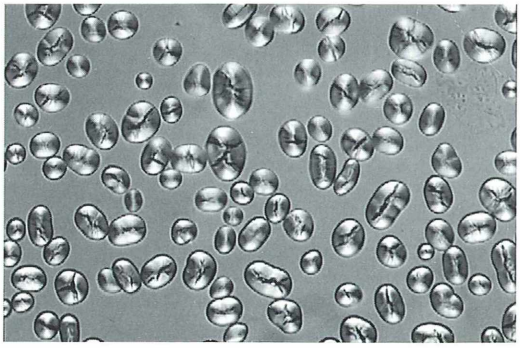


Abb. 4: Stärkekörner der Feuerbohne *(Phaseolus cocineus)*, Vergr. 180fach.

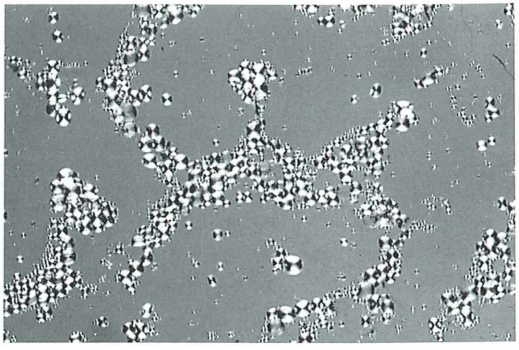


Abb. 5: Stärkekörner des Weizens (*Triticum aestivum*) – natürliche Mischung großer und kleiner Amyloplasten. Vergr. ca. 70fach.

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

Untersuchung der Kartoffelstärke ergibt sich derselbe Arbeitsgang mit den Stationen Schälen – Zerreiben – Aufschlämmen in Wasser – Filtrieren – Schütteln und Reinigung durch Sedimentation; die Anfertigung von Einmal- und Dauerpräparaten erfolgt ebenfalls wie vorstehend erläutert. Am einfachsten erhält man gute Präparate bei Verwendung käuflicher Kartoffelstärke (Kartoffelmehl). Sinngemäß ist das Verfahren auch bei Bataten- und Ingwerstärke anzuwenden.
Dasselbe gilt für Stärkekörner aus Weizen- und Roggenmehl. Weizenstärke liegt in größeren und kleineren Körnern vor (Abb. 5). Wir können sie durch „fraktionierte Sedimentation" einigermaßen gut trennen. Dazu verfahren wir nach der Arbeitsweise, die Drews (1995) mit anschaulichem Fließschema zum Verfahren vorgestellt hat. Die Abbildungen 6 und 7 zeigen das Ergebnis.
Für Präparate der Bananenstärke (Abb. 8) beschafft man sich eine möglichst unreife, grüne Frucht. Mit fortschreitender Reife wird die Stärke zunehmend verzuckert. Gelbschalige Handelsware enthält glasiges Mark, das bereits stärkefrei ist (Gassner et al., 1989). Wir schälen die Banane, schaben vom Außenrand des Fruchtfleisches vorsichtig etwas Material ab und geben dies in Wasser. In einem kleinen Meßbecher (5 oder 10 ml) zerquetschen wir das Gewebe mit einem Glasstab und führen anschließend die fraktionierte Sedimentation durch. Der weitere Arbeitsgang bis zum Dauerpräparat wurde bereits geschildert; es kann in diesem Fall von Vorteil sein, wenn man auf das Deckglas ein kleines Gewicht legt (M8-Schraube mit 3–4 Muttern) und dann das Deckglas mit Hilfe zweier Nadeln etwas hin- und herbewegt. Auf diese Weise verteilt sich die eingebettete Stärke besser über das Präparat. Wer kein Dauerpräparat anstrebt, kann die winzige Menge Fruchtfleisch mit dem aufgelegten Deckglas quetschen und dann sofort mikroskopieren. Sie bietet den ansonsten eher seltenen Anblick von Stärkekörnern (Amyloplasten) im Gewebeverband.

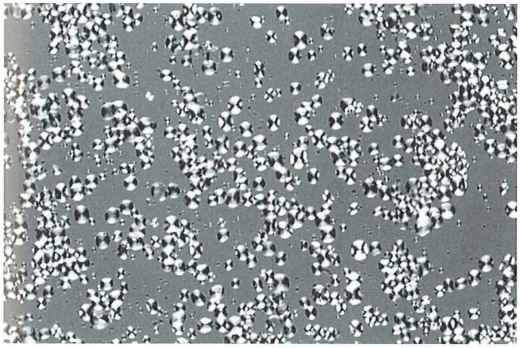


Abb. 6: Stärkekörner des Weizens (*Triticum aestivum*) – nur Amyloplasten der großen Fraktion. Vergr. ca. 70fach.

Stärke als Ansichtssache

Stärkepräparate eigenen sich hervorragend zur Betrachtung und Fotografie mit polarisiertem Licht. Alle hier abgebildeten Mikrofotos wur-

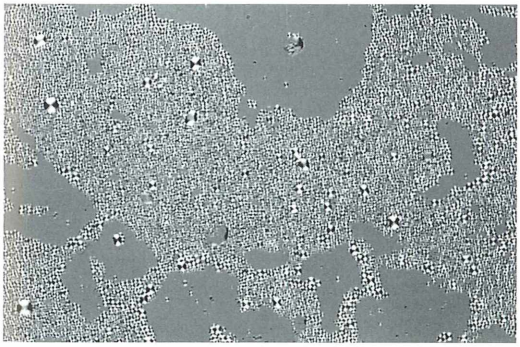


Abb. 7: Stärkekörner des Weizens (*Triticum aestivum*) – nur Amyloplasten der kleinen Fraktion. Vergr. ca. 80fach.

