Oberösterreichisches Landesmuseum
II 90372/92,1

F 20582

MIKROKOSMOS

URBAN & FISCHER

Januar 2003
92. Jahrgang
Heft 1
ISSN 0026-3680



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

O.Ö. LANDESMUSEUM
BIBLIOTHEK

MIKROKOSMOS Zeitschrift für Mikroskopie

Herausgegeben von Klaus Hausmann (Berlin) v.i.S.d.P.
Redaktionsassistentin: Renate Radek (Berlin)

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

Inhalt

Artikel

1 *Vampyrella* parasitiert *Eudorina elegans*
Philipp Mayer und Martin Kreutz

7 Gewässer-Eutrophierung und Indikatoralgen
Siegfried Hoc

11 Zuckersüßer Honig: Ein mikroskopischer Augenschmaus
Klaus Hausmann

15 Die Carl-Zeiss-Stiftung – Ihre Geschichte und Gegenwart. 2. Teil
Klaus Henkel

27 Mikroskopische Untersuchung des Birnengitterrostes
Rainer Roeser

37 Eine Strahlenscheibe: Die Grünalge *Protoderma*
Ernst Hippe

39 Streifzüge durch die Geschichte der Mikroskopie. 11.Teil
Gerhard Göke

45 Mikroskopische Untersuchungen an der Kartoffelpflanze
Solanum tuberosum
Friedrich Thormann

51 *Spathidium porculus* – Ein Ciliat mit Rüssel
Martin Kreutz

53 Zur Oberfläche und Verwendung von Mattscheiben
Gerhard Göke

Rubriken

12, 35, 43
Kurze Mitteilungen

5, 10, 49, 54, 61
Nachrichten

24
Mikro-Ufo

56
Buchbesprechungen

62
Aus den Arbeitsgemeinschaften

Im elektronischen MIKROKOSMOS-ARCHIV
(**http://urbanfischer.de/journals/mikrokosmos/archiv/htm**) wird mit dem Erscheinen dieses Heftes ein Artikel aus dem Jahrgang *31* (1937/38) über die Anfertigung von Diatomeen-Reihen- und Kreispräparaten wiedergegeben.

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

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

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

Umschlagabbildung: Zuckerkristall im polarisiertem Licht (mit Gipsplättchen). Siehe Artikel K. Hausmann, S. 11–12

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

Vampyrella parasitiert Eudorina elegans

Philipp Mayer und Martin Kreutz

Die Nacktamöben der Gattung *Vampyrella* ernähren sich ausschließlich von Algen (Page und Siemensma, 1991). Dies tun andere Amöben zwar auch, jedoch hat *Vampyrella* eine bemerkenswerte Methode entwickelt, diese Nahrungsquelle zu erschließen. Sie kann die Zellwand der Algen enzymatisch durchbohren, um sich deren Cytoplasma dann einzuverleiben. Deshalb sind die Vampyrelliden auch in vegetationsreichen Seen und Weihern mit reichlichem Algenvorkommen öfters zu finden. Alle Vertreter der Familie Vampyrellidae zeichnen sich durch eine regelmäßige Aufeinanderfolge von encystierten und frei beweglichen Stadien aus. Das Cystenstadium dauert ein bis zwei Tage; es beginnt unmittelbar nach der Nahrungsaufnahme, und es endet mit dem Schlüpfen der ausschwärmenden filosen *Vampyrella* Amöben (Hülsmann, 1995). Die Vampyrelliden sind zudem ausgesprochene Nahrungsspezialisten und haben sich auf Gattungen wie *Spirogyra* oder *Closterium* spezialisiert. Einige Arten sind sogar nach ihrer Spezialisierung auf bestimmte Wirtsalgen benannt worden, wie zum Beispiel *V. closterii* oder *V. ulothrichis*. Es gibt insgesamt sechs definierte Arten (Page und Siemensma, 1991), von denen jedoch keine mit *Eudorina elegans* als Wirtsalge in Zusammenhang gebracht wird, weshalb wir die hier beschriebene Art vorerst *Vampyrella* spec. nennen möchten.

In Proben aus einem nordwestlich von Konstanz gelegenen Braunwassertümpel war die volvocale Grünalge *Eudorina elegans* (Streble und Krauter, 1981) sehr häufig zu finden. Uns fiel jedoch auf, dass einige Kolonien (ca. 10–20%) mit grün- bis rotbraun gefärbten Cysten durchsetzt waren. Zum anderen fiel in diesen Proben auch ein gehäuftes Vorkommen von *Vampyrella* auf.

Erste Hinweise

Vampyrella ist leicht zu identifizieren, denn ihr Cytoplasma hat eine ziegel- bis zinnoberrote Färbung. Diese Färbung geht auf unverdaute Carotinoide aus der Algennahrung zurück. Im vorliegenden Fall waren die Exemplare meist rotbraun bis ziegelrot gefärbt und der Zellkörper war ausgedehnt mit vielen schlanken, spitz auslaufenden Pseudopodien, die dicker als Filopodien sind (Abb. 1). Die durchschnittliche Größe lag bei 30–40 × 15–20 µm. Nur bei sehr wenigen Exemplaren war der Zellkern zu sehen, der 6 µm groß war (Abb. 2). Uns war bekannt, dass die Vampyrelliden nach der Nahrungsaufnahme Verdauungs- und Teilungscysten bilden oder auch Dauercysten. Die Cysten können gestielt oder ungestielt sein, eine stachelige oder glatte Wandung aufweisen. Hat-

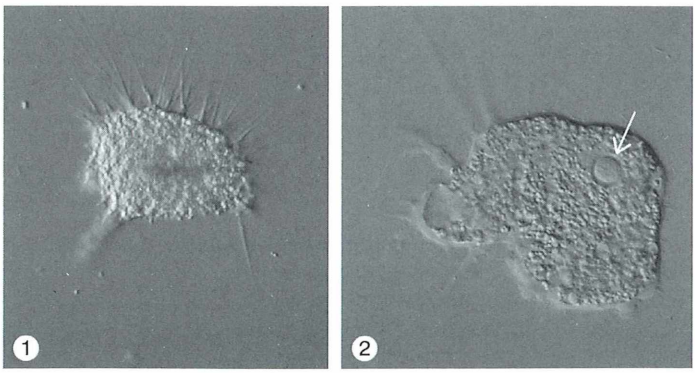


Abb. 1: Frei bewegliches Exemplar von *Vampyrella* spec. Es ist 40 µm breit und ziegelrot gefärbt. – Abb. 2: Ein gequetschtes Exemplar von *Vampyrella* spec. Der 6 µm große Zellkern ist mit einem Pfeil markiert.

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

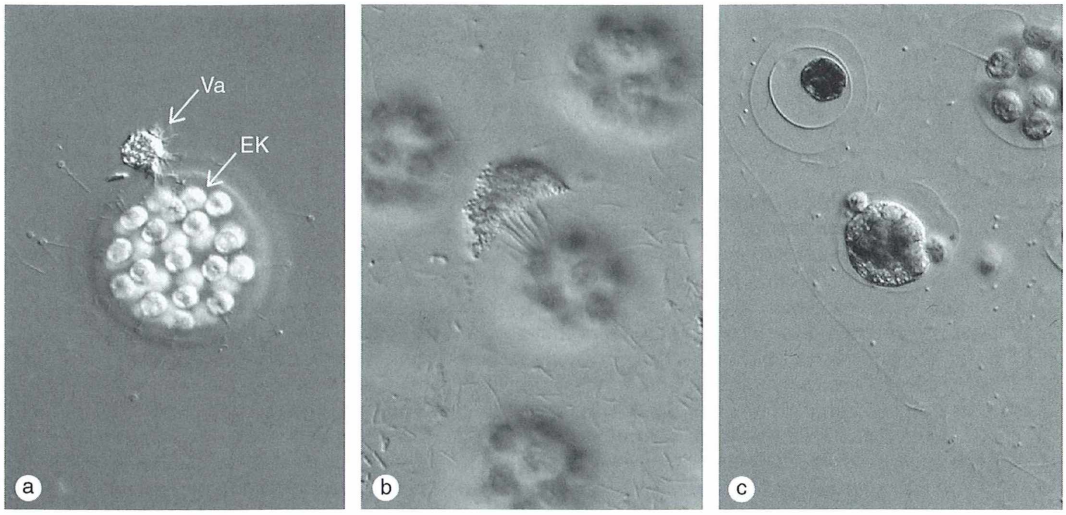


Abb. 3 a–c: Nach dem Anheften von *Vampyrella* spec. (Va) an die *Eudorina*-Kolonie (EK) (a) beginnt die Amöbe in die Gallerthülle einzudringen. Dabei sendet *Vampyrella* spec. feine Pseudopodien in das Lager der Algenzelle (b). Dort angelangt beginnt sie mit dem Umschließen ganzer Algenzellen aus einem Teilungsstadium von *Eudorin elegans* (c).

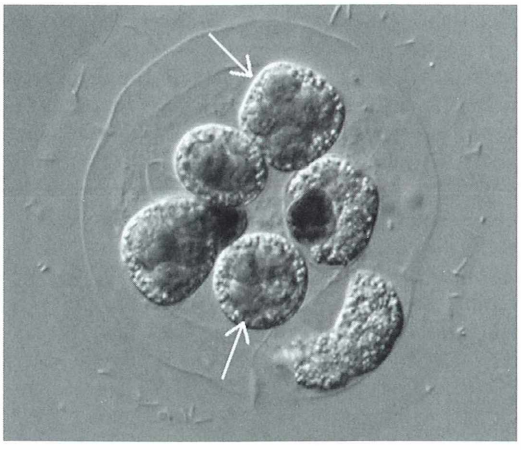


Abb. 4: Nach gänzlicher Umschließung der Zellen von *Eudorina elegans* durch *Vampyrella* spec. erkennt man noch die vollständig erhaltenen Algenzellen innerhalb des Zellkörpers der Amöbe. Die Pfeile weisen auf die beginnende Cystenbildung.

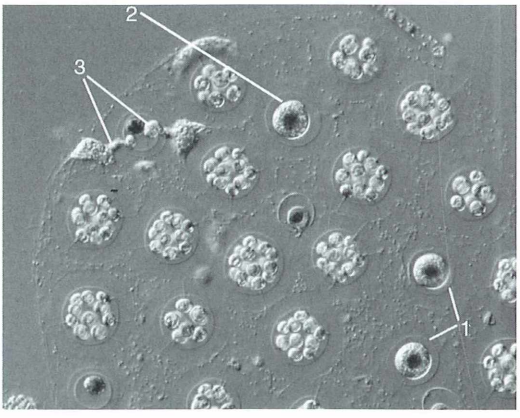


Abb. 5: Ist eine *Eudorina*-Kolonie durch *Vampyrella* spec. befallen, erkennt man schon bei schwachen Vergrößerungen die stark lichtbrechenden Cysten in der Kolonie verteilt (1), wie *Vampyrella* spec. Algenzellen attackiert (2) und wie aus Cysten Tochterzellen von *Vampyrella* spec. schlüpfen (3).

ten diese beiden Funde – *Eudorina* und *Vampyrella* – in der Probe etwas miteinander zu tun? Die Literatur gibt zumindest keine Hinweise darauf, dass *Vampyrella Eudorina* parasitiert.

O.Ö. LANDESMUSEUM
BIBLIOTHEK
K Jno Mh J 2003: 7

Überprüfung im Mikroaquarium

Um zu überprüfen, ob wir hier tatsächlich eine *Vampyrella*-Art vor uns hatten, welche für den Befall von *Eudorina* verantwortlich war, legten

II 90372

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten

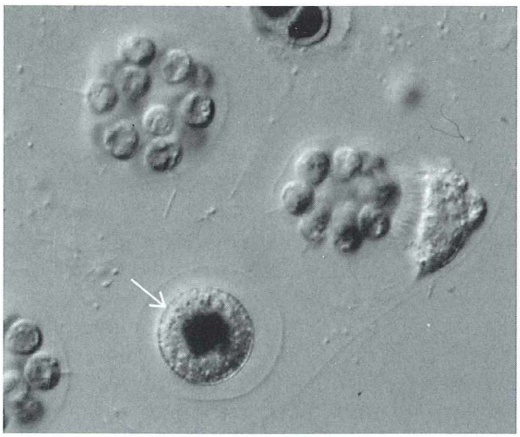


Abb. 6: Mit fortschreitendem Verdauungsprozess kugelt sich *Vampyrella* spec. ab und bildet eine glatte, farblose Cystenwand (Pfeil).

wir mehrere Mikroaquarien an, in die sowohl mehrere Exemplare *Eudorina* als auch die Vampyrelliden eingebracht wurden. Schon nach ein bis zwei Tagen hatte sich die Befallsrate bei *Eudorina* auf etwa 50–60% erhöht. Tatsächlich stellte sich die von uns gefundene *Vampyrella*-Art als offensichtlicher Nahrungsspezialist für *E. elegans* heraus, da wir dieses Ergebnis nicht nur reproduzieren konnten, sondern auch die Gelegenheit hatten, den gesamten Lebenszyklus vom Eindringen der Vampyrelliden in die *Eudorina*-Kolonien bis hin zur Cystenbildung und der Excystierung zu verfolgen und zu dokumentieren. Da in der Literatur (z. B. Page und Siemensma, 1991) keine *Vampyrella*-Art mit *Eudorina elegans* als Wirtsalge beschrieben wird, andererseits die Vampyrelliden wirtsspezifisch sind, wollen wir diese Art vorerst *Vampyrella* spec. nennen.

Eindringen in die Kolonie

Mit *Eudorina elegans* als Wirtsalge ergibt sich für *Vampyrella* spec. nicht nur das Problem, eine Zellwand zu lysieren (aufzulösen), sondern erst einmal durch das Gallertlager von *Eudorina* zu dringen, in das die Einzelzellen der Kolonie (meist 32) gleichmäßig eingelagert sind. Dieses Kunststück gelingt *Vampyrella* spec. innerhalb von 30–60 Minuten (Abb. 3a–c).
Nachdem die Amöbe an der Gallerthülle von *Eudorina* angeheftet ist (Abb. 3a), beginnt sie feine Pseudopodien zu der im Lager sitzenden Algenzelle auszustrecken (Abb. 3b). Eventuell nutzt sie dabei die feinen Kanäle in der Gallerthülle von *Eudorina*, durch welche die Geißeln der *Eudorina*-Zellen nach außen ver-

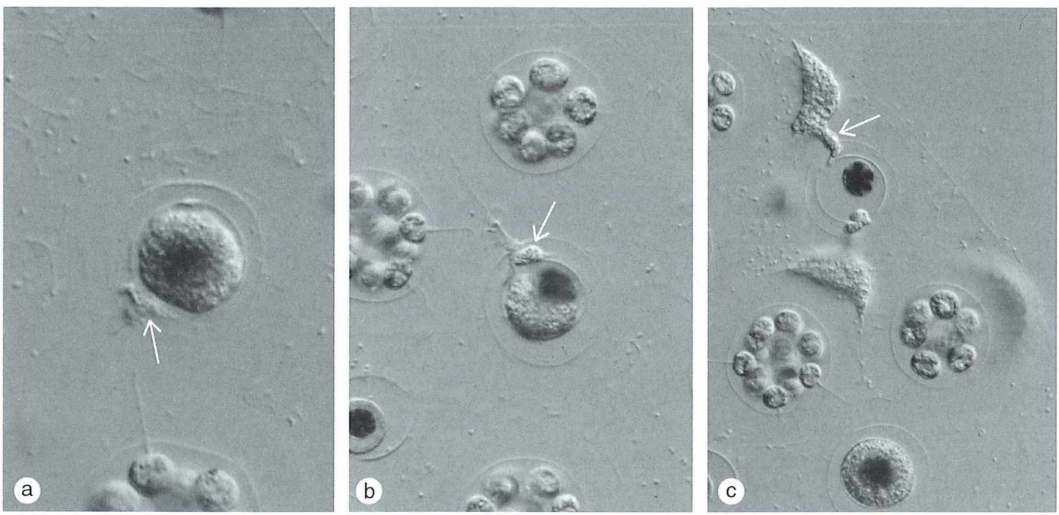


Abb. 7 a–c: Nach Abschluss des Verdauungs- und Teilungsprozesses beginnen die Tochterzellen, ein Loch in die jetzt sichtbare Cystenhülle zu bohren, und die ersten Pseudopodien werden sichtbar (a, Pfeil). Die erste Tochterzelle verlässt die Zoocyste (b, Pfeil); die zweite Tochterzelle tritt überraschenderweise an einer zweiten Stelle durch die Cystenhülle (c, Pfeil). Ein unverdaulicher rotbrauner Nahrungsrest bleibt zurück.

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

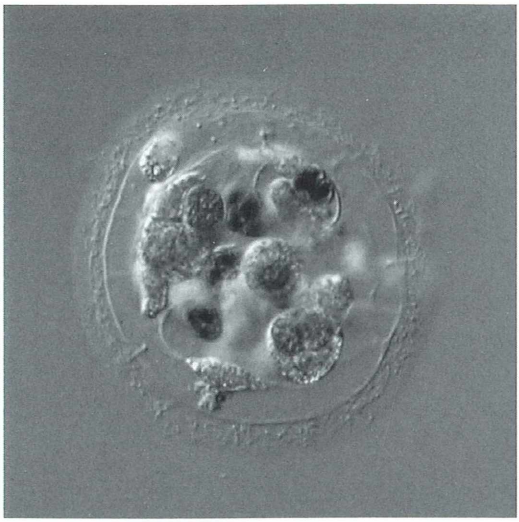


Abb. 8: Diese Kolonie von *Eudorina elegans* zeigt einen sehr starken Befall durch *Vampyrella* spec., wodurch alle Algenzellen letztendlich von *Vampyrella* spec. phagocytiert wurden und die Kolonie abstarb.

laufen. Dies konnten wir jedoch nicht überprüfen. Innerhalb der Gallertlager beginnt *Vampyrella* spec. die gesamte *Eudorina*-Zelle beziehungsweise deren Tochterzellen völlig zu umschließen (Abb. 3c), anders als die meisten anderen *Vampyrella*-Arten es tun, welche der Zellwand der Wirtsalge durch lokal begrenzten enzymatischen Abbau ein meist kreisförmiges Loch zufügen und den Protoplasten dann ingestieren. Das heißt, bei *Vampyrella* spec. bleibt der Umriss der phagocytierten Wirtszelle noch lange zu erkennen (Abb. 4). Die anderen Zellen der *Eudorina*-Kolonie bleiben (vorerst) von der Amöbenattacke unbehelligt und die Kolonie ist weiterhin voll lebensfähig (Abb. 5).

Encystierung und Excystierung

Nach dem Eindringen in die Kolonie und der Nahrungsaufnahme kugelt sich *Vampyrella* spec. ab (Abb. 4) und ist fortan als hochbrechender Fremdkörper mit einem grünlichen Einschluss in der *Eudorina*-Kolonie bereits bei schwachen Vergrößerungen feststellbar (Abb. 5). Die ingestierte Wirtsalge liegt zentral (Abb. 4) und *Vampyrella* spec. beginnt eine Cystenwand auszubilden, welche dünn, farblos, unstrukturiert und in jedem Fall stiellos ist (Abb. 4 und 6). Durchschnittlich haben die kugelförmigen Cysten einen Durchmesser von 18 bis 23 µm. Innerhalb der Cyste beginnt sich nun – bedingt durch den Verdauungsprozess der Amöbe – die Farbe der Nahrung von grün nach rotbraun oder rostbraun zu verändern. Außerdem erkennt man deutlich, dass parallel dazu das Plasma der Amöbe langsam eine ziegelrote Färbung annimmt, welche typisch für die Vampyrelliden ist. Es kann sich eine Dauercyste oder eine Zoocyste bilden. Letzteres ist der eigentliche Vermehrungsprozess der Vampyrelliden, welche sich nicht im aktiven Stadium teilen, wie es beispielsweise bei *Amoeba proteus* üblich ist. In einer Zoocyste findet definitionsgemäß Verdauung und Teilung statt (Abb. 7a–c).

Der Fortschritt der Verdauung ließ sich von der Cystenbildung bis zum Schlüpfen der *Vampyrella*-Tochterzellen gut verfolgen, die eigentliche Teilung jedoch nicht, da die Zoocyste stark lichtbrechend und kompakt ist. Der Zellkern ließ sich darin nicht orten und auch eine Plasmabewegung war nicht zu erkennen. Nach etwa ein bis zwei Tagen sind die Verdauungs- und Teilungsprozesse in der Zoocyste abgeschlossen und es beginnen nun zwei bis drei Amöben auszuschlüpfen (Abb. 7a–c). Dabei soll die Auflösung der Cystenwand während der Excystierung durch die Sekretion entsprechender Enzyme erfolgen (Hausmann, 1985). Dies geschieht überraschenderweise an unterschiedlichen Stellen der Cystenwand (Abb. 7c), statt die gleiche Schlupföffnung zu nutzen. Innerhalb der Cystenhülle bleibt ein rotbrauner Nahrungsrest zurück. Die geschlüpften Tochterzellen von *Vampyrella* spec. verbleiben innerhalb der Kolonie, solange noch weitere phagocytierbare *Eudorina*-Zellen übrig sind. Bei einem starken Befall kann somit die gesamte *Eudorina*-Kolonie schließlich zugrunde gehen (Abb. 8). In den Probengefäßen fanden wir dann auch viele abgestorbene Kolonien, welche nur noch rotbraune Nahrungsreste an den Stellen enthielten, wo vormals die Algenzellen in der Gallerte lokalisiert waren.

Abgrenzung zu ähnlichen Gattungen

Nahe verwandt mit *Vampyrella* sind die Gattungen *Nuclearia* und *Vampyrellidium*. Da sich die hier beschriebene *Vampyrella*-Art von den bisher bekannten sechs *Vampyrella*-Arten

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

durch die Methode der Nahrungsaufnahme unterscheidet (umschließen der Wirtszelle, statt diese auszusaugen), ist eine Überprüfung der Abgrenzung anhand anderer Merkmale notwendig. Wichtig werden dabei die ziegelrote Plasmafärbung, die Zellform sowie auch die Art der Vermehrung. Bei *Nuclearia* ist die Zellform kugelig und Pseudopodien strahlen radial aus. Diese Form können auch Vampyrelliden annehmen, jedoch ist die ziegelrote Plasmafärbung für *Vampyrella* signifikant. Die Differenzierung zu *Vampyrellidium* erfolgt über die Art der Vermehrung. Zwar ernährt sich *Vampyrellidium* wie unsere *Vampyrella*-Art durch umschließen ganzer, gesunder Algenzellen, jedoch erfolgt die Vermehrung nicht durch Zoocysten, sondern durch Zellteilung der aktiven Stadien. Deshalb stützen wir unsere Zuordnung der hier beschriebenen *Vampyrella* auf deren Zellfärbung und der Vermehrung durch Zoocysten. Angesichts der oft beschriebenen Wirtspezifität von *Vampyrella* ist es sogar möglich, dass hier eine noch nicht beschriebene Art vorliegt.

Literaturhinweise

Hausmann, K.: Protozoologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1985.

Hülsmann, N.: Freilebende nackte Rhizopoden. In: Röttger, R. (Hrsg.): Praktikum der Protozoologie, S. 80–88. Gustav-Fischer Verlag, Stuttgart 1995.

Page, C. F., Siemensma, F. J.: Nackte Rhizopoda und Heliozoea. In: Matthes, D. (Hrsg.): Protozoenfauna, Band 2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1991.

Streble, H., Krauter, D.: Das Leben im Wassertropfen. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1981.

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

Nachricht

Verleihung eines Umweltpreises an die Hydrographisch-biologische Arbeitsgemeinschaft BONITO e.V.

Für die langjährigen Arbeiten in Umweltschutz und Heimatforschung in der Feldberger Seenlandschaft wurde die Hydrographisch-biologische Arbeitsgemeinschaft BONITO e.V. mit dem *Umweltpreis 2001/2002 des Landtags Mecklenburg-Vorpommern zum Gedenken an Ernst Boll* ausgezeichnet.

BONITO hat, so in der Laudatio: ... *durch langjährige ehrenamtliche Untersuchungen des ökologischen Zustandes der Feldberger Seenlandschaft ihr beispielhaftes Engagement für eine nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume in Mecklenburg-Vorpommern dokumentiert.*



Abb. 1: BONITO-Poster vor dem Thronsaal des Schweriner Schlosses.

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



Abb. 2: Prof. Dr. Grünwald (links) und Prof. Dr. H. Behrens (Mitte) von der FHS/IURG Neubrandenburg im Gespräch mit dem wissenschaftlichen Leiter der Arbeitsgemeinschaft BONITO e.V., Herrn W. M. Richter (rechts), anlässlich des Empfangs zur Preisverleihung (Foto: J. Thürnagel).

Auf dem Poster vor dem Thronsaal im Schweriner Schloss ist dazu zu lesen: Seit 1959 hat sich unter dem Dach der vier Jahre zuvor gegründeten Hydrographisch-biologischen Arbeitsgemeinschaft BONITO e.V. eine Gruppe von Sporttauchern dem Motto „Umwelt- und Heimatforschung für den Umweltschutz" in der Feldberger Seenlandschaft verschrieben. Das war kein Zufall, denn bei der Unterwasserfotografie und der Ausübung des Tauchsports war offensichtlich geworden, dass die Sicht unter Wasser rasant abnahm.

Auf den Spuren des bekannten deutschen Limnologen August Thienemann, der 1924 mit seinen Untersuchungen an den Feldberger Seen eine wichtige Basis gelegt und damit auch zugleich seine international anerkannte Seentypenlehre begründet hat, begann BONITO im Verein mit Laien und Fachleuten die Untersuchung der oberen und unteren Gewässer der Landschaftszelle.

Vom damaligen Staatsapparat recht argwöhnisch beäugt, wurden mit einfachsten Mitteln zuerst alle Seen ausgelotet und Isobathenkarten gefertigt – erforschen lässt sich hier nur, was in seinen Ausdehnungen bekannt ist. Mangels Laborkapazitäten konzentrierte man sich auf wichtige Gewässerparameter, besonders auf den im Wasser molekular gelösten Sauerstoff. Dazu wurde sogar ein Handkolorimeter entwickelt, mit dem gleich nach der Probenahme mittels eines selbstgebauten Ruttner'schen Wasserschöpfers aus Kunststoff der Sauerstoffgehalt hinreichend genau gemessen werden konnte.

Mit einprägsamen grafisch-figürlichen Darstellungen, mit denen der anhaltende Verlust von Sauerstoff in den tiefen Seen auch Laien verständlich gemacht werden konnte, stellte die Gruppe ihre Ergebnisse immer wieder bei Funktionären und in der Bevölkerung warnend zur Diskussion. Besondere Aufregung verursachte seinerzeit der Aufsatz *Totenscheine für oligotrophe Seen?*, der in der Publikation *Naturschutzarbeit in Mecklenburg* erschien und die Aufmerksamkeit auf die Feldberger Seen lenkte.

Ergänzt wurden die Untersuchungen durch genaue Sichttiefen- und Wasserfarbenbestimmungen mittels eines praktischen Eigenbaugerätes. Später folgten natürlich weitere Feldanalysen, etwa von pH-Werten, Säurebindungsvermögen, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff. Mit aus Optikresten selbst montierten Mikroskopen konnten Planktonfänge bearbeitet werden, deren grobe Beurteilung bereits auf dem See, in einer neuartigen Küvette möglich wurde.

Nach dem Tode des Heimatforschers Reinhard Barby, der selbst BONITO-Mitglied war und eine Klimastation unterhielt, entstanden in Feldberg zwei neue kleine Stationen (Höhe und Mulde). Sie sind wichtige Datenlieferanten bei der Auswertung der vielen hundert Tiefenprofile, die von Vereinsmitgliedern auf der ganzen Seenplatte mit viel Mühe erarbeitet worden sind.

Schließlich wurde Anfang der siebziger Jahre in gemeinschaftlicher Arbeit und Finanzierung eine kleine Forschungsstation gebaut. Dies wurde durch die Weitsicht des Bürgermeisters möglich, der bereits damals die prekäre Situation der Seen erkannt hatte. Damit konnten zusätzliche Arbeiten aufgenommen werden. Ein Schaukasten informiert auch heutzutage die vorüberziehenden Wanderer über Sinn und Zweck der Einrichtung.

Das Gesamtprojekt von BONITO, die Erforschung und Überwachung der Feldberger Seen, ist jedoch keineswegs ausgelaufen. So finden regelmäßig Tagungen und Lehrgänge für Fachleute und Laien statt. Zudem kann mittlerweile auf über 500 wissenschaftliche und populärwissenschaftliche Veröffentlichungen zurückgeblickt werden. Zusätzlich übernahm die Gruppe in den letzten Jahren auch Arbeiten auf dem Gebiet der Heimatforschung. Selbst Aktive der ersten Stunde sind noch dabei, wenn es heute darum geht, zusammen mit der Naturpark-Verwaltung und weiteren Institutionen diese einmalige Landschaft in Mecklenburg-Vorpommern zu erhalten, die Seen weiter zu beobachten und sich im Bedarfsfalle schützend zu Wort zu melden.

Susanne Goltz, Himmelpforten

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

Gewässer-Eutrophierung und Indikatoralgen

Siegfried Hoc

Eutrophierung ist die Folge einer Wasserverschmutzung. Eutrophierung bezeichnet eine Anreicherung der Gewässer mit Pflanzennährstoffen; eutroph heißt nährstoffreich. Dadurch kommt eine zerstörerische Reaktionskette in Gang: Übermäßiges Algenwachstum bis zur Wasserblüte; der im Wasser gelöste Sauerstoff wird verbraucht; Fische und andere Tiere sterben ab und Bakterien induzieren Fäulnis. Welche biologischen Beurteilungssysteme für die Wasserbelastung mit organischen Stoffen bisher in der Praxis Anwendung fanden, wird im folgenden Beitrag kurz dargestellt.

Stickstoff und Phosphor sind die hauptsächlich für Eutrophierung verantwortlichen chemischen Elemente. Weitere Komponenten sind verschiedenste Makro- und Mikronährstoffe, zu denen auch Vitamine zählen. Die Konzentration der N-Verbindungen im Wasser hängt nicht nur vom Ausmaß ihrer Zufuhr durch belastende Gewässer ab, sondern auch von biologischen Prozessen wie Denitrifizierung, Mineralisierung, Nitrifizierung und N-Immobilisierung. Im Winter erreicht die Nitrat-Konzentration ein Maximum, während sie im Sommer infolge N-Assimilierung und Denitrifizierung niedriger ist. Die allgemein in niedrigeren Konzentrationen vorhandenen Ammonium-Ionen des Stickstoffs erreichen in oberflächennahen Wasserschichten ihre höchste Konzentration im Herbst, in tieferen Schichten im Sommer. Die Konzentration von Phosphor dagegen variiert stark; sie ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig.

Die Hauptmenge der überschüssigen N-Verbindungen in den Gewässern kommt aus der Düngung von Ackerböden. Nitrat-N aus angrenzendem Ackerland macht rund 96% der Gesamt-N-Zufuhr aus. Dagegen kommen rund 90% der P-Zufuhr von Industrie- und Haushaltsabwässern. Die wichtigste Quelle sind Polyphosphate aus Waschmitteln und Detergenzien. Vielfach wurde Phosphat in Waschmitteln durch Natriumnitrilotriazetat ersetzt, das offenbar noch größere Probleme verursacht, da es in den normalen N-Zyklus aquatischer Ökosysteme eingreift.

Die sich in eutrophen Gewässern explosionsartig entwickelnden Bakterien sind Ursache der Sauerstoff-Verarmung, gefolgt von bakterieller Reduktion von Sulfat (Desulfurikation) als vorletztes Alarmsymptom einer starken organischen Verschmutzung eines Gewässers. Das letzte Symptom ist dann die Bildung von Methan. In dieser Phase ist jedes höhere Leben im Gewässer erloschen. Eine bakterielle Reduktion von Sulfat findet nur dann statt, wenn Sauerstoff und Nitrat durch aerobe Atmung und Nitrat-Atmung bereits aufgebraucht sind.

Saprobisches System

Die massenhafte Entwicklung von Algen in Meer und Süßwasser, in Flüssen, Seen und auch manchmal auf dem Land ist heutzutage meis-

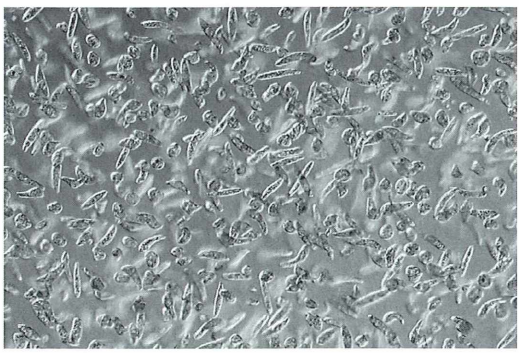


Abb. 1: *Euglena*-Blüte (Fotos: Klaus Hausmann, Berlin).

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

tens Ausdruck einer Eutrophierung infolge einer Umweltverschmutzung. Den Effekt der Verschmutzung mit organischen Substanzen auf Wasserflora und -fauna haben erstmals Kolkwitz und Marsson 1908 beschrieben. Sie stellten das so genannte Saprobiensystem auf. Grundlegende Überlegung dabei war: Wird einem Gewässer ein Überschuss organischer Stoffe zugefügt, so setzt die normale biologische Selbstreinigung ein, die über eine Reihenfolge von Zonen abnehmender Wasserverschmutzung, das heißt, steigender Wasserqualität, führt. Dabei weist jede Zone eine charakteristische Lebensgemeinschaft auf, deren einzelne Vertreter als Indikatororganismen bezeichnet werden.

Als 1966 Caspers und Schulz dieses Saprobiensystem überprüften, fanden sie, dass die Liste der Indikatororganismen mit den tatsächlichen Gegebenheiten nicht übereinstimmt. Es wurde nämlich die Rolle der für Eutrophierung und Wasserverschmutzung typischen Mikroalgen und Protozoen überschätzt. Die beiden Limnologen bedienten sich daher der chemischen Charakterisierung, die lange Zeit zu den Standardverfahren der Wassergütebeurteilung gehörte. Sie beruhte vorwiegend auf der Messung des Sauerstoffverbrauchs während 48 Stunden.

Aber auch dieses Verfahren wurde schließlich für unzureichend befunden. Es wurden die Begriffe Trophizität und Saprobizität eingeführt und zwar in metabolisch-dynamischem Sinne. Trophizität ist das Maß für die Primärproduktion und Saprobizität das Maß für den Abbau organischer Substanz.

Im Jahr 1971 hat dann Fjerdingstad auf der Grundlage mikrobieller Lebensgemeinschaften ein neues saprobisches System vorgeschlagen. In ihm werden die relevanten Algen, Bakterien und Protozoen in vier Gruppen eingeteilt:

- Coenobiontische Algen, die für die betreffende Lebensgemeinschaft charakteristisch sind und zahlenmäßig den Hauptanteil daran haben.
- Coenophile Arten, die auch in anderen Lebensgemeinschaften vorkommen.
- Coenoxenische Arten, die nur gelegentlich und nur in kleiner Zahl auftreten (sie sind von außen in die Lebensgemeinschaft eingewandert).
- Saprophobe Arten, die in verschmutzten Gewässern nicht leben können.

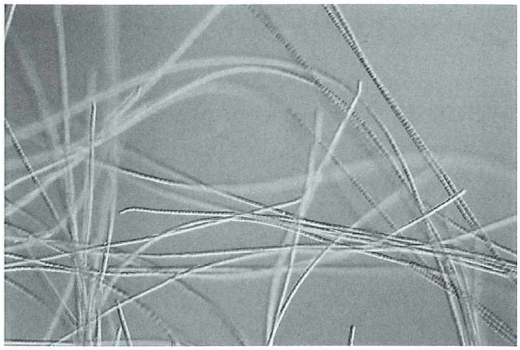


Abb. 2: Anhäufung von *Oscillatoria*-Fäden.