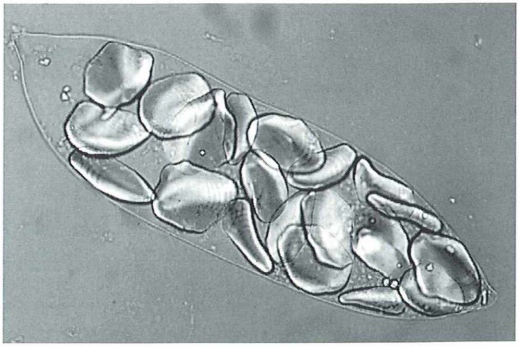


Abb. 8: Stärkehaltige Fruchtfleischzelle der Banane (*Musa paradisiaca*), Vergr. ca. 180fach.

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

den auf diese Weise aufgenommen. Preiswerte Polarisationsfolie hält der Fachhandel bereit (Bezugsmöglichkeit: Foto-Brenner, Postfach 1360, 92603 Weiden). Entsprechend zugeschnitten wird sie (als „Analysator") in das Okular oder in den Objektivrevolver eingelegt. Als „Polarisator" dient entweder ein Stück Polarisationsfolie oder ein fotografisches Polfilter auf der Leuchtfeldblende. Bei gekreuzten Filtern leuchten die Stärkekörner vor dunklem Hintergrund mit charakteristischem Muster hell auf. Noch attraktiver wird das mikroskopische Bild bei Verwendung von sogenannten Zwischenobjekten. Hierzu klemmt man geeignete Folienstücke (Einmachfolie, Verpackungsmaterial etc.; Wirkung vorher bei gekreuzten Filtern ausprobieren) ein- oder mehrschichtig in Kleinbild-Diarahmen und legt einen oder mehrere auf das Polfilter (Polarisator). Durch Drehung des Polarisators gegenüber den „Dias" oder einzelner Folien-Dias gegenüber den anderen Komponenten beginnt ein Farbenspiel ohne Grenzen! Dabei können z. B. Weizen- oder Roggenmehl folgendermaßen unterschieden werden (Gassner et al., 1989): Bei gekreuzten Polfiltern erscheint das Balkenkreuz in dem Amyloplasten vom Weizen verwaschen, bei Roggenstärkekörnern dagegen deutlicher. Erzielt man durch Zwischenobjekte einen roten Bildhintergrund (entsprechend der Einschaltung von Kompensator Rot I. Ordnung), so leuchten die Quadranten beim Weizen violett und orange, beim Roggen blau und gelb auf.

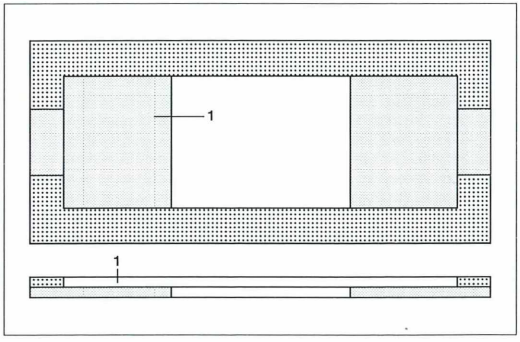


Abb. 9: Halterung aus zwei Papplagen zur Untersuchung von Dauerpräparaten in umgekehrter Lage (Deckglas nach unten). Die Objektträgeraufnahme (1) hat die Abmessungen 74×28 mm.

Und noch ein Tip: Wenn Dauerpräparate unterschiedlich große Stärkekörner enthalten, ist es nicht immer leicht, die Fokussierebene für Mikrofotos befriedigend festzulegen. In manchen Fällen wird das Ergebnis besser, wenn wir das Präparat von der Rückseite mikroskopieren (was bis zu 16- bzw. 20facher Objektivvergrößerung noch möglich ist). Dazu basteln wir einen Objekthalter nach Abbildung 9, um zu vermeiden, daß bei der Führung des Präparats das Deckglas beschädigt oder abgesprengt wird. Bei dieser Betrachtungsweise zeigen sich auch manche anderen Dauerpräparate von einer unvermutet guten Seite!

Beobachtungen

In Früchten und Samen dient die Stärke den Pflanzen überwiegend als Reservestoff. Bei Bedarf wird sie enzymatisch aufgelöst – die anfallenden Spaltprodukte (Zucker) werden in den Stoffwechsel eingespeist. Wir können den Abbau der Stärke sehr eindrucksvoll z. B. bei keimenden Weizenkörnern mit dem Mikroskop verfolgen. Die Körner werden in einem Gefäß auf feuchtem Filterpapier zum Keimen gebracht. Nach 2–3 Tagen zeigen sich bereits Wurzeln und Koleoptile (die grüne Hülle des ersten Blattes). Wir zerschneiden ein gekeimtes Korn und entnehmen mit der Präpariernadel etwas Mehl. Vergleichen wir diese Probe mit Weizenmehl aus nicht gekeimten Körnern, fällt uns ein sichtlicher Unterschied auf (falls nicht, 1–2 Tage später nochmals nachschauen). Viel Freude beim eigenen Versuch!

Dank

Dieser Beitrag entstand wiederum in freundschaftlicher Zusammenarbeit mit Herrn Otto Reuter, Wetzlar, der mir umfangreiche Aufzeichnungen sowie Präparate und Dias (Abb. 1, 4, 8) zur Verfügung stellte. Dafür auch an dieser Stelle herzlichen Dank!

Literaturhinweise

Czaja, A. T.: Die Mikroskopie der Stärkekörner. In Ulmann, M. (Hrsg.): Handbuch der Stärke in Einzeldarstellungen, Band VI, Das Stärkekorn. Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg 1969.

Drews, R.: Schöne Kieselalgen aus der Ostsee. Mikrokosmos *84*, 29–33 (1995).