Algen-Verschmutzungsindex

Zwei Jahre früher, nämlich 1969, unternahm Palmer aus Cincinnati/Ohio einen ersten Vorstoß in Richtung eines Algen-Verschmutzungsindex, in dem er eine Liste von Gattungen und Familien anlegte, die gegenüber Wasserverschmutzung unempfindlich sind. Die verschmutzungstolerantesten Algen gehören zu den Chlorophyceen, Cyanophyceen, Flagellaten und Diatomeen. Es wurde ein Punktesystem von 1–120 geschaffen, in dem die Punktezahl die Toleranz anzeigt: Je höher die Punktezahl, umso unempfindlicher ist die Art.

Zu den zwölf tolerantesten *Euglena*-Arten (Euglenophyceen) (Abb. 1) zählen demnach: *E. viridis* (93), *E. gracilis* (26), *E. oxyuris* (21), *E. acus* (20), *E. deses* (17), *E. polymorpha* (16), *E. pisciformis* (15), *E. intermedia* (12), *E. proxima* (10), *E. spirogyra* (10), *E. velata* (9) und *E. mutabilis* (9).

Zu den zwölf tolerantesten *Oscillatoria*-Arten (Cyanophyceen) (Abb. 2) zählen: *O. limosa* (42), *O. tenuis* (40), *O. chlorina* (29), *O. princeps* (24), *O. putrida* (23), *O. chalybea* (22), *O. formosa* (19), *O. splendida* (19), *O. lauterbornii* (15), *O. brevis* (11), *O. guttulata* (6) und *O. sancta* (6).

Zu den zwölf tolerantesten *Nitzschia*-Arten (Diatomeen) (Abb. 3) zählen: *N. palea* (69), *N. acicularis* (26), *N. sigmoidea* (14), *N. thermalis* (8), *N. communis* (8), *N. linearis* (7), *N. amphioxus* (5), *N. filiformis* (5), *N. vermicularis* (5), *N. fonticola* (5), *N. dissipata* (4) und *N. gracilis* (3).

Als die zwölf tolerantesten *Navicula*-Arten (Diatomeen) wurden identifiziert: *N. cryptocephala* (25), *N. viridula* (16), *N. cuspidata* (12), *N. accomoda* (9), *N. rhynchocephala* (6),

© Elsevier GmbH. Alle Rechte

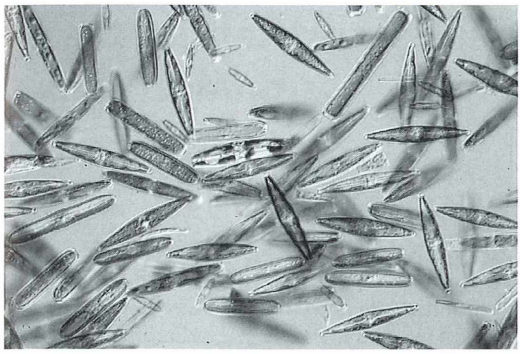


Abb. 3: Diatomeen in Freilandprobe.

N. meniscula (4), *N. pelliculosa* (4), *N. viridis* (4), *N. atomus* (3), *N. brebissonii* (3), *N. cincta* (3) und *N. gregaria* (3).
Die zwölf tolerantesten *Scenedesmus*-Arten (Chlorophyceen) sind: *S. quadricauda* (41), *S. obliquus* (21), *S. dimorphus* (12), *S. acuminatus* (12), *S. opoliensis* (7), *S. abundans* (6), *S. acutus* (5), *S. armatus* (4), *S. bijuga* (3), *S. longus* (3), *S. bijugatus* (3) und *S. falcatus* (3).
Andere Algen-Gattungen und -Familien, die für den Verschmutzungsindex bewertet werden, sind: *Chlamydomonas* (Chlorophycee) (115), *Chlorella vulgaris* (Chlorophycee) (103), *Stigeoclonium tenue* (Chlorophycee) (69), *Synedra* (Diatomee) (58), *Ankistrodesmus* (Chlorophycee) (57), *Phacus* (Euglenophycee) (57), *Phormidium* (Cyanophycee) (52), *Melosira* (Diatomee) (51) und *Gomphonema* (Diatomee) (48).
Für den Verschmutzungsindex sind auch folgende Gattungen relevant: *Anacystis* (Cyanophycee) (1), *Ankistrodesmus* (Chlorophycee) (2), *Chlamydomonas* (Chlorophycee) (4), *Chlorella* (Chlorophycee) (3), *Cyclotella* (Diatomee) (1), *Closterium* (Chlorophycee) (1), *Euglena* (Euglenophycee) (5), *Gomphonema* (Diatomee) (1), *Lepocinclis* (Euglenophycee) (1), *Melosira* (Diatomee) (1), *Micractinium* (Chlorophycee) (1), *Navicula* (Diatomee) (3), *Nitzschia* (Diatomee) (3), *Oscillatoria* (Cyanophycee) (5), *Pandorina* (Chlorophycee) (1), *Phacus* (Euglenophycee) (2), *Phormidium* (Cyanophycee) (1), *Scenedesmus* (Chlorophycee) (4), *Stigeoclonium* (Chlorophycee) (2), *Synedra* (Diatomee) (2).
Die für den Verschmutzungsindex relevanten 20 Arten sind: *Ankistrodesmus falcatus* (3), *Arthrospira jenneri* (Cyanophycee) (2), *Chlorella vulgaris* (Chlorophycee) (2), *Cyclotella meneghiniana* (Diatomee) (2), *Euglena gracilis* (Euglenophycee) (1), *Euglena viridis* (Euglenophycee) (6), *Gomphonema parculum* (Diatomee) (1), *Melosira varians* (Diatomee) (2), *Navicula cryptocephala* (Diatomee) (1), *Nitzschia acicularis* (Diatomee) (1), *Nitzschia palea* (Diatomee) (5), *Oscillatoria chlorina* (Cyanophycee) (2), *O. limosa* (Cyanophycee) (4), *O. princeps* (Cyanophycee) (1), *O. putrida* (Cyanophycee) (1), *O. tenuis* (Cyanophycee) (4), *Pandorina morum* (Chlorophycee) (3), *Scenedesmus quadricauda* (Chlorophycee) (4), *Stigeoclonium tenue* (Chlorophycee) (3), *Synedra ulna* (Diatomee) (3).
Zur Bestimmung des Algen-Verschmutzungsindex wird die Wasserprobe mikroskopisch auf das zahlenmäßige Vorkommen sämtlicher relevanter Arten und Gattungen analysiert. Die einzelnen Zahlen werden addiert. Eine Summe von 20 oder darüber charakterisiert einen hohen Verschmutzungsgrad mit organischen Stoffen, eine Summe zwischen 15 und 19 weist auf eine wahrscheinliche Verschmutzung hin. Niedrigere Zahlen zeigen an, dass entweder die Verschmutzung mit organischen Stoffen kein bedenkliches Ausmaß angenommen hat oder aber dass eine algizide Substanz das Algenwachstum unterdrückt.

Literaturhinweise

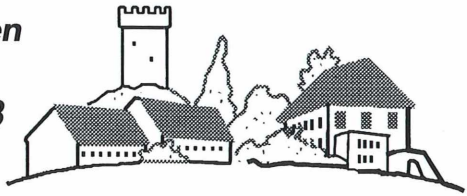
Berger, H., Foissner, W., Kohmann, F.: Bestimmung und Ökologie der Mikrosaprobien nach DIN 38 410. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1997.
Caspers, H., Schulz, R.: Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol. u. Hydrograph. *61*, 453 (1960).
Fogg, E. G. et al.: Proc. R. Soc. B *162*, 517 (1965).
Fogg, E. G.: Proc. R. Soc. B *173*, 175 (1968).
Fjerdingstad, E.: Ann. Rev. *25*, 563 (1971).
Florenzano, G. et al.: Ann. Micro. *14*, 4 (1964).
Kolkwitz, K., Marsson, M.: Ber. Dtsch. Bot. Ges. *26a*, 505 (1908).
Kolkwitz, K., Marsson, M.: Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol. u. Hydrograph. *2*, 126 (1909).
Palmer, C. M.: J. Phycology *5*, 78 (1969).
Tomaselli, L., Florenzano, G.: Zentralbl. Bakteriol. *126*, 420 (1971).

Verfasser: Siegfried Hoc, Mikrobiologische Vereinigung München e.V., Donaustraße 1a, D-82140 Olching

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

Nachricht

11. Mikroskopier-Treffen auf dem Wohldenberg vom 28.4. bis 4.5.2003



Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Hannover – in minimo deus maximus – M A H

Länger als ein Jahrzehnt besteht nun schon das beliebte Mikroskopier-Treffen auf dem Wohldenberg. Auch für das nächste Treffen 2003 lädt Karl Brügmann als Veranstalter und Organisator wieder alle interessierten Mikroskopiker für die Zeit vom 28. April 2003 bis zum 4. Mai 2003 herzlich ein. Wegen des großen Angebots an lehrreichen Mikroskopiermöglichkeiten wird auch dieses Treffen fünf volle Tage (sechs Übernachtungen) dauern.

Wie immer ist diese Veranstaltung besonders für histologisch interessierte Mikroskopiker geeignet, da ihr Schwerpunkt auf der Herstellung von histologischen Präparaten liegt. Hierbei verarbeitet jeder Teilnehmer etwa 30 Mikrotomschnitte von botanischen und tierischen/menschlichen Geweben zu wertvollen Dauerpräparaten, wobei verschiedene Mehrfachfärbungen zur Anwendung kommen. Selbständiges Arbeiten und amateurgerechte, semiprofessionelle Methoden garantieren einen guten Erfolg und ermöglichen den Teilnehmern auch ein sicheres Nachvollziehen im häuslichen Labor, zumal viele der benötigten Chemikalien gleich mitgenommen werden können. Es werden auch Schnitte von in Kunststoffen (Glykolmethacrylat nach Kulzer) eingebetteten Geweben bearbeitet und mit speziellen Farblösungen gefärbt.

Die Vorbereitungsarbeiten zur Herstellung von Paraffinblöcken werden ausführlich erklärt und das anschließende Schneiden mit Schlitten- und Rotationsmikrotomen wird ebenfalls vorgeführt und kann von den Teilnehmern selbst ausgiebig geübt werden. Über eine Videoanlage am Mikroskop können die hergestellten Präparate gemeinsam diskutiert und beurteilt werden.

Zum festen Bestandteil des Programms gehört auch das Herstellen eines schönen Gesteinsdünnschliffs. Diese handwerkliche Tätigkeit bereitet allen Teilnehmern immer große Freude und liefert als Ergebnis ein wertvolles Dünnschliffpräparat.

Eine fachbezogene Besichtigungsfahrt ist auch vorgesehen. Sie führt zu einer Institution, die eine enge Beziehung zur Mikroskopie hat. Das genaue Ziel wird später bekanntgegeben. Die Abende werden mit Diavorträgen, Diskussionen oder weiteren praktischen Arbeiten ausgefüllt. Ferner besteht die Möglichkeit, an einem Abend mikroskopische Geräte und Zubehörteile zu tauschen.

Das Treffen findet in den Gebäuden einer Bildungsstätte statt, die unterhalb der Burganlage Wohldenberg mitten im Wald gelegen ist und von der Autobahn A7 (Ausfahrt Derneburg) in 15 Minuten gut erreicht werden kann. Die Teilnehmer haben bei der Übernachtung die Wahl zwischen Doppelzimmer mit Bad und WC (Belegung mit zwei Personen) 235 Euro/Person, Doppelzimmer mit Bad und WC als Einzelzimmer 280 Euro/Person, Einzelzimmer mit fließendem Wasser, Etagendusche 240 Euro/Person. Die Preise enthalten Übernachtung, Frühstücksbuffet, reichhaltiges Mittagessen, Nachmittagskaffee/Kuchen und Abendessen sowie die Kurskosten einschließlich der Verbrauchsmaterialien. Ein Grillabend auf der schönen Hausterrasse ist nun schon zur Tradition geworden und bietet die Gelegenheit, beim Einbecker Mai-Bockbier über mikroskopische Themen zu diskutieren und in gemütlicher Runde Erfahrungen auszutauschen. Ein eigenes Mikroskop ist möglichst mitzubringen.

Die Einzelheiten in Kürze:

Wann: 28.04.2003, 12.00 Uhr bis
04.05.2003, 11.00 Uhr.

Wo: Haus Wohldenberg, D-31188 Holle,
Autobahn A7 Ausfahrt Derneburg → Holle
→ Sillium → Wohldenberg.
Die nächste Bahnstation ist Derneburg, von dort mit dem Taxi (ca. 5 km).

Eine verbindliche Anmeldung sollte spätestens bis Anfang März 2003 unbedingt schriftlich oder durch Zahlung des entsprechenden Betrages auf folgendes Konto erfolgen: Karl Brügmann, Woltmannweg 3, D-30559 Hannover, Tel.: 05 11/81 33 33,
Konto 48559-306 bei Postbank Hannover
(BLZ 250 100 30).

Da die Teilnehmerzahl auf maximal 25 begrenzt ist, sollten die Anmeldungen möglichst frühzeitig vorgenommen werden.

Karl Brügmann, Hannover

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

Zuckersüßer Honig: Ein mikroskopischer Augenschmaus

Klaus Hausmann

Seit Menschengedenken gehört Honig zu unseren Nahrungsmitteln. Bis auf etwa 10.000 v. Chr. datieren erste Belege von Honigjägern zurück; belegt ist dieses beispielsweise in Form von Felszeichnungen in Ostspanien. In der Antike war Honig gleichermaßen bei Griechen und bei Römern bekannt und beliebt. Erste wissenschaftliche Beobachtungen gehen auf Aristoteles zurück, der in seiner *Natürlichen Geschichte* (344–342 v. Chr.) schreibt: *Die Biene sammelt die Säfte der Blüten mit ihrer Zunge und trägt sie in den Stock ... Honig wird in den Mägen der Bienen gesammelt und von ihnen in den Wachszellen wieder ausgespieen. Anfangs ist der Honig wie Wasser, erreicht aber im Laufe von 20 Tagen seine Konsistenz.*

Je nach Herkunft zeigt der Honig eine wasserweiße bis bernsteinbraune Färbung. Seine Konsistenz reicht, wie jeder weiß, von zähfließend über pastig bis teigig. Das hängt hauptsächlich damit zusammen, in welchem Maße er auskristallisiert oder, wie der Imker sagt, kandiert. Je nach Sorte kandiert Honig unterschiedlich schnell, Rapshonig beispielsweise bereits schon wenige Tage nach dem Ausschleudern, Akazienhonig erst nach Jahren. Es ist der Zucker, der im Honig auskristallisiert.

Zucker macht den Honig süß

Die Feststellung, dass Zucker den Hauptanteil des Honigs ausmacht, ist trivial. Nun ist die Situation allerdings etwas komplizierter als man im ersten Moment denken mag. Denn es finden sich im Honig verschiedenste Arten von Zucker. Die Monosaccharide Glucose und Fructose machen mit (je nach Honig-Sorte) 50 bis 80 % den größten Gewichtsanteil eines jeden Honigs aus. Daneben finden sich in erheblich geringeren Mengen Disaccharide wie Maltose, Isomaltose, Saccharose, Kojibiose, Nigerose, Maltulose, Turanose, Trehalose, Gentiobiose und Laminaribiose. Folgende Trisaccharide wurden festgestellt: Erlose, Melezitose, Maltotriose, Isomaltotriose, Panose, Isopanose, Theanderose und Centose. Schließlich sind noch einige Tetra- und Pentasaccharide nachgewiesen worden, nämlich 3-α-Isomaltosylsucrose, 3-α-Maltosylsucrose, Isomaltotetraose und Isomaltopentaose. Das ist wirklich ein beeindruckender Zucker-Cocktail!

Kandierter Honig

Für die Kristallisation ist neben dem Wassergehalt insbesondere das Verhältnis von Fructose zu Glucose ausschlaggebend. Glucose neigt im Gegensatz zur Fructose zum raschen Kandieren. Das bedeutet, dass je höher der Glucose-Anteil im Honig ist, desto leichter und schneller die Kristallisation erfolgt. Die Tatsache, dass im Honig so viele verschiedene Zuckerarten vorliegen, wirkt sich auch bremsend auf die Kristallisation aus. Wenn im Laufe der Zeit Honig auskristallisiert, ist das ein Zeichen dafür, dass im Honig Umwandlungsprozesse ablaufen, an denen unter anderem bestimmte Enzyme beteiligt sind. Es wird in der entsprechenden Fachliteratur ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Kristallisationsfreudigkeit des Honigs generell überhaupt nicht mit dessen Qualität zusammenhängt.

Farbenprächtige Kristalle

Gerade diese Kristallisationsfreudigkeit ist es, die den Mikroskopiker begeistern kann. Denn

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

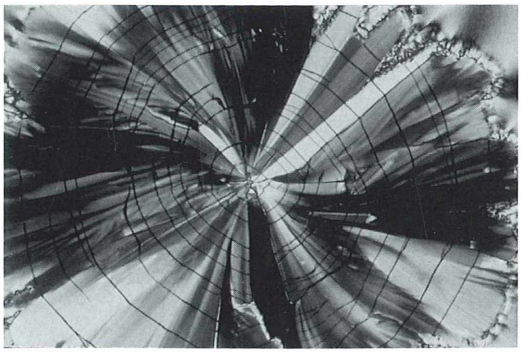


Abb. 1: Zuckerkristall im polarisiertem Licht.

im Polarisationsmikroskop erscheinen, wenn man ein Gipsplättchen zur Hilfe nimmt, Zuckerkristalle in eindrücklichsten Farben (Abb. 1 und Titelbild).

Kandierter und somit erhärteter Honig kann übrigens wieder weich und flüssig werden, wenn man ihn in ein Wasserbad von nicht mehr als 40 °C stellt. Eine höhere Erhitzung sollte man vermeiden, da dieses zu Aromafehlern und zu Ausfällen wichtiger Enzymaktivitäten führen kann. Wurde ein Honig verflüssigt, wird er nach einer gewissen Zeit erneut in den kristallinen Zustand übergehen.

Literaturhinweise

Kremer, B. P., Hausmann, K.: Das Experiment: Lichtspiele mit Polarisationsfiltern. BIUZ 22, 350–352 (1992).

Lipp, J.: Handbuch der Bienenkunde – Der Honig, 3. Aufl. Eugen Ulmer, Stuttgart 1994.

Verfasser: Prof. Dr. Klaus Hausmann, Freie Universität Berlin, Institut für Biologie/Zoologie, Königin-Luise-Str. 1–3, D-14195 Berlin;
e-mail: hausmann@zedat.fu-berlin.de

Kurze Mitteilung

Klepto-Plastiden

Bereits 1888 hat der Botaniker Andreas Franz Wilhelm Schimper vermutet, dass die grünen Zellorganelle der Pflanzen, die Chlorophyll-Körner oder Chloroplasten, welche die für die Photosynthese verantwortlichen Organelle sind, durch eine Symbiose entstanden sein könnten. Er hat die Hypothese aufgestellt, dass die Chloroplasten in Wirklichkeit zunächst frei lebende Mikroorganismen gewesen sind: Sie sind durch Aufnahme in eine Wirtszelle zu einer symbiontischen Einheit verschmolzen. Diese damals unerhörte Hypothese hat in den letzten Jahren zahlreiche Argumente für sich und immer mehr Anhänger gefunden.

Inzwischen hat man sogar nachweisen können, dass die zunächst selbständigen Cyanobakterien (auch blau-grüne Algen genannt) Teile ihres Erbgutes an ihre Wirtszellen abgegeben haben. Die zu Plastiden modifizierten Cyanophyten haben damit ihre Selbständigkeit verloren.

Cyanobakterien sind sehr alte Organismen. Sie lebten auf der Erde bereits vor 3,5 Milliarden Jahren. Bemerkenswert ist, dass sie offensichtlich schon einen Apparat für eine Sauerstoff liefernde Photosynthese hatten. Es ist derselbe Apparat, der in den heutigen Chloroplasten der phototrophischen Eukaryoten vorhanden ist.

Heute nimmt man also an, dass diese Organelle keine Erfindung der Eukaryoten sind, sondern durch Aufnahme und anschließende intrazelluläre Reduktion eines Cyanobakteriums entstanden sind. Diesen Prozess nennen wir primäre Endosymbiose: Aus zwei Zellen wird zu gegenseitigem Nutzen ein neuer einzelliger Organismus. Diese zu Chloroplasten umgewandelten Cyanobakterien besitzen nur noch einen Restbestand an Genen.

Die Aufnahme der Cyanobakterienzelle erfolgte durch einen phagotrophischen Prozess (Abb. 1 a). So entstand zunächst eine chimäre Zelle, wobei im Cytoplasma des Wirtes die aufgenommene Cyanobakterienzelle durch die Membran der phagotrophischen Vakuole getrennt war; hinzu kommen äußere und innere Membran des Symbionten. Das Konsortium zwischen Cyanobakterium und der eukaryoti-

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

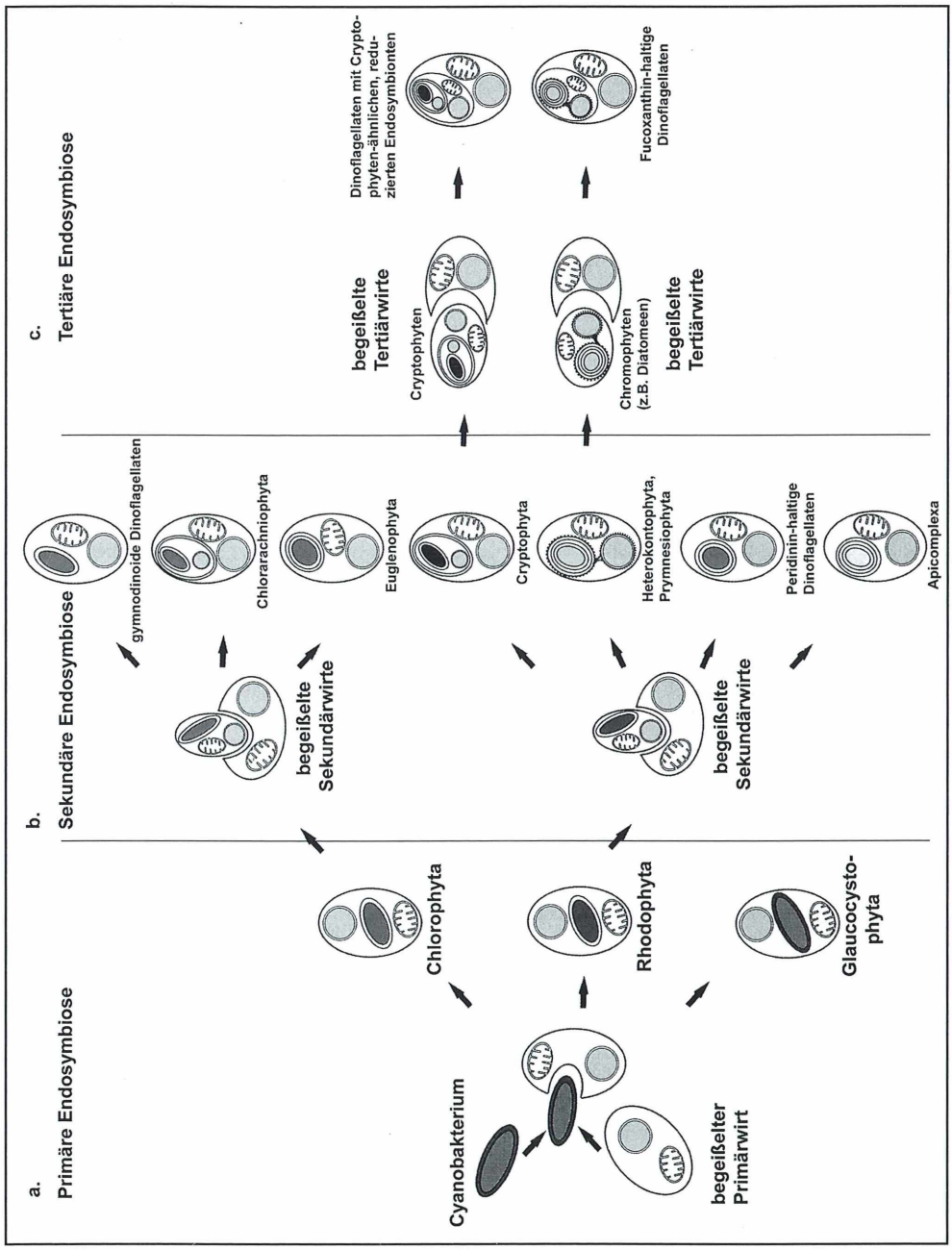


Abb. 1: Die Evolution der Algen, dargestellt als Evolution der primären, sekundären und tertiären Endosymbiosen (von links nach rechts; nach Stoebe und Maier, 2002).

schen Zelle wurde zwingend und irreversibel durch den Genaustausch aus dem Genom der „phagocytierten Zelle" in die Chromosomen der Wirtszelle. Man nimmt heute an, dass im Laufe der Evolution etwa 90% des genetischen Materials des früheren Cyanobakterium-Genoms verloren ging oder in das Genom der Wirtszelle transferiert worden ist. So ist eine echte, obligate Symbiose entstanden. Aus der Analyse des Gengehaltes kann man schließen, dass die Aufnahme der cyanobakteriellen Gene in rezente Plastiden-Genome mehrfach erfolgt

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

ist, sodass man drei verschiedene Linien unterscheiden kann: Die primäre Endosymbiose in Grünalgen (Chlorophyten und Streptophyten), Rotalgen (Rhodophyten) und Glaucocystophyten.

Es kann jedoch nochmals eine Aufnahme des kompletten symbiontischen Komplexes in eine Wirtszelle erfolgen, entweder durch Verschmelzung mit der primär chlorophytischen oder der primär rhodophytischen, eukaryotischen Zelle. Dies ist dann erkennbar an dem Vorhandensein von mehr als zwei Membranen um den Chloroplasten. Diese Strategie der Plastiden-Aquisition wird sekundäre Endosymbiose (Abb. 1 b) genannt. Sie resultiert in chimären Zellen mit Plastiden, die beispielsweise von vier Membranen umgeben sind. Je nach der Art der sekundären Wirtszellen können so sieben verschiedene sekundäre Endosymbiose-Systeme entstehen, das heißt sieben verschiedene Algengruppen, die sekundäre Plastiden enthalten.

Der große Vorteil für die Wirtszellen, die sich einen phototrophischen Symbionten angeeignet haben (daher der etwas populäre Ausdruck Klepto-Plastiden = gestohlene Plastiden), ist, dass die Lichtenergie mit Hilfe des Symbionten ausgenutzt werden kann. Während der Coevolution der symbiontischen Partner wurden auch andere biochemische Prozesse, die nicht direkt Bezug zur Photosynthese haben, in den Symbionten verlegt. Auf diese Weise sind die Stoffwechselprozesse der beiden Partner so weitgehend ineinander verwoben, dass eine Eliminierung des Plastiden nicht mehr möglich ist. In einigen Gruppen von Algen, zum Beispiel den Peridinin-haltigen Dinoflagellaten und den phototrophen Euglenophyten, wurden „überzählige" Membranen eliminiert, sodass deren Plastiden nur noch von drei Membranen umschlossen sind.

Einige Dinoflagellaten werden als das Ergebnis einer tertiären Endosymbiose (Abb. 1 c) betrachtet. Es muss dann eine Aufnahme eines Photosynthese betreibenden Symbionten aus sekundärer Endosymbiose in eine eukaryotische Zelle stattgefunden haben. Als Resultat der verschiedenen Schritte der Endosymbiosen können bis zu vier eukaryotische und mehrere prokaryotische Genome zusammenkommen – fürwahr komplexe Zellen!

Literaturhinweis

Stoebe, B., Maier, U. G.: One, two, three: Nature's tool box for building plastids. Protoplasma *219*, 123–130 (2002).



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

Die Carl-Zeiss-Stiftung – Ihre Geschichte und Gegenwart. 2. Teil

Klaus Henkel

Manche Stifter haben ihrer Stiftung nicht viel mehr übertragen als ihren Namen. Ernst Abbe handelte umgekehrt, nicht seinen eigenen Namen gab er ihr, sondern den seines Partners Carl Zeiss. Und er hat sie von Anfang an gut ausgestattet und für die Versorgung seiner Familie nur den Pflichtteil behalten. Die Ziele der Stiftung sind außergewöhnlich und bahnbrechend. Das von ihm ausgearbeitete Stiftungsstatut garantiert in bis dahin unbekanntem Ausmaß die persönlichen Rechte der Mitarbeiter seiner Betriebe und verbessert ihre soziale Situation durchgreifend.

Für einen Überblick seien aus der Stiftungsurkunde vom 21. Mai 1889 nur einige wenige Stellen zitiert.

Zwecke der Stiftung: A. Pflege der Zweige wissenschaftlicher Industrie, welche durch die Optische Werkstätte von Carl Zeiss und die Glasschmelzerei der Firma Schott & Gen. ... durch Anteilnahme an der späteren Verwaltung dieser beiden Institute. – *B.* Förderung mathematisch-naturwissenschaftlicher Studien in Forschung und Lehre durch Zuwendung von Mitteln an die Universität Jena...

Name der Stiftung: Die Stiftung soll ... für alle Zeit den Namen Carl-Zeiss-Stiftung führen zu Ehren des Mannes, der ... den ersten Grund gelegt hat, und zur dauernden Erinnerung an sein eigenartiges Verdienst: ... zielbewußt das Zusammenwirken von Wissenschaft und technischer Kunst angebahnt zu haben.

Die weiteren Bestimmungen des Stiftungsstatuts seien wie folgt zusammengefasst:

– Dauernde Fürsorge für die wirtschaftliche Sicherung der beiden Unternehmungen ... als Nahrungsquelle eines zahlreichen Personenkreises und eines nützlichen Gliedes im Dienst wissenschaftlicher und praktischer Interessen.

– Erfüllung größerer sozialer Pflichten, als persönliche Inhaber dauernd gewährleisten würden, gegenüber der Gesamtheit der ... Mitarbeiter, behufs Verbesserung ihrer persönlichen und wirtschaftlichen Rechtslage.

– Förderung allgemeiner Interessen der Zweige feintechnischer Industrie ...

– Betätigung in gemeinnützigen Einrichtungen und Maßnahmen zugunsten der arbeitenden Bevölkerung Jenas ...

– Förderung naturwissenschaftlicher und mathematischer Studien in Forschung und Lehre.

Bemerkenswert war folgende Bestimmung: Im Aufgabenkreis der Stiftungsbetriebe und im natürlichen Auftrag ihrer Leiter liegt es, auch solcher Zwecke nach Kräften sich anzunehmen, deren Verfolgung unmittelbaren Vorteil nicht verspricht, aber geeignet erscheint, allgemeine Interessen der feintechnischen Industrie oder besondere Angelegenheiten ihrer Technik oder besondere Bedürfnisse der Wissenschaft und des praktischen Lebens innerhalb der Stiftungsbetriebe zu befördern.

Optik und Gesellschaft

Der altruistisch denkende Abbe ist vor allem am wissenschaftlich-technischen Fortschritt interessiert. Außerdem will er eine Form der Eigentumsorganisation, welche die Produktivkräfte fördert, zum andern den sozialen Zündstoff entschärft. Doch der allgemeinen Hoffnung jener Zeit auf die Funktionalität des Staates schloss er sich nicht an. Er befürchtete nicht nur die staatlich-bürokratische Verselbständigung, sondern trat auch für eine prinzipiell andere Gesellschafts- und Sozialform ein. Er schloss deshalb innerhalb des statutenmäßigen Handelns eine Staatsaufsicht über die Carl-Zeiss-Stiftung aus, bestimmte die Verbindung von Stiftungsverwaltung und Staatsbehörde als eine reine Personalunion, die keinerlei nähere Beziehung der Stiftung zum Staat selbst begründen soll, abgesehen vom allgemeinen Aufsichtsrecht, welches dem Staat über jede Stiftung zu-

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

steht. Die Carl-Zeiss-Stiftung wird deshalb nicht vom Staat, einer Gemeinde oder einer sonstigen öffentlichen Institution verwaltet, sondern besitzt ihre eigene, selbständige Verwaltung. Doch selbst das genügte dem misstrauischen Abbe nicht. Die genehmigende und aufsichtsführende Behörde wurde nicht bei irgendeinem beliebigen Ministerium des großherzoglichen Staates oder bei der Regierung insgesamt angesiedelt, sondern Abbe wählte mit Bedacht dafür dasjenige Staatsdepartement aus, das für die Universität verantwortlich war. Ein Hauptziel der Stiftung sollte ja das Hinwirken auf einen hohen wissenschaftlichen Stand der Erzeugnisse und auf deren überragendes Wirken auf ihrem ökonomischen wie technisch-technologischem Gebiet sein.
Abbes unternehmerische, gesellschaftliche und soziale Ziele und Willenserklärungen als Stifter bleiben dauerhafte, rechtsverbindliche Pflicht der Carl-Zeiss-Stiftung.



Abb. 1: Ernst Abbe an seiner Gartentüre in Jena (aus: Sponsel, 1957).

Abbe als Sozialreformer

Seine sozialen Reformpläne hat Abbe grundsätzlich dadurch verwirklicht, dass er den Arbeitern und Angestellten der Stiftungsbetriebe keine Geschenke machte, sondern ihnen Rechte verlieh. Sein Grundgedanke dabei war: *Ich habe mir nur gesagt, wenn du jetzt Leiter eines Unternehmens wirst, wo so viele von dir abhängig sein werden, so soll das Arbeitsverhältnis in diesem Unternehmen so sein, daß auch ein Mann wie du selber in ihm als Arbeiter tätig sein könnte, ohne daß dein Stolz daran Anstoß nehmen müßte.* Die persönliche Würde des Menschen dürfe darunter, dass er nur ein einfacher Arbeiter sei, nicht leiden. Deshalb bestimmte das Statut: *Das ... Pflichtverhältnis der Beamten, Geschäftsgehülfen und Arbeiter zur Stiftung, ihrer Firma und zu allen Vorgesetzten erstreckt sich lediglich auf die vertragsmäßige Arbeitsleistung und die sonstigen Dienstgeschäfte.*
Gegen Ende des neunzehnten Jahrhunderts, als in den meisten Betrieben und Geschäften die Beschäftigten ihrem Prinzipal in der Praxis grundsätzlich zu jeder Zeit dienstbar zu sein hatten, war das eine Revolution. Gleichmäßige Entlohnung und das Verbot der nachträglichen Herabsetzung eines im Voraus zu vereinbarenden Lohnes oder Gehalts, Ersatz des Verdienstausfalls an Feiertagen oder bei notwendigen Versäumnissen sind ebenso Bestandteile der Statuten wie Versicherung gegen Krankheit und Invalidität, ein Kündigungsschutz, der praktisch auf eine Art Arbeitslosengeld hinauslief, eine Abfindung bei Entlassung usw. Als Interessenvertretung wurde ein Arbeiterausschuss eingeführt. Zwar diskutierten die Sozialdemokraten solche Dinge schon vage, aber im realen Leben waren sie noch nicht anzutreffen.
Abbe legt auch fest, dass, ebenso wie man für Maschinen Abschreibungen vornimmt, für den Verschleiß der Arbeitskraft der Mitarbeiter aus dem Gewinn Rücklagen gemacht werden müssen. *Es geht nicht an*, befindet er, *den Arbeiter zu verbrauchen und ihn dann, wenn er arbeitsunfähig geworden ist, den Wohlfahrtseinrichtungen des Staates oder der Gemeinde zu überlassen.* Er schafft deshalb einen einklagbaren Anspruch auf ein Ruhegehalt.
Doch selbst diese umwälzenden sozialen Reformen genügen Abbe nicht. Sein Vater, der noch 14 oder 16 Stunden täglich seine Arbeit im Stehen verrichten musste, war, von ehedem unerschöpflicher Robustheit, bereits mit 48 Jahren in Haltung und Aussehen ein Greis, dessen we-

niger robuste Kollegen bereits mit 38. Und das, obwohl deren Eisenacher Fabrikherren menschlich hochstehende Leute waren, wohlwollend und fürsorglich für ihre Arbeiter, wie Abbe an sich selbst hatte erfahren dürfen. Bei seinem Eintritt in die Firma Carl Zeiss hatte er deshalb darauf bestanden, dass die Arbeitszeit sofort von 13 auf 12 Stunden reduziert wurde. Doch das war nur der Anfang. *Acht Stunden Arbeit, acht Stunden Schlaf, acht Stunden Mensch sein,* war sein Motto. Und er durfte noch mit Genugtuung erleben, wie 1901 der achtstündige Arbeitstag in den Stiftungsbetrieben eingeführt wurde – zum ersten Mal in Deutschland. Die Stiftungsbetriebe gehörten außerdem zu den ersten Unternehmen, die Urlaub gewährten, 12 Tage für die Angestellten wie für die Arbeiter.
Die von Abbe bewirkten Reformen waren umstürzlerische Neuerungen, die weltweit Aufsehen, zum Teil scharfen Widerspruch und selbst in gut gesinnten deutschen Unternehmerkreisen nur ein mitleidiges Kopfschütteln erregten. Später sind die meisten von ihnen als Grundlage bei der Gestaltung der staatlichen Sozialgesetzgebung Gemeingut geworden und erscheinen uns heute selbstverständlich.