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

Gassner, G., Hohmann, B., Deutschmann, F.: Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel. 5. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1989.
Hahn, H., Michaelsen, I.: Mikroskopische Diagnostik pflanzlicher Nahrungs-, Genuß- und Futtermittel, einschließlich Gewürze. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1996.
Kaufmann, M.: Stärkekörner in den Zellen des Fruchtfleisches der Banane. Mikrokosmos *68*, 231–232 (1979).
Kremer, B. P.: Mikroskopieren leichtgemacht. Franckh-Kosmos, Stuttgart 1996.
Lüthje, E.: Pollen – wenn es etwas Haltbares sein soll (Teil 2). Mikrokosmos *87*, 51–55 (1998).
Trolldenier, G.: Stärke und Stärkepflanzen. Mikrokosmos *81*, 77–81 (1992).

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

Neue Medien

Internet-Seite für den Erfinder und Entwickler des Elektronenmikroskops: Prof. Dr. Ing. Dr. h.c. mult. Ernst Ruska (1906–1988)

Zur zehnten Wiederkehr seines Todestages erschien neben anderen Tageszeitungen im Berliner Tagesspiegel eine Gedenkanzeige für Ernst Ruska (Abb. 1), dem Erfinder und Entwickler des Elektronenmikroskops. Der Hinweis auf eine Internet-Seite – http://ernst.ruska.de – in einer Todesgedenkanzeige ist sicherlich eine etwas ungewöhnliche Komponente in einer derartigen Privatanonce. Umsomehr machte dieser Verweis neugierig darauf, was sich wohl dahinter verbergen könnte.
Ein Blick ins Internet zeigte dann rasch, daß es sich um das Bemühen der Familie von Ernst Ruska, insbesondere um das Bestreben eines seiner Enkelsöhne, dem Berliner Rechtsanwalt Thomas Ruska, handelt, das Andenken an diesen großen Forscher lebendig zu halten. Ernst Ruska wurde (für viele unverständlicherweise erst) im Jahre 1986, also zwei Jahre vor seinem Tod, für seine bahnbrechende Leistungen auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie, die er in der Zeitspanne von 1928 bis 1939 erbrachte, mit der verdienten Verleihung des Nobelpreises geehrt.
In der Web-Seite können Informationen zur Biographie und zum Werk von Ernst Ruska sowie zur Nobelpreisverleihung abgerufen werden. Absicht ist es nicht, diese Seite als statisches Informations-Medium für Ernst Ruska ins Internet gestellt zu haben, sondern es ist intendiert, diese Seite in den kommenden Jahren zu einem Forum historischer Dokumentation rund um das Elektronenmikroskop auszubauen. Es sollte sehr zu wünschen sein, daß dieses Vorhaben gelingt.
Vielleicht werden wir dadurch etwas früher die Beantwortung einer Frage erahnen können, die Ernst Ruska 1985 in den Raum stellte: *Das Lichtmikroskop öffnete das erste Tor zum Mikrokosmos. Das Elektronenmikroskop öffnete das zweite Tor zum Mikrokosmos. Was werden wir finden, wenn wir das dritte Tor öffnen?*

Klaus Hausmann
Redaktion MIKROKOSMOS

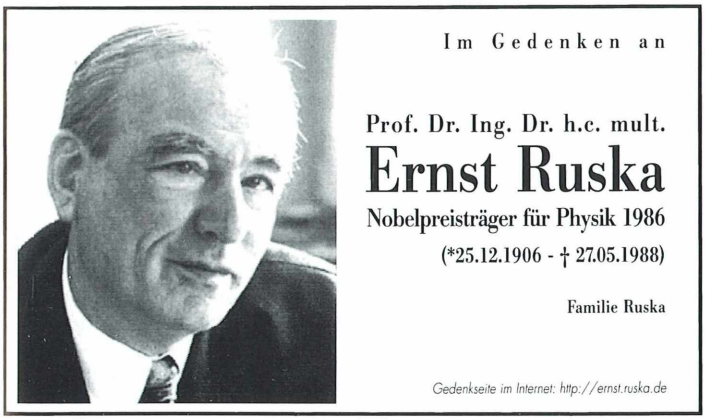


Abb. 1: Anzeige im Berliner Tagespiegel am 31. Mai 1998 zum Gedenken an Ernst Ruska.

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

Buchbesprechungen

Gisi, U., Schenker, R., Schulin, R., Stadelmann, F.: Bodenökologie. Georg Thieme, Stuttgart 1997, 350 Seiten, 159 zweifarbige Abbildungen, Taschenbuch, DM 49,80, ISBN 3-13-747202.

In dem Maße, wie die Bedeutung des Bodens als Ökosystem klar wurde, wuchs der Wunsch nach grundlegener Information über diesen Lebensraum. Die erste Auflage des vorliegenden Buches, die 1990 erschien und den bis dahin bekannten Wissensstand widerspiegelte, konnte seinerzeit die gewünschte Information vermitteln. Die zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage macht deutlich, in welchem Maße sich das Wissen um die biologischen, chemischen und physikalischen Parameter des Bodens in der vergangenen Dekade gemehrt hat. Eine Fülle durchweg zweifarbig gehaltener Illustrationen bereichert das Buch insbesondere unter didaktischen Gesichtspunkten. Das Buch gliedert sich nach einer straffen Einleitung in die drei großen Kapitel „Zustandbeschreibung des ungestörten Bodens" (knapp 70 Seiten), „Prozeßbeschreibung des ungestörten Bodens" (160 Seiten) und „Auswirkungen menschlicher Eingriffe in den Boden" (rund 60 Seiten). Das mit gut vier Seiten kurze Abschlußkapitel „Bodenschutz" stellt thesenartig Vorschläge zusammen, wie mit dem empfindlichen Ökosystem Boden umzugehen ist. Das fünfseitige Literaturverzeichnis konzentriert sich nur auf wichtigste Werke und kann naturgemäß bei etwas detailierteren Wünschen nur als Starthilfe für eine weiterführende Literatursuche genutzt werden. Das Sachverzeichnis hingegen ist mit 28 Seiten sehr hilfreich. Insgesamt liegt ein Werk vor, das jedem wärmstens empfohlen werden kann, der sich einen aktuellen Überblick über den Lebensbereich Boden verschaffen möchte.