Stiftung, Universität, Stadt

Es ist staunenswert, wie sich das einzigartige Stiftungswerk Ernst Abbes stimulierend auf die Entwicklung von Universität und Stadt Jena ausgewirkt hat. Beachtliche Beträge flossen ab 1890/91 der Universität jährlich von der Carl-Zeiss-Stiftung zu. Sie stiegen von 35.000, über 50.000 auf 100.000 Mark und mehr an, insgesamt waren es bis 1905 über zwei Millionen Mark. Sie dienten dem Bau physikalischer und anderer naturwissenschaftlicher und medizinischer Institute (z. B. des Mineralogischen und Hygienischen Instituts) sowie der Aufbesserung der Professorengehälter. Auch der Neubau eines Universitätsgebäudes konnte in Angriff genommen werden. Nach Abbes Ableben 1905 wurde der Ausbau der Universität mit Neu- und Erweiterungsbauten von Instituten und Kliniken fortgesetzt. Die Universität, unterhalten von den vier Kleinstaaten Großherzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach und den Herzogtümern Sachsen-Coburg-Gotha, Sachsen-Meiningen und Sachsen-Altenburg, blieb durch die Zuwendungen am Leben, ja konnte mit ihren reicheren Schwestern Schritt halten.
Als Beispiele für die Stadt, die 1890 erst 13.449 Einwohner zählte und bis 1920 auf 49.000 zu einer bedeutenden Mittelstadt emporstieg, seien genannt: Die Errichtung und die weitere Unterhaltung des Volkshauses, des Volksbades, großer Sportanlagen, der Kinderklinik in Verbindung mit einem Lehrstuhl für Kinderheilkunde an der Universität auf Kosten der Carl-Zeiss-Stiftung, des Kinderkurheims, einer Meisterschule für das Augenoptikerhandwerk, eine Sternwarte und manches Andere.

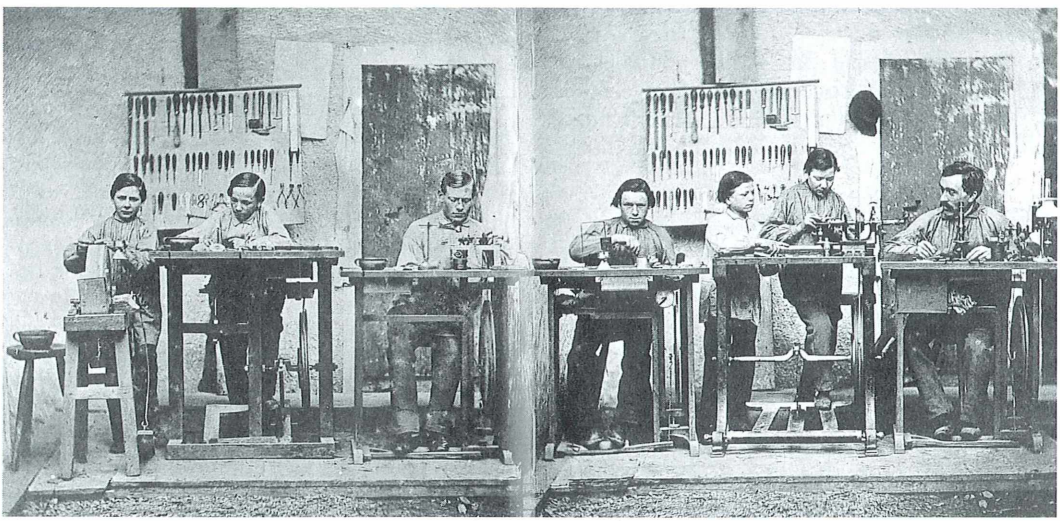


Abb. 2: Gesellen und Lehrbuben an Drehbänken und Montagetischen im Hof von Carl Zeiss' dritter Werkstatt 1864.

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

In den drei Jahrzehnten von 1890 bis 1920 gab die Carl-Zeiss-Stiftung rund 47 Millionen Mark zur Förderung wissenschaftlicher und gemeinnütziger Einrichtungen und Maßnahmen aus, wobei allein die Anteile für den Universitätsfonds 25 und für die Kinderfürsorge 10,5 Millionen Mark betrugen. Die Symbiose Carl-Zeiss-Stiftung – Universität – Stadt, hat Jena zu einer wirtschaftlichen, sozialen und – wie zur Zeit Goethes und Schillers – zu einer kulturellen Blüte geführt und zu einem weltweiten Ausstrahlungspunkt für beispielgebende progressive Entwicklungen gemacht.
Nach 1945 wurden vor allem die neuen Standorte Mainz und Oberkochen begünstigt. Dort entstanden zum Beispiel mehr als 3.000 Wohneinheiten, Erholungsheime für die Beschäftigten, Sportanlagen, Kultureinrichtungen und Theaterkreise, die für jedermann offen sind.

Die Carl-Zeiss-Stiftung Eigentümerin zweier Weltkonzerne

Eine Firma ist eine Bezeichnung, unter der eine natürliche oder juristische Person als Kaufmann Handelsgeschäfte betreibt. Die Carl-Zeiss-Stiftung ist nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch eine juristische Person. Im Sinne des Handelsgesetzbuchs handelt sie als Einzelkaufmann, der seine Geschäfte unter den Firmenbezeichnungen Carl Zeiss und Schott Glas betreibt. Dabei werden diese beiden Stiftungsbetriebe so geführt als seien sie selbständig und handlungsfähig, doch sind sie juristisch gesehen lediglich interne Betriebsbestandteile der Stiftung. Zwei Weltkonzerne, die als eigenständige Gebilde gar nicht existieren. Das Stiftungsstatut bildet sozusagen den Handlungsrahmen

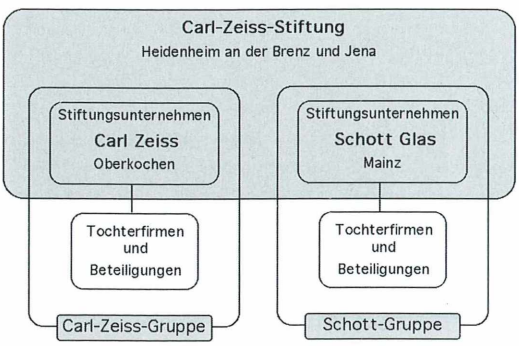


Abb. 3: Struktur der Carl-Zeiss-Stiftung.

der beiden Stiftungsunternehmen, die in ihrem gesamten Wirken voll und ganz dem Stifterwillen entsprechen müssen. Sitz der Carl-Zeiss-Stiftung ist heute Heidenheim an der Brenz und Jena. Die Stiftung ist nicht gemeinnützig, genießt bei ihren geschäftlichen Aktivitäten keinerlei steuerliche Vorteile, hat weder private noch staatliche Eigentümer oder Miteigentümer, ist deshalb unabhängig und unterliegt in ihren geschäftlichen Entscheidungen und Betätigungen keinem fremden Einfluss. Abbes Stiftungsstatut verbietet der Stiftung die Aufnahme fremden Kapitals. Carl Zeiss und Schott Glas müssen das zur Erhaltung ihres Bestandes und zum weiteren Wachstum erforderliche Kapital also selbst erwirtschaften, der Weg an die Börse zur Finanzierung über Aktien ist ihnen verschlossen.
Zu den beiden Stiftungsunternehmen Carl Zeiss und Schott Glas gehören etwa 120 in- und ausländische Tochterunternehmen, die jeweils in der Carl-Zeiss-Gruppe und in der Schott-Gruppe organisatorisch zusammengefasst sind. Die konsolidierte Rechnungslegung beider Gruppen ist im Konzernabschluss der Carl-Zeiss-Stiftung abgebildet.

Bewährte Gewaltenteilung

Abbes Stiftungsstatut bestimmt drei Stiftungsorgane: Stiftungsverwaltung, Stiftungskommissar und Geschäftsleitung.
Die Stiftungsverwaltung mit Sitz in Stuttgart liegt in Händen der für die wissenschaftlichen Hochschulen der Länder Baden-Württemberg und Thüringen zuständigen Minister. Sie vertritt keine Staatsinteressen, sondern wirkt als privatrechtliche Verwaltung und Vertretung der Stiftung in nicht-industriellen Angelegenheiten. Sie führt auch die Aufsicht über die Einhaltung des Stiftungsstatuts und ist zuständig für dessen Änderung – nach Anhörung der anderen Stiftungsorgane. In diesem Konsens beruft sie auch den Stiftungskommissar sowie Mitglieder der Vorstände und die externen Mitglieder der beiden Unternehmensräte.
Der Stiftungskommissar bildet die Klammer zwischen Stiftung und Unternehmen. Ihm obliegt im Wesentlichen die Aufsicht über die Geschäftsführung der Stiftungsunternehmen in allen ihren Zweigen, ebenso die Mitwirkung bei Grundsatzfragen, die beide Unternehmungen oder die Stiftung maßgeblich berühren. Seine Zustimmung ist erforderlich bei Entscheidun-

gen von besonderer Tragweite, wie dem Erwerb oder der Veräußerung von Beteiligungen. Seine Rolle ähnelt der eines Aufsichtsratsvorsitzenden einer Aktiengesellschaft. Seit Ende der siebziger Jahre wird er beraten und unterstützt von je einem zwölfköpfigen Unternehmensrat der beiden Firmen, der sich je zur Hälfte zusammensetzt aus Mitgliedern, die von der Belegschaft gewählt werden, und aus sachkundigen Persönlichkeiten der jeweiligen Firma sowie externen Fachleuten.

Die Geschäftsleitungen (Vorstände) beider Stiftungsunternehmen leiten mit mindestens je drei Vorstandsmitgliedern, darunter wenigstens einem wissenschaftlichen Fachmann, die industriellen Tätigkeiten der Stiftung und die Unternehmen.

Das Stiftungsstatut verpflichtet die Organe der Stiftung, den von Abbe gewiesenen Weg weiterzugehen, grundsätzliche Abweichungen vom Geist und Inhalt des Statuts sind ausgeschlossen. Sie waren in den über 110 Jahren der Stiftung auch nicht erforderlich. Praktische Anpassungen des Statuts an die veränderte Rechtslage (z. B. infolge Veränderungen der staatlichen Sozialgesetzgebung) hat es aber stets gegeben.

Die Ziele und Aufgaben der Carl-Zeiss-Stiftung umfassen seit Abbe noch immer:

– die wirtschaftliche Sicherung der Stiftungsunternehmen,
– die Förderung von Wissenschaft und Technik,
– die Pflege der Präzisionstechnik, besonders der Optik und Glastechnik,
– die Fürsorge für die sozialen Belange der Mitarbeiter.

Abbes Grundeinstellung für die Geschäftsführung war weitblickend und weitreichend. So waren die Vorstandsmitglieder neben ihrer Vorstandstätigkeit zur regelmäßigen Mitarbeit in wissenschaftlichen, technischen oder kaufmännischen Angelegenheiten in einem der Stiftungsbetriebe verpflichtet. Sie durften außerhalb der Stiftung kein besoldetes Amt bekleiden. Beide Bestimmungen schlossen eine parasitäre Existenz von Vorstandsmitgliedern aus. Ihnen war jede Form von Bezügen untersagt, *deren Höhe abhängig ist von Bruttogewinn, Reingewinn oder Betriebsüberschuß der ihrer Leitung unterstellten Firma oder eines Betriebszweiges derselben.* Durch dieses Verbot wurden die Stiftungsziele auf eine besondere Weise gewahrt. In die gleiche Richtung zielt die Vorschrift, dass sich die Stiftung nicht an branchenfremden Unternehmen beteiligen darf. Abbe wollte damit offensichtlich einer spekulativen Anlage des Stiftungskapitals vorbeugen.

Er legte besonderen Wert darauf, dass die in den optischen Werkstätten angewandten wissenschaftlichen Grundsätze wie die darauf beruhenden Erzeugnisse jedermann zugänglich sein sollten. Dieses Bemühen, das Patent zu vermeiden, entsprang Abbes Verständnis von der Rolle des optischen Präzisionsgerätebaus und seiner Erfahrung, dass das Prinzip der Offenheit den kommerziellen Wettbewerb stimuliert, und dass nur jenes Unternehmen auf dem Markt dominiert, das leistungsfähigere und besser ausgeführte Geräte anbietet. Eine führende Stellung erwirbt ein Unternehmen nicht durch Abschirmen, sondern nur, wenn *jede Neuerung ... ausnahmslos in den freien Wettbewerb gestellt* wird.

Abbes wissenschaftliche, soziale und wirtschaftliche Grundlagen der Carl-Zeiss-Stiftung haben sich unter extremen Belastungen und in schweren Krisen als tragfähig erwiesen. Die Stiftung war zweimal ernsthaft in ihrer Existenz bedroht. 1933 glaubten die damaligen Machthaber, sozialistisch-liberalistisches Gedankengut in der Stiftung zu entdecken und ernannten, um Eingriffe nach ihren Vorstellungen zu ermöglichen, einen Nationalsozialisten zum Stiftungskommissar. Doch wehrten sich die Geschäftsleitungen beider Betriebe entschieden, und auch die Mitarbeiter boten geschlossenen Widerstand. Der aufoktroyierte Stiftungskommissar musste wieder abberufen werden. Neuer Stiftungskommissar wurde der Rektor der Universität Jena, Prof. Esau, ein der Stiftung gegenüber loyaler Mann.

Die zweite Existenzkrise kam nach Kriegsende. 1945 wurde Jena von amerikanischen Truppen besetzt. Sie nahmen bei der Eingliederung Thüringens in die von den Sowjets kontrollierte Besatzungszone wenige Stunden vor der Übernahme durch die Sowjetarmee die Führungskräfte der Stiftungsunternehmen und die Bevollmächtigten der Carl-Zeiss-Stiftung mit in den Westen nach Heidenheim in Württemberg. Im nahen Oberkochen wurde ab August 1948 in gemieteten Fabrikhallen ein neues optisches Werk aufgebaut. Die Glasspezialisten fertigten vorübergehend in Zwiesel im Bayerischen Wald und im niederbayerischen Landshut, bevor 1952 ein völlig neues Glaswerk in Mainz entstand.

Was von den Stammwerken in Jena nicht zerstört war, wurde von der sowjetischen Besat-

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

zung weitgehend demontiert, Menschen und Einrichtungen nach Rußland verfrachtet, die Carl-Zeiss-Stiftung enteignet und ihre beiden Firmen vorübergehend aus dem Handelsregister gelöscht. Da Abbe ausgeschlossen hatte, dass die Stiftung auf den Besitz ihrer Betriebe verzichtet, war ihr durch deren Umwandlung in Staatsbetriebe die Existenzgrundlage in Jena entzogen. Doch konnte sie in der Bundesrepublik Deutschland auf der materiellen Basis des ihr hier verbliebenen Vermögens, auf der organisatorischen Basis hier wirkender, rechtmäßiger Stiftungsorgane und auf der ideellen und rechtlichen Basis des hier beachteten Abbe'schen Stiftungsstatuts fortbestehen. Konsequenterweise hat die baden-württembergische Landesregierung 1949 Heidenheim zum neuen Sitz der Stiftung bestimmt. Im Mai 1954 konnten die Stiftungsbevollmächtigten die Wiedereinführung wesentlicher Sozialleistungen nach dem Stiftungsstatut bekanntgeben. Carl Zeiss und Schott haben seither zigtausend neue Arbeitsplätze geschaffen und eine Fülle technischer und technologischer Neuheiten entwickelt. Die Unternehmen der Carl-Zeiss-Stiftung gehören heute zu den international angesehensten deutschen Industriebetrieben.

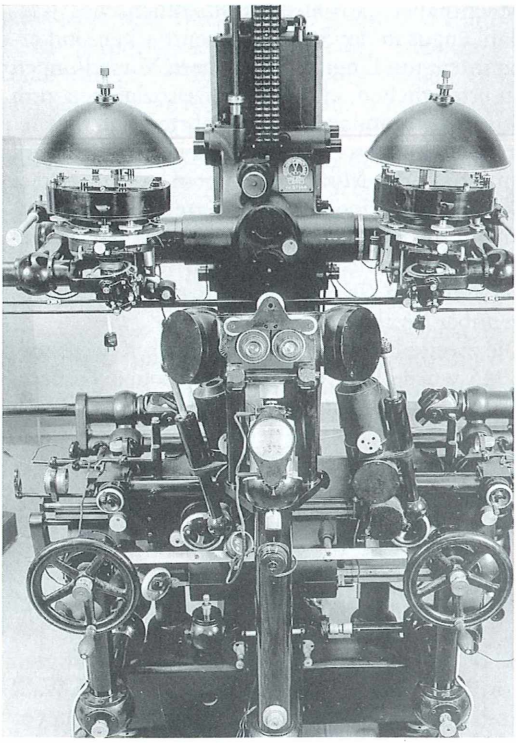


Abb. 4: Stereokartiergerät Stereoplanigraph C4 zur Auswertung von Luftbildaufnahmen, Carl Zeiss Jena 1937.

Schott und Zeiss auf dem Weltmarkt

Die Gesamtheit der von Abbe in der Unternehmensverfassung vorgegebenen, zum Teil außergewöhnlichen, sich gegenseitig stützenden und ergänzenden Leitlinien hat hundert Jahre lang wesentlich zum kontinuierlichen Erfolg beigetragen. Schon in den Gründerjahren wurden die Produkte der Stiftungsbetriebe nicht nur den technischen Herausforderungen der Zeit gerecht, sondern setzten Maßstäbe. Das war und ist die Grundlage für das Wachstum aus eigener Kraft – bis heute. Seit damals tragen Schott und Zeiss maßgeblich dazu bei, die Geheimnisse unserer Welt zu erforschen, von den kleinsten Bausteinen der Materie bis hin zu den Weiten des Universums. Mikroskope und Teleskope symbolisieren diese Spannweite. Operationsmikroskope unterstützen Chirurgen, Roboter navigieren Messer und Laserstrahlen in der Neurochirurgie, Augenärzte behandeln mit Laser gesteuerten Instrumenten, Präzisionsgeräte vermessen Autokarosserien, ferne Galaxien werden mit optisch-elektronischen Systemen erforscht, hochauflösende Zeiss-Objektive vermessen den Weltraum und vom Weltraum aus die Erde oder projizieren Feinststrukturen auf Halbleiterwafer. Brillenglas und Feldstecher mit herausragenden Eigenschaften helfen, damit wir uns in unserer Umwelt zurechtfinden. Einzelne Produkte aufzuzählen, die Zeiss oder Schott als erste entwickelt und zu weltweiten Innovationen gemacht haben, würde den Rahmen dieser Zusammenstellung sprengen. Es sind zu viele Gebiete, auf denen Zeiss und Schott Vorreiter waren und sind.

Wir widerstehen der Versuchung, wählen eine indirekte Methode. Folgende Wissenschaftler, alle sind Universitätsprofessoren und zugleich Nobelpreisträger, haben Zeiss-Produkte bei ihren erfolgreichen Forschungen verwendet: Robert Koch, Santiago Ramón y Cajál, Paul Ehrlich, Otto Warburg, Hans Domagk, Albert Schweitzer, Hermann Staudinger, Luis F. Leloir, Albert Claude, Christan de Duve, Emil Palade, Jean Dausset, Georges Köhler, Hartmut Michel, Robert Huber, Bert Sakmann, Erwin Neher, Christiane Nüsslein-Volhard. Und um in dieser Kategorie zu bleiben, sei festgehalten:

Die Professoren Allvar Gullstrand, Richard A. Zsigmondy, Dr. Frits Zernike, Manfred Eigen entwickelten zusammen mit Zeiss bahnbrechende neue Produkte und Verfahren. Für diese Entwicklungen erhielten auch sie Nobelpreise.
Wir belassen es bei diesen Beispielen, die übrigens nur das Geschäftsgebiet Mikroskopie betreffen, und wir nehmen nur noch Bezug auf ein etwas beiläufiges, aber beispielhaftes Zitat von Albert Einstein aus dem Jahre 1925. Dr. Anschütz, dessen Firma in Kiel Kreiselkompasse baute, suchte Rat bei Einstein und erhielt ihn prompt: *Die Schwierigkeiten der Herstellung sind, da es auf 10 $^{-4}$ mm dabei ankommt, so groß, daß gegenwärtig nur Zeiss sowas machen kann. Deshalb soll jeder Kreisel zu Zeiss geschickt werden, daß er die Flächen anschleift.*
Auf nicht wenigen Gebieten ist es – 77 Jahre nach Einsteins Brief – noch immer so, dass viele Fachleute nur Zeiss ein entsprechendes Können zutrauen, wenn es um Spitzentechnologie, höchste Qualität und Zuverlässigkeit geht.
Carl Zeiss und Schott Glas haben ein einzigartiges Potenzial, um sich als Unternehmen am Weltmarkt zu entwickeln und zu behaupten. Bei allen das 21. Jahrhundert bestimmenden Technologien – Optik, Nanotechnologie, Gentechnik – haben sie ein vorzügliches, teilweise sogar konkurrenzloses Knowhow. Die Marken, nämlich die Namen Zeiss und Schott, sind weltbekannt, die Unternehmen in vielen Bereichen weltweit als Marktführer anerkannt, zum Beispiel bei Operationsmikroskopen, Mikroskopen für die Forschung, Weltraumkameras, Großteleskopen für erdgebundene astronomische Projekte, computergesteuerten Messrobotern für die Industrie, Laborglas, Glaskeramik oder auch Kochflächen für Haushaltsherde.
Die Mitarbeiter bei Zeiss und Schott sind gut ausgebildet, die Produktivität war zu allen Zeiten überdurchschnittlich hoch, einen Streik hat es in über 100 Jahren Stiftungsgeschichte nicht gegeben – warum auch, man streikt nicht gegen sich selbst. Die Mitarbeiter wissen, dass alles, was sie tun oder lassen, letztlich ihnen selbst nützt oder schadet, weil ihr Unternehmen niemandem gehört als der Stiftung. Sie sind deshalb in guten wie in schlechten Zeiten motiviert und identifizieren sich mit ihren Unternehmen.
Carl Zeiss, in den vergangen Jahren eher als Sanierungsfall betrachtet, konnte seinen Jahresüberschuss letztlich auf 110 Millionen Euro verdoppeln und übertraf damit zum erstenmal Schott. Die Süddeutsche Zeitung nannte das eine faustdicke Überraschung, das beste Ergebnis in der Firmengeschichte. Die Wiedervereinigung der beiden Firmen West und Ost, Oberkochen und Jena, ist damit beispielhaft gelungen. Einfach war das gewiß nicht. Als die Oberkochener den traditionellen Teil des DDR-Kombinats Carl Zeiss Jena 1991 von der Treuhandanstalt übernommen hatten, mussten sie die Belegschaft zunächst von 27.000 auf 3.000 Mitarbeiter reduzieren. Eine weitere Halbierung folgte bald darauf.

Geschäftszahlen der Carl-Zeiss-Stiftung

Der Konzernumsatz betrug im Geschäftsjahr 2000/2001 4,0 Milliarden Euro, davon Carl-Zeiss-Gruppe und Schott-Gruppe je 2 Mrd., Auslandsanteil 81%. Jahres-überschuss nach Steuern: Zeiss 110, Schott 52 Millionen Euro. Mitarbeiter: Zeiss 14.200, Schott 19.700. Das jüngste Wachstum stammt aus dem Auslandge-

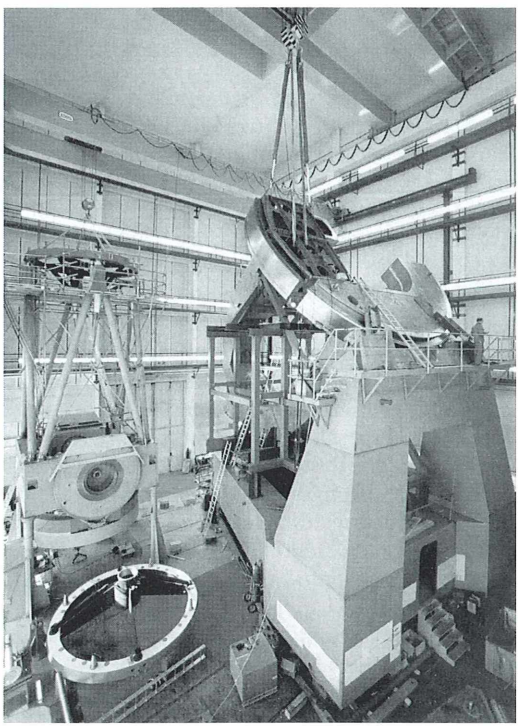


Abb. 5: Bild von der Montagehalle für astronomische Großteleskope bei Carl Zeiss Oberkochen. Die Aufnahme zeigt den Tubus und die Hufeisen-Rahmen-Montierung des 3,5-Meter-Telekops für das Observatorium des Max-Planck-Instituts auf dem Calar Alto.

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

schäft. Das Eigenkapital nahm zuletzt um 150 auf 880 Millionen zu. Die Stiftung ist finanziell kerngesund.
Bei der Carl-Zeiss-Gruppe entfielen 43% des Umsatzes auf Produkte, die erst in den vergangenen drei Jahren auf den Markt gebracht worden sind. Sie bietet ein umfangreiches Spektrum hochwertiger optischer, elektronischer und feinwerktechnischer Produkte aus ihren Unternehmensbereichen Medizinische Technik, Mikroskopie, Markenoptik, Industrielle Messtechnik, Halbleitertechnik und optisch-elektronische Systeme. Der Hauptsitz des Stiftungsunternehmens Carl Zeiss und der Carl-Zeiss-Gruppe ist Oberkochen. Jena ist ihr zweiter Kernstandort. Die dortige Carl Zeiss Jena GmbH, eine 100%ige Tochter von Carl Zeiss, hat die Verantwortung für die Unternehmensbereiche Mikroskopie und optisch-elektronische Systeme und einen großen Teil der zugehörigen Geschäftsbereiche.

Das Ringen um ein neues Stiftungsstatut

Die optische Industrie Deutschlands war bis in die fünfziger Jahre führend in der Welt, besonders die Zeiss-Werke. In keinem anderen Industrieland war sie auch nur annähernd so stark und leistungsfähig. Das öffnete Zeiss ohne größere Schwierigkeiten die ausländischen Märkte, man konnte sie friedlich erschließen, im Unterschied zu anderen Branchen und Großunternehmen, die heftig mit ausländischen Kapitalmächten zusammenstießen und bei der Neuaufteilung der Märkte und Einflusssphären nicht immer überlebten.
Doch die Wirtschaftswelt hat sich seitdem so sehr verändert, dass man immer häufiger an den § 18 des Stiftungsstatuts dachte, in welchem Abbe weitsichtig festgelegt hat: *Sollten in einer späteren Zeit wesentliche Voraussetzungen des gegenwärtigen Statuts hinsichtlich der rechtlichen Grundlagen oder hinsichtlich der technischen und ökonomischen Bedingungen für die Wirksamkeit der Stiftung in solchem Grad verändert sein, daß die fernere strenge Aufrechterhaltung aller Bestimmungen dieses Statuts entweder direkt unmöglich oder vermöge ihrer Folgen in absehbarer Zeit undurchführbar oder angesichts der erkennbaren Absichten des Stifters offenbar zweckwidrig würde, so soll die statutenmäßige Stiftungsverwaltung der Carl Zeiss Stiftung ermächtigt sein, das Statut den geänderten Verhältnissen entsprechend insoweit abzuändern, als geboten ist, um die vorher genannten Anstände zu beseitigen.*
Nach Abbes Statut muss die Stiftung die alleinige Eigentümerin der beiden Stiftungsbetriebe und damit des Gesamtkonzerns sein, damit jeder Einfluss von Anteilseignern auf die Stiftung ausgeschlossen ist. Das verwehrt den Stiftungsbetrieben den Zugang zum Kapitalmarkt, beispielsweise durch die Ausgabe von Aktien. Doch sie stoßen beim Ausbau ihrer geschäftlichen Aktivitäten immer häufiger an die Grenzen ihrer Möglichkeiten, weil ihnen die unternehmerischen Freiheits- und Gestaltungsräume einer Aktiengesellschaft fehlen. Seit über 20 Jahren gab es deshalb manchen Anlauf zu einer Reform des Stiftungsstatuts. So beauftragte das Kultusministerium Baden-Württemberg bereits im Februar 1975 eine Juristengruppe mit der Erstellung eines Gutachtens als Material für die Novellierung des Stiftungsstatuts. Diese wie weitere Arbeiten wurden im Laufe der Jahrzehnte vorgelegt, doch die dringend notwendige Entscheidung steht noch immer aus. Der Stiftungskommissar ist deshalb zum Handeln verpflichtet. Gemeinsam mit den Unternehmensräten, den Vorständen, Arbeitnehmervertretungen und der Stiftungsverwaltung will und muss er die Modernisierung des Stiftungsstatuts vorantreiben. Auch die Mitarbeiter der beiden Stiftungsunternehmen haben bei einer Änderung des über 100 Jahre alten Statuts weitreichende Mitbestimmungs- und Klagerechte – und nutzen sie. Keine Änderung soll der Grundidee Abbes zuwiderlaufen, sie soll erhalten bleiben. Denn gerade in einer Zeit, in der fast nur noch materialistisches Denken zu zählen scheint, ist die Besinnung auf Abbes Geist in seiner sozialen und gesellschaftlichen Ausprägung notwendiger denn je. Doch ein Durchbruch zeichnet sich noch nicht ab, und die beteiligten Partner wagen angesichts der Komplexität der Materie keine zeitliche Prognose mehr. Sie stehen vor einer viel schwierigeren Aufgabe als anfänglich gedacht.
Die unternehmerischen Ansatzpunkte sind:
- Überführung von Carl Zeiss und Schott Glas in je eine Aktiengesellschaft. Die einzige Aktionärin, also Eigentümerin soll zunächst die Carl-Zeiss-Stiftung sein, die auch die beiden Gesellschaften führen soll. Sie sollen nicht an die Börse kommen oder in Kooperationen eingebracht werden. Bei der späteren Kapitalbeschaffung, zum Beispiel durch Aufnahme weiterer Aktionäre, muss die Stiftung stets die Aktienmehrheit behalten.

• Die Position des Stiftungskommissars ist bei einer Modernisierung des Statuts neu zu bestimmen, denn die Struktur der beiden Firmen muss dann der gesetzlich festgelegten einer Aktiengesellschaft entsprechen.
• Den Mitarbeitern beider Unternehmen soll ermöglicht werden, sich an ihrem Unternehmen wirtschaftlich zu beteiligen.
• Ein besonderes Thema ist der Haftungsverbund zwischen Carl Zeiss und Schott Glas, das heißt jede der beiden Stiftungsfirmen haftet für die Verluste auch der anderen. Das kann nach Abbes Statut bedeuten, dass diejenige, die durch Verluste auch die andere in ihrer Existenz bedroht, vom Stiftungskommissar liquidiert, aufgelöst werden muss. Für diese Regelung muss in einem neuen Statut ein Ersatz gefunden werden, das der ursprünglichen Absicht nahekommt, sich aber mit dem Gesetz über Aktiengesellschaften verträgt.

Als ersten Schritt haben der Stiftungskommissar und der Unternehmensrat von Carl Zeiss auf Antrag des Vorstands eine Reihe von Beschlüssen über die Ausgestaltung einer neuen Aktiengesellschaft gefasst. Diese AG führt das Geschäft des bisherigen Unternehmensbereichs Halbleitertechnik von Carl Zeiss seit 1. Dezember 2001 als Kapitalgesellschaft innerhalb der Carl-Zeiss-Gruppe fort. Das neue Unternehmen beschäftigt zunächst rund 1.600 Mitarbeiter, hauptsächlich an den Standorten Oberkochen, Jena und Wetzlar und baut in Oberkochen für 150 Mio. Euro eine neue Fabrik für 1.000 Arbeitsplätze. Ihr Geschäft umfasst weltweit Hochleistungsoptiken für Halbleiterfertigungsmaschinen (sogenannte Waferstepper), Wafer- und Maskeninspektionssysteme, Elektronenstrahltechnologie und -komponenten sowie Subsysteme für Laser. Im Geschäftsjahr 1999/2000 setzte dieser Bereich über 400 Millionen Euro um. Ein Börsengang oder die Beteiligung Dritter ist bei dieser ausgegliederten AG nicht ausgeschlossen.

Vor wenigen Wochen hat ein deutsches Gericht auf eine Klage der Mitarbeiter der beiden Stiftungsbetriebe entschieden, dass eine Umwandlung der beiden Stiftungsfirmen in Aktiengesellschaften sich durchaus mit Abbes im Stiftungsstatut festgeschriebenen Zielen vertrage. Nunmehr sind Stiftungskommissar und -verwaltung wieder an der Reihe. Ihnen ist eine treffsichere Hand zu wünschen, damit eine neue Struktur von Stiftung und Firmen auf alle Beteiligten so motivierend und erfolgsträchtig wirkt wie in den bisherigen 112 Jahren der Carl-Zeiss-Stiftung.

Literaturhinweise

Carl Zeiss: 150 Jahre Innovation in Optik. In: Innovation. Zeiss Information mit Jenaer Rundschau *1*, August 1996.

Carl Zeiss: Die Carl-Zeiss-Stiftung. In: Homepage www.Zeiss.de im März 2001.

Carl Zeiss: Geschichtlicher Überblick. In: Homepage www.Zeiss.de im März 2001.

Dürr, H.: Carl Zeiss: Eine Stiftung für die Zukunft. Vortrag des Stiftungskommissars und Vertreters der Stiftungsverwaltung der Carl-Zeiss-Stiftung im Carl-Zeiss-Saal, Oberkochen am 15. Mai 2000. In: Carl Zeiss, Homepage im März 2001.

Evennett, P. J.: The Ernst Abbe Lecture: Ernst Abbe and the Development of the Modern Microscope. Department of Biology, The University of Leeds, LS2 9JZ, UK. In: 150 Years Innovation in Optics 1846–1996. Meeting to Commemorate the 150th Anniversary of the Foundation of the Carl Zeiss Workshop in Jena. Proceedings of the Royal Microscopical Society *31*, Part 4, Dec. 1996.

Gerlach, D.: Carl Zeiss (1816-1888). Mikrokosmos *77*, 263–273 (1988).

Gerlach, D.: Ernst Abbe (1840-1905). Mikrokosmos *79*, 139–146 (1990).