Klaus Hausmann, Berlin

Lenzenweger, R.: Desmidiaceenflora von Österreich, Teil II: Band 102 der Bibliotheka Phycologica. Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1997, 216 Seiten, 27 Tafeln und zahlreiche Textabbildungen, Taschenbuchformat, DM 96,00, ISBN 3-443-60029-8.

Im zweiten Teil der Desmidiaceenflora von Österreich legt Rupert Lenzenweger ein Buch vor, das von den gleichen Qualitätskriterien geprägt ist, wie der erste Teil: Exaktheit und Ästhetik der Zeichnungen, konziser, zuverlässiger Text. Die zum Band I geäußerte Quintessenz kann daher nur wiederholt werden: Eine Publikation, die für jeden ein Muß ist, der sich intensiver mit den Zieralgen beschäftigt oder dieses für die Zukunft plant.

Klaus Hausmann, Berlin

Wickler, W., Seibt., U.: Kalenderwurm und Perlenpost - Biologen entschlüsseln ungeschriebene Botschaften. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1998, 217 Seiten, zahlreiche, meist farbige Abbildungen, gebunden, DM 68,–, ISBN 3-8274-0185-2

Es ist wahrscheinlich jedem an der Biologie Interessierten bekannt, daß in der Mythologie vieler ursprünglicher Volksstämme Abbildungen von Pflanzen und insbesondere von Tieren eine wichtige Rolle spielen, die dann allerdings letztendlich in vielfältig verschlüsselter Gestalt erscheinen. Das vorliegende Buch hat sich zur Aufgabe gestellt, einen Teil dieser Botschaften aufzuschlüsseln und verständlich zu machen. So geht es im ganzen Buch um Symbole und Zeichen und um deren verborgene oder vergessene Wurzeln und Bedeutungen. Die Kapitel sind text- wie bildmäßig faktengefüllt und decken vielfältige Bereiche der makroskopisch sichtbaren Biologie ab. Schade, daß es Vergleichbares aus dem Bereich des Mikrokosmos weder aktuell zu berichten noch zukünftig zu erwarten gibt.
Das Buch ist rundum empfehlenswert für den, der sich dieser Materie besonders verbunden fühlt, könnte aber auch den einen und anderen neugierig machen, was sich hinter der hier angesprochenen Symbolwelt verbirgt. Für beide Interessengruppen sollte es von großem Vorteil sein, daß ein ausgesprochen kompetentes Autorenteam, welches sich seit einigen Jahrzehnten wissenschaftlich mit der hier bearbeiteten Materie beschäftigt, das vorliegende Werk verfaßt hat.

Klaus Hausmann, Berlin

DFG: Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis (Safeguarding good scientic practice). WILEY-VCH, Weinheim, 1998, DM 28,00, ISBN 3-527-27212-7

Ein in der Öffentlichkeit im In- und Ausland breit diskutierter Fall wissenschaftlichen Fehlverhaltens hat das Präsidium der Deutschen Forschungsgemeinschaft veranlaßt, eine international zusammengesetzte Kommission unter Vorsitz des Präsidenten zu berufen und sie zu bitten,
- Ursachen von Unredlichkeit im Wissenschaftssystem nachzugehen,
- präventive Gegenmaßnahmen zu diskutieren,

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

- die existierenden Mechanismen wissenschaftlicher Selbstkontrolle zu überprüfen und Empfehlungen zu ihrer Sicherung zu geben.

Die Kommission legt als Ergebnis ihrer Arbeit die in diesem Buch zusammengestellten, am 9. Dezember 1997 einstimmig verabschiedeten Empfehlungen vor. Die Begründungen und Kommentare enthalten Anregungen für die Umsetzung. Ihnen folgt ein kurzer Überblick über die Probleme im Wissenschaftssystem, mit denen die Kommission sich auseinandergesetzt hat, und über Lösungsansätze im Ausland, deren Kenntnis für die Erarbeitung der Empfehlungen wichtig war.

K. Hausmann, Berlin

Löffler, G., Petrides, P. E.: Biochemie und Pathobiochemie. Springer Verlag, Heidelberg, 1997, 5. neukonzipierte und in allen Teilen komplett überarbeitete Auflage, 1155 Seiten, 996 Abbildungen, 233 Tabellen, gebunden, DM 148,00, ISBN 3-540-59006-4

Mit der Neuauflage dieses bewährten und stets erneut beeindruckenden Werkes liegt nun ein Buch zur Biochemie und Pathobiochemie vor, das wieder einmal gut strukturiert, didaktisch klug angelegt und durch ein ansprechendes, durchgehend farbiges Layout leserfreundlich konzipiert ist. Primär ist es für Lernende und Lehrende der Humanmedizin zusammengestellt, wird aber auch für jeden an der Biochemie Interessierten von großem Nutzen sein. Vermittelt es doch einen soliden Wissensgrundstock dieser Fachdisziplin und ist dabei in den Details hochaktuell. In dieser Neuauflage ist das intensive Bemühen der Verknüpfung der theoretischen Inhalte mit der klinischen Praxis besonders hervorzuheben.

Vier große Kapitel sind es, in welche der zu behandelnde Stoff untergliedert ist: I. Bausteine und Strukturelemente der Zelle; II. Stoffwechsel der Zelle: Weitergabe und Realisierung der Erbinformationen; III. Stoffwechsel der Zelle: Energie- und Materieumsatz der Zelle; IV. Stoffwechsel spezifischer Gewebe. Ein Anhang mit einer zweiseitigen Erklärung häufiger Abkürzungen sowie einem 37seitigen, erfreulicherweise sehr ausführlichem Register schließen das Buch ab.