Grünewald, H.: Ernst Abbes Carl-Zeiss-Stiftung zum 100jährigen Jubiläum. Festvortrag des Stiftungskommissars in der Staatsgalerie Stuttgart am 24. April 1989. Zeiss-Information *30*, 44–48 (1990).

Hermann, A.: Nur der Name war geblieben. Die abenteuerliche Geschichte der Firma Carl Zeiss. 3. Aufl., Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1991.

Mann, R.: Ernst Abbe und die Carl-Zeiss-Stiftung. Hrsg. v. Dürerbund. Deutsche Jugendbücherei Nr. 437. Hermann Hillger Verlag, Berlin und Leipzig, o. J.

Paulus, K.: Eröffnung der Ausstellung „150 Jahre Carl Zeiss" am 12.4.96. In: Homepage Carl Zeiss im März 2001.

Schomerus, F.: Werden und Wesen der Carl-Zeiss-Stiftung an der Hand von Briefen und Dokumenten aus der Gründerzeit (1886–1896). 2. Aufl., G. Fischer Verlag, Stuttgart 1955.

Sponsel, H.: Made in Germany. Die dramatische Geschichte des Hauses Zeiss. C. Bertelsmann Verlag, Gütersloh 1957.

Stolz, H., Wittig, J. (Hrsg.): Carl Zeiss und Ernst Abbe. Leben, Wirken, Bedeutung. Wissenschaftshistorische Abhandlung. Unter Mitwirkung von Günter Schmidt. 1. Aufl., Universitätsverlag Jena 1993.

Zeiss-Information *30*, Heft 101, 44–48 (1990).

Weitere Informationen wurden aus den Internetseiten von Zeiss (www.Zeiss.de) und Schott (www.Schott.de) entnommen.

Verfasser: Klaus Henkel, Auf der Scheierlwiese 13, D-85221 Dachau

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

Mikro-Ufo

Bestimmungshilfe erfolgt: „Ufo" entlarvt

Ekkehard Geßner

Die Bilder und die dazugehörigen Beschreibungen der Mikro-Ufos im MIKROKOSMOS (Heft 6, 2002) stellen mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Pilz dar, der zur Abteilung der Basidiomycota (Ständerpilze) gehört und dort bei den Basidiomyzeten-Hefen einzuordnen ist.

Hefen

Unter den Hefepilzen ist vor allem die Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae* bekannt. Bestimmte Stämme dieser Hefe werden auch zur Bierherstellung eingesetzt. *Saccharomyces*-Arten sind Hefepilze, die zur Abteilung der Ascomycota (Schlauchpilze) zählen. Als Krankheitserreger berüchtigt ist die Hefe *Candida albicans*, die vor allem Schleimhäute besiedelt. Von dieser Art ist keine sexuelle Form der Fortpflanzung bekannt, so dass sie zu den so genannten imperfekten Hefen gestellt wird.
Die rund 700 bekannten Hefearten stellen eine sehr heterogene Gruppe von Pilzen dar. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie keine Fruchtkörper bilden, in vielen Fällen zeitlebens im einzelligen Stadium verbleiben, in der Regel eine Zellwand mit sehr geringem Chitingehalt (meist unter 1%) haben und typischerweise (bei den meisten Arten) keine Dikaryophase (Zweikernphase) durchlaufen, wie sie für höhere Pilze charakteristisch ist. Trotz ihrer geringen Größen und ihrer geringen morphologischen Differenzierung gehören sie aber zu den so genannten Höheren Pilzen.
Hefen zeigen meist nur wenige charakteristische morphologische Merkmale, die nicht zur eindeutigen Zuordnung einer Art ausreichen. Deshalb werden zur Bestimmung vor allem auch physiologische und biochemische Merkmale herangezogen. Für den Laien ist es daher kaum möglich, eine Hefe bis zur Art bestimmen. Erschwerend ist die Tatsache, dass es manche Hefearten gibt, die sich in Kultur so schnell irreversibel verändern, dass die Zuordnung zu einer Art kaum möglich ist. Bevor zum Beispiel festgestellt werden kann, ob die Art ein bestimmtes Kohlenhydrat abbauen kann, stellen manche *Sporobolomyces*-Arten ihr charakteristisches Wachstum ein.
Obwohl Hefen in der Regel im Einzelzellstadium verbleiben, gibt es manche Arten, die ein echtes Myzel bilden können. Der Mykologe erkennt ein echtes Myzel am Spitzenwachstum, während ein Pseudomyzel durch Aneinanderhaften einzeln gebildeter Zellen zustande kommt. Die Unterscheidung zwischen echtem Myzel und Pseudomyzel fällt einem Anfänger oft sehr schwer.
Viele Hefen haben sich an hohe osmotische Werte angepasst und können daher stark zuckerhaltige Substrate besiedeln. Wir finden diese Organismen daher besonders in den Nektarien von Blüten, in Saftflüssen nach der Verwundung von Pflanzen und in ähnlichen ökologischen Nischen. Von dort lassen sie sich meist gut isolieren.
Die Vertreter der Gattung *Sporobolomyces* (Abb. 1) gehören zu den Basidiomyzeten-Hefen. Sie werden auch Spiegelhefen genannt, weil man sie mithilfe einer einfachen Technik spiegeln kann. Ich habe viele Jahre lang in mykologischen Studentenkursen solche Spiegelhefen isolieren lassen. Meistens gelang die Anreicherung und Isolierung recht einfach. Daher möchte ich die Methode hier kurz schildern.

Kultur von Spiegelhefen

Abgestorbene, feucht gehaltene Teile verschiedener Pflanzenarten (Blätter, Blüten, Halme) mit Klebeband unter dem Deckel einiger Maismehl-Agarplatten befestigen (statt Maismehl-Agar kann auch ein anderes Substrat benutzt werden wie Malz-Agar oder Gemüsesaft-Agar). Bei 20 °C inkubieren und täglich die Agarplatten auf das Erscheinen kleiner rosafarbiger Kolonien kontrollieren. Sobald die Kolonien erscheinen, Unterteil der Petrischale mit Klebeband an dem Unterteil einer anderen

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vo

Petrischale (mit dem gleichen Medium) befestigen, so dass die Kolonien nach unten sporulieren können. Drei Tage bei 20 °C inkubieren. Platten mit den jüngeren Kolonien zur Reinigung mit einer dritten Agarplatte verbinden. Der erste Ansatz sollte möglichst ein bis zwei Wochen vor Beginn der Experimente erfolgen.
Maismehlextrakt (Rezept aus Esser, 2000): 12,5 g Maismehl in 500 ml Leitungswasser suspendieren und bei 60 °C über Nacht inkubieren. Überstand dekantieren und Bodensatz verwerfen. Das Maismehl sollte aus den handelsüblichen Sorten des Gelbmaises hergestellt werden und nicht zu fein gemahlen sein, damit Schale und Aleuronschicht nicht verloren gehen.
Der Maismehl-Agar wird folgendermaßen angesetzt:

Maismehlextrakt	500 ml
Malzextrakt	2,5 g
10 % KOH	1,0 ml
Agar	7,5 g

Die Sterilisation erfolgt im Autoklaven. Steht ein Autoklav nicht zur Verfügung, können insbesondere bei sauren Medien, auch Dampfdrucktöpfe aus der Küche zur Sterilisation benutzt werden. Normales Kochen reicht nicht aus, da manche Bakteriensporen den Kochprozess überleben können. Eine Alternative stellt das fraktionierte Sterilisieren dar, wobei das Substrat mindestens zweimal (besser dreimal) im Abstand von je 24 Stunden gekocht wird. Das sterile Medium wird unter keimarmen Bedingungen vor dem Erstarren in zuvor sterilisierte Petrischalen gegossen. Zur Sterilisation der Glas-Petrischalen kann ein Backofen benutzt werden, wobei die Temperatur von mindestens 180 °C alle Stellen der Petrischalen erreichen muss.

Sporen- und Myzelbildung von Hefen

Sporobolomyces-Arten zeichnen sich dadurch aus, dass sie Ballistosporen ausbilden, die nach dem gleichen Mechanismus abgeschossen werden wie die Basidiosporen von Ständerpilzen. Die Schussweite ist nur relativ klein. Die abgeschossenen Sporen gelangen so bei dem oben beschriebenen Isolationsverfahren (Sandwich-Verfahren) auf die untere Schale. Durch mehrfache Passage (untere Schale, auf welche die Sporen gefallen sind und sich zur Kolonie vermehrt haben, umgekehrt über eine noch sterile Nährbodenschale kleben) kann die Rohkultur gereinigt werden.
Manche *Sporobolomyces*-Arten gleichen sehr stark dem Organismus, der im Mikro-Ufo von Heft 6/2002 abgebildet ist: Eine Hefezelle bildet einen oder mehrere seitliche Auswüchse (Sterigmen), an deren Spitze neue Sporen gebil-

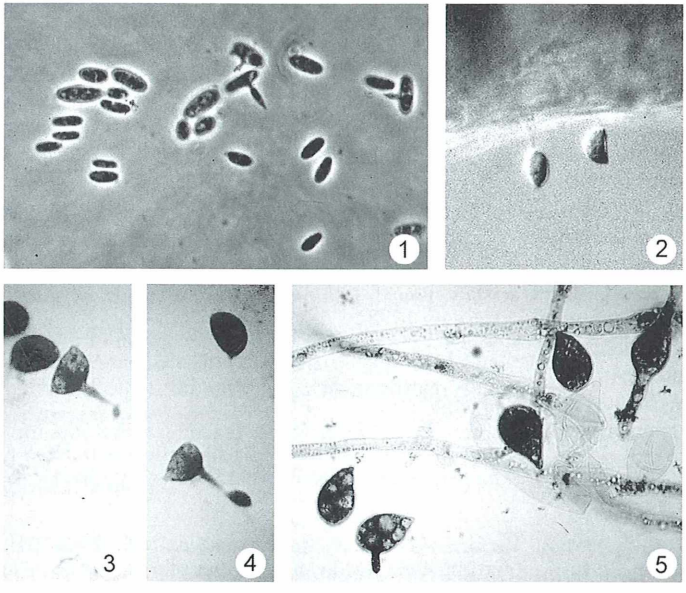


Abb. 1: *Sporobolomyces* sp. Vergr.: ca 500× fach. – Abb. 2: *Itersonilia perplexans*: Bildung von Ballistosporen an Blattspitzen von Dill. Vergr.: ca 250× fach. – Abb. 3 und 4: Reinkultur von *Itersonilia perplexans* mit Ballistosporenbildung. Vergr.: ca 450× fach. – Abb. 5: Reinkultur von *Itersonilia perplexans* mit Ballistosporenbildung und Schnallenmyzel. Vergr.: ca 450× fach.

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

det werden. Auch in der verwandten Gattung *Bullera* werden ähnliche Stadien gebildet. Die meisten Arten der Gattungen *Sporobolomyces* und *Bullera* wachsen einzellig, jedoch können manche Arten während ihres Entwicklungszyklus ein Pseudomyzel oder auch ein echtes Myzel bilden. Bei der Gattung *Itersonilia* hingegen finden wir neben einzelligen Stadien regelmäßig auch ein vielzelliges, echtes Myzel.

Itersonilia perplexans (Abb. 2–5) ist ein anamorpher Basidiomyzet. Das heißt, dass von diesem Ständerpilz nur die Nebenfruchtform bekannt ist, nicht aber eine sexuelle Fortpflanzung. Die Zuordnung zu den Basidiomycota erfolgt aufgrund spezifischer Merkmale wie Schnallenbildung, Ballistosporenbildung, molekulargenetischen Daten und so weiter. Besonders häufig ist dieser Pilz an Doldenblütlern (Apiaceae) zu finden, aber auch an Chrysanthemen und auf Pilzfruchtkörpern ist er beschrieben worden. Insbesondere weiche Pflanzengewebe können bei kühl-feuchtem Wetter besiedelt werden. Ich habe im Spätsommer gesäte Dill-Kulturen (*Anethum graveolens*) gesehen, die sehr stark von *Itersonilia perplexans* besiedelt waren. Besiedelt werden vor allem die weichen Blattspitzen. Innerhalb weniger Tage waren große Bestände von Dill so stark geschädigt, dass sie nicht mehr geerntet werden konnten. Mikroskopisch konnte an den geschädigten Blattspitzen die Bildung von Ballistosporen beobachtet werden (Abb. 2). Besonders gut lässt sich bei diesem Pilz erkennen, wie die Sporen abgeschleudert werden. Wie bei den Basidiosporen der Ständerpilze erscheint kurz vor dem Abschleudern der Spore an der Spitze des Sterigmas direkt unter der Spore ein Tröpfchen (Buller'sches Tröpfchen), das sich rasch vergrößert und an dem Abschleuderungsmechanismus beteiligt ist. Während bei den meisten Ständerpilzen die Abschussweite ziemlich genau bis zur Mitte der Röhren oder Lamellen beträgt, ist die Abschussweite (und die Größe des Buller'schen Tröpfchens) bei *I. perplexans* besonders groß. Dieses erscheint sinnvoll, da nicht die Gefahr besteht, dass die abgeschleuderten Sporen sich auf einer gegenüberliegenden Lamelle oder Röhre verfangen. *I. perplexans* bildet ein echtes Schnallenmyzel (Abb. 5), wie es für viele Basidiomyzeten typisch ist. Der Pilz bildet aber auch hefeartige Strukturen und wird daher zu den myzelbildenden Hefen gezählt. Neuere molekulargenetische Untersuchungen lassen vermuten, dass der Pilz nahe mit *Tremella*-Arten (Zitterlinge) verwandt ist.

Identifikation des Mikro-Ufos

Ich vermute, dass das Mikro-Ufo aus dem letzten MIKROKOSMOS-Heft eine *Itersonilia*-Art, wahrscheinlich *I. perplexans*, darstellt. Die Größe und Form der Sporen, die Häufung bohnenförmiger oder ovaler Zellen und die seitlichen Auswüchse (Sterigmen), die in Einzahl, aber auch zu mehreren an einer einzelnen Zelle vorkommen können, sprechen für diese Vermutung. Auf welchem Substrat der Pilz in dem Laubmoosbestand gewachsen ist, bleibt ungewiss. Wie oben erwähnt wächst *I. perplexans* auch auf Pilz-Fruchtkörpern. Manche Pilzfruchtkörper verschwinden aber so schnell wie sie gekommen sind, und so könnte möglicherweise das Mikro-Ufo ein Überbleibsel aus verrotteten Fruchtkörpern sein. Als saprophytischer Pilz kann *Itersonilia* auf vielen organischen Substraten überleben, so zum Beispiel auf den oben genannten Nährböden oder auf nährstoffreichen ökologischen Nischen in einem Moospolster.

Literaturhinweise

Boekhout, T.: Systematics of *Itersonilia*: a comparative phenetic study. Mycol. Res. *95*, 135–146 (1991).

Boekhout, T.: A revision of ballistoconidia-forming yeasts and fungi. Studies in Mycology *33*, 1–194 (1991).

Esser, K.: Kryptogamen 1. Cyanobakterien, Algen, Pilze, Flechten. Springer Verlag, Berlin 2000.

Fox, R. T. V.: Fungal foes in your garden. 52. Parsnip Black Canker. Mycologist *16*, 32 (2002).

Geßner, E.: Mikroskopische Pilze in Kultur. I. Material und Methoden. Mikrokosmos *73*, 76–78 (1984).

Geßner, E. (1988): *Itersonilia*, ein Pilz am Dill und an anderen Doldenblütlern. TASPO *122*, 5.

Ingold, C. T.: Features of ballistospore germination in *Itersonilia*. Trans. Brit. Mycol. Soc. *89*, 575-578 (1987).

Kurtzman, C. P., Fell. J. W.: The yeasts, a taxonomic study. Fourth Edition Elsevier Science B. V., Amsterdam 1998.

Sowell Jr., G., Korf, R. P.: An emendation of the genus *Itersonilia* based on studies of morphology and pathogenicity. Mycologia *52*, 935–945 (1960).

Webster, J., Weber, R. W. S.: Teaching techniques for mycology: 16. Ballistospore liberation in *Itersonilia perplexans*. Mycologist *15*, 167–170 (2001).

Verfasser: Dr. E. Geßner, Am Bagno 5, D-48301 Nottuln, e-mail: ekkehard.gessner@lk-wl.nrw.de

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

Mikroskopische Untersuchung des Birnengitterrostes

Rainer Roeser

Der komplizierte Generations- und Wirtswechsel der Rostpilze (Abb. 1) ist ein fesselndes Gebiet, dessen Verständnis nur durch mikroskopische Untersuchung erschlossen werden konnte. Gleichzeitig haben Rostpilze als Krankheitserreger auch vieler Nutzpflanzen große wirtschaftliche Bedeutung. Die einzelnen Sporenstadien sind gut zu beobachten. Im vorliegenden Artikel werden auch das Auskeimen der Teleutosporen unter dem Deckglas beschrieben und interessante Details der Keimporen dargestellt, die in der allgemein zugänglichen Literatur nicht angegeben sind. Der Birnengitterrost ist bei privaten Obstanlagen wegen der häufigen Unvermeidbarkeit der Nachbarschaft zum Hauptwirt, einer Wacholderart, eine ins Gewicht fallende, aber oft unterschätzte Erkrankung mit hohen Ernteeinbußen.

Der aufmerksame Beobachter wird in privaten Gärten mit Obstanbau im späten Frühling nicht selten gelbbraune Flecken auf der Oberseite der Blätter des Birnbaumes feststellen. Später, im Hochsommer, bilden sich in solchen Fällen auch auf der Unterseite der Blätter rotbraune Flecken und Verdickungen. Schließlich, meist ab Mitte August, entwickeln sich dann auf diesen Verdickungen 2 bis 3 mm breite, kegelförmige Aufwölbungen. Der häutige Außenmantel dieser Spitzkegel besteht, wie Lupenbetrachtung zeigt (Abb. 2), offensichtlich nicht aus krankhaft aufgetriebenem Pflanzengewebe. Er wird vom Schädling gebildet und steht unter dem Druck der sich in seinem Inneren entwickelnden Sporen. Schließlich reißt er, bisweilen an der Spitze, bisweilen am Untergrund, häufig aber auch seitlich, mehrfach ein und entlässt dunkle Sporen, die durch den Wind verbreitet werden. Bei den beobachteten Erscheinungen handelt es sich um das vom Birnengitterrost erzeugte makroskopische Schadbild des Birnengitterrostes auf dem Zwischenwirt, dem Birnbaum. Während des Ablaufs dieser Erscheinungen waren drei aufeinander folgende, völlig unterschiedliche Sporenformen beteiligt.

Sporenformen

Die zuletzt auftretenden Sporen, die Aecidiosporen, können den Zwischenwirt Birnbaum nicht mehr infizieren. Sie benötigen obligatorisch einen Hauptwirt, und dafür kommt praktisch nur eine Wacholderart, der Sadebaum *Juniperus sabinae*, in Frage, der wegen seines starken und sparrigen Wuchses gerne in Ziergärten gepflanzt wird. Ist der Sadebaum in einem Umkreis von etwa 200 m nicht vorhanden, kann deshalb die Erkrankung praktisch nicht oder nicht in starkem Ausmaße auftreten. Deshalb sind große Obstplantagen im Erwerbsobstanbau meist nicht betroffen. Die Infektion auf dem Sadebaum verläuft zunächst unauffällig. Sie äußert sich anfänglich in Zweigverdickungen und gelegentlich in verdorrenden Zweigen. In Wirklichkeit ist der Pilz jedoch hochaktiv. Vor dem Winter erzeugt er eine weitere Sporenform, die Teleutospore, die eine Dauerform für die kalte Jahreszeit darstellt. Bei starken Regenfällen im Februar bis März, wie zum Beispiel im Jahre 2002 in der Kölner Bucht, zeigt sich jedoch das ganze Ausmaß der Schäden. Gallertartige gelbliche Klumpen – voll mit Teleutosporen – hängen an den Zweigen (Abb. 3).
Aus den Teleutosporen entwickeln sich je vier Basidiosporen, die bei Austrocknung der Klumpen durch den Wind verbreitet werden und nun wieder obligatorisch auf den Zwischenwirt, den Birnbaum, zur erfolgreichen Auskeimung und anschließendem Wachstum angewiesen sind. Dabei werden die Blätter – wie häufig bei den Rostpilzen – stets von der Oberseite infiziert. In den Flecken auf der Oberseite entwickelt sich unter anderem eine weitere, sehr kleine Sporen-

© Urban & Fischer Verlag

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

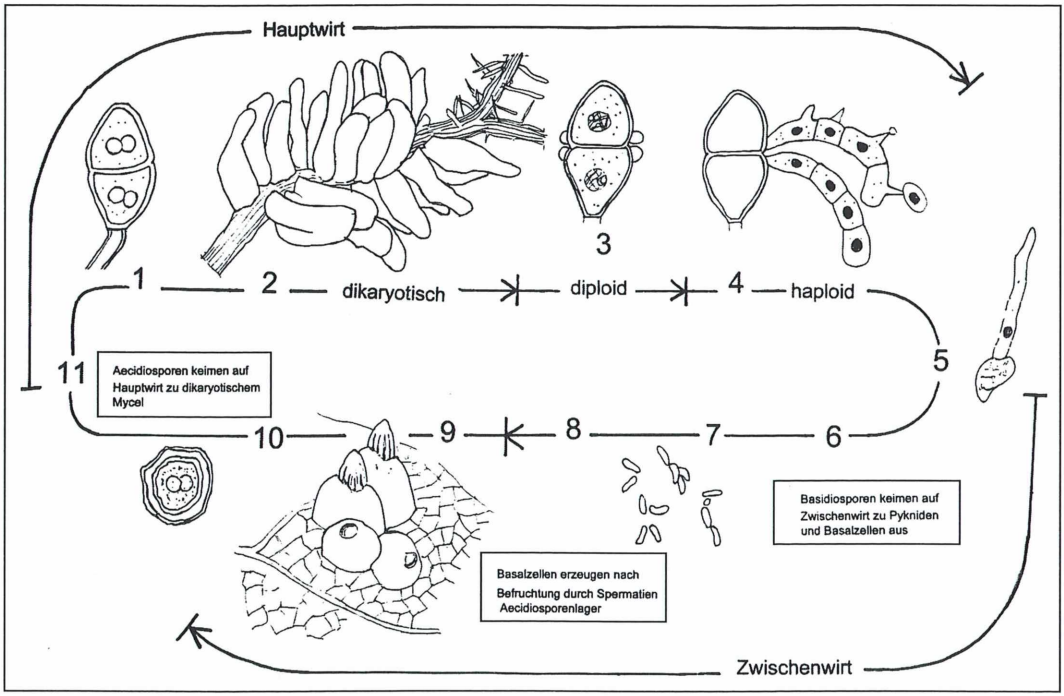
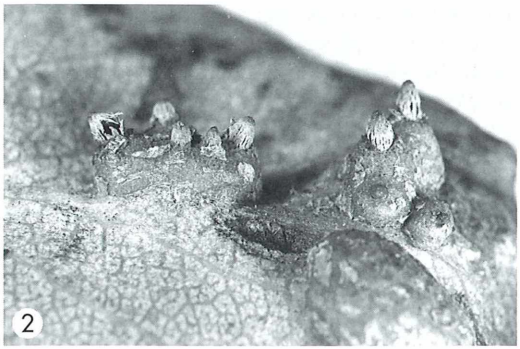


Abb. 1: Birnengitterrost *Gymnosporangium sabinae*. Schema des Wirtswechselzyklus nach beobachteten Stadien gezeichnet. 1 junge Teleutosporen auf dem Hauptwirt sind dikaryotisch; 2 gallertige Teleutosporen auf dem Hauptwirt, im Frühjahr nach Regen; 3 gereifte Teleutosporen diploid mit Keimporen vor der Meiose; 4 gekeimte Phragmobasidien mit Sterigmen- und Basidiosporenbildung, je vier haploide Zellen; 5 auskeimende Basidiospore, haploid, nur auf dem Zwischenwirt zur Mycelbildung befähigt, im Frühsommer; 6 Auswachsen des haploiden Mycels zu Pyknidien und Basalzellen; 7 aus Pyknidien erzeugte Pyknosporen (Spermatien) – nach Ausscheidung zusammen mit Nektar erfolgt Insektenverbreitung der Spermatien; 8 über Empfängnishyphen werden Kerne der Spermatien anderen Kreuzungstyps zu Basalzellen geleitet und verschmelzen mit ihnen zu dikaryotischen Aecidiosporenmutterzellen; 9 Gewebewucherungen des Zwischenwirtes auf der Blattunterseite werden von der Pseudoperidie des Pilzes durchbrochen, nach gitterartigem Aufreißen erfolgt Verstreuung der Sporen durch den Wind; 10 Aecidiospore ist dikaryotisch, nur auf dem Hauptwirt keimfähig, im Spätsommer; 11 dikaryotisches Mycel auf dem Hauptwirt, von Herbst bis Frühjahr.

form, die Pyknospore. Diese wird durch Insekten verbreitet und dient der Befruchtung anderer aus den Basidiosporen sich entwickelnder Mycelien auf anderen Blättern beziehungsweise Blattstellen. Diese Pyknosporen sind also eine Geschlechtsform und werden deshalb auch Spermatien genannt. Das Eigentümliche aber ist, dass eine durch Spermatien erfolgende Befruchtung nicht in allen Fällen obligatorisch ist. Es gibt noch einen weiteren, direkt zwischen Mycelien auf dem gleichen Blattfleck erfolgenden Befruchtungsvorgang, der nur an die Voraussetzung gebunden ist, dass die aufeinander treffenden Mycelien sich aus verschiedenen, geschlechtlich unterschiedlich determinierten Basidiosporen entwickelt haben, also verschiedenen Kreuzungstyp aufweisen. Dies wurde auch bei isomorphen Grünalgengeschlechtszellen schon im vergangenen Jahrhundert von Forschern festgestellt. Zunächst war bei den Rostpilzen durch die Möglichkeit der alternativen Befruchtungsformen die Bedeutung der Pyknosporen so unklar, dass noch Migula, der Vater der deskriptiven Beschreibung der Rostpilze, in seinem erstmalig 1917 im Kosmos-Verlag erschienenen Buch über Brand- und Rostpilze zu



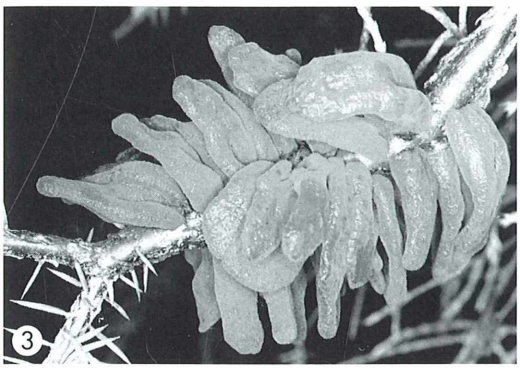


Abb. 2: Birnblatt im August von der Unterseite mit Aecidiosporenlagern. Die gitterförmig aufgerissene Pseudoperidie ist pilzlicher Herkunft. Die krankhafte Verdickung des umgebenden Pflanzengewebes sowie die Rotfärbung sind durch chemische Induktion des Pilzes entstanden. Das Gewebe beginnt nekrotisch zu verfallen. – Abb. 3: Bei Regen quellen im Frühjahr die Teleutosporen gallertig auf. Bei Austrocknung werden die durch Meiose aus den Teleutosporen entstandenen haploiden Basidiosporen ausgestreut.

den Pyknosporen keine Bedeutung angeben konnte.

Diese erste grobe Beschreibung der Infektionsformen des Birnengitterrostes zeigt schon die verwirrende Komplexität der Abläufe. Deshalb werden im Folgenden der Generations- und Wirtswechsel der Rostpilze in den Grundzügen unter dem Licht der heutigen Forschungsergebnisse dargestellt, sei es zur Auffrischung der Kenntnisse, sei es zum besseren Verständnis der anschließend wiedergegebenen, leicht nachzuvollziehenden mikroskopischen Beobachtungen am Birnengitterrost, *Gymnosporagium sabinae*.

Grundzüge des Generations- und Wirtswechsels der Rostpilze

Die Ordnung der Rostpilze (Uredinales) gehört zur Klasse der Basidiomyceten, in der die allgemein bekannten Hutpilze wie Röhrlinge, Lamellen- und Porenpilze auffallende Vertreter sind. Die Uredinales haben ebenso wie einige andere Basidiomycetenordnungen, beispielsweise die Brandpilze, wenig auffallende Fruchtkörper und leben durchweg parasitisch auf höheren Pflanzen. Rostpilze haben seit jeher das besondere Interesse der Biologen gefunden, weil einerseits zu ihnen gefährliche Schädlinge wie der Getreiderost gehören, und weil andererseits der sehr komplizierte und nicht leicht zu durchschauende Generationswechsel den Forscher herausfordert. Es handelt sich keineswegs um einen abgeleiteten, sondern um einen sehr ursprünglich gebliebenen, alten Seitenast der Basidiomyceten, der in der Evolution im Grundaufbau sehr konservativ geblieben ist, sich in den Details aber – aus Anpassungsgründen an die verändernden Wirte – sehr divergent entwickelt hat. Rostpilze wurden schon bei Farnpflanzen aus dem Karbon nachgewiesen. Man könnte sie bezüglich der Grundzüge ihrer Entwicklung als lebende Fossilien bezeichnen, wie so oft, wenn bestimmte Individualerscheinungen in der Entwicklung Organismen ein Korsett aufzwängen, das einen Ausbruch in andere Richtungen verhindert.

Kennzeichnend ist bei der Mehrzahl der Rostpilze der Wirtswechsel, der stets mit einem Kernphasenwechsel (Abb. 1) verbunden ist und im Laufe der Evolution wohl an Komplexität und Vielfalt zugenommen hat. Wie bei den Basidiomyceten und Ascomyceten allgemein schließt auch bei den Rostpilzen die Befruchtung nach Zusammentritt der nicht äußerlich (männlich bzw. weiblich), sondern nur genetisch unterschiedlichen Zellen aus zwei Mycelien zunächst nur mit einer Plasmaverschmelzung ab. Eine Verschmelzung der Kerne unterbleibt. Die einzelne Zelle des Mycels ist zweikernig (dikaryotisch), und auch bei der Zellteilung werden die Kerne synchron geteilt, so dass unter Sicherstellung über einen mehr oder minder komplizierten Mechanismus die Tochterzellen zweikernig bleiben. Bei den Rostpilzen findet dabei die sonst bei den Basidiomyceten häufige Schnallenbildung nicht statt. Diese Dikaryophase beginnt beim Birnengitterrost unmittelbar vor der Aecidiosporenausbildung und

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

setzt sich dann im Hauptwirt – wie bei allen Rostpilzen – bis zur Bildung der Teleutosporen fort. Gewissermaßen wird nach der Plasmaverschmelzung (Plasmogamie) der zweite Teil der Befruchtung, die Kernverschmelzung (Karyogamie), bis dahin konserviert.

Erst nach Ablauf der Ruhephase der Teleutosporen, bei uns meist zum Ende des Winters, erfolgt in den Teleutosporen die Kernverschmelzung, und erst hier dürfte man nach allgemeinbiologischem Verständnis von einer Diplophase sprechen (Abb. 1). Während bei höheren Pflanzen und Tieren die Diplophase die generative Hauptphase ist, dauert sie nach derartiger Abgrenzung gegenüber der Dikaryophase bei den Rostpilzen nur bis zur nächsten Zellteilung. Es beginnt nämlich sofort die Meiose. Aus den Teleutosporen keimt dabei aus vordeterminierten Keimporen ein Plasmaschlauch aus, die Basidie, die sich nach Bildung der vier haploiden Meiozellkerne durch Querwände in vier Einzelzellen separiert.

Aus den Meiozellen wächst anschließend je ein spitzkegeliger Auswuchs senkrecht zur Basidie aus, der danach an der Spitze eine Blase abschnürt, in die der Zellkern eintritt. Anschließend löst sich diese Blase unter Ausbildung einer Wandung ab. So entstehen vier haploide Basidiosporen aus einer Teleutospore (Abb. 1). Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass die Sporen unterschiedlich determiniert sind. Je zwei sind genetisch gleichartig und dadurch inkompatibel für einen gegenseitigen Befruchtungsvorgang. Diese Basidiosporen sind zwar keimfähig, ein Mycel können sie aber nur auf einem anderen Wirt, dem Zwischenwirt, ausbilden. Diese Trennung nach Raum und Zeit ist durchaus biologisch sinnvoll, denn ein Befruchtungsvorgang des Basidiosporenmycels auf dem Hauptwirt würde keinen neuen Wirt erschließen und aufgrund immerwährender Selbstbefruchtung auch keine Auffrischung des genetischen Pools herbeiführen – sei es zur Reparatur genetischer Defekte, sei es zur Entwicklung neuer Formen und Arten und Besiedlung neuer Lebensräume. Die Besiedlung von Zwischenwirten scheint dabei kein ursprünglicher, sondern erst ein späterer Erwerb in der Evolutionsgeschichte der Rostpilze gewesen zu sein. Dabei können Wachstumsunterbrechungen des ursprünglichen Hauptwirtes durch Sommer und Winter oder Trockenzeiten eine Rolle gespielt haben. Nach den Fossilfunden waren Nadelhölzer wohl keine ursprünglichen Hauptwirte der Rostpilze.

Die Basidiosporen entwickeln in dem Zwischenwirt ein Mycel, aus dem sich meist auf der Blattoberseite des Zwischenwirtes das Pyknosporenlager (Pyknidie) entwickelt. Gewöhnlich sind die Pyknidien krugförmig ausgebildet; die Krugmündung durchstößt dabei die Epidermis des Zwischenwirtes. Meist ragen lange haarförmige Zellen, die Paraphysen, aus der Krugmündung hervor. Zwischen ihnen beginnen andere einkernige Zellen kettenförmig Pyknosporen abzuschnüren. Wieder andere Hyphen entwickeln sich zwischen den Paraphysen zu langen Empfängnishyphen, die über die Kutikula des Wirtes hinwegkriechen. Gleichzeitig wachsen Hyphen durch das Blatt zur Blattunterseite und bilden dort pyramidale Basalzellen aus. Bei der Birne bewirkt das Mycel einen Reiz zur Vermehrung von Blattzellen, die sich (nach eigenen Beobachtungen) mehrschichtig wie Palisadenparenchym organisieren, chlorophyllarm und stärkehaltig sind. Über die chemische Induktion, die einer solchen Veränderung vorausgehen muss, ist in der allgemein verfügbaren Literatur nichts ausgesagt. Zu vermuten ist ein Wuchsstoffungleichgewicht. Die Basalzellen sind die eigentlichen Geschlechtszellen. Die Pyknosporen sind – wahrscheinlich aufgrund ihrer Kleinheit (Abb. 1) und der damit verbundenen Plasmaarmut – nicht selbständig keimfähig. Sie werden aus den Pyknidien mit einem Nektar ausgeschieden, der von Insekten aufgenommen wird. Dabei erfolgt die Übertragung der Pyknosporen auf neue, geschlechtlich abweichend determinierte Empfängnishyphen an anderen Stellen des Zwischenwirtes. Diese nehmen den Zellkern aus den Spermatien nach Fusion auf. Es folgt ein ungewöhnlicher Vorgang: Der Kern wird durch das Mycel und sich öffnende Querwände der Einzelzellen bis herunter zu den Basalzellen geleitet und bildet dort – ebenfalls unter Nutzung des Leitungsmycels – Basalzellen aus, die nun geschlechtlich entgegengesetzt polarisiert sind und miteinander zu einer dikaryotischen Zelle verschmelzen.