Insgesamt gesehen liegt eine Buchpublikation vor, die es anzuschaffen lohnt, wenn man der (medizinischen) Biochemie nahesteht.

Klaus Hausmann, Berlin

Sommer, U.: Biologische Meereskunde. Springer Verlag, Heidelberg, 1998, 475 Seiten, 116 Abbildungen, 16 Farbtafeln, broschiert. DM 68,00, ISBN 3-540-63512-2

Dieses Buch ist, wie der Autor in seinem Vorwort zu dieser Publikation ausführt, gleichzeitig als ein Ökologiebuch für Meereskundler und als eine Meereskunde für Ökologen konzipiert. Zunächst wird angestrebt, eine ganze Reihe von grundsätzlichen physikalisch-chemischen Zusammenhängen zu erläutern, um dann zu den biologischen Inhalten zu kommen:

Ökophysiologie, Populationsbiologie, Lebensgemeinschaften Plankton-Nekton-Benthos, Kreisläufe biogener Elemente. Der sehr angewandte Aspekt Meeresbelastung und -nutzung wird im abschließenden Kapitel beleuchtet. Literaturübersicht, Glossar und Sachverzeichnis schließen das vorliegende Werk ab.

Das Buch vermittelt in der Tat grundlegende abiotische und biologische Fakten zum Lebensbereich Meer. Es ist somit als eine solide Grundlage für eine vertiefende, sich spezialisierende Beschäftigung mit diesem unsere Erde dominierenden Biotop bestens geeignet. Die teilweise zweifarbige ausgeführte Illustration unterstützt den didaktischen Aspekt.

Der am Ende zugefügte Appendix Farbtafeln ist allerdings eher als ein mißglückter Versuch zur Aufwertung des Buches anzusehen. Zeigen doch eine Vielzahl dieser Abbildungen Fehlbelichtungen oder wenig informative artefiziell-plakative Farbgebungen, die einem Neuling auf diesem Gebiet eine völlig falsche Vorstellung der natürlichen Gegebenheiten vermitteln. Man hätte auf diese „Zugabe" besser verzichten sollen.

Abgesehen von diesem Kritikpunkt ist das Buch für jeden zu empfehlen, der nach einer ersten Grundlage zum Thema Meeresökologie sucht.

Klaus Hausmann, Berlin

Müller, W.: Tier- und Humanphysiologie. Springer Verlag, Heidelberg 1998, 525 Seiten, 302 meist zweifarbige Abbildungen, gebunden, DM 68,00, ISBN 3-540-63313-8.

Dieses in erster Linie für Studierende der Biowissenschaften, aber darüber hinaus für jeden an umfassenden Informationen zur Tierphysiologie Interessierten verfaßte Lehrbuch vermittelt sowohl grundlegende als auch weiterführende Kenntnisse zur Physiologie der Tiere, den Menschen eingeschlossen. Der Stoff wird durch anschauliche, in der Regel zweifarbig angelegte Grafiken illustriert, die alle vom Autor selbst ausgeführt wurden und somit aus einem Guß sind.

Beim ersten Durchblättern des Buches fällt sofort das mit 35 Seiten außergewöhnlich umfangreiche Inhaltsverzeichnis auf. Bei etwas genauerem Hinsehen wird schnell klar, daß das Inhaltsverzeichnis nicht nur der groben Orientierung im Buch dient, sondern – willkommenerweise – schon so etwas wie eine Kurzzusammenfassung der jeweiligen Unterkapitel darstellt. Dieses macht gespannt auf die zu erwartenden Ausführungen.

 Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

Der Stoff ist in 26 Kapitel untergliedert, die – abgesehen von einigen wenigen Ausnahmen – mit jeweils rund 20 Seiten ausgeglichen erscheinen. Das in den verschiedenen Kapiteln vermittelte Wissen ist aktuell und schließt vielfach neueste Forschungsergebnisse ein. An Hand von 16 für sich verständlichen Text-Boxen werden spezielle Sachzusammenhänge erläutert. Der Text ist flüssig und lebendig geschrieben, so daß das Lesen und Lernen durchaus auch Spaß machen kann.
Im Literaturverzeichnis wird auf neun Seiten zum einen auf aktuelle Lehrbücher zu den verschiedenen Themenkomplexen, zum anderen aber auch auf zentrale Originalveröffentlichungen hingewiesen. Somit wird dem Leser ermöglicht, zu jedem speziellen Problem aus weiterführender Literatur ausführlichste Information abzufragen. Das Sachverzeichnis weist mit 17 Seiten einem den detailreichen Text adäquaten Umfang auf.
Somit liegt eine aktuelle, lese- und lernfreundliche Buchpublikation vor, der man eine rasche und weite Verbreitung wünschen darf.

Klaus Hausmann, Berlin

Werbet für den Mikrokosmos!

Eigenanzeige des MIKROKOSMOS aus Band 14, 1920/21

Aus den Arbeitsgemeinschaften

Mikrographische Gesellschaft Wien

Programm
Oktober bis Dezember 1998

6. 10.: Herbert Csadek: Astronomische Filme über die Kometen Hyakutake und Hale-Bopp
13. 10.: Dr. Gabriele Hrauda: Streifzüge durch die Evolution (mit Dias)
20. 10.: Friedrich Posch: Mikroskopische Untersuchungen von Meteoriten und Gesteinen (mit Dias)
27. 10.: Anton Loser: *Arion lusitanicus* – Spanische Wegschnecke (Präparationsabend)
3. 11.: Univ.-Lektor Dr. Ing. Wilhelm Bauer: Naturwissenschaftliche Untersuchungen in der Restaurierung (Video-Film bzw. Dias)
6. 11. bis 8. 11.: 7. Internationale Mikroskopie-Tage in Hagen
10. 11.: Alfred Schultes: Insekten (Mikro-Dias Abend)
17. 11.: Ing. Konrad Liebeswar: Früchte (Präparationsabend)
24. 11.: Prof. Erich Steiner: Mikropaläontologisches Material (Präparationsabend)
1. 12.: Weihnachtsfeier
8. 12.: Maria Empfängnis (Feiertag)

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

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

Die Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Mainfranken lädt hiermit ein zum nächsten Treffen

am 17. Oktober 1998

im BIO-Zentrum der Universität Würzburg in Gerbrunn (am Hubland).

Treffpunkt: letzter Parkplatz – pünktlich um 10 Uhr.

Interessenten können anfragen bei K. H. Orlishausen, Sonderschulrektor, Friefhofstr. 5, 96215 Lichtenfels, Tel.: 09571/3477.

Möchten Sie in der Zeitschrift

MIKROKOSMOS

inserieren?

Bitte richten Sie Ihre Anfragen und Wünsche an
Gustav Fischer Verlag, Anzeigenleitung
Postfach 10 05 37, 07705 Jena
Telefon 03641 - 62 64 28
Telefax 03641 - 62 65 00

Mikro-Markt

Preise für Fließsatzanzeigen (pro mm/Spaltenbreite): privat DM 3,50; geschäftlich DM 5,–; Vorzugspreis für Abonnenten der Zeitschrift (nur Privatanzeigen) DM 2,– Chiffregebühr DM 10,–.
Senden Sie Ihren Anzeigenauftrag an den: GUSTAV FISCHER VERLAG, Anzeigenleitung, Postfach 10 05 37, 07705 Jena
Anzeigenschluß für die nächste Ausgabe ist der 7. 9. 1998

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

Gesteins-Dünnschliffe gesucht.
02 08/38 01 07

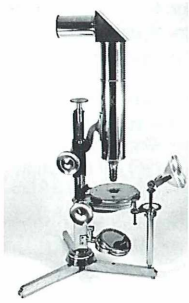
Verkaufe Zeiss Invertmikroskop ID-02, wie neu. Preis VS. Tel.: 030/4 31 59 09

Aus Nachlaß gegen schriftliches Angebot abzugeben: **1.** PZO Stereolupe mit Fotozwischenschiebetubus, Beleuchtungssuntersatz mit Kreuztisch und Polarisationseinrichtung mit Trafo; **2.** PZO Durchlichtmikroskop mit binokularem Fototubus, Auflichtzwischentubus, variabler Interferenzkontrasteinrichtung, diverse Objektive, Okulare und Projektive, Phasenkontrastkondensor mit Objektiven 10, 20, 40, 100, gerader Fototubus, Opak-Illuminator, Hilfsmikroskop, mit Trafo; **3.** Leitz Durchlichtmikroskop – altes Modell, mit Fluoreszenzeinrichtung; **4.** Olympus Objektive D-Plan 4, 10, 20, 40; **5.** Lomo Objektiv-Satz und Dunkelfeldkondensor. Angebote an M. Hauptmann, W.-Leuschner-Weg 6, 25524 Itzehoe.

Suche komplette Jahrgänge der Zeitschrift „MIKROKOSMOS". Robert Masuck, Nedderfeld 39, 19063 Schwerin, Tel. 03 85/2 00 03 49, nach 20.00 Uhr

Histokryostat (Leitz, Tiefkühlung, Rotat. Mikrotom, autom. Schnittabnahme), LKB-Ultramikrotom, Einzelteile f. Amplival., Zentrifuge 25.000 Umdr.), Bi-Dest.Anlage, Photometer, div. Laborbedarf. Wg. Umzug zu verk. **02 08/38 01 07**.

Verkaufe Zeiss-West drehbaren Analysator-Schieber, einfachen Analysator-Schieber (beide große Zunge) sowie binokularen Schiebetubus. Preise VS. Tel. 040-5 50 77 48



Historische Mikroskope Björn Kambeck

Fotoliste auf Anfrage

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

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

Suche WILD Apo-Zoom 1:6, biete Makro-Zoom 1:5 plus Zuzahlung. Tel.: 089/3 08 22 11

Suche gebrauchte Köhlerleuchte. An: Jörg Hoffmann, Handwerkerstr. 8, 33617 Bielefeld

Suche für Leitz Laborlux (bzw. SM), schwarzes Stativ (60ger Jahre) Bino- oder Trinotubus (S, FS oder FSA). Angebote an Chiffre 1.4/98

Verkaufe von Zeiss/West: umgekehrtes Mikroskop (Invertoskop D) mit oder ohne Optik, Photowechsler, Diskussionswürfel schwarz, Objektive Planapo 10x/0,32, 40x/1,0 Ol, 100x/1,3 Ol, LD-Epiplan 4x/0,1, achr./apl. Kondensor NA 1,4. Tel.: 0 70 73/39 98

Suche Zeiss Mikroskop L – Stativ BJ ab 1933. Tel. 02 28/22 97 82, Fax 02 28/26 58 86

ORIGINAL OBJEKTIVE VON LOMO
, denn hier stimmt Preis und Leistung

Sonderoptiken • Astronomie • Mikroskopie

• Achromate
• Tubuslänge 160 mm

• 3,5 x 0,10 Plan Achromat	DM 120,-
• 9,0 x 0,20 Plan-Achromat	DM 130,-
• 3,7 x 0,10 Achromat	DM 75,-
• 8,0 x 0,20 Achromat	DM 60,-
• 10,0 x 0,40 Achromat	DM 310,-
• 20,0 x 0,40 Achromat	DM 70,-
• 30,0 x 0,90 (Wasser)Achromat	DM 330,-