Eine Verschmelzung der Kerne und damit die sonst bei den Eukaryoten vorherrschende Diplophase unterbleiben. Das Dikaryon verhält sich jedoch wie ein Diplont, deutlich abweichend von der Haplophase, wie ein neuer einheitlicher Kern. Die entgegengesetzt polarisierten Zellkerne wirken trotz der Abkapselung durch die Kernmembranen einheitlich gesteuert zusammen. Neben der Regulation durch die Zellprodukte und Zellsubstrate müssen durch

das Plasma hindurch Stoffe von einem Kern zum anderen übertragen werden, die – gesteuert von Operons – Gene ein- und abschalten. Denn das Dikaryon hat andere Eigenschaften als die Haplophase. Man wird dabei den Merkmalen, die die unterschiedliche Polarität bei den Basidiosporen bewirken, eine beeinflussende Rolle auf diese Veränderungen zusprechen müssen.

Die dikaryotischen Zellen können auf dem Zwischenwirt nicht mehr zu Hyphen auswachsen. Sie entwickeln jedoch ein neues Sporenlager, das so genannte Aecidiosporen in gelb bis rot gefärbten Lagern kettenförmig abschnürt (Abb. 1). Diese paarkernigen Sporen können in der Regel wegen der geänderten Stoffwechselansprüche nur auf einem neuen Wirt, dem Hauptwirt, auskeimen und entwickeln dort ein Mycel, das bei vielen Arten zunächst eine Sporenform, die Uredosporen, entwickelt, die durch Wind verbreitet werden und dabei neue Hauptwirte infizieren. Schließlich, gegen Ende der Vegetations- oder klimatischen Periode, entstehen auf dem Hauptwirt Dauersporen, die Teleutosporen, von denen aus, nach Sporenruhe, erneut der Entwicklungszyklus startet.

Diese Beschreibung entspricht den bei den Rostpilzen vorherrschenden Abläufen, wobei in den einzelnen Familien Teilabläufe auch erheblich verändert sein können und viele zusätzliche Möglichkeiten bestehen, zum Beispiel bei der Befruchtung der Basalzellen, die nicht – wie hier dargestellt – immer über Pyknosporen ablaufen muss. Diese Labilität der Abläufe macht verständlich, dass die Rolle der Pyknosporen lange unklar blieb.

Bei den verschiedenen Arten der Rostpilze wird die eine oder andere Stufe der Sporenausbildung ausgespart, so bei dem Birnenrost die Stufe der Uredosporen. Diese Variante wird in der Literatur als opsis-Form bezeichnet.

Allen Rostpilzen gemeinsam ist dagegen die Ausbildung der Basidie und der Basidiosporen, selbst wenn diese sich im Einzelfall auch aus Ure-

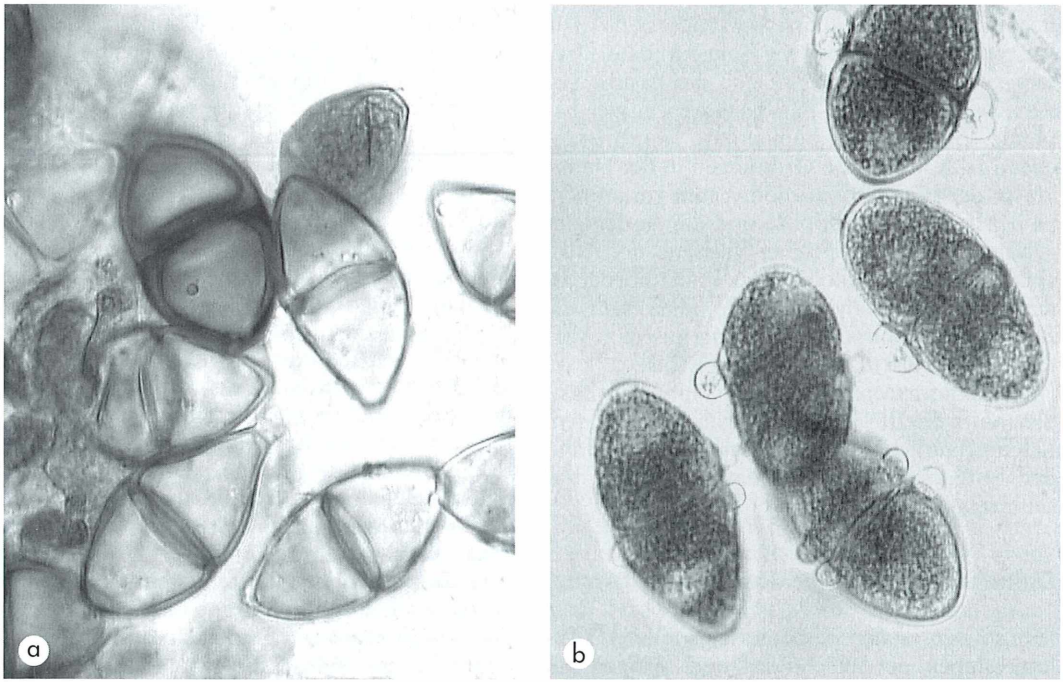


Abb. 4: Teleutosporen. – Abb. 4a: Zwei Typen sind zu erkennen, ein dickwandiger und ein dünnwandiger. – Abb. 4b: Stets treten bei diploiden Sporen nach Feuchtigkeitszutritt an der äquatorialen Zellwandfurche je Zelle zwei häutige Keimporen blasenförmig aus. Wegen Ebenenversatzes liegen selten alle vier Keimblasen in dem fotografischen Tiefenschärfebereich. Im Zellinnern schimmert, verdeckt durch braun imprägnierte Zellsubstanz, der diploide Zellkern durch.

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

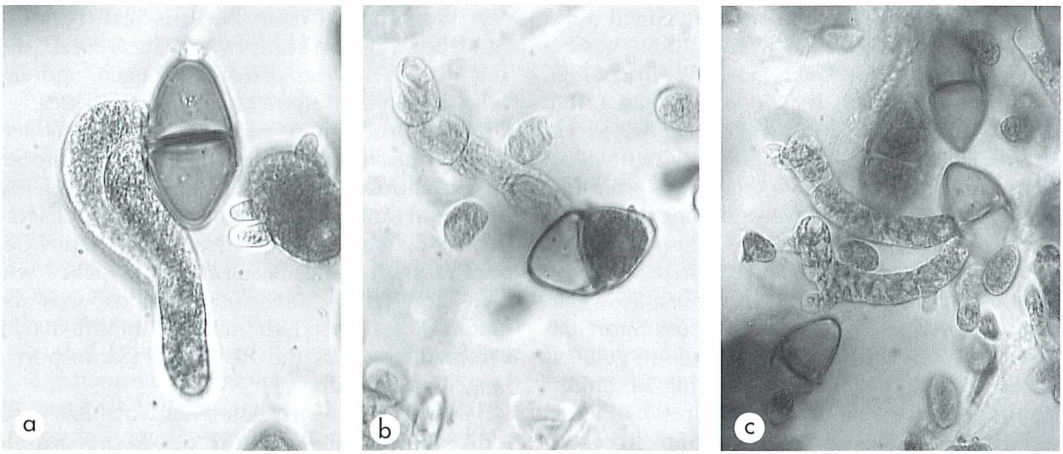


Abb. 5 a–c: Aus dem Keimporen der Teleutosporen auswachsende Basidien. Unter Deckglasdruck kommt es dabei häufig zur Verdriftung der Basidien. Generell gilt bei *Gymnosporangium sabinum*, dass die Basidien aus benachbarten Keimporen auswachsen. Früh erfolgt auch die Fragmentierung in vier Zellen und die Ausbildung von Sterigmen. In Abbildung 5c hat sich aus einem Sterigma eine Basidiospore abgeschnürt. Der Zellkern wird dabei durch die Sterigmenspitze unter der Einschnürung hindurch geschleust.

dosporen oder Aecidiosporen entwickeln. Die Rostpilze zeigen dabei wie einige andere Ordnungen die Eigenart, dass sich die Basidie vor der Abschnürung der Basidiosporen in vier haploide Einzelzellen fragmentiert. Dementsprechend fasst man diese Ordnungen in der Unterklasse der Phragmobasidiomyceten zusammen, zu der auch die Brandpilze und die Auriculales gehören. Charakteristischer Vertreter der Auriculales mit makroskopischem Fruchtkörper ist das Judasohr. Man nimmt an, dass sich die Rostpilze als Sonderentwicklung aus den Vorfahren der Auriculales abgeleitet haben.
Die Basidiomyceten, die keine septierten Basidien aufweisen – und dazu gehören die dem Laien geläufigen Hutpilze – werden dagegen in der Unterklasse der Holobasidiomyceten zusammengefasst.

Einfache Beobachtungen am Birnengitterrost

Wir starten in der Beschreibung mit den Gallertklumpen am Wacholder und fertigen ein Quetschpräparat an. Sofort fallen zweizellige Teleutosporen auf, die in zwei unterschiedlichen Typen, einer dickwandigen dunklen und einer hellwandigen Form, auftreten. Jede Spore weist am Äquator (zwischen beiden Zellen) zwei Keimporen auf, aus denen oft noch bei Deckglasbeobachtung die Basidie auswächst (Abb. 4). In der allgemein zugänglichen Literatur sind diese Keimporen nicht beschrieben.
Auf Zeichnungen tritt die Basidie auch am Scheitel der Teleutospore aus. Da die Basidien bei Deckglasverschiebungen leicht abreißen, dürfte es sich hierbei um fehlerhafte Darstellungen handeln. Bei den eigenen wiederholten Untersuchungen gab es keine Zweifel, dass die Keimporen dem Austritt der Basidie dienen.
Wir müssen uns die Keimpore als eine Durchbrechung der äußeren Sporenwand vorstellen, aus der die Ausstülpung der Zelle mit ihrer inneren Zellwand blasenförmig beginnt. Im Laufe der Weiterentwicklung wird nur eine der beiden möglichen Keimporen für das endgültige Auswachsen der Basidie opportunistisch nach den Lagegegebenheiten genutzt.
Fragmentierung und Ausbildung der Sterigmen sind ebenfalls zu beobachten (Abb. 5), sehr vereinzelt auch die Abschnürung der Basidiospore. Die Basidiosporen lagern sich dabei gehäuft oberhalb der Teleutosporen an. Ab und zu wächst unter den artifiziellen Beobachtungsbedingungen aus den Basidiosporen auch ein Keimschlauch aus (Abb. 6), der sich jedoch nicht mehr weiterentwickelt und zu einem Mycel septiert. Dazu bedarf es der Auskeimung auf dem Zwischenwirt.

© Elsevier Gr

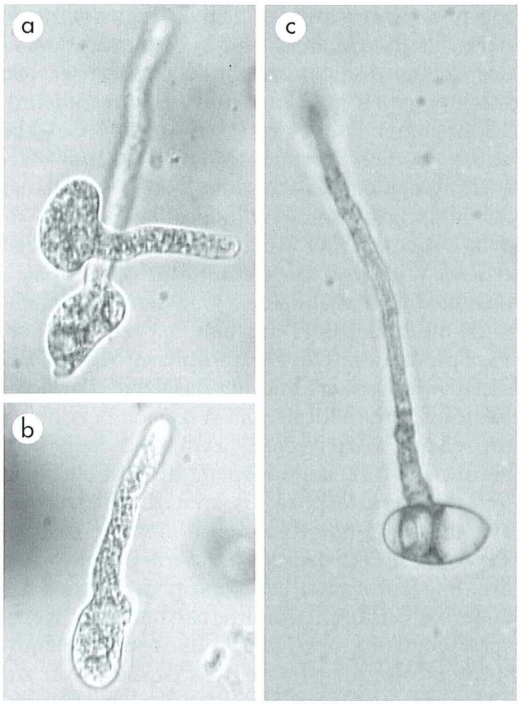


Abb. 6 a–c: Artefiziell unter dem Deckglas auskeimende Basidiosporen. Biologisch sinnvoll ist nur das Auskeimen auf dem Zwischenwirt, dem Birnbaum, da nur er von dieser Sporenart infizierbar ist.



Abb. 7: Die äußerst kleinen Pyknosporen sind wie die Basidiosporen haplontisch. Die haplontische vegetative Phase des Birnengitterrostes benötigt obligatorisch den Birnbaum als Wirt.

Nicht nur die Matrix, in der die Teleutosporen sich entwickeln, ist gelatinös; auch die Hyphenstiele, die die Teleutosporen abschnüren, verschleimen praktisch restlos. Bei visueller Beobachtung unter dem Mikroskop ist bei den diploiden Teleutosporen der Zellkern der Einzelzelle häufig als großer durchschimmernder Körper, verdeckt allerdings durch die braunen Pigmente, in Prophase zu erkennen. Auch in den Sterigmen sind die haploiden Kerne noch sichtbar, in den Basidiosporen ohne Färbung jedoch nicht. Die Zellkerne sind wegen der dickwandigen Hüllen nicht auf einfache Weise wie beispielsweise mit Karminessigsäure, anfärbbar.

Im Spätfrühling lohnt es sich, die Pyknidien zu untersuchen. Sie treten als schwarze Punkte in roten Flecken auf der Blattoberseite auf. Es ist nicht ganz einfach, die länglichen Spermatien aus ihnen zu gewinnen (Abb. 7). Angesichts der großen Teleutosporen überrascht die Winzigkeit der Spermatien. Im Wesentlichen scheinen sie nur ein Kernpaket zu sein. Sie sind nicht selbständig keimfähig und benötigen zu ihrer Entwicklung als Genomlieferant ein Mycel von anderem Kreuzungstyp, zum Beispiel durch Eindringen in eine Empfängnishyphe mit anschließendem Kerntransport zu den befruchtungsfähigen Basalzellen.

Im frühen Hochsommer lohnt es sich, Handschnitte durch die Verdickungen der Blattunterseite anzufertigen. Man findet in den Kegeln – als kleines Zentrum innerhalb der pflanzlichen Zellen – Basalzellen, die begonnen haben, Aeciodiosporen mit zunächst heller Farbe abzuschnüren (Abb. 8). Ausgereifte Aecidiosporen sind dagegen durch Zellpigmente tiefbraun. Unter dem Druck der nachwachsenden Sporen platten sich die obersten Zellen ab und legen sich zu einem hautförmigen Gebilde zusammen, das in Analogie zu Ausbildungen der Ascomyceten als Pseudoperidie bezeichnet wird. Die Pseudoperidie durchbricht schließlich die Epidermis der Wirtspflanze und reißt nach weiterem Wachstum in unterschiedlichster Weise

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

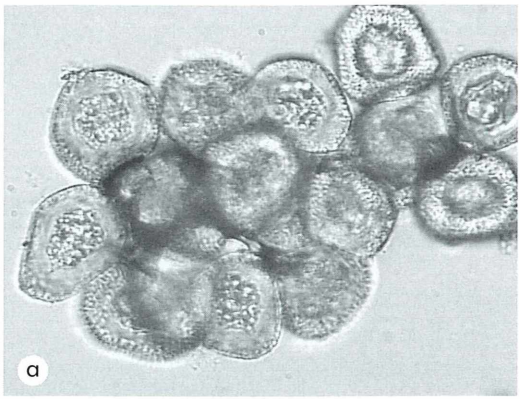




Abb. 8 a und b: Aecidiosporen. Nach der Vereinigung zweier kreuzungskompatibler Mycelien entstehen auf dem Zwischenwirt nur noch als Dikaryophase sich abschnürende Aecidiosporen. Die Dikaryophase des Rostpilzes ist zu vegetativem Wachstum nur auf Wacholderarten als Hauptwirt befähigt.

auf (Abb. 2). Nicht selten treten faserige Längsrisse auf, die gitterförmig das Sporenpulver umschließen und wohl dem Birnengitterrost den Namen gegeben haben.
In der Literatur, so auch in Gäumann (1964), findet man eine Zeichnung der Peridie. Diese Art der Peridienausbildung ist jedoch nur ausnahmsweise realisiert. Das Bild in Migula (1917) deckt sich viel besser mit der Mehrzahl der Beobachtungen.
Eigenartigerweise hat die Fachwelt überwiegend die in Gäumann (1964) dargestellte Zeichnung übernommen. Diese Zeichnung gibt auch die komplexe Ausbildung der Verdickungen des Wirtsgewebes nicht voll wieder. Hier hat sich unter Einwirkung ausgeschiedener Stoffe des Parasiten bei dem Zwischenwirt ein dem Pilz als Gehäuse und Nährquelle dienendes Organ ausgebildet, ähnlich wie wir es von Insektengallen kennen. Durch Makromolekülbildung aus Phenolderivaten ist das Gewebe außen rötlich verfärbt. Nekrose und Zerstörung des Blattes schreiten fort. Bei extremer Schädigung kommt es zum Laubfall.
Wie allgemein bei Rostpilzen mit obligatorischem Wirtswechsel verläuft die Haplophase intermediär ausschließlich auf dem Zwischenwirt. Sie bildet dort nur eine Sporenform aus, die Spermatien. Die Dikaryophase beginnt auf dem Zwischenwirt mit den Basalzellen und der Aecidiosporenbildung und setzt sich bei obligatorischem Wirtswechsel zwingend auf dem Hauptwirt fort. Beim Birnengitterrost tritt dort nur die Teleutospore als weitere Sporenform auf. Bei anderen Rostpilzen umfasst die Dikaryophase mit den zusätzlichen Uredosporen drei Sporenformen. Die Diplophase ist auf das äußerste verkürzt. Unmittelbar nach der Kernverschmelzung des Dikaryons in der Teleutospore erfolgt die Meiose. Das ist diametral zur Länge der diploiden Phase bei den meisten anderen Lebewesen. Bei den höheren Pflanzen und vielzelligen Tieren ist die Diplophase die physische Hauptform des Lebens innerhalb eines Generationszyklus. Die Meiose in den Teleutosporen führt zu Basidiosporen als Meiosporenform, die wieder zur anders gearteten Generation der Haplophase auf dem Zwischenwirt führt. Im Vergleich dazu ist es interessant, dass die Haplophase bei den höheren Tieren ebenso auf das äußerste verkürzt ist wie bei den Rostpilzen die Diplophase. Eine Dikaryophase ist eine Sonderentwicklung der fortgeschrittenen Pilze, die auch wegen dieser Eigentümlichkeit neben anderen auf gemeinsame Wurzeln weist.

Bedeutung und Bekämpfung des Birnengitterrostes

Der Birnengitterrost scheint nach eigenen Beobachtungen viel schädlicher zu sein als in der Literatur überwiegend angegeben. Das kann damit zusammenhängen, dass moderne Zuchtformen der Obstbäume – insbesondere Buschbäume – auf dem Wege zu höherem Zuckergehalt empfindlicher geworden sind. Sicherster, aber im Allgemeinen nicht durchsetzbarer Weg der Bekämpfung ist die Entfernung des Sade-

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

baumes. In der Schweiz existiert dazu eine Vorschrift. Bei geringen Entfernungen genügt Befall des Hauptwirtes mit einer Teleutospore beziehungsweise des Zwischenwirtes mit einer Aecidispore zur Auslösung der Krankheit. Nach wenigen Jahren ist das Endstadium der Durchseuchung entstanden. Soweit die Voraussetzung der benachbarten Existenz von Zwischenwirt und Hauptwirt vorliegt, kommt es wohl immer zur Erkrankung. Damit hat die Natur hier – wie auch bei anderen Parasiten – eine biologische Waffe entwickelt, deren Ursprungsgewicht nur wenige Mikrogramm beträgt und deren Gefährlichkeit ausschließlich auf ihrer Selbstreproduktion beruht. Nur Kenntnis der Biologie der Schädlinge kann gegen die Folgen schützen und nur selten gelingt dies so einfach wie hier, durch ausreichenden Abstand von Wirt zu Zwischenwirt.
Alternativ dazu soll nach anderen Angaben rechtzeitige Spritzung mit Baycor, Saprol, Mancozeb oder Zineb beim Birnbaum vorbeugend wirken. Auch Spritzung des Wacholders mit Schorffungiziden soll helfen. Man wird solche Spritzungen bei schwerem Befall vornehmen. Als schwerer Befall gilt, wenn mehr als 30 bis 50% der Blätter des Birnbaumes befallen sind. Die Ernte ist dadurch auf einen Bruchteil reduziert. Aufgrund der Spritzungen erholen sich die Bäume von Jahr zu Jahr recht gut. Durch besseres Verständnis der biochemischen Wechselwirkungen zu den Wirten und der genetischen Unterschiede der Haplophase zur Dikaryophase sollte auch eine spezifischere Bekämpfung möglich werden.

Literaturhinweise

Gäumann, E.: Die Pilze. 2. Aufl. Birkhäuser Verlag, Basel 1964.
Migula, W.: Die Brand- u. Rostpilze. 4. Aufl. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1917.
Strasburger, E.: Lehrbuch der Botanik. 30. Aufl. G. Fischer Verlag, Stuttgart 1971.
Urania Pflanzenreich: Niedere Pflanzen. 1. Aufl. Verlag H. Deutsch, Zürich 1974.

Internet: fh-weihenstephan.de und andere Quellen über Suchbegriff Rostpilz.

Verfasser: Dr. Rainer Roeser, Marienstr. 4, D-52388 Nörvenich

Kurze Mitteilung

Das Transportom

Um gut funktionieren zu können, müssen die Moleküle in und an den verschiedenen Zellorganellen miteinander kommunizieren. Dazu ist eine Infrastruktur notwendig, die man das Transportom nennen kann und dessen Basis das Zytoskelett ist. Dieser Name ist in Analogie zum Genom (der Gesamtheit der Gene) oder dem Proteom (der Gesamtheit der Eiweiße einer Zelle) gewählt worden. Das Transportom ist gewissermaßen der Bewegungsapparat in der Zelle. Es bestimmt, was wo an einem bestimmten Augenblick in der Zelle vorhanden ist. Alle lebenden Zellen haben einen solchen Bewegungsapparat, der Teil der komplexen Infrastruktur ist.
An das Transportom (Zytoskelett) binden spezifische Moleküle, wie zum Beispiel Motorproteine. Mit Hilfe dieser Motorpoteine (Myosin, Dynein) kommt es in den Zellen zu Bewegungen, mit denen Moleküle und Organellen transportiert werden können. Solche Bewegungen kann man lichtmikroskopisch besonders leicht in den Staubfadenhaaren von *Tradescantia* beobachten. Auch in den Wurzelhaaren kann man Plasmaströmungen mit gerichteter Bewegung von Organellen sehen.
Das Zytoskelett ist eine dynamische Einheit. Es regelt den Transport und bestimmt seine Richtung. In der Evolution sind zwei Typen von Polymeren für den Transport in Zellen entstanden: Die Mikrotubuli und die Aktin-Filamente. Sie sind verschieden in Aufbau, Stabilität und Größe. Mikrotubuli sind Röhrchen mit einem Querschnitt von circa 24 Nanometer, während die Aktin-Filamente etwa 6 Nanometer dünne Fäden sind. Diese beiden Elemente laufen durch die ganze Zelle und organisieren viele darin stattfindende Prozesse. Mikrotubuli und Aktin-Filamente sind die Strukturelemente des Transportoms; sie sind sehr dynamisch. Das

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

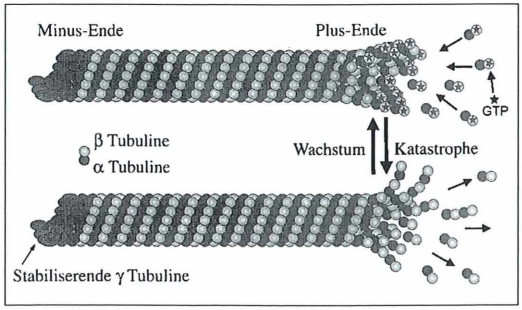


Abb. 1: Die dynamische Instabilität der Mikrotubuli des Zytoskeletts. Am stabilisierten Minus-Ende (links) befinden sich gamma-Tubuline; am Plus-Ende (rechts) finden Wachstum und Abbau (Katastrophe) durch Andocken beziehungsweise Ablösen von alpha- und beta-Tubulinen statt (nach Emons, 2002).

Transportom baut je nach Bedarf seine eigenen „Schienen" auf, an denen sich die Transporterscheinungen abspielen.

Die Mikrotubuli des Zytoskeletts enthalten Heterodimere von alpha- und beta-Tubulin-Monomeren (Abb. 1). Diese reihen sich wie Perlen einer Kette aneinander. Dreizehn solcher Ketten legen sich zunächst zu einer Platte zusammen, die sich dann zu einem Röhrchen windet. Allerdings können, ohne dass ein äußerer Anlass erkennbar ist, so genannte Katastrophen stattfinden: Die Tubulin-Dimere lösen sich von der Kette ab – die Mikrotubuli depolymerisieren. Andererseits kann das Röhrchen des Mikrotubulus spontan wieder wachsen und sich verlängern. Die Katastrophe ist ein Zeichen der dynamischen Instabilität, welche für die Effizienz und die Flexibilität des Zytoskeletts kennzeichnend ist.

Die Tubulin-Heterodimere sind so orientiert, dass Mikrotubuli stets eine so genannte Plus-Seite von beta-Tubulin und eine Minus-Seite von alpha-Tubulin haben. Eine Verlängung des Mikrotubulus findet bevorzugt am Plus-Ende statt, während am Minus-Ende eher eine Depolymerisation abläuft. Das Ankoppeln an bestehende Mikrotubuli erfolgt über einen Komplex von alpha-beta-Tubulin mit dem energiereichen GTP (Guanosin-Triphosphat). Das GTP-Tubulin koppelt vorzugsweise an der Plus-Seite der Mikrotubuli an. Sobald das GTP-Tubulin an den Mikrotubulus angedockt ist, wird das GTP unter Freisetzung von Energie zu GDP (Guanosin-Diphosphat) hydrolysiert. Das GDP-Tubulin im Innern des Mikrotubulus ist stabil, aber depolymerisiert, wenn es am Ende desselben sitzt. Wenn das Ende eines Mikrotubulus keine GTP-Tubulin-Kappe hat – wie es in den meisten Fällen an der Minus-Seite der Fall ist – dann fallen die Heterodimere von der Kette ab. Das Ende eines Mikrotubulus stabilisiert sich, sobald es an eine andere Struktur befestigt ist, sei es eine Membran, ein Chromosom oder ein gamma-Tubulin. Die Mikrotubuli können also sehr lang werden, wenn genügend GTP-Tubulin an der Plus-Seite zur Polymerisierung vorhanden ist und gleichzeitig die Minus-Seite gebunden ist. Solch ein Tubulus kann während des Wachstums Kraft ausüben auf das Objekt, gegen welches es anwächst. So kann dann dieses Objekt bewegt werden. Das bedeutet, dass das Zytoskelett an sich Bewegungen verursachen kann. Darüber hinaus ist das Transportom für die Polarität in der Zelle verantwortlich, indem es Baustoffe und Energie zu Zentren des Zellwachstums, aber auch Golgi-Apparate und Mitochondrien an die Orte des Wachstums in der Zelle transportiert.

Literaturhinweis

Emons, E. M. C.: Het Transportoom. Inaugurale Rede, University Wageningen. 25. April 2002.

H. F. Linskens, Nijmegen

Gegen Hoffnungslosigkeit und Gewalt

Junge palästinensische Flüchtlingsfrauen im **Libanon** machen sich fit für die Zukunft mit einer Berufsausbildung. Und ernähren dann meist die gesamte Familie. Die Association Najdeh sorgt dafür, dass die Frauen in den Flüchtlingslagern ihre bedrückende Lebenssituation verbessern und Perspektiven entwickeln können. Najdeh bietet Ausbildung, Kinderbetreuung und Kleinkredite. „Brot für die Welt" unterstützt die Organisationen und Gruppen, die sich friedlich für eine menschenwürdige Welt einsetzen.

Brot für die Welt
Ein Stück Gerechtigkeit

Helfen Sie uns dabei mit ihrer Spende:
Postbank Köln
Konto 500 500-500
BLZ 370 100 50

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

Eine Strahlenscheibe: Die Grünalge Protoderma

Ernst Hippe

Nicht nur Zieralgen haben ästhetische Reize. Auch wenn die Bilder wegen der behelfsmäßigen Fotomethode nicht optimal sind, kann man doch Gestalt und Struktur dieser schönen Algen einigermaßen erkennen. Sie lohnt jedenfalls eine genauere Beobachtung.

In einer vier Wochen alten Probe aus einem Seerosen-Freibecken des Frankfurter Palmengartens, gehalten in einer Petrischale, zeigte sich mehrfach ein kleiner unbeweglicher Zellverband, der zunächst an *Microthamnion* erinnerte. Im Laufe eines Monats entstand dann jeweils eine mehr oder weniger runde Scheibe dicht gelagerter Strahlen aus hellgrünen Zellen (Abb. 1).

Aufbau der Strahlenscheibe

Die zentralen Zellen dieses Thallus sind polygonal, die der Strahlen länglich: L = 9 µm, B = 3,5 µm; etwas länger sind die an den äußeren Wachstumsspitzen. Die oft schön gleichmäßige Struktur erscheint meistens etwas spiralig gewunden entgegen dem Uhrzeigersinn. Die Zellen tragen keine Borsten; ein zentraler Kern ist sichtbar. Der Thallusdurchmesser erreicht 500 µm und mehr. Häufig liegen obenauf kleine, klumpige, kristalline Körper (unscharfer dunkler Fleck in Abb. 2 und 3). Junge Thalli beginnen auch an solchen Körpern zu wachsen. In der Kultur bildeten sie sich erst nach einiger Zeit, vielleicht handelt es sich um Kalkspat (siehe Lenzenweger, 2002). Die Zellstränge verzweigen sich gelegentlich dichotom, ohne dass die dichte Lagerung aufgegeben wird. Beim älteren Thallus bilden sich Klüfte. Der Zellverband ist nicht sehr fest: Reißt man ihn mit einer Nadel auseinander, bleiben Zellen und Stränge intakt. Die Teile des Thallus wachsen dann getrennt weiter.
Bei größeren Exemplaren gibt es auf dem sonst einlagigen Thallus einzelne verstreute, nach oben aufgesetzte Zellen (dunkle Punkte in Abb. 3). Schließlich verschwinden zuerst die mittleren Zellen, so dass ringförmige Gebilde übrig bleiben, oder im Kreis liegende Bruchstücke (Abb. 4). Das sah zunächst nach einem altersbedingten Zerfall aus. In der Kultur begann dann aber an vielen Stellen ein erneutes Wachstum aus kleinen Anfängen, so dass es sich um einen Vermehrungsvorgang handeln dürfte. Als wichtig erwies sich eine gute Belichtung an einem Nordfenster; bei weniger Licht verkümmerten die meisten Exemplare, erholten sich aber am Fenster wieder.

Besonderheiten von Protoderma

Beim Bestimmungsversuch stieß ich bei Printz (1964) auf die Gattung *Protoderma*, die zu den Chaetophorales gehört. Der Erscheinung nach kommt am ehesten die Art *P. beesleyi* in Frage.



Abb. 1: Ältere Protoderma. Konzentrische Wachstumsringe erinnern an den zunächst rundlichen Umriss

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

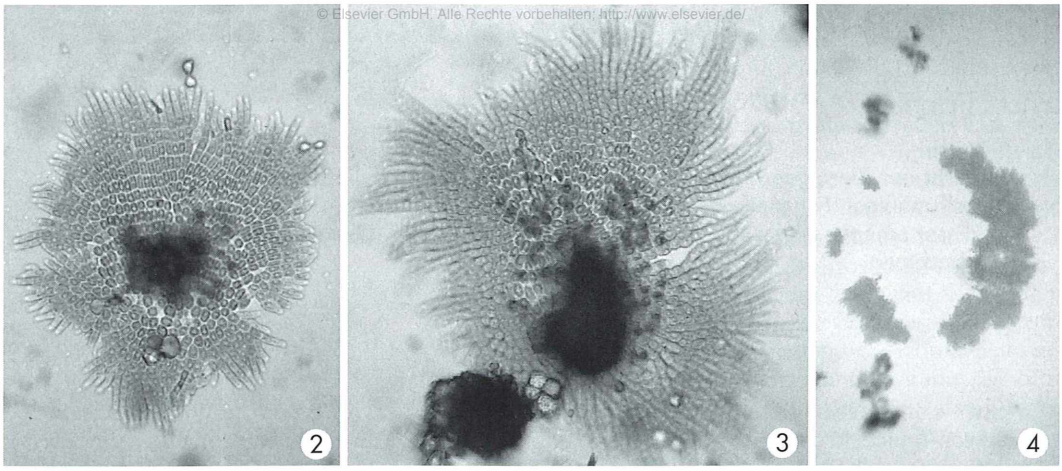


Abb. 2: Kristalliner Körper (dunkler Fleck) auf Protoderma. – Abb. 3: Aufsitzende Zellen als dunkle Punkte. – Abb. 4: Reste, im Kreis liegend.

Die dort beschriebene Bildung von Zoosporen konnte ich bisher nicht beobachten; vielleicht sind die oben aufgesetzten Zellen eine Vorstufe. Der Autor schreibt: *An Sandkörnern und dgl. in fließendem Wasser in England gefunden.* Die ähnliche Art *P. viride* wächst nach Printz (1964) auf Holz, Steinen und Wasserpflanzen in stehendem Wasser, bildet aber offensichtlich nicht den schön gleichmäßig strahligen Thallus. Dieser zeigt sich natürlich auf dem ebenen Boden der Petrischale besonders eindrucksvoll. Fließendes Wasser scheint keine Rolle zu spielen; der Sauerstoffgehalt in der Petrischale dürfte nicht sehr hoch sein. Die Rohkultur wurde nur bei Bedarf mit Fundortwasser aufgefüllt und bestand ein halbes Jahr. Die zunächst enthaltenen anderen Organismen waren weitgehend ausgestorben mit der Ausnahme von Kleinkrebsen und des Borstenwurms *Aeolosoma* sp.; vielleicht liefern deren Ausscheidungen Nährstoffe für *Protoderma*. Eine Vorliebe für Mineralien liegt aber wohl auch vor. Die Alge ist offenbar noch nicht oft beobachtet worden.

Literaturhinweise

Lenzenweger, R.: Algen mit Kristallschmuck, Mikrokosmos *91*, 280 (2002).

Printz, H.: Die Chaetophoralen der Binnengewässer (eine systematische Übersicht). Hydrobiologica *24*, 1–376 (1964).

Verfasser: Ernst Hippe, Meisenstr. 10, D-63263 Neu-Isenburg

Kopfschmerz - abschalten

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

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

DEUTSCHES GRÜNES KREUZ e. V.
Stichwort: Kopfschmerz

Postfach 1207
35002 Marburg

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

Streifzüge durch die Geschichte der Mikroskopie

11. Teil: Otto Schott (1851–1935) – Begründer der modernen Glastechnologie

Gerhard Göke

Die moderne Entwicklung der technischen Optik ist durch J. von Fraunhofer (1787–1826) eingeleitet worden. Er machte die ersten erfolgreichen Versuche, durch Änderung der Glaszusammensetzung die Teilzerstreuung der einzelnen Glassorten günstig zu beeinflussen. Durch die spektrale Zerlegung des Lichtes und die Festlegung von Wellenlängennormalen (= Fraunhofer'sche Linien) bei gleichzeitiger Messung der zugehörigen Brechzahlen schuf er die Grundlagen für die Berechnung von Objektiven und Okularen. Durch Anwendung dieser Erkenntnisse konnten andere in der Mikroskopentwicklung erfolgreiche Forscher wie G. B. Amici (1786–1863) die Abbildungsqualität des Mikroskops wesentlich verbessern. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erkannte Ernst Abbe, Professor für theoretische Physik und Astronomie in Jena, nach jahrzehntelanger Arbeit die Voraussetzungen für den Bau von Hochleistungsmikroskopen.