• Apochromate
• Tubuslänge 160mm

• 10,0 x 0,30 Apochromat	DM 140,-
• 20,0 x 0,65 Apochromat	DM 150,-
• 20,0 x 0,80 (Öl)Apochromat	DM 330,-
• 40,0 x 0,95 Apochromat	DM 250,-
• 60,0 x 0,70/1,0 (Öl)Apochromat	DM 280,-
• 70,0 x 1,23 (W)Apochromat	DM 290,-
• 90,0 x 1,30 (Öl)Apochromat	DM 160,-
• 40,0 x 0,65 Achromat	DM 65,-
• 40,0 x 0,75 (Wasser)Achromat	DM 140,-
• 85,0 x 1,00 (Wasser)Achromat	DM 200,-
• 90,0 x 1,25 (Öl)Achromat	DM 80,-

Katalog! 170 Seiten Micro/Macro DM 10.00
BW OPTIK DIREKTVERSAND
Langner-Voss • Bussardweg 19/b • D-48683 Ahaus TEL. / FAX 02561/67269

Impressum
Herausgeber: Prof. Dr. Klaus Hausmann (Berlin) und Dr. Bruno P. Kremer (Köln).
Verlag: Gustav Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Niederlassung Jena, PF 100 537, D - 07705 Jena; Telefon (03641)626-3, Fax (03641)62 65 00; e-mail: office.j@gfischer.de
Anzeigenannahme und -verwaltung: Gustav Fischer Verlag GmbH & Co. KG, Niederlassung Jena, Anzeigenleitung: Sabine Schröter, PF 100 537, D - 07705 Jena; Telefon (03641)62 64 28, Fax (03641)62 64 21.
Zur Zeit gilt die Anzeigen-Preisliste Nr. 20 vom 1. 4. 1998.
Abonnementsverwaltung und Vertrieb: SFG – Servicecenter Fachverlage GmbH, Zeitschriftenvertrieb: Barbara Dressler, Villengang 2, 07745 Jena, Telefon (03641)62 64 44, Fax (03641)62 64 43.
Bezugshinweise: Das Abonnement gilt bis auf Widerruf oder wird auf Wunsch befristet. Die Lieferung der Zeitschrift läuft weiter, wenn sie nicht bis zum 31. 10. eines Jahres abbestellt wird.
Erscheinungsweise (1998): 1 Jahrgang mit 6 Heften.
Abo-Preise (1998): 112,– DM* (zuzüglich Versandkosten); Einzelheftpreis 23,– DM* (zuzüglich Versandkosten); Vorzugspreis für Schüler und Studenten 79,– DM. *Unverbindlich empfohlene Preise. Preisänderungen vorbehalten.
Folgende Kreditkarten werden zur Zahlung akzeptiert: Visa / Eurocard / Mastercard / American Express (bitte Kartennummer und Gültigkeitsdauer angeben).
Bankverbindung: Deutsche Bank AG Jena, Konto-Nr. 6 284 707, BLZ 820 700 00.

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

Satz: SATZREPROSERVICE GmbH Jena, Talstraße 84, D - 07743 Jena.
Druck: Gulde-Druck GmbH, Hagellocher Weg 63, 72070 Tübingen.
Diese Zeitschrift wird ab Bd. 85, Heft 1 (1996) auf elementar chlorfreiem, pH-Wert neutralem, alterungsbeständigem Papier gedruckt.
Printed in Germany

© 1998 Gustav Fischer Verlag

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

Hinweise für Autoren

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

1. Der MIKROKOSMOS veröffentlicht Aufsätze, Übersichtsbeiträge, Erfahrungsberichte, Kurzmitteilungen, Hinweise auf interessante neue Arbeitsverfahren oder Präparationsanleitungen sowie technische Innovationen aus allen Teilbereichen der Mikroskopie. Beiträge, die zur Veröffentlichung angeboten werden, dürfen nicht gleichzeitig anderweitig zum Druck eingereicht werden.

2. Die Redaktion bittet, Manuskripte grundsätzlich nur auf einseitig beschriebenen, fortlaufend numerierten DIN A4-Bögen einzureichen. Jede Manuskriptseite sollte mit doppeltem Zeilenabstand beschrieben werden und jeweils 30 Zeilen mit höchstens 60 Anschlägen pro Zeile umfassen. Bitte am rechten Rand des Manuskriptes die ungefähre Plazierung der Abbildungen und Tabellen angeben. Am Ende des Manuskriptes steht die vollständige Autorenadresse. Soweit möglich sollten die Manuskripte zusätzlich zur Hardcopy als 3,5″-Diskette (nur DOS- oder Macintosh-Formate) mit der oben angegebenen Formatierung eingereicht werden.

3. Tabellen und Bildlegenden (beide jeweils fortlaufend numerieren) bitte nicht in den Haupttext einbauen, sondern als Anhang auf eigene Manuskriptseiten schreiben.

4. Bildvorlagen sind Farbdias (für die sw-Reproduktion) jeglicher Größe, kontrastreiche sw-Fotos und druckfertig gezeichnete Strichzeichnungen (Graphiken, vorzugsweise in tiefschwarzer Zeichentusche angelegt). Bitte alle Materialien namentlich kennzeichnen. Beschriftungen nur mit Anreibebuchstaben (Endgröße nach Vergrößerung/Verkleinerung der jeweiligen Bildvorlage ca. 3 mm) anbringen. Die Bilder werden in drei verschiedenen Breiten (1spaltig, 1,5spaltig, 2spaltig) reproduziert. Es können mehrere Bilder zu Tafeln kombiniert werden.