Für die endgültige Realisierung der von Abbe berechneten Mikroskopoptik (apochromatische Objekte und Kompensationsokulare) fehlte trotz der grundlegenden Arbeiten Fraunhofers immer noch das geeignete optische Glas in einer reproduzierbaren Qualität. 1874 schrieb Abbe in der *Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft* über das auf dem Markt erhältliche Material: *Die Fabrikanten optischer Gläser charakterisieren bis heute ihre Erzeugnisse, wie wenn sie zu Schiffsballast bestimmt wären, durch das spezifische Gewicht. Da hierbei die entscheidenden optischen Merkmale der Glasarten in ihren feineren Abstufungen verhüllt bleiben, so gibt es darauf hin weder eine sichere Verständigung zwischen dem praktischen Optiker und dem Glasfabrikanten, noch hat dieser selbst in jenen Bestimmungen eine sichere Kontrolle über die Qualität und die Gleichmäßigkeit seiner Produkte. Vollends aber ist jede Hoffnung ausgeschlossen, dass die Glasschmelzkunst – so lange kein rationelleres Verfahren Eingang gefunden hat – über bloß hergebrachte Ziele hinausgehen und versuchen werde, dem Bedürfniss der praktischen Optik nach neuen Glasarten entgegenzukommen.*
Lange brauchte Ernst Abbe nicht mehr zu resignieren, denn im Mai 1879 bot ihm ein bis dahin unbekannter Chemiker aus Witten einige Glasproben mit der Bitte an, diese zu prüfen: *Ich vermute, dass bezeichnetes Glas* (es war das neue Lithiumglas) *hervorragende optische Eigenschaften aufweisen wird.* Abbe riet ihm, die Glasproben direkt an die optische Werkstätte Carl Zeiss in Jena zu senden, um dort die Schleifproben vorbereiten zu lassen, denn der Professor war zu diesem Zeitpunkt in London. Die Schleifproben erbrachten zwar nicht den gewünschten Erfolg, aber Otto Schott war es in Witten erstmals gelungen, Probeglas von ausreichender Homogenität für spektrometrische Messungen herzustellen. Es entwickelte sich eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen Schott, Abbe und Carl Zeiss, deren Ergebnisse allgemein bekannt sind. Die weniger bekannte Vorgeschichte, die hier erzählt wird, spielte in unserer Region, in der Optik und Feinmechanik keine Tradition haben.

Es begann in Witten in Westfalen

Witten war im 19. Jahrhundert eine kleine Industriestadt zwischen Hagen und Dortmund,

© Urban & Fischer Verlag

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

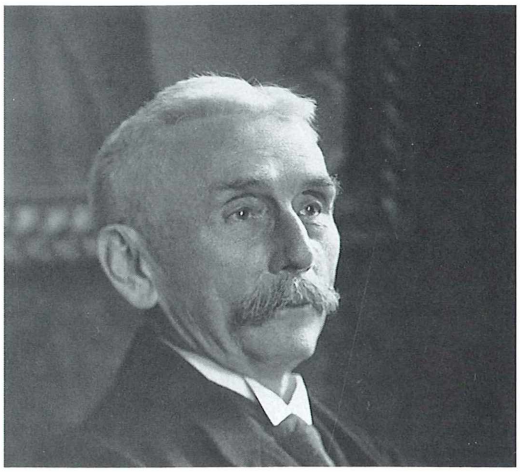


Abb. 1: Porträt von Otto Schott (Fotos: Schott Glas).

in der es auch eine Glashütte gab. Hier wurde Friedrich Otto Schott am 17. Dezember 1851 als Sohn des Tafelglasmachers Simon Schott und seiner Ehefrau Karoline Schott geb. Hahne in der Wittener Hauptstraße 69 geboren. Etwa um 1855 zog die Familie Schott in ein Wohnhaus in der damals noch unbebauten Rosenstraße und um 1862 in ein neu erbautes eigenes Wohnhaus in der 1849 angelegten Bahnhofstraße. Im Keller dieses Hauses, das noch 1940 bestand, begann Otto Schott seine wissenschaftlichen Schmelzversuche, über die später berichtet wird.

Nach dem Besuch der Realschule in Witten erhielt Otto Schott seine erste technische Ausbildung an der Gewerbeschule zu Hagen in Westfalen. Sein Vater finanzierte ihm eine Bildungsreise nach Frankreich. Hier lernte er den von Friedrich Siemens konstruierten und später verbesserten Oberflammen-Hafen-Ofen mit Regenerativ-Gasbeheizung kennen. Nach seiner Rückkehr aus Frankreich absolvierte Otto Schott ein Praktikum als Volontär in der *Chemischen Fabrik Harkorts Erben Kommanditgesellschaft* in Haspe (Hagen-Haspe). Diese Fabrik, aus heutiger Sicht ein übler Umweltverschmutzer, wurde 1855 von Elisabeth Harkort und Genossen als Schwefelsäure- und Sodafabrik gegründet. Weil nur wenige Hagener etwas über diese Fabrik wissen und nur die riesigen Altlasten kennen, und weil sie im Leben von Otto Schott eine besondere Rolle gespielt hat, soll hier etwas ausführlicher darüber berichtet werden.

Die „Chemische" in Haspe

Die *Chemische Fabrik Harkorts Erben* war nur ein Teilbetrieb der *Harkortschen Bergwerke und chemische Fabriken* mit Sitz in Gotha. Der ursprüngliche Sitz der Firma war Hagen. 1877 wurde er nach Schwelm, 1858 nach Gotha verlegt. Die einzelnen Abteilungen waren folgende:

Die Chemische Fabrik zu Haspe (heute Hagen-Haspe), 2/3 der Anteile an der Zeche Schwelm, die Grubenfelder Neuhaspe bei Schwelm und Harkort in Eilpe (heute Stadtteil von Hagen), die Schwerspatgruben von Meggen an der Lenne, wo es auch reiche Pyritvorkommen gab, Brauneisensteinfelder in Nassau, Braunkohlenfelder in der damaligen Provinz Hessen, verschiedene Goldbergwerke in Siebenbürgen (erworben zwischen 1880 und 1890) und die Dampfziegelei Schwelm (seit 1891). Von ihrer Gründung bis 1896 wechselte die Firma mehrfach ihren Namen. Hergestellt wurden Schwefelsäure, Salzsäure, Natriumsulfat und andere chemische Massenfabrikate. Für die Beseitigung der enormen Mengen an chemischen Abfällen aller Art, Abbränden und Asche wurde 1915 eine Drahtseilbahn in das gegenüberliegende Waldstück (Rönsel) gebaut. Diese liegt seit 1929 still. Zurückgeblieben ist eine mitten im Wald befindliche riesige Halde, auf der bis heute noch kein Pflanzenwuchs festgestellt werden kann. Ihre Entsorgung ist finanziell nicht möglich. 1927 wurde die *Chemische Fabrik Haspe* mit ihren gesamten Liegenschaften zum Preis von 750.000 Mark an Klöckner verkauft. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde nach Kenntnis des Verfassers dort nichts mehr produziert.

Ein Betrieb dieser Art muss für einen Chemiker wie Otto Schott ein ideales Betätigungsfeld gewesen sein.

Studium, Promotion und Heimkehr

Mit Unterbrechung durch ein freiwilliges Militärjahr als Kanonier in Berlin studierte Otto Schott in Aachen, Würzburg und Leipzig und promovierte an der philosophischen Fakultät in Jena. In Leipzig hörte er erstmalig im Jahre 1874 von Professor Ernst Abbe, dem er dann 1879 von Witten aus die bereits beschriebenen Glasproben anbieten konnte. Im März 1875 kehrte Otto Schott nach Witten und Haspe

© Elsevier GmbH. All rights reserved.

zurück, um sich seinen Studien über Glasfabrikation zu widmen. In Haspe erhielt er am 15. Mai 1876 die Anstellung als Chemiker. Im Herbst 1877 schickte man ihn für ein Jahr nach Oviedo in Spanien mit dem Auftrag, als *chemiste directeur* eine chemische Fabrik aufzubauen.
Nach Ablauf des Spanien-Vertrages kehrte Otto Schott zunächst nach Witten zurück, denn inzwischen war sein Vater verstorben und er musste seiner Mutter in geschäftlichen Dingen beistehen. Außerdem wollte er sich weiterhin seiner glastechnologischen Forschung widmen. Deshalb verlegte er sein Labor vom Keller auf den Dachboden des elterlichen Hauses und erweiterte es mit wichtigen Gerätschaften, zum Teil auch leihweise von der Gussstahlfabrik Witten.

Eine Fabrikation von optischem Glas in Witten?

Otto Schott hatte bereits Ende des Jahres 1880 die Idee, eine eigene Fabrikationsstätte für optisches Glas zu gründen. Er bat Professor Abbe um Rat, der ihm am 20. Dezember 1880 mitteilte, dass ein solches Vorhaben zwar sehr notwendig, gleichzeitig jedoch finanziell sehr bedenklich sei. Die Absicht, für einige Zeit nach Jena zu gehen, konnte Schott nicht verwirklichen, denn im Januar 1881 verstarb sein an der Tafelglashütte Hahne und Schott in Witten beteiligter Bruder Gustav Schott und einen Monat später auch sein fünfter und letzter Bruder Richard Schott.
Im März 1881 konnte Ernst Abbe in den aus Witten zugesandten Glasproben *erheblich andere optische Eigenschaften feststellen, als in allen bis jetzt bekannten Gläsern*. Das war ein erster großer Erfolg.

Die Produktion mikroskopischer Deckgläser in Witten

Es ist heute nur wenigen Mikroskopikern bekannt, dass im 19. Jahrhundert die erforderlichen mikroskopischen Deckgläschen in allen Formaten, darunter sogar ovale, in England hergestellt wurden. Im Februar 1881 gelang es Otto Schott auf der *Annener Tafelglashütte* (heute Witten-Annen) dieses englische Monopol zu durchbrechen. Von da an konnten mi-

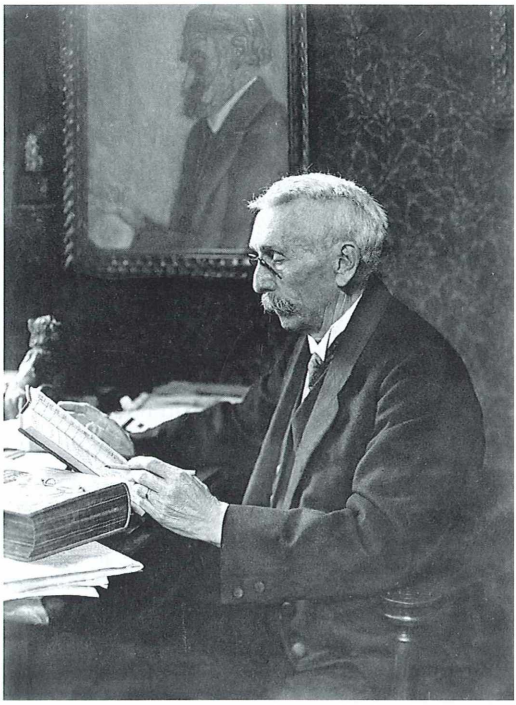


Abb. 2: Otto Schott in seinem Arbeitszimmer.

kroskopische Deckgläschen aus Witten 20% preiswerter verkauft werden. Bei den Deckgläschen geht es, abgesehen von der Dicke, um die Verwitterungsbeständigkeit. Sie müssen zur 1. hydrologischen Klasse gehören.

Der Umzug von Witten nach Jena

Im November 1881 traf sich Otto Schott mit Ernst Abbe in Jena, wobei dieser ihm eine 50%ige Beteiligung am Vertrieb der mit diesen neuen optischen Gläsern ausgerüsteten Zeiss-Mikroskope in Aussicht stellte. Es war die Zeit, in der große Entdeckungen – besonders auf dem Gebiet der Bakteriologie und Protozoologie – gemacht wurden. Dafür war eine hochauflösende mikroskopische Optik zwingend erforderlich. Schon seit Anfang der siebziger Jahre hatte die kleine Werkstätte von Carl Zeiss Dank der von Abbe erfundenen neuen Apparate einen entscheidenden Vorsprung vor anderen Herstellern. Seit den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts beruhte die Fertigung aller optischen Instrumente in der ganzen Welt

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

auf den grundlegenden Berechnungen und sinnvollen Konstruktionen Ernst Abbes. Das war nur deshalb möglich, weil Abbe die Patentierung seiner Neuerungen ablehnte, sofern sie der wissenschaftlichen Erkenntnis dienten. Sie konnten bereits damals von allen anderen optischen Firmen übernommen werden. Aber 1881 waren die Glassorten für die Herstellung der wichtigen apochromatischen Objektive immer noch der Schwachpunkt.
Otto Schott verlegte Mitte Januar 1882 seine glastechnische Versuchstätigkeit vom westfälischen Witten nach Jena und vereinbarte mit Ernst Abbe, auf unbestimmte Zeit ein glastechnisches Laboratorium in Jena zu betreiben.

Die Gründung des Glastechnischen Laboratoriums Schott & Genossen

Im Beisein eines Beauftragten des preußischen Kultusministers wurde am 21. Oktober 1883 zwischen Otto Schott, Ernst Abbe, Carl Zeiss und dessen Sohn Roderich der Gründungsvertrag des *Glastechnischen Laboratoriums Schott & Genossen* mit einem Anfangskapital von 60.000 Mark unterzeichnet, von dem Schott ein Drittel stellte. Bereits 1882 hatte Otto Schott mit einem Kapitaleinsatz von 7.000 Mark ein Ackergrundstück erworben. Bei der Betriebsaufnahme konnten Schott & Genossen zehn Mitarbeiter beschäftigen. Schotts Erfindung des Borosilicatglases half dem *Glastechnischen Laboratorium*, zum Großbetrieb aufzusteigen. Ab 1891 in Form von Thermometerglas, ab 1894 mit Laborglas und ab 1895 mit Glasglühlicht-Zylinderglas. Von diesen heute kaum noch bekannten Glasglühlicht-Zylindern wurden 1913 etwa 30 Millionen Stück produziert.
Zum 25. Firmenjubiläum hatten Schott & Genossen bereits 1.060 Mitarbeiter. Der Exportanteil betrug zu diesem Zeitpunkt über 50%. Nachdem Otto Schott 1919 seine Besitzanteile am Glaswerk ebenso wie Ernst Abbe und Roderich Zeiss bereits 1889 an die von Abbe begründete Carl Zeiss-Stiftung übergeben hatte, blieb er bis Ende 1926 Beamter des Glaswerkes und Mitglied der Geschäftsleitung.

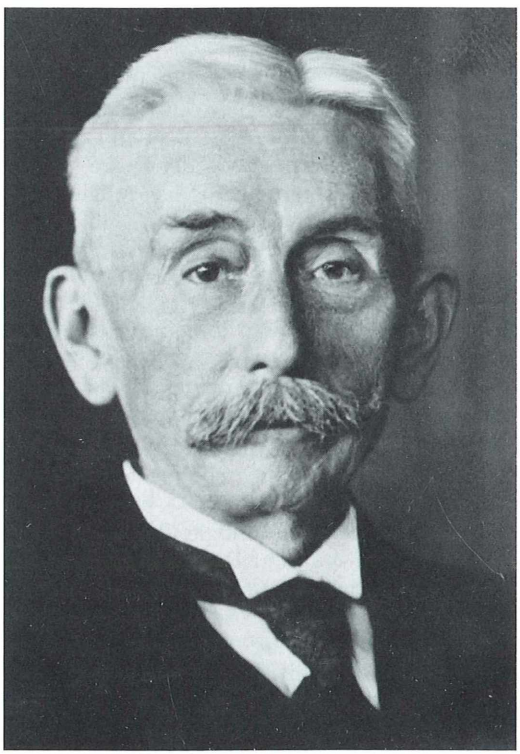


Abb. 3: Otto Schott.

Aktuelle Strukturen des Schott Konzerns

Dem Geschäftsbericht 2000/2001 der Carl-Zeiss-Stiftung ist zu entnehmen, dass der Schott Konzern seit dem 1. Oktober 2001 neu strukturiert worden ist. Das Ergebnis ist eine Aufteilung in fünf strategische Geschäftseinheiten:

1. *Home Tech.* Spezialgläser für die Haustechnik.
2. *Display Solutions.* Glas für Fernsehgeräte und Computermonitore.
3. *Advanced Optical Materials and Components.* Züchtung von Calciumfluoridkristallen, *Mask Blanks* Produktion, Glaskeramik und Glas für Projektionstechnologien.
4. *Opto-Electronics.* Faseroptik und optoelektronische Bauteile für die Automobilindustrie.
5. *Pharmaceutical Systems.* Spezialglasröhren.

Die Zahl der Mitarbeiter (Zeiss und Schott) betrug weltweit 34.006. Davon waren 14.220 bei der Carl Zeiss Gruppe und 19.786 im Schott Konzern beschäftigt. Die Mikroskopiker mag vielleicht interessieren, dass die Carl Zeiss Gruppe ihre Geschäftsaktivitäten auf sechs starke Unternehmensbereiche konzentriert hat,

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

von denen die Lichtmikroskopie eines ist. Der Umsatz des Konzerns (Carl Zeiss Gruppe plus Schott Konzern) stieg im Geschäftsjahr 2000/2001 auf über vier Millarden Euro. Im Geschäftsjahr 2001/2002 wird trotz der gedämpften Prognosen zur Weltwirtschaft wiederum ein leichtes Wachstum erwartet. Der Geschäftsbericht ist unter www.zeiss.de. Konzern im Internet einzusehen.

Die Geschichte nach 1926 und das Schicksal der Werke in Jena und der Carl-Zeiss-Stiftung sind hinreichend bekannt. Ich wollte die Mikroskopiker nur darauf aufmerksam machen, dass ein kleiner Abschnitt im Leben von Friedrich Otto Schott und in der Geschichte der Glastechnologie in der Region Witten–Hagen–Haspe spielte, die den Mikroskopikern seit 1986 durch die *Internationalen Mikroskopie-Tage in Hagen* bekannt ist.

Literaturhinweise

Kühnert, H.: Otto Schott. Eine Studie über seine Wittener Zeit bis zur Gründung des Jenaer Glaswerkes. Witten 1940.

Volkmann, H.: Ernst Abbe – Wegbereiter der technischen Optik. Zeiss-Informationen *55*, 9 (1965).

Herbst, H.: Der Glasdoktor aus Witten. Ingenieur Forum Westfalen-Ruhr *3*, 18–19 (2001).

Das Skript *Geschichte der Schwefelsäurefabrik* verdanke ich Herrn Werner Kötter in Hagen-Haspe.

In der Serie *Streifzüge durch die Geschichte der Mikroskopie* von Gerhard Göke erschienen bisher folgende Beiträge in der Zeitschrift MIKROKOSMOS:

1. Teil: Die großen Erfolge im 17. und 18. Jahrhundert. Mikrokosmos *78*, 76–81 (1989).
2. Teil: Der große Durchbruch im 19. Jahrhundert. Mikrokosmos *78*, 104–107 (1989).
3. Teil: Mikroskope für spezielle Aufgaben. Mikrokosmos *78*, 139–143 (1989).
4. Teil: Die neuen Methoden der Lichtmikroskopie im 20. Jahrhundert. Mikrokosmos *78*, 231–236 (1989).
5. Teil: Die Entwicklung der Zellenlehre. Mikrokosmos *78*, 304–309 (1989).
6. Teil: Rudolf Virchows Zellularpathologie. Mikrokosmos *79*, 90–93 (1990).
7. Teil: Von den Anfängen der Diatomeenkunde. Mikrokosmos *80*, 265–270 (1991).
8. Teil: Angewandte Mikropaläontologie und Foraminiferenkunde. Mikrokosmos *81*, 370–375 (1992).
9. Teil: Vom Aufstieg der Mikropaläobotanik. Mikrokosmos *81*, 370–375 (1992).
10. Teil: Die Polnischen Optischen Werke (PZO). Mikrokosmos *83*, 55–59 (1994).

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

Kurze Mitteilung

Aquaporine

Die Kapazität der Pflanzenwurzeln zur Wasseraufnahme wird bestimmt durch die Widerstände der lebendigen Gewebe für den radialen Wassertransport. Wie auch in anderen Organen gibt es in der lebenden Wurzel drei Wege, auf denen sich die Wassermoleküle im Pflanzenkörper bewegen (Abb. 1): Ein Teil der Moleküle bewegt sich in der Zellwand, genauer gesagt in den submikroskopischen Zwischenräumen der Zelluloseschichten. Dies ist der apoplastische Weg. Der zweite Weg geht von Zelle zu Zelle, durch die Plasmodesmata des Symplasten und wird der symplastische Weg genannt. Außerdem geht ein Wasserstrom von Zelle zu Zelle, der transzelluläre Weg, bei dem jeweils die Plasmamembranen der Zellen überwunden werden müssen.

Der Transport durch die Zellmembranen wird in den exo- und endodermalen Zellen durch die Caspari'schen Streifen gehindert, welche aus Suberin und/oder Ligin bestehen, so dass eine Barriere des apoplastischen Wassertransportes entsteht und die Wassermoleküle zum symplastischen Transport gezwungen werden. So wird also der Wassertransport durch die Membranproteine kontrolliert. Dabei spielen Wasserkanalproteine (Aquaporine) eine entscheidende Rolle (Abb. 2). Sie gehören zu der Gruppe der integralen Hauptproteine (major intrinsic protein; MIP), die in allen lebenden Organismen gefunden werden. In den Pflanzen finden sie sich in der Plasmamembran und kontrollieren die Wasseraufnahme (Abb. 2). Ist die Membran reich an Aquaporinen so ist ein

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

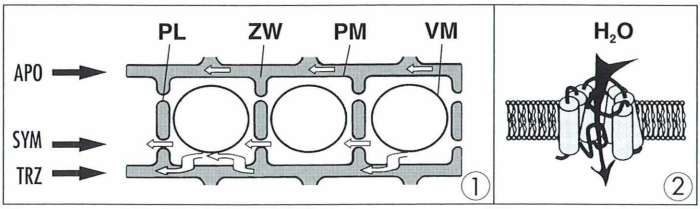


Abb. 1: Schematische Darstellung der drei Wege, auf denen der Wassertransport im lebenden Pflanzengewebe stattfindet. Oben: Die Strukturen, in denen sich der Wassertransport abspielt. PL Plasmodesmata, ZW Zellwand, PM Plasmamembran, VM Membran der Vakuole. Links: Die Wege des Wassertransportes. APO apoplastisch, SYM symplastisch, TRZ transzellulär (aus: Javor and Maurel, 2002). – Abb. 2: Die Plasmamembran ist die Barriere für die Wasseraufnahme. Die Wasserkanäle in der plasmatischen Membran regulieren den Wassertransport. In dieser hypothetischen Darstellung spielt das Aquaporin-Molekül als Wasser-Kanal-Protein eine entscheidende Rolle. Auch dürfte die schnelle Änderung der Wasserpermeabilität mit Hilfe der Aquaporine reguliert werden (aus: Javor and Maurel, 2002).

intensiver Wasserstrom durch das Gewebe sichergestellt.

Pflanzen haben eine große Anzahl von MIP-Homologen; so hat man im Genom der Acker-Schmalwand (*Arabidopsis thaliana*) 35 MIP-Gene gefunden. Diese auf die Kontrolle des Wassertransportes in der Wurzel spezialisierten Aquaporine lassen sich auf Grund ihrer Sequenzhomologien in vier Untergruppen einteilen: Die beiden wichtigsten sind die Plasmamembranhauptproteine (plasma membrane in-trinsic proteins; PIPs) und die Tonoplastenhauptproteine (tonoplast intrinsic proteins; TIPs), die jeweils in der Plasmamembran beziehungsweise der Tonoplastenmembran lokalisiert sind. In den Wurzeln von Stickstoff-fixierenden Pflanzen finden sich spezielle Aquaporine (NIPs, nodulin26-like intrinsic proteins), die aber auch in Wurzeln ohne Wurzelknöllchen, also ohne N_2-Fixierung, gefunden werden. Ihre Funktion ist noch unklar. Eine vierte in ihrer Funktion noch ungeklärte Gruppe der Aquaporine, die SIPs (small basic intrinsic proteins), wurde bei der *Arabidopsis*-Genomsequenzierung gefunden.

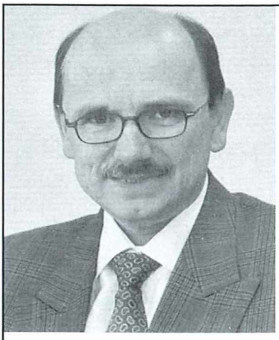
Die Aquaporine scheinen eine entscheidende Rolle bei der schnellen Regulation des Wassertransportes zu spielen. Ihre Untersuchung wird durch die Anwendung von Hemmstoffen wie Quecksilbersalze ($HgCl_2$, Konzentration zwischen 10^{-6} bis 10^{-3} M) wesentlich erleichtert.

Mit der Entdeckung der Aquaporine in den Wurzeln scheint man dem Verständnis der Regulation des Wassertransportes näher gekommen zu sein.

Literaturhinweis

Javor, H., Maurel, C.: The role of aquaporins in root water uptake. Annals of Botany *90*, 301–313 (2002).

H. F. Linskens, Nijmegen



Eugen Brysch
Geschäftsführender Vorstand

**Für menschliche Begleitung.
Für Hospizarbeit.
Für Selbstbestimmung.**

**Sicherheit durch Vorsorge:
die Medizinische Patientenanwaltschaft**

DEUTSCHE HOSPIZ STIFTUNG
Weil Sterben auch Leben ist

Eine Informationsmappe erhalten Sie gegen fünf € bei:
Deutsche Hospiz Stiftung,
Im Defdahl 5-10,
44141 Dortmund

Name: _____
Straße: _____
PLZ / Ort: _____

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

Mikroskopische Untersuchungen an der Kartoffelpflanze Solanum tuberosum

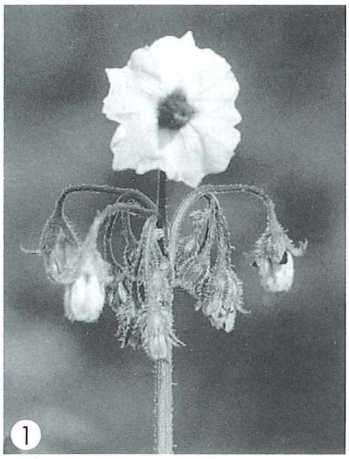
Friedrich Thormann

Viele Menschen kennen Kartoffeln nur als Nahrungsmittel; die Pflanze als solche ist weniger bekannt, außer man wandert in dörflicher Gegend und kommt so an einem Kartoffelacker vorbei. Allerdings ist die Attraktivität des niederen Gewächses nicht besonders, höchstens wenn es, für kurze Zeit nur, in Blüte steht (Abb. 1 und 2). Für den Mikroskopiker ist sie aber ein interessantes und leicht erreichbares (auch auf dem Balkon in einem großen Blumentopf züchtbares) Objekt.

Die Kartoffel gehört zu der großen Gruppe der Nachtschattengewächse, der so bekannte Vertreter wie Tomate, Aubergine, Paprika, Tabak und Tollkirsche angehören. Der Name kommt angeblich von dem alten Wort *Schade* was für Feind stand. Man gab den Pflanzen diesen Namen, weil sie das giftige Alkaloid Solanin enthalten und so zu einem Feind werden können.
Die Kartoffel ist wirtschaftlich die wichtigste Art der Gattung *Solanum*. Sie kommt ursprünglich aus Südamerika und gelangte im 16. Jahrhundert nach Europa. Alle oberirdischen Pflanzenteile sowie grün gewordene Kartoffeln und deren Keime enthalten Solanin und sind daher gesundheitsschädlich. Die unterirdischen Ausläufer bilden Sprossknollen – die Kartoffel. Diese speichern Reservestoffe, von denen die Stärke bis zu 30% ausmachen kann. Außerdem enthalten sie 65–80% Wasser, Rohproteine, Zucker, Spurenelemente und verschiedene Vitamine.

Die Knolle

Den mikroskopischen Streifzug wollen wir mit der Knolle beginnen. Die Zellen des Speichergewebes sind dicht mit Stärkekörnern gefüllt (Abb. 3). Sie sind leicht abgeflacht und erscheinen bei stärkerer Vergrößerung exzentrisch geschichtet. Saugt man unter dem Deckglas etwas Jodjodkalium-Lösung durch das Präparat, so nehmen sie einen blau bis blauvioletten Farbton an (allgemeiner Stärkenachweis). Auch die Sprosse enthalten schon viele Stärkekörner. Die



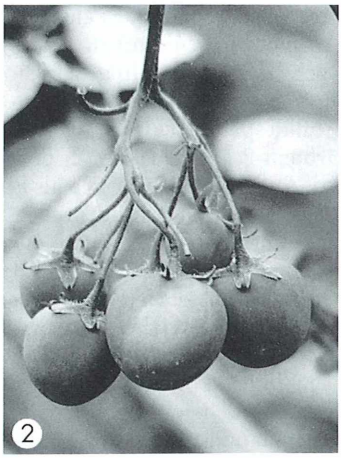
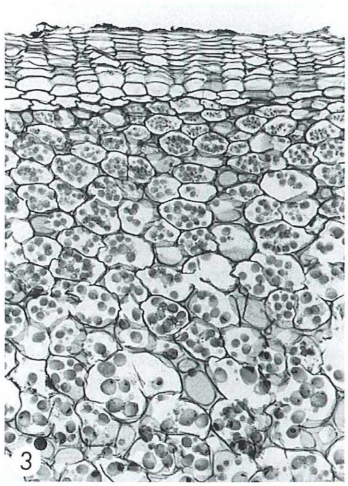


Abb. 1: Kartoffelblüte. –
Abb. 2: Kartoffelfrüchte (Beere).

© Urban & Fischer Verlag

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



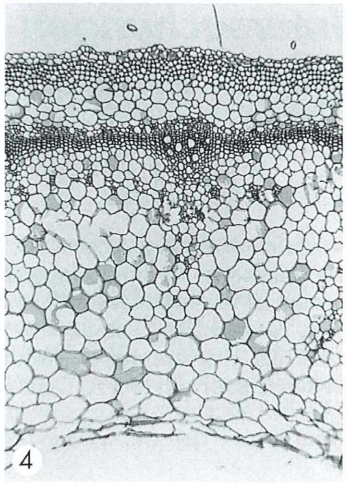
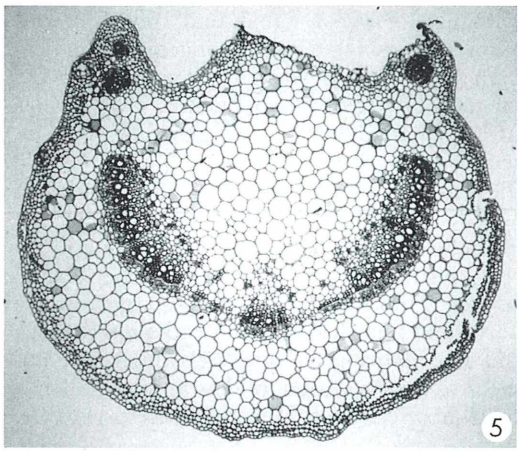


Abb. 3: Kartoffel (Spross-) knolle quer mit Stärkekörnern. Vergr.: 100fach. – Abb. 4: Stängel quer. Vergr.: 50fach.

äußere Haut der Knolle ist von zahlreichen Lenti-(Kork)zellen durchsetzt, die durch den Fuchsinanteil der Etzoldfärbung dunkelrot werden. In den vergangenen Jahren ist im MIKROKOSMOS schon viel über die Kartoffelstärke berichtet worden, so dass ich hier auf das Literaturverzeichnis verweisen möchte – mit Ausnahme der zwei Umschlagbilder vom MIKROKOSMOS *69* Heft 2: Stärkekörner im DIK (Johannes Lieder) und MIKROKOSMOS *81*, Heft 7: Pollenschläuche im Griffel (Joachim Schreiter).

Der Stängel

Nun zu den oberirdischen Teilen – da wäre zunächst der Stängel. Er entspricht in seinem radialsymmetrischen Aufbau dem primären Dickenwachstum der einjährigen Pflanzen (Abb. 4). Im Jugendstadium ist er mittig von Markzellen ausgefüllt; später ist der Stängel innen hohl. Im gefärbtem Präparat lässt sich der Aufbau gut ablesen: Außen zwei Zellreihen als Epidermis, der verschiedentlich auch Rindenzellen vorgelagert sind, dann ein Ring von Kantenkollenchym, darunter größere Parenchymzellen und den Abschluss vor dem Mark bildet ein Ring aus verholztem Kollenchym, der die Standfestigkeit garantiert. In diesem liegen in unregelmäßigen Abständen bikollaterale Gefäßbündel: Mittig das Xylem (Wasserleitung nach oben), nach innen und außen das Phloem (Assimilationsprodukte nach unten).



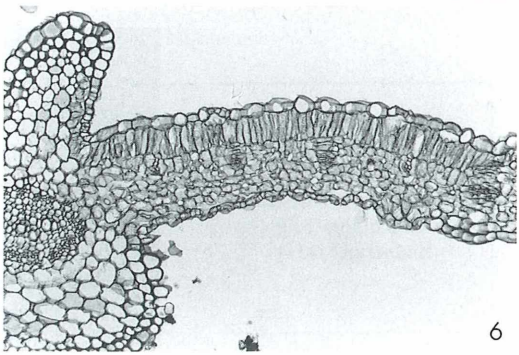
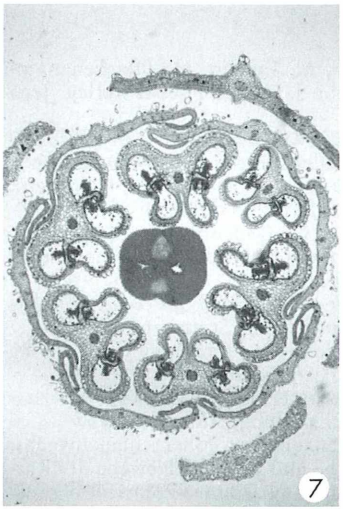


Abb. 5: Blattstängel quer. Vergr.: 37fach. – Abb. 6: Blatt quer mit Spaltöffnungen oben und unten. Vergr.: 110fach.



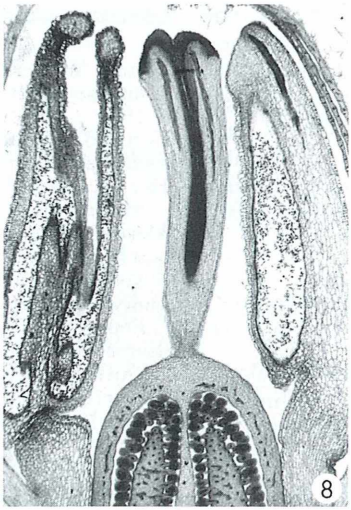


Abb. 7: Blütenknospe quer mit Blütenblättern, Staubblättern mit Pollen und Griffel. Vergr.: 25fach. – Abb. 8: Blütenknospe längs, rechts und links Staubblätter mit Pollen, mittig Griffel und Narbe, darunter der Fruchtknoten. Vergr.: 40fach.

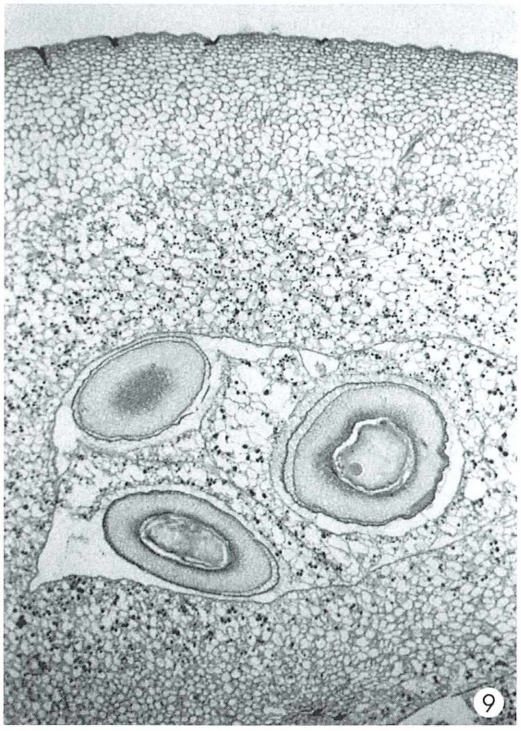


Abb. 9: Frucht (Beere) mit Samenanlage und Stärkekörnern. Vergr.: 25fach.

Ganz anders ist der Blattstängel gebaut (Abb. 5). Da er nicht für die Standfestigkeit nach oben konstruiert ist, sondern waagerecht, weit ausladend vom Stamm die Blätter trägt, ist sein statischer Aufbau nicht radialsymmetrisch, sondern bilateral. In den beiden rechts und links nach oben ausragenden Spitzen liegen Gefäßbündel mit ausgeprägt dicken Zellwänden, die wie Stahlseile in einem Betonträger die ganze Konstruktion halten. In der Mitte ist halbkreisförmig ein Gefäßbündelring angeordnet, der von größeren Parenchymzellen umgeben wird. Außen herum, wie schon im Stängel, finden sich ein Kantenkollenchym und die Epidermis.

Die Blätter

Die unpaarig gefiederten Blätter, die seitlich vom Blattstiel abgehen, haben den gewohnten Aufbau, wenn man einmal davon absieht, dass sich auch an der Blattoberseite Spaltöffnungen befinden (Abb. 6). Unterhalb der einlagigen Epidermis befindet sich eine Reihe von Palisadenzellen. Dort wo eine Spaltöffnung ist, sind die Palisadenzellen verkürzt, so dass ein Hohlraum entsteht, wie er auch auf der anderen Seite des Schwammparenchyms zu finden ist. In diesem sind auch die Gefäßbündel der Blattadern eingelagert.

Die Blüten

An der Spitze des Stängels sind doldenförmig die Blüten angeordnet (Abb. 1). Sie bestehen aus einem kleinen, sechszipfeligen Kelch, einer großen, weißen (manchmal auch blassvioletten), radförmigen Blumenkrone, sechs Staubblättern und einem Stempel. Die großen Staub-

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

beutel bilden einen Kegel, dessen Spitze von dem Griffel durchbrochen wird. Der Querschnitt zeigt die beschriebene Situation ganz deutlich (Abb. 7). Ergänzend dazu der Längsschnitt durch eine Knospe – hier sieht man rechts und links vom Griffel die Staubbeutel, während die Narbe noch nicht aus der Knospe herausschaut (Abb. 8). Unterhalb des Griffels ist der Fruchtknoten.

Die Früchte

Die Frucht ist eine grüne, ungenießbare Beere. Von Nahem sehen die grünen Früchte wie kleine Tomaten aus – sie stammen ja auch aus der gleichen Familie (Abb. 2). Ihr Innenraum wird von einer Scheidewand durchzogen. Der Querschnitt zeigt das Fruchtfleisch, in dem die Samenanlagen eingebettet liegen (Abb. 9); außerdem finden sich überall Stärkekörner. Die Vermehrung der Kartoffel erfolgt allerdings vegetativ über die Sprossknollen.

Sicher gibt es darüber hinaus noch mehr an der Kartoffelpflanze zu entdecken. Vielleicht ist dieser Artikel ein Anstoß dazu. Das würde mich freuen.

Literaturhinweise

Braune, W., Leman, A., Taubert, H.: Pflanzenanatomisches Praktikum I. Gustav Fischer Verlag, Jena 1991.

Gerlach, D.: Einfache Untersuchungen an Kartoffelstärkekörnern. Mikrokosmos *69*, 60–63 (1980).

Hoc, S.: Farbeffekte bei farblosen Stärkekörnern. Mikrokosmos *91*, 281–283 (2002).

Meyer, K.-H., Lieder, C.: Begleitbuch zu mikroskopischen Präparaten und Mikrodias. Johannes Lieder Verlag, Ludwigsburg 1984.

Nultsch, W., Grahle, A.: Mikroskopisch-Botanisches Praktikum. Thieme Verlag, Stuttgart 1983.

Schmeil, O.: Leitfaden der Pflanzenkunde. Verlag Quelle & Meyer, Leipzig 1935.

Schorr, E.: Pflanzen unter dem Mikroskop. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1991.

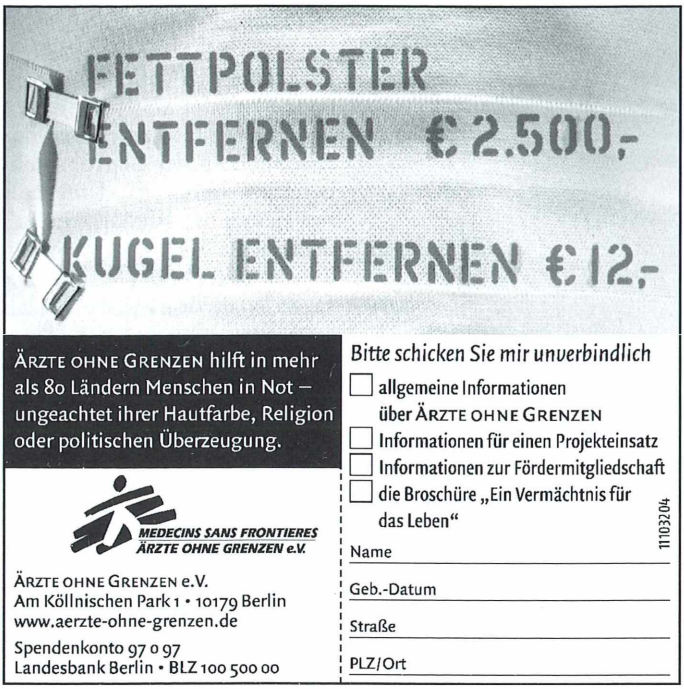
Schreiter, J.: Umschlagbild – Pollenschlauchwachstum auf der Narbe und im Griffelgewebe der Kartoffel. Mikrokosmos *81*, 223 (1992).

Schubert, R., Wagner, G.: Botanisches Wörterbuch. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart 1993.

Strasburger, E.: Lehrbuch der Botanik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2002.

Trolldenier, G.: Stärke und Stärkepflanzen. Mikrokosmos *81*, 77–81 (1992).

Verfasser: Dipl.-Ing. Friedrich Thormann, Prof. Dr. Dölger Straße 36, D-63834 Sulzbach/Main;
e-mail: friedrich.thormann@web.de



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

Nachricht

1. Internationales Mikroskopikertreffen der Mikroskopischen Gesellschaft Wien (MGW)

mit Workshop: Holzanatomie

Zeit: 6. bis 9. Juni 2003

Ort: Saal des Hotel-Café Waitz, Hauptplatz 9, A-2442 Unter-Waltersdorf, Niederösterreich, Tel.: +43-(0)22 54/724 05, Fax: +43-(0)22 54/744 65

Veranstalter: Mikroskopische Gesellschaft Wien

Durchführende: Peter Pavlicek, Zollernsperggasse 8/2/11, A-1150 Wien, Tel., Fax: 43-(0)1/952 87 74

Herbert Palme, Reisenberger Str. 1, A-2440 Neu Reisenberg, Tel.: 43-(0) 22 34/73 479, e-mail Adresse: h.palme@utanet.at

Spesenbeitrag: 50,00 Euro. Bitte überweisen Sie den Betrag auf das Bankkonto 03110806271 bei der BAWAG, Bankleitzahl: 14 000, lautend auf Peter Pavlicek. Aus Spesengründen wird gebeten nur Euro-Überweisungen zu tätigen und die Überweisungsspesen selbst zu tragen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Teilnahme an der Veranstaltung auf eigene Gefahr und eigenes Risiko stattfindet.

Programmablauf

Freitag, den 6. Juni 2003:

Ab 17.00 Uhr Anreise und Aufstellung der Mikroskope im Saal des Hotel-Café Waitz in Unterwaltersdorf. Selbstverständlich kann die Anreise auch erst am Samstag Vormittag erfolgen. Am Abend gemütliches Beisammensein.

Samstag, den 7. Juni 2003:

9.00 Uhr Begrüßung der Teilnehmer und Bekanntgabe des Programmablaufes.

10.00 Uhr Abfahrt mit den eigenen Pkws – aus Naturschutzgründen wird gebeten Fahrgemeinschaften zu bilden – zum Überrieselungsmoor Brunnlust bei Moosbrunn und der Grundwasserquelle Köhbrunn. Sammeln von Wasserproben und der Rotalge *Batrachospermum moniliforme* (Froschlaich-Alge) und Rückfahrt.

12.00 Uhr Mittagessen.

Ab 15.00 Uhr Mikroskopieren und Präparieren der Algen.

Ab 18.00 Uhr Vortrag: Wie funktoniert eine Holzpflanze? Anschließend gemütliches Beisammensein.

Sonntag, den 8. Juni 2003:

9.00 Uhr Anfertigen von Holz-Mikrotomschnitten des Birnbaums und der Kiefer in allen drei Schnittrichtungen. Färben und Eindecken der Schnitte zu Dauerpräparaten.

12.00 Uhr Mittagessen.

Ab 14.00 Uhr Dauerpräparate von Schnitten des Ginkgobaumes anfertigen. Anschließend Besprechen der Holzpräparate anhand von Videoprojektionen der während des Treffens angefertigten Präparate. Am Abend gemütliches Beisammensein.

Montag, den 9. Juni 2003:

9.00 Uhr Anfertigen von Dauerpräparaten: Diatomeen des Fürbaches und des Neusiedlersees. Als Alternative wird eine botanische Führung zum Naturschutzgebiet Fischa-Wiesen angeboten. Aus Naturschutzgründen wird gebeten Fahrgemeinschaften zu bilden.

12.00 Uhr Abbau der Geräte und Abreise der Teilnehmer.

Alle für die Präparation notwendigen Materialien werden den Teilnehmern von der Mikroskopischen Gesellschaft Wien zur Verfügung gestellt. Die Teilnehmer werden aber ersucht, für die während der Veranstaltung selbst hergestellten Präparate einen Behälter zum waagerechten Transport derselben sowie Elektro-Verlängerungskabel für die Stromversorgung Ihrer Mikroskope mitzubringen. Regenschutz und Gummistiefel sind ebenfalls empfohlen!

Weitere Informationen beispielsweise zur Quartierfindung und Anfahrtsroute können Sie von den Durchführenden der Veranstaltung erhalten.

Peter Pavlicek, Wien, und
Herbert Palme, Neu Reisenberg

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

Spathidium porculus – Ein Ciliat mit Rüssel

Martin Kreutz

Die Artenvielfalt innerhalb der Gattung *Spathidium* ist sehr hoch. So beschreibt Kahl (1935) insgesamt 91 Arten und Foissner (1995) erwähnt circa 100 bisher bekannte Arten. Das Problem ist nur, dass diese Arten schlecht definiert sind, und für den Hobby-Mikroskopiker wird es recht haarig sich auf den schmalen Pfad einer Bestimmung zu begeben. Tatsächlich finde ich in meinen Fundgebieten sehr viele unterschiedliche Arten von *Spathidium*, aber auf Grund fehlender Literatur gelingt eine Zuordnung nur selten. Ausnahmen bilden Arten mit sehr auffälligen Merkmalen. Dazu zählt mit Sicherheit *Spathidium porculus* (Abb. 1), der durch ein rüsselartiges Organ als Fortsetzung seines Mundwulstes auffällt. Er ist jedoch nur sehr selten zu finden.

Die Spathidien ernähren sich mutmaßlich von anderen Protozoen! Mehr kann man zu den Ernährungsgewohnheiten der Gattung *Spathidium* eigentlich nicht sagen, da keinerlei Berichte von den bevorzugten Beuteorganismen vorliegen. Nur der Bau der Mundöffnung lässt eine räuberische Ernährungsweise vermuten, da es sich dabei um einen mit Trichocysten bewehrten Spalt handelt, der von einem Wulst umgeben ist. Dieser Wulst fällt ventral schräg ab und hat oft die Form einer Beil- oder Messerklinge. Ähnlich schwere Bewaffnungen findet man bei typischen Ciliatenfressern wie zum Beispiel *Prorodon* oder *Amphileptus*, weshalb man auch bei *S. porculus* davon ausgehen kann, dass er nicht vegetarisch lebt. Bei *S. porculus* hat sich dieser Mundwulst zudem dorsal verlängert und bildet ein rüsselähnliches Organ unbekannter Funktion aus (Abb. 2). In der von mir beobachteten Population, welche im Benthos eines nordwestlich von Konstanz gelegenen Tümpels auftrat, wurde dieses seltsame Organ im Durchschnitt 7–11 µm lang. Die Gesamtlänge der von mir beobachteten Exemplare (ca. 30) betrug 105–121 µm. Diese Werte decken sich gut mit den Beschreibungen von Kahl (1935), der Werte von 5–15 µm für den Rüssel angibt und 60–150 µm für die gesamte Körperlänge. Interessant war zu beobachten, dass bei gut genährten Exemplaren der Rüssel stark zurückgebildet war, was den Zusammenhang mit der Nahrungssuche oder -aufnahme unterstützt.

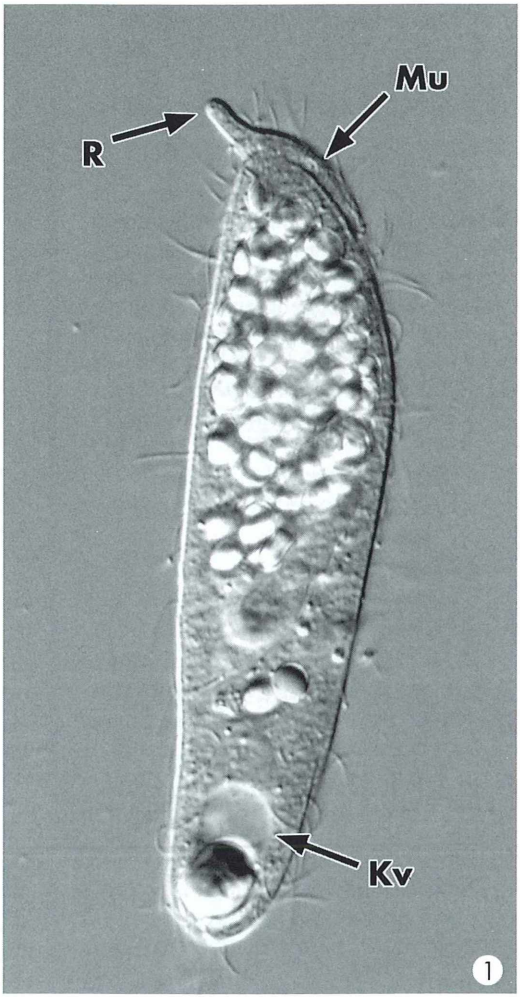
Reservekörper als Indiz

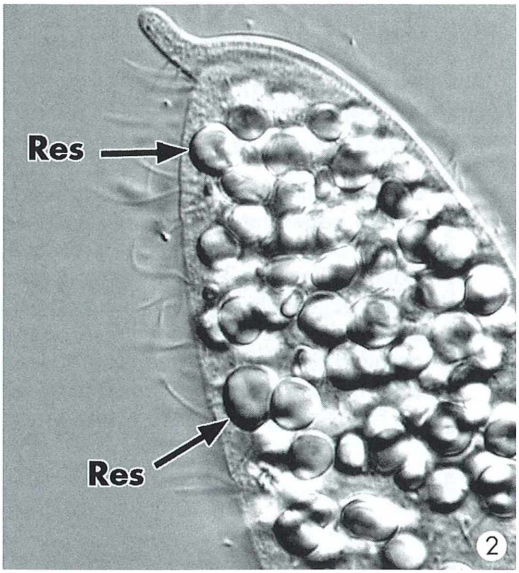
Gut genährte Exemplare sind randvoll mit hoch brechenden Körpern gefüllt (Abb. 2), und die Körperform ändert sich von gestreckt-oval zu birnenförmig. Auffallend dabei ist, dass diese hoch brechenden Körper eine extrem starke Ähnlichkeit mit den Paramylonkörnern haben, welche für die Euglenophyceen typisch sind. Sie sind doppelbrechend, haben eine deutlich erkennbare Schichtstruktur und oft ein Loch in der Mitte. Dieses zentrale Loch ist ein besonders starker Hinweis auf Paramylon, da es enzymatisch von innen nach außen abgebaut wird (Wartenberg, 1979). Obwohl diese Anhäufung Paramylon ähnlicher Reservekörper in *S. porculus* eine populationsspezifische Erscheinung sein kann, halte ich es dennoch für einen starken Indiz, dass sich *S. porculus* vielleicht von *Euglena* ernährt (welche auch in den Proben vorkamen) und nicht von Ciliaten. Dies bleibt jedoch so lange eine Annahme, bis man den Fressvorgang dokumentieren kann. Um diesen zu Gesicht zu bekommen, habe ich Mikroaquarien mit *S. porculus* und verschiedenen Arten von Euglenophyceen (*Euglena* und *Phacus*) angesetzt. Jedoch starben die *Spathidien* innerhalb von 12 Stunden ab, ohne dass ein Fressvorgang beobachtete werden konnte. Das Geheimnis dieses auffälligen Organs und der Ernährungsweise von *S. porculus* zu lüften, bietet also noch ein interessantes Betätigungsfeld.

© Urban & Fischer Verlag

O.Ö. LANDESMUSEUM BIBLIOTHEK

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





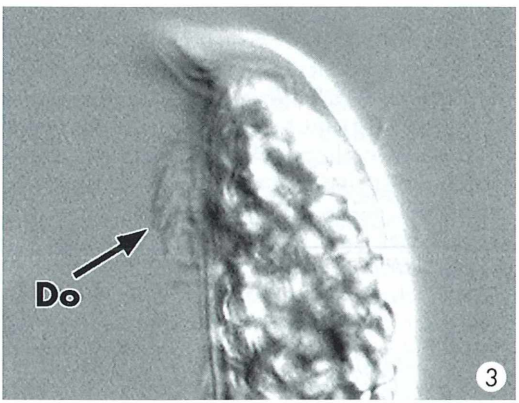


Abb. 1: *Spathidium porculus* fällt durch seinen dorsalen rüsselartigen Fortsatz des Mundwulstes auf. Mu = Mundwulst, R = Rüssel, Kv = kontraktile Vakuole. Das Exemplar ist 115 µm lang. – Abb. 2: Auch bei hoher Vergrößerung zeigt der Rüssel, welcher bei diesem Exemplar 8 µm lang ist, keinerlei Feinstrukturen. Im Plasma sind hoch brechende Reservekörner (Res) zu erkennen, welche starke Ähnlichkeit mit dem Paramylon der Euglenophyceen haben. – Abb. 3: Frei schwimmendes Exemplar von *Spathidium porculus* mit der gut sichtbaren pinselförmigen Dorsalbürste (Do).

Der dorsale Trichocystensaum

Gleich unterhalb des Rüssels kann man die so genannte Dorsalbürste erkennen, welche typisch für die Gattung *Spathidium* ist (Abb. 3). Es handelt sich um drei Cilienreihen von oft borstenartig verkürzten Cilien, die dorsal gleich unterhalb des Mundwulstes angeordnet sind. Bei *S. porculus* ist die Dorsalbürste jedoch mit langen Cilien ausgestattet und schon fast pinselförmig. Man erkennt sie am besten bei langsam rotierenden freischwimmenden Exemplaren. Bei dieser Gelegenheit ist mir auch ein kielartiger Verlauf der dorsalen Körperseite aufgefallen. Bei hohen Vergrößerungen kann man erkennen, dass dieser Kiel von einem Trichocystensaum besetzt ist, der über den Körper linkswindend verläuft (Abb. 4). Der von

© Elsevier GmbH. Alle Rechte

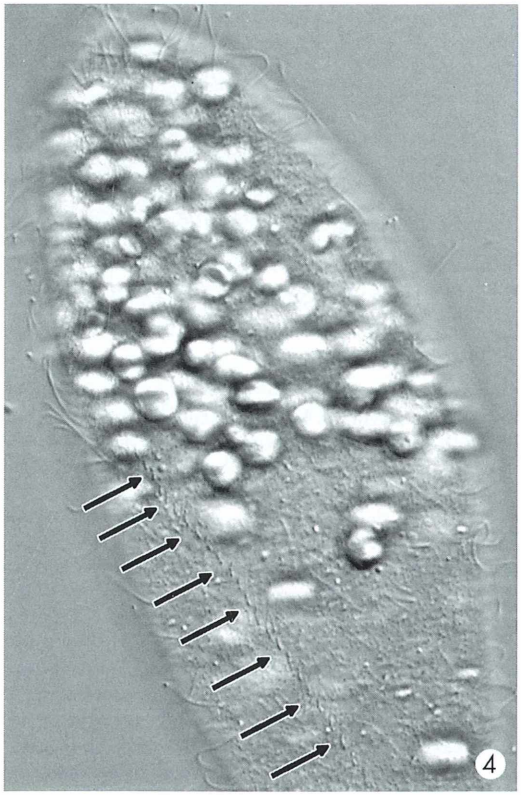
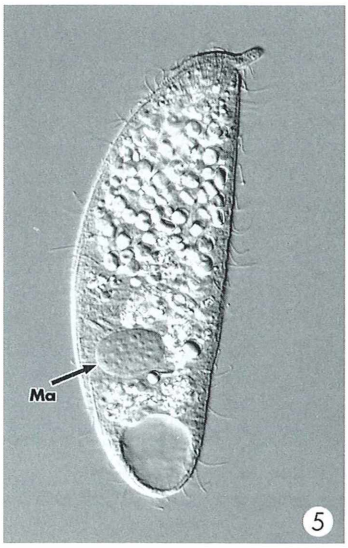


Abb. 4: Ein dorsaler Trichocystensaum windet sich linksdrehend dorsal um *Spathidium porculus* zum Körperende hin (Pfeile). Dabei sitzen die Trichocysten auf einer Art Kiel, der jedoch nur bei hungernden Exemplaren in Erscheinung tritt.

diesen kleinen Trichocysten besetzte Kiel hat mich an die Gattung *Perispira* erinnert, bei der ein Trichocysten besetzter Wulst um den Zellkörper spiralig herumläuft. Tatsächlich gehören die Gattungen *Spathidium* und *Perispira* (Kahl, 1935) beide zur Familie *Spathidiidae*. Ein solcher Trichocystensaum ist für *S. porculus* bisher nicht beschrieben worden. Interessant ist auch, dass über diese Ähnlichkeit hinaus, *P. ovum* von Kahl (1935) als ein Ciliat mit einer Vorliebe für *Euglena viridis* beschrieben wird. Es wäre jedoch reine Spekulation, Vergleiche bezüglich der Ernährungsgewohnheiten auf Grund eines ähnlichen Körperaufbaus von zwei Arten zu ziehen.

Variable Kernverhältnisse

Die Kernform ist bei *S. porculus* variabel, wie es von Kahl (1935) auch schon beschrieben wurde. Er soll nieren- bis wurstförmig sein. Einen Mikronukleus erwähnt Kahl nicht. In der von mir beobachteten Population konnte ich dieses Phänomen auch beobachten. So hatten die meisten Exemplare einen breit-ovalen Makronukleus, der etwa 20 × 11 µm groß war (Abb. 5). Nur wenige Exemplare wiesen einen gestreckt-wurstförmigen Makronukleus auf (Abb. 6), der dann 35 × 6 µm maß. Ein Mikronukleus war stets dem Makronukleus angelagert, der oval und 7 × 4 µm groß war. Nierenförmige Makronuklei konnte ich nicht beobachten.



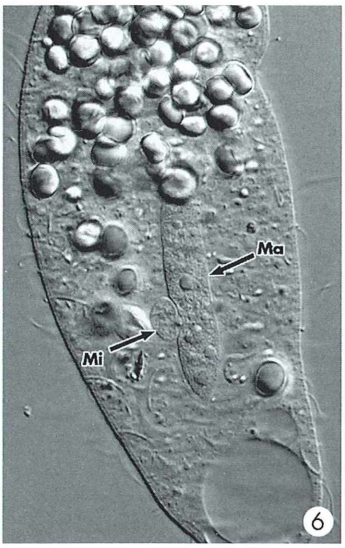


Abb. 5: Ein 118 µm langes Exemplar von *Spathidium porculus* mit einem breit ovalen Makronukleus (Ma) der 20 × 11 µm misst. – Abb. 6: Ein Exemplar von *Spathidium porculus* mit gestreckt-wurstförmigen Makronukleus (Ma, 35 × 6 µm) mit angelagertem Mikronukleus (Mi, 7 × 4 µm).

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

Anmerkung

Während der Drucklegung dieses Artikels hatte Prof. Dr. W. Foissner, Universität Salzburg, Österreich, die Möglichkeit, eine Lebendprobe von dem hier als *Spathidium porculus* bestimmten Ciliaten zu untersuchen. Nach genauer Analyse der Organismen ist er der Meinung, dass es sich bei diesem Wimpertier höchstwahrscheinlich nicht um eine Art der Gattung *Spathidium* handelt, sondern eher um eine Spezies aus der Gattung *Apertospathula* oder gar um einen Ciliaten, der einer neuen, bisher noch nicht beschriebenen Gattung zuzuordnen ist. Zukünftige Untersuchungen werden Licht in diese Unklarheit bringen.

Literaturhinweise

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

Kahl, A.: Urtiere oder Protozoa (Infusoria). In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Gustav Fischer Verlag, Jena 1935.

Wartenberg, A.: Systematik der niederen Pflanzen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1979.

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

Nachricht

Bericht über die 9. Internationalen Mikroskopie-Tage in Hagen vom 8.-10. November 2002

Drei Tage geballte Mikroskopie: Der Strauß der Vorträge war bunt und interessant gemischt. Es gab abwechslungsreiche Pausenfüller und man konnte mit alten Freunden mikro-fachsimpeln (Abb. 1). Rund 160 Teilnehmer waren gekommen, viele aus deutschen Landen, nicht wenige aber auch aus Frankreich, der Schweiz und Österreich.

Den Auftakt gab Dr. J. Kukulies mit dem Blick in die faszinierende digitale Welt der Telemikroskopie: Fernsteuerung des Mikroskops und Fernauswertung von Präparaten über digitale Netze, ein *Elektronischer Diskussionstubus* über Länder und Meere hinweg. Mit dieser modernen Technik können beispielsweise in der medizinisch-pathologischen Diagnostik Stunden oder gar Tage eingespart werden.

Weiteren Digital-Themen widmeten sich E. Hillenkamp *(Digitale Mikrofotografie – Möglichkeiten und Grenzen)* und R. Mehnert *(Einstieg in die digitale Mikro- und Makrofotografie)*. Hillenkamp ging auch ausführlich auf Computerprogramme für die Bildoptimierung ein, während Mehnert den noch Zögernden einen unkomplizierten Einstieg aufzeigte, nämlich die digitale Fotografie ohne Computer. Beide Vorträge ließen erkennen, dass trotz des Qualitätsvorsprungs, den der chemische Film wohl noch etliche Zeit halten wird, auf Dauer kein Weg an der digitalen Mikrofotografie vorbeiführt.

Interessant war auch G. Gökes Gegenüberstellung von *Nelson- (Kritische) und Köhlerscher Beleuchtungsanordnung*, die er mit einer Darstellung über die Verwendung von Leuchtdioden ergänzte. Anderntags gab er einen kurzen Überblick, an welchen Stellen im Strahlengang eingegriffen werden kann, um bekannte und ungewöhnliche Kontrastierungsmethoden zu realisieren. Eine besondere von ihnen, den *Beugungskontrast*, behandelte E. Mathias ausführlich in seinem Vortrag mit Vergleichsaufnahmen. Außerdem hatte er im Foyer entsprechend präparierte Mikroskope aufgestellt, an denen die Teilnehmer seine Methode überprüfen konnten.



Abb. 1: Gerhard Göke (stehend) und Klaus Henkel beim Instrumententest (Fotos: Günther Zahrt, Berlin).

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



Abb. 2: Manfred Kage (links) und seine Frau Christina im Gespräch mit Robin Wacker.

In einer weiteren Präsentation überraschte R. Mehnert mit einem Diavortrag über *Wässrige Fragmente* mit wunderschönen Mikroaufnahmen von verlaufendem Seifenwasser. Da konnte man in Farben schwelgen und hatte sogleich den Wunsch, das nachzumachen, wozu Mehnert auch Tipps gab. K. Deckart zeigte *Ungewohntes aus Mikro-Chips*, in denen die Entwickler oftmals hübsche bis skurrile Mikrobilder im Kleinstformat als persönliche Siegel anbringen, teilweise so versteckt, dass es detektivischen Scharfsinns bedarf, sie zu finden. J. Bornhardt wiederum spürte den *Besonderheiten des Eurozeichens* auf unseren neuen Geldscheinen nach und zog dabei alle Register der Beleuchtungstechnik. Drei schöne und anregende Beispiele dafür, wohin das Steckenpferd Mikroskopie abseits der üblichen Pfade traben kann.
Weniger zum Nachmachen als vielmehr zum Bewundern kamen dann die eindringlichen Bilder von Prof. M. Kage. Jürgen Stahlschmidt gab seiner Freude darüber Ausdruck, dass es den Veranstaltern gelungen war, M. Kage nach langen Jahren endlich wieder einmal nach Hagen zu holen (Abb. 2). Aber auch Kage merkte man die Freude darüber an. Mit bewegten Worten schilderte er die glückhafte Teamarbeit in Villefranche-sur-mer zusammen mit seiner mikroskopierenden Ehefrau Christina, die viele Mikrofreunde noch als Vorstandsmitglied der Mikrobiologischen Vereinigung Hamburg als C. Kaeser kennen. Aus dem umfangreichen Material für einen Videofilm hatten die beiden Sequenzen zu einem aufnahmetechnisch und künstlerisch eindrucksvollen Schauspiel *Ozean-Galaxie* zusammengestellt, Meeresplankton und -benthos auf DV. Interessant und anregend dann Kages Arbeitshinweise und technische Erläuterungen. Die Schönheit und technische Vollkommenheit von M. Kages Aufnahmen wie auch die künstlerische Darstellung durch Schnitt und Vertonung von Christina Kage waren ein besonderes Erlebnis.
Last, aber überhaupt nicht least, seien die vier Beiträge genannt, die sich nicht mit der Technik und ihrer Anwendung, sondern – für Hagen als Novum – mit den Objekten des Mikroskopikers befaßten. Dr. J. Voß stellte die bewährte *Protargolmethode der Silberimprägnation* ausführlich dar und zeigte schöne Aufnahmen dazu. Das war gleichzeitig eine Werbung für die Beschäftigung mit den Ciliaten. Prof. R. Below begeisterte die Zuhörer für die Mikropaläontologie mit seinem Vortrag *3 Milliarden Jahre Leben im Mikrokosmos – geologische Überlieferung, Sammeln und Präparieren von Kleinstfossilien*. Dr. M. Kreutz gab eine ausführliche Anleitung für Tümpler *Aus dem Tümpel ins Dokument – Fang- und Untersuchungstechniken sowie Identifizierung von Protozoen in Frischproben*. Eindrucksvolle DIK-Aufnahmen illustrierten seine Ausführungen. Im Abschlußvortrag erinnerte G. Göke an die inzwischen kaum noch geübte Disziplin *Legen von Diatomeen- und Radiolarienpräparaten*. Er zeigte Aufnahmen von kunstvollen Legepräparaten und erläuterte die notwendigen Arbeitstechniken.
Dass man sich nicht nur an schönen Bildern berauscht und an technischen Details ergötzt, sondern Hagen auch als Lernort schätzt, bewiesen wieder die parallel zu den Vorträgen und auch während der Pausen abgehaltenen Workshops, wo den Teilnehmern das Wie gezeigt wird, und wo sie auch schon mal selbst erste Hand anlegen können.
Weitere Kurzweil boten wieder die Stände der Hersteller und Händler im Foyer mit ihren neuesten Instrumenten, an denen man nach Herzenslust gucken und herumschrauben konnte. Aber nicht nur Neues wurde geboten, auch manches sozusagen aus dem Vollen gedrehte unverwüstliche Mikro-Juwel aus den Sechzigern und Siebzigern stand zum Verkauf. Und der Stand von Robin Wacker war ständig umlagert wie eh und je. Seine schönen Präparate wurden ihm förmlich aus den Händen gerissen.
Für den reibungslosen Ablauf sorgten wieder Gerhard Göke und Jürgen Stahlschmidt. Die Mitglieder beider Familien kümmerten sich erfolgreich drei Tage um die begleitende Organisation und allerlei Sonderwünsche.
Die vorgegebene Programmabfolge begrenzte wohltuend die Länge der Vorträge und ermöglichte ausreichende Erholungspausen. Der harmonische Ablauf, der für Viele mit einem großem Hallo und Wiedersehensfreude bei der Ankunft begann, in den Pausen mit der Suche nach alten Freunden und angeregten Gesprächen fortgeführt wurde und dann abends im traditionellen *Gemütlichen Beisammensein* in einer Hagener Gaststätte gipfelte, läßt den Beobachter fragen, ob es denn wirklich nichts gibt, worüber Mikroskopiker ernsthaft miteinander in Streit geraten können. Gegensätze wie Köhler- oder Nelsonbeleuchtung, Endlich- oder Unendlichoptik sowie analoge oder digitale Fotografie lösen im Endeffekt meist nur ein Schmunzeln aus. Ja, selbst ein so wichtiges Problem wie die Frage, ob es dem Vortragsredner gestattet sei, anstatt normgerecht Mikrometer die altgewohnte Abkürzung Mü (µ) zu verwenden, löste sich in Gelächter auf. Mikroskopiker sind offenkundig friedfertige Menschen. Deshalb muß man dieses Hobby weltweit fördern, wo man nur kann!

Klaus Henkel, Dachau

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

Buchbesprechungen

Kremer, B. P.: Das große Kosmos-Buch der Mikroskopie. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart 2002, 320 Seiten, 451 Farbfotos, 17 Schwarzweiß-Fotos, 115 Farb- und SW-Zeichnungen, € 39,90, ISBN 3-440-08989-4.



Da liegt es nun also vor mir, so dick und gewichtig wie noch kein Mikroskopierbuch zuvor. Der Titel klingt verdächtig nach „Das Große Goldene Buch der Sieben Weltwunder". Beim ersten Durchblättern mit dem Daumen ist aber der hausbackene Titel schon vergessen, man genießt Aufmachung und Inhalt. Doch der Reihe nach, von außen nach innen.

Moderner, griffsympathisch beschichteter, dicker, fester Leineneinband, stabile, sorgfältige Fadenheftung, kräftiges, schmiegsames Papier: Wo immer man das Buch auch aufschlägt, die Seiten bleiben liegen; auf diese Weise kann man mühelos damit arbeiten, jahrzehntelang. Ein modernes Seitenlayout erfreut das Auge, mit farbig unterlegten Überschriften und ebensolchen, zusammenfassenden Orientierungskästchen in jedem Kapitel. Die Farbunterstützung ist dezent und augenfreundlich, drängt sich nicht auf, lenkt nicht mit Layoutschnickschnack vom Inhalt ab. Wohltuend klare Schriftarten. Hervorgehobene Kästchen am Rand verweisen auf das separate Methodenkapitel. Die vielen Farbfotos und Zeichnungen sind beim beschreibenden Text angeordnet, so dass man nicht umständlich hin und her blättern muss. Design, Layout, Lesbarkeit, Papier und Druck sowie handwerkliche Verarbeitung sind vom Feinsten, bei der Ausstattung hat es der Verlag an nichts fehlen lassen.

Im Einführungskapitel (10 Seiten) gibt Kremer einen knappen Abriss der Geschichte der Mikroskopie. Dieser sowie einige Seiten im Schlusskapitel über den Umgang mit dem Mikroskop und der Erläuterung wichtigster Beleuchtungstechniken, sind sozusagen der ganze apparative Teil. Mit Bedacht hat Kremer auf eine Diskussion der unterschiedlichen Gerätetypen, ihrer Hersteller und deren aktuelles Angebot verzichtet. Das garantiert hohe Resistenz gegen rasches Veralten des Buches.