5. Alle Bildvorlagen bleiben Eigentum des Autors und werden mit den Korrekturfahnen des Beitrages wieder zurückgesandt.

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

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

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

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

7. Jeder Autor erhält von seinem Beitrag vor dem Druck eine Korrekturfahne zum Gegenlesen. Korrekturen müssen sich auf Satzfehler beschränken. Umfangreiche Textnachträge oder Umstellungen sind aus Kostengründen nicht möglich. Bei stärkerer redaktioneller Bearbeitung eines Manuskriptes erhält der Autor zuvor eine Kopie des druckfertigen Manuskriptes zur Freigabe.

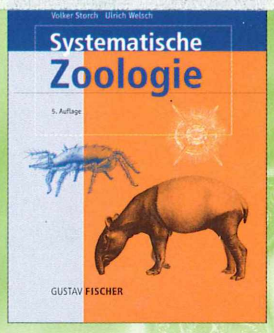
8. Jeder Autor erhält von seiner im MIKROKOSMOS veröffentlichten Arbeit kostenlos 25 Sonderdrucke.

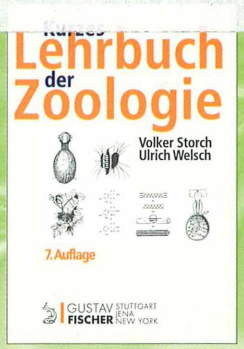
9. Der Verlag honoriert jede Druckseite mit DM 50,– und Farbmikrofotos, die auf der Titelseite erscheinen, mit DM 100,–.

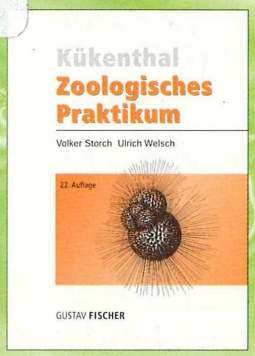
10. Manuskripte bitte einsenden an
Redaktion MIKROKOSMOS
Prof. Dr. Klaus Hausmann
Zoologisches Institut der Freien Universität
Königin-Luise-Straße 1–3
14195 Berlin
(Manuskripte zu zoologischen Themen)
oder an
Redaktion MIKROKOSMOS
Dr. Bruno P. Kremer
Johann-Henk-Straße 35a
53343 Wachtberg
(Manuskripte zu botanischen Themen).

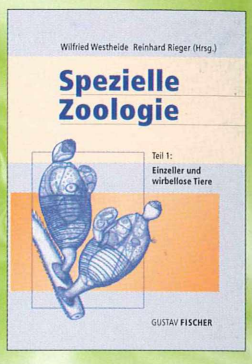
Mikrokosmos
Bibliothek des OÖ. Landesmuseums
Museumstraße 14
4020 Linz
1 (6)
510543
300229

Lehrbücher der Zoologie*









„Systematische Zoologie" von Storch/Welsch neu aufgelegt!

5., völlig überarb. Aufl. 1997.
Ca. 812 S., 448 Zeichn., geb.
ca. DM 92,– / ÖS 672,– / SFr 83,50
ISBN 3-437-25160-0

Der Lehrbuchklassiker zur Systematischen Zoologie ist die verläßliche und spannende Informationsquelle für Studierende und Lehrende der Biowissenschaften an Hochschulen und Gymnasien.

- Überblick über das gesamte Tierreich
- Systematik basiert auf Erkenntnissen der zoologischen Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Biochemie, Physiologie, Verhaltenskunde und Tiergeographie
- Bildliche Darstellung der Lebensräume
- Besonderheiten von 300 ausgewählten Arten
- Einfluß bestimmter Tierarten auf die kulturelle Entwicklung der Menschheit

Biologie der Tiere - kurzgefaßt und bestens zum Lernen geeignet

7., neubearb. Aufl. 1994.
593 S., 284 Abb.,
kt. DM 64,– ISBN 3-437-20507-2
geb. DM 84,– ISBN 3-437-20508-0

„Die von Auflage zu Auflage zunehmende Vervollkommnung ist inzwischen soweit fortgeschritten, daß man dieses Buch Studierenden der Zoologie im deutschen Sprachraum an erster Stelle empfehlen muß."
(Zeitschrift für Säugetierkunde)

Praktikumsanleitung mit Tips und Anregungen zum Präparieren

22., überarb. Aufl. 1996.
482 S., 248 Abb., geb.
DM 72,– / ÖS 533,– / SFr 69,50
ISBN 3-437-20560-4

Die sorgfältig überarbeitete Neuauflage des bewährten zootomischen Praktikums wurde gestrafft, präzisiert und neben der Präparation des überall erhältlichen Speisetintenfisches *Logligo* um zahlreiche Neuerungen ergänzt.
Das Standardwerk im biologischen Grundstudium vermittelt elementare Erkenntnisse zur zoologischen Morphologie durch praktische Anleitungen im Präparierkurs unter optimalen Bedingungen und der Achtung vor dem Leben.

- Lehrbuch und Nachschlagewerk
- Standardwerk im Grundstudium

Modernes Kompendium und Nachschlagewerk zugleich!

1996. 909 S., 1167 Abb., 5 Tab., geb.
DM 148,– / ÖS 1095,– / SFr 142,50
ISBN 3-437-20515-3

Das neue große Lehrbuch der zoologischen Systematik beschreibt die Vielzahl der tierischen Organismen anhand ihrer Baupläne (einschließlich Cytologie und Histologie), Funktionsmechanismen, Entwicklungsgeschichte und Lebensformen. Die Tierarten werden zu Organisationsstufen zusammengefaßt und nach phylogenetischen Kriterien geordnet.
Völlig neu ist die Einteilung der ehemaligen „Protozoa" und deren Einbeziehung in ein aktuelles System aller einzelligen Eukaryota.

Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten.

*** auf dem neuesten Stand, lebendig und prägnant strukturiert.**

GUSTAV FISCHER

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mikrokosmos, Zeitschrift für Mikroskopie

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 87_5

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: Mikrokosmos 87_5 1