Der Hauptteil besteht aus den folgenden acht Kapiteln:

- Erkundungen der unbelebten Natur (Kristalle, Mineralien, Kunststoffe und Gespinste, Schnee- und Reifkristalle; 16 Seiten).
- An der Schwelle des Lebens (Pflanzenviren, Bakterien, Cyanobakterien/Blaualgen; 17 Seiten).
- Die Zelle und ihre Bestandteile (Grundbauplan, pflanzliche Zellwand, Plastiden, Vakuolen, Chromosomen und Kernteilung, Membranen und Mitochondrien; 29 Seiten).
- Einzeller und andere Protisten (Aufwuchs und Plankton, Algen – die etwas anderen Pflanzen, Augenflagellaten, Koloniebildung bei Algen, Rinden bewohnende Grünalgen, Kieselalgen, Joch- und Zieralgen, Meeresalgen, Algen in Symbiose, Protozoen, Protistenvielfalt; 45 Seiten).
- Pilze sind ein Reich für sich (Ein- oder wenigzellige Mikropilze, Fädige Mikropilze, Fruchtkörper der Großpilze, Mehltau, Brand- und Rostpilze, Doppelwesen Flechte; 21 Seiten).
- Pflanzen – kreuz und quer (Moose, Farne, Wurzelanatomie, Leitgewebe in der Sprossachse, Aerenchyme, Holz, Laubblätter, Epidermis, Nadeln, Blüte, Pollen und Pollenanalyse, Früchte und Samen; 70 Seiten).
- Von niederen und höheren Tieren (Skelettelemente einfacher Wirbelloser, Arthropoden; Schuppen, Schilde, Federn, Haare; Blutzellen und Blutgruppen, quergestreifte Muskulatur; 23 Seiten).
- Methodisches und Techniken (Grundlegende Arbeits- und Präparationstechniken, Objekte einschließen, Färbe- und Nachweisverfahren, Beobachtungs- und Beleuchtungsverfahren, Kulturverfahren; 40 Seiten).

Die Orientierungskästchen in jedem Kapitel bieten durch standardisierte Angaben raschen Überblick. – Projekt: Was haben wir vor, worum geht es? – Material: Was brauchen wir dazu? – Was geht ähnlich: Welche anderen Objekte und Verfahren eignen sich ebenso für unser Vorhaben? – Methode: Mit welchen Mitteln und Methoden untersuchen wir? – Beobachtung: Was ist zu sehen, worauf sollten wir achten?

Den Schluss bilden ein fünfzehnseitiges Literaturverzeichnis mit etwa 750 Publikationen, eine Seite mit Vereinsanschriften und wichtigen Bezugsquellen sowie ein ausführliches Sachregister von neun Seiten.

Leser des MIKROKOSMOS, der früheren Zeitschrift *Kosmos* oder *Biologie in unserer Zeit* kennen „B. P. K." und seine Art zu schreiben. Er hat viele Fachartikel und Bücher veröffentlicht, Wissen-

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

schaftliches, Informatives, Populäres, und ich kann mich nicht erinnern, dass etwas davon trocken und langweilig gewesen wäre. Seine Freude am Schreiben und Formulieren bezeugt meist schon die Überschrift. Die heißt nicht schlicht Heiß- und Kaltverfahren der Schalenreinigung (bei der Diatomeenpräparation), sondern *Schalenreinigung: Fegefeuer oder Säureattacke, Bast und Holz: Weiche Schale, harter Kern oder Kein Pils ohne Pilz.* Da weiß man, wovon die Rede sein wird. Doch sollte man sich beim ersten, raschen Durchblättern nicht von den kurzweiligen Überschriften täuschen lassen, denn was auf sie folgt, ist kein Bio-Smalltalk im Plauderstil, sondern nüchtern-präzise Sachinformation zur Biologie und zur mikroskopischen Arbeitstechnik, nicht zu viel und nicht zu wenig. Eher trocken-tabellarisch geht es dann im Methodenteil zu. Zu den Themen *Objekte einschließen* wie auch *Färbe- und Nachweisverfahren* listet Kremer aber nicht einfach nur auf, sondern stellt den Verfahren stets eine kurze Charakteristik voran. Seine Auswahl aus den vielen umlaufenden Verfahren wird beiden Mikroskopikertypen gerecht, denjenigen, die nur eine bestimmte Struktur erkennen möchten, aber auch denen, die schöne „Ahh-Präparate" anfertigen wollen. Es handelt sich um eine umfangreiche Methodensammlung, in der weder der Tuscheausstrich nach Burri fehlt, noch die einfache, aber hervorragende Färbung mit Rutheniumrot oder die komplizierte und farbschöne Kernechtrot-Kombinationsfärbung nach Sterba-Schobess.

Solche Fülle von Informationen zu sammeln, sie übersichtlich, anschaulich und anregend darzustellen, ist Kremer zum Beruf geworden. Lange Jahre hat er das auch als Hochschullehrer in Mikroskopierkursen praktiziert, an der Universität Köln im Institut für Naturwissenschaften und ihre Didaktik/Biologie. Auch dass er – ein Glücksfall für den Autor und seine Leser – in Rainer Gerstle einen Verlagslektor zur Seite hatte, der sich ebenfalls seit Jahrzehnten für die Mikroskopie engagiert (z.B. als ehemaliger Redakteur der Zeitschrift MIKROKOSMOS), hat dazu beigetragen, dass ich dieses lange erwartete Buch als runde Sache empfinde. Es ist ein echtes Anleitungs- und Arbeitsbuch geworden, das man aber wohl auch gerne zum abendlichen Schmökern zur Hand nehmen wird. Und der Preis von knapp 40 Euro? Da wäre zu fragen, wo denn Mikroskopiker mehr oder Besseres für dasselbe Geld bekommen. Eine angemessene und auf lange Zeit lohnende Investition, für die man eine 100er Ölimmersion gerne noch eine Weile zurückstellen darf.

Keine Kritik? Nichts zu bemängeln? Nun, wer will, der findet. Mancher Leser wird ein ausführliches Kapitel über die tierische und menschliche Histologie vermissen. Ich nicht. Das dauert doch seine Zeit bis sich ein Amateur dazu durchringt, und die Profis lernen das sowieso. Mit den hervorragenden Handbüchern über medizinisch-klinische Mikroskopie, die dem studentischen Geldbeutel angemessen sind, könnte ein solches Kapitel ohnedies nicht konkurrieren. Auch hätte es mir zum Beispiel gefallen, wenn Etzolds schöne Färbung mit Chrysoidin aufgeführt wäre, anstelle derjenigen mit Safranin, die er selbst als überholt bezeichnet. Und sogar einen falsch geschriebenen Namen habe ich auf Anhieb entdeckt (Erdtman). Aber so etwas sind Kleinigkeiten für die nächste Auflage, der hoffentlich noch weitere folgen werden.

Auf beinahe jeder Seite von Kremers Buch lerne ich etwas dazu, ich mag es deshalb gar nicht aus der Hand legen. Dr. Dieter Krauter, 41 Jahre lang Herausgeber des MIKROKOSMOS und Verfasser von drei seinerzeit äußerst erfolgreichen Mikroskopiebüchern meint, das neue Mikroskopierbuch von Dr. Bruno P. Kremer stelle eine lange vermisste Hilfe für den Mikroskopiker dar. Und: *Ein anspruchsloses Hobby ist das Mikroskopieren nicht. Ohne Anleitung kann der Amateur nicht zurechtkommen.* – Das muss er jetzt auch nicht mehr.

Klaus Henkel, München

Meckes, O., Ottawa, N.: Die fantastische Welt des Unsichtbaren - Entdeckungen im Mikrokosmos. GEO im Verlag Gruner + Jahr, Hamburg 2002, 208 Seiten, € 49,00, ISBN 3-570-19372-1.



Hält man dieses 28,8 × 28,8 cm große Buch in Händen, muß man bereits beim Anblick des Titelbildes vermuten, dass beim Aufschlagen Kleines großartig offenbart wird. So ist es dann auch. Es gelingt kaum, das Buch zunächst einmal flüchtig orientierend durchzublättern. Man wird geradezu zwanghaft von den unglaublich eindrücklichen Abbildungen festgehalten; man verweilt und schaut genauer hin. Die vorwiegend rasterelektronenmikroskopischen Fotos aus den verschiedensten Bereichen unseres Daseins sind im wahrsten Wortsinn fesselnd wiedergegeben. Die Themen, die in diesem Buch illustriert werden, umfassen ein weites Spektrum: Mensch, Parasiten, Insekten, Milben, Einzeller, Pflanzen, Pilze, Bakterien, Viren, Kristalle und Technik.

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

Nun ist nicht alles, was man sieht, so unbedingt absolut neu. Neu ist, *wie* man es sehen kann. Nicole Ottawa und Oliver Meckes haben einen Weg der Darstellung gefunden, wie er bislang meines Wissens nach noch nicht begangen wurde. Es ist die Art und Weise der Farbgebung, die für die naturgemäß schwarz-weißen REM-Fotos mit Hilfe der aktuell verfügbaren Computertechnologie gewählt wurde. Und hier ist eben nicht, wie man es heutzutage leider viel zu oft sieht, schnell mit dem dicken, breiten Pinsel Farbe aufgetragen worden, sondern ausgesprochen zeitaufwendig feinst abgestuft und filigran mit sehr viel Gefühl für Ästhetik und Liebe für das Detail koloriert worden, wie es derzeitig kaum ein anderer in der entsprechenden Szene zu realisieren vermag. Das ist wahrscheinlich das so ganz Besondere, das so Außergewöhnliche und Großartige an diesem Buch. Und hier schwingt, so denke ich, etwas von dem mit, was Manfred Kage, der Lehrer dieser beiden Meisterschüler, verfolgte, als er vor einigen Dekaden erstmals die farbige, in der Regel monochromatische Wiedergabe von REM-Abbildungen entwickelte. Damals war eben noch nicht für jedermann die Computertechnologie verfügbar. Das Bestreben, nicht grell-plakativ, sondern feinfühlig mit den damals verfügbaren Mitteln im wahrsten Sinne des Wortes Farbe in die rasterelektronenmikroskopischen Abbildungen zu bringen, ist das zweifelsfreie Verdienst von Manfred Kage. Seine Schüler Meckes und Ottawa haben mit dem nun vorliegenden Buch diesen Weg konsequent fortgesetzt und ausgesprochen positiv weiterentwickelt.

Natürlich gibt es auch einige weniger perfekte Dinge festzustellen, die dann aber wohl mehr dem Fachmann auffallen. So lassen die – leider viel zu wenigen – lichtmikroskopischen Aufnahmen lebender Organismen etwas zu wünschen übrig, da ein Teil dieser vorwiegend einzelligen Wesen vielleicht doch etwas untypisch dargestellt ist. Das sollte aber in diesem Buch eine nicht so große Rolle spielen, man könnte aber zukünftig daran arbeiten.

Eine – wiederum wohl nur für den Fachmann – zunächst ungewöhnliche Situation findet sich bei der farblichen Umsetzung transmissionsmikroskopischer Sachverhalte zum Beispiel im Kapitel Viren. Die Farbgebung ist absolut ungewohnt, ja sogar hier und da schlichtweg schrill, aber, wie gesagt, nur für den Fachmann. Der Betrachter, dem derartige Abbildungen grundsätzlich ungewohnt sind, wird das wahrscheinlich anders sehen. Ob das Bild nun nüchtern schwarz-weiß oder farbig angelegt ist, spielt möglicherweise überhaupt keine Rolle. Und da ist es dann wohl auch gleichgültig, ob es nun einmal etwas grell ausfällt. Beide Versionen sind für ihn exotisch, nicht unmittelbar nachvollziehbar, eben ganz anders als bei den mehr vertrauten Insekten.

Was bleibt zum Schluß noch zu sagen? Man kann eigentlich nur darauf hoffen, dass zukünftig von Zeit zu Zeit, spätestens, wenn die Darstellungstechnologie einen deutlichen Schritt nach vorne gemacht hat, vergleichbare Werke auf dem Buchmarkt erscheinen.

Klaus Hausmann, Berlin

Kück, U., Wolff, G.: Botanisches Grundpraktikum. Springer-Verlag Berlin 2002, 200 Seiten, 83 Abbildungen, 11 Tabellen, broschiert, € 19,95, ISBN 3-540-42936-0.

Was zeichnet diesen neuen Leitfaden durch Morphologie und Histologie der Pflanzen neben bewährten Lehrbüchern und dem klassischen *Pflanzenanatomischen Praktikum* von Braune et al. aus? Die Autoren von der Ruhr-Universität Bochum haben ihr Kompendium für die Anfangssemester des Botanikstudiums mit Augenmaß zwischen ausladender Faktenfülle und straffgezurrter Kürze angelegt. Einleitende Texte zu den Kapiteln Pflanzenzelle, Sprossachse, Blatt, Wurzel, Fortpflanzung und Entwicklung bieten nicht nur Studierenden, sondern gerade auch uns Mikroskopikern eine fundierte Orientierung. Feingewirkte Diskussionen (z. B. über die Wurzel-Exodermis als Abschluss- oder durchlässiges Gewebe) finden sich hier verständlicherweise nicht. Die Bebilderung wurde wohlbedacht auf aussagekräftige Zeichnungen beschränkt, die – ob Original oder entlehnt – aus einem Guss gerieten. Sperriges Grundwissen (beispielsweise zu Photosynthesepigmenten, Zellorganellen, Zell- und Gewebetypen) wurde gekonnt in neue Tabellen umgegossen. Ebenfalls originale Schemazeichnungen stellen die verschiedenen Entwicklungszyklen der Pflanzen verständlich dar. Nach jedem Kapitel mag sich der Leser anhand eines Fragenkatalogs (Aufgaben) selber examinieren und nach Bedarf am Ende des Buches (Lösungen) kontrollieren. Ein Glossar festigt Kenntnis und Verständnis der einschlägigen Terminologie. Prädikat: Kurz und gut! Dieser botanische Studien- und Hobbybegleiter kann allen Interessenten uneingeschränkt empfohlen werden!

Erich Lüthje, Kiel

Bourély, F.: Unsichtbare Welten. Von der Schönheit des Mikrokosmos. Gerstenberg Verlag, Hildesheim 2002, 244 Seiten, 150 großformatige s/w-Fotos, gebunden, € 49,90, ISBN 3-8067-2911-5.

William Blake, englischer Maler und Poet des 18. Jahrhunderts, entwickelte eine seltsam mystische Natursicht, in der er den Himmel in einer Blume und die Welt in einem Sandkorn zu sehen

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

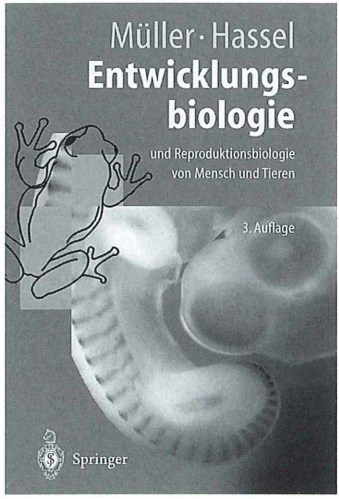
glaubte. Hätte er tieferen Zugang zur Mikroskopie gehabt, sähe er sich in seinen Vorstellungen womöglich voll bestätigt: Erst die seit dem 20. Jahrhundert verfügbaren raffinierten technischen Möglichkeiten erlauben eine Einsichtnahme in Bereiche weit unterhalb der Grenzen, die unseren Augen von Natur aus gesetzt sind. France Bourély, eine in den USA ausgebildete französische Pharmazeutin und Biologin, unternimmt in ihrem an- und aufregenden Buch Expeditionen in Gegenden, in denen auch das Lichtmikroskop nur noch bedingt mithalten kann. Mit hinreißend schönen rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen entführt sie den Betrachter in eine beinahe unwirklich erscheinende Parallelwelt, für deren unmittelbare Wahrnehmung es von Natur aus überhaupt keine Augen gibt. Mit der REM-Technik gewonnenen Bilddokumenten haftet üblicherweise etwas Seltsames beziehungsweise Unwirkliches an: Trotz ihrer enormen und messerscharf auflösenden Nähe zum Untersuchungsgegenstand schaffen sie eine eigenartige Distanz zum Gesehenen, denn was der Elektronenstrahl ertastet und schließlich zu einem kontrastreich reliefbetonten Bildeindruck zusammensetzt, wirkt fallweise wie ein Landschaftsausschnitt aus einer völlig fremdartig, weil unvertraut erscheinenden Welt. Der Tiefgang in die kleine Dimension wird zur Bildreise weithin in Neuland – nicht umsonst bezeichnet sich die Autorin als Mikronautin, die im Kleinen mindestens so aufregende Sachverhalte entdeckt wie die mit gänzlich anderer Perspektive aufbrechende Raumfahrt. Ihre Reiseziele sind Pflanzenteile und Gliederfüßer, dazu auch einige Plankter (Radiolarien) und Minerale.

Das Buch, eine deutsche Lizenzausgabe des im gleichen Jahr in Paris erschienenen Titels *Mondes invisibles* im Format 25 × 25 cm, ist gewiss kein naturkundliches Sachbuch und bestimmt nicht für Biologen geschrieben. Vielmehr möchte es – wie sein Untertitel ausdrücklich hervorhebt – mit seinen Mitteln die Schönheit des Mikrokosmos inszenieren und auch den unvoreingenommenen Betrachter mit ungewöhnlichen Ansichten überraschen. Die hier versammelte Bildauswahl präsentiert somit unzweifelhaft kleine Kunstwerke, technisch perfekt wiedergegeben mit dem gesamten Charme feinst abgestufter Schwarzweißbilder und zum Glück nicht am Bildschirm so erbarmungslos nachkoloriert, wie man es bei REM-Aufnahmen heute oftmals sehen muss. Insofern mag man über die mitunter unpräzise oder (in der Übersetzung?) falsche Bezeichnung der dargestellten Objekte (Beispiele S. 34, 144, 182, 186) ebenso hinweg sehen wie über die zumeist recht eigenwilligen Bildtitel (Beispiel S. 61: *Der Planet Mars* = Kopf einer Raupe, S. 131: *Das Dach einer fremden Welt* = Blütenstaub auf Bienenkopf). Dieser eher poetischen Sicht der Dinge entsprechen allerdings auch die kontemplativ geschriebenen Essays zu den sechs Kapiteln, in denen die Autorin über das Schöne in der Natur und unsere besondere Art seiner Wahrnehmung nachdenkt oder Hintergrundgeschichten zu Begegnungen mit ihren Gegenständen erzählt. Die einzelnen dargestellten Objekte werden erst im Anhang etwas genauer umrissen, wobei hier die Benennung des genauen Abbildungsmaßstabes eventuell hilfreich gewesen wäre.

Obwohl in der Sachdarstellung nicht ganz befriedigend, sind die *Unsichtbaren Welten* ein prächtiger und nachdrücklich empfehlenswerter Geschenkband, den man sich als Mikroskopiker gerade auch deswegen wünscht, weil er in besonderem Maße der Ästhetik kleiner und kleinster Strukturen verpflichtet ist.

Bruno P. Kremer, Köln

Müller, W. A., Hassel, M.: Entwicklungsbiologie und Reproduktionsbiologie von Mensch und Tieren, 3. Aufl. Springer Verlag, Berlin 2003, broschiert, 204 meist farbige Abbildungen, 669 Seiten, € 39,95, ISBN 3-540-43644-8.

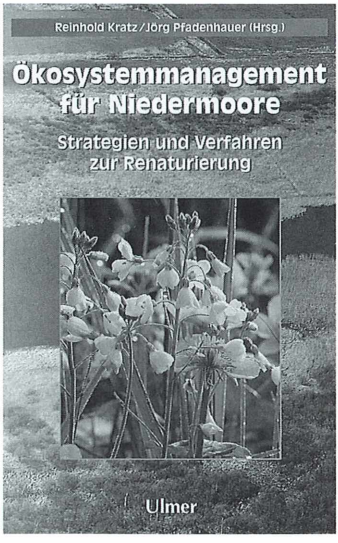


Eigentlich sagt schon die kurze Zeitspanne von nur vier Jahren zwischen dem Erscheinen der 2. und 3. Auflage der *Entwicklungsbiologie* von Müller und Hassel genug über die Qualität dieses Lehrbuchs aus. Darüber hinaus ist die Neuauflage wesentlich erweitert worden. Neben einer Einführung in die allgemeine Reproduktionsbiologie und Ergänzungen im Bereich der Entwicklungs-Neurobiologie werden speziell aktuelle Schlagwort-Themen aufgegriffen wie Stammzellenforschung und therapeutisches Klonen. Auch medizinische und rechtliche Aspekte werden verstärkt berücksichtigt. Die ausführlichen Abschnittsüberschriften und die Zusammenfassungen am Ende jedes Kapitels erlauben einen schnellen Überblick über den vermittelten Stoff. Eine klare, gut verständliche Sprache und die zahlreichen schematischen Abbildungen tragen dazu bei, dass nicht nur Biologie-Studenten und -Lehrer, sondern auch interessierte Laien sich hervorragend über diverse Fassetten der Entwicklungsbiologie informieren können.

Renate Radek, Berlin

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

Dierßen, K., Dierßen, B.: Moore. Verlag Ulmer, Stuttgart 2001, 230 Seiten, gebunden, € 59,90, ISBN 3-8001-3245-1
und
Kratz, R., Pfadenhauer, J. (Hrsg.): Ökosystemmanagement für Niedermoore – Strategien und Verfahren zur Renaturierung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 2001, 317 Seiten, gebunden, € 49,90, ISBN 3-8001-3169-2.



Moore wurden immer schon als ganz besondere Biotope eingestuft, oftmals mit dem Flair des Geheimnisvollen umwoben. Bei den beiden vorliegenden Büchern geht es allerdings nicht um das Geheimnisvolle, sondern um harte Fakten, die sich zum einen auf die Darstellung grundsätzlicher biologischer Gegebenheiten dieser besonderen Biotopform konzentrieren, woraus ein Schutz dieser bedrohten Lebensräume erhofft wird, und zum anderen pragmatisch das Management zur Renaturierung gestörter Systeme herausarbeiten. Für beide Bereiche sind diese Bücher von großem Nutzen.

Thomas Gross, Heidelberg

Weitschat, W., Wichard, W.: Atlas of plants and animals in Baltic amber. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München 2002, 256 Seiten, 92 Farbtafeln sowie 31 Farb- und 93 Schwarzweißabbildungen im Text, gebunden, € 75,00, ISBN 3-931516-94-6.

Wer sich für Einschlüsse von Lebewesen in Bernstein interessiert und darüber mehr wissen möchte, findet in diesem Buch, das zuvor als deutschsprachiges Werk erschien, Antworten auf seine Fragen. Das Buch begeistert durch seine zahlreichen hervorragenden Abbildungen. Der Text ist informativ und fundiert. Man sollte sich allerdings vom Titel nicht zu sehr auf eine möglicherweise falsche Fährte setzen lassen. Hauptsächlich geht es um Insekten. Pflanzen und höher entwickelte Tiere spielen eine marginale, hauptsächlich umrahmendschmückende Rolle. Ungeachtet dessen liegt ein beachtenswertes Buch vor, das nicht zuletzt auf Grund seiner soliden Darstellung und Fertigung begeistert.

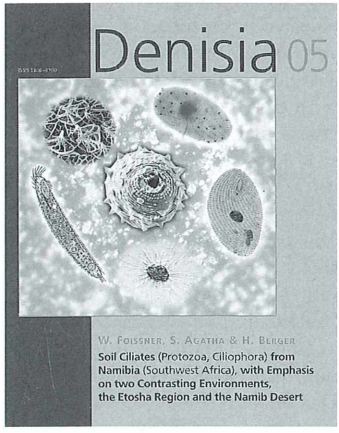
Klaus Hausmann, Berlin

Fitschen, J.: Gehölzflora – Ein Buch zum Bestimmen der in Mitteleuropa wildwachsenden und angepflanzten Bäume und Sträucher mit Knospen und Früchteschlüssel. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim 2002, gebunden, € 34,00, ISBN 3-494- 01268
und
Hecker, U.: Einheimische Laubgehölze nach Knospen und Zweigen bestimmen. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim 2002, Taschenbuch, € 15,25, ISBN 3-494-01294-6.

Gehölze zu bestimmen, ist nicht ganz einfach. Ganz besonders schwierig wird es, wenn hauptsächlich nur Knospen und Zweige zur Determination zur Verfügung stehen. Zu dieser Thematik gibt es nun zwei neue Werke auf dem Buchmarkt. Während es sich bei der Zusammenstellung der von Jost Fitschen 1920 begründeten und unterdessen von verschiedenen Autoren bearbeiteten Auflage um ein seit Jahren bewährtes Buch zur Bestimmung von Bäumen und Sträuchern handelt, das nun in 11. Auflage erscheint, legt Ulrich Hecker ein neues Buch vor, das sich speziell dem Winteraspekt von einheimischen Laubgehölzen widmet. In beiden Fällen werden neben dem präzisen Text klare und eingängige Strichzeichnungen zur Illustration der für die Bestimmung wesentlichen Merkmale eingesetzt. Beiden Büchern sollte – weiterhin wie zukünftig – eine feste Position im entsprechenden Fachbuchsegment bestimmt sein.

Wilhelm Wagner, Essen

Foissner, W., Agatha, S., Berger, H.: Soil ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Namibia (Southwest Africa), with emphasis on two contrasting environments, the Etosha Region and the Namib Desert. Part I: Text and line drawings; Part II: Photographs. Denisia 5, 1-1459, 2002, € 150,00 (Bestelladresse: Dr. E. Aescht, Oberösterreichisches Landesmuseum, Biologiezentrum, J.-W. Klein-Strasse 73, A-44040 Linz, Österreich), ISSN 1608-8700.



Vernimmt man die Kunde, dass Wilhelm Foissner und Mitarbeiter ein neues Einzeller-Werk auf den

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

Markt gebracht haben, sollte zumindest jeder, der an Ciliaten interessiert ist, hellhörig werden. Man kennt ja letzten Endes die herausragende Qualität der Salzburger Publikationen zu diesem Thema. Und auch diesmal wird man ganz bestimmt nicht enttäuscht sein. Der vor etlichen Jahren gesetzte Standard wird selbstverständlich eingehalten, wenn nicht gar durch die Einfügung von über 80 Farbfotos übertroffen. Erfährt man dann allerdings, dass sich das neue, über fünf Kilogramm schwere, 1459 Seiten umfassende Buch, das auf Grund seines Umfanges notgedrungen aus zwei Bänden besteht, nämlich einem Text- und Strichzeichnungsteil sowie einem Fototeil mit insgesamt 443 Abbildungen, auf Ciliaten der Etosha-Pfanne und der Namib-Wüste konzentriert, sollte man auf keinen Fall resignierend abwinken, weil die Thematik von den eigenen Interessen – und sei es nur rein räumlich – zu weit entfernt erscheint. Sicher, diese Landstriche unseres Globus sind von uns aus gesehen sehr weit weg, aber keineswegs auch alle Ciliaten, die dort gesichtet wurden. Der größte Teil ist auch aus unseren Breiten bekannt. Und so gibt es – neben den zahlreichen Neuentdeckungen – schönste Abbildungen von Vertretern dieser Einzeller aus heimischen Gefilden zu bewundern und präzise Beschreibungen von ihnen zu lesen. Ganz nebenbei erweitert man natürlich seinen Horizont, indem man von neuen Arten und Formen erfährt, die bislang nur in besagten fernen Gegenden angetroffen wurden. Der Preis des Buches mag im ersten Moment etwas zurückschreckend sein. Aber halten wir inne! Was gibt es für diese Summe auf anderen, nicht weniger liebgewonnenen Gebieten zu erstehen? Es sind in der Regel die etwas schöneren Dinge, die man erst für einen solchen Geldbetrag erwerben kann. Und dazu gehört dann eben auch dieses Buch von Wilhelm Foissner, Sabine Agatha und Helmut Berger. Ist Ihr eigener Geldbeutel etwas zu schmächtig für eine derartige Investition, lassen Sie sich das Buch schenken. Gelegenheiten für ein solches Geschenk sollten sich bei jedem Interessierten im Jahresverlauf ausreichend bieten.

Klaus Hausmann, Berlin

Nachricht

November 2002: Histologie-Wochenende mit Robin Wacker in Berlin

Seit vielen Jahren reist der einem großen Teil unserer Leser wohlbekannte Histologie-Fachmann Robin Wacker im Spätherbst von seinem Heimatort Güntersloh nach Berlin, um dort für die Berliner Mikroskopische Gesellschaft (BMG) ein Histologie-Wochenende zu gestalten. In bewährter und von den BMG-lern sehr geschätzter Manier wurden während dieser zwei Tage zwanglos verschiedenste Präparate, die von Robin Wacker bereits für die Mikrotomie vorbereitet waren, geschnitten, gefärbt und zu Dauerpräparaten verarbeitet. Präparatblöcke, die zuvor von dem einen und anderen Teilnehmer selbst hergestellt worden waren, wurden ebenfalls weiterbearbeitet, wobei Robin Wacker – wie auch in den vorangegangenen Jahren – für die jeweilige Fragestellung wertvolle Hinweise zu geben und Tipps zu verraten wusste. Und natürlich gab es viel zu fachsimpeln (Abb. 1).

Es überraschte Robin Wacker, unter den Teilnehmer zwei 10-jährige Jungen anzutreffen, die seit einiger Zeit die jüngsten Mitglieder der BMG sind. Wissbegierig stellten sie ihm viele Fragen und mit großem Elan gingen sie an die praktische Arbeit (Abb. 2). Es bleibt zu hoffen, so meinte Robin Wacker, dass sich diese Begeisterung recht lange hält und sich daraus auf lange Sicht dann eine dauerhafte und vertiefte Betätigung mit dem Mikroskop entwickelt.



Abb. 1: Besprechungen zum Präparationsgang (Foto: G. Zahrt, Berlin).

© 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 nummerierten DIN A4-Bögen einzureichen. Jede Manuskriptseite sollte mit doppeltem Zeilenabstand beschrieben werden und jeweils 30 Zeilen mit höchstens 60 Anschlägen pro Zeile umfassen. Am Ende des Manuskriptes steht die vollständige Autorenadresse. Soweit möglich sollten die Manuskripte zusätzlich zur Hardcopy als 3,5″-Diskette (nur DOS-Formate) mit der oben angegebenen Formatierung eingereicht werden.

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

4. Bildvorlagen sind Farbdias (für die sw-Reproduktion) jeglicher Größe, kontrastreiche sw-Fotos und druckfertige Strichzeichnungen, Graphiken (vorzugsweise in tiefschwarzer Zeichentusche angelegt oder als Laserprint). Elektronische Abbildungen nur als Tiff-Dateien auf CD-R (bis 700 MB) einreichen; bitte keine CD-RWs oder DVDs verwenden. Alle Materialien namentlich kennzeichnen. Auf den Originalabbildungen nur professionelle Beschriftungen vornehmen (Endgröße nach Vergrößerung/Verkleinerung der Bildvorlage circa 3 mm); handschriftlich bitte nur auf Kopien oder durchscheinenden Deckblättern kennzeichnen. Die Bilder werden in drei verschiedenen Breiten (1spaltig, 1,5spaltig, 2spaltig) reproduziert. Es können mehrere Bilder zu Tafeln kombiniert werden.

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

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

Zitate von Zeitschriftenbeiträgen:
Kreutz, M., Mayer, Ph.: *Vampyrella* parasitiert *Endorina elegans*. Mikrokosmos 92, 1–6 (2003).

Buchzitate:
Fioroni, P.: Evertebratenlarven des marinen Planktons. Verlag Natur und Wissenschaft, Solingen 1998.

Zitate von Buchbeiträgen:
Hausmann, K., Hülsmann, N.: Einzellige Eukaryota, Einzeller. In: Westheide, W., Rieger, R. (Hrsg.): Einzeller und Wirbellose Tiere, S. 1–72. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996.

7. Jeder Autor erhält von seinem Beitrag vor dem Druck einen Andruck zum Gegenlesen. Korrekturen müssen sich auf Satzfehler beschränken. Umfangreiche Textnachträge oder Umstellungen sind aus Kostengründen nicht möglich. 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 € 30,00 und Farbmikrofotos, die auf der Titelseite erscheinen, mit € 60,00.

10. Manuskripte bitte einsenden an
Prof. Dr. Klaus Hausmann
Redaktion MIKROKOSMOS
Institut für Biologie/Zoologie
der Freien Universität Berlin
Königin-Luise-Straße 1–3
14195 Berlin

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

Zeitschrift für Mikroskopie

MIKROKOSMOS

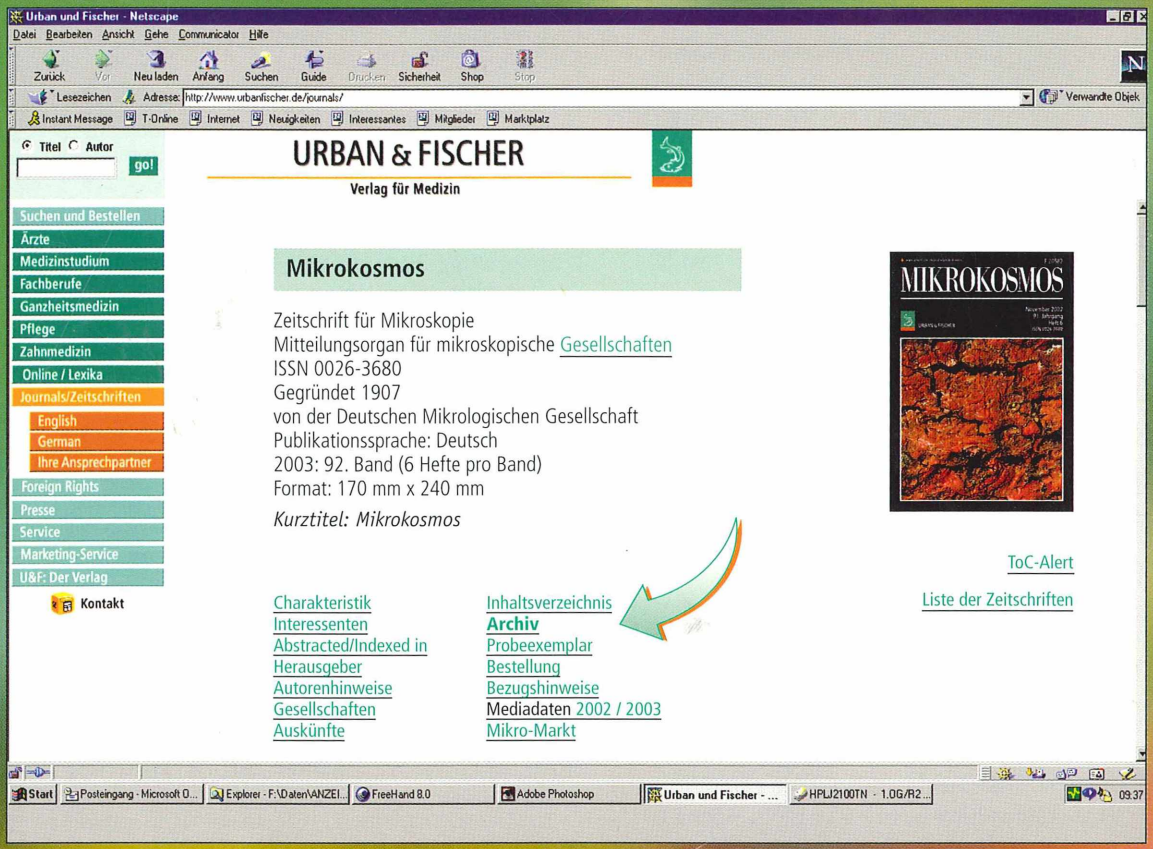
Mikrokosmos
1/2003 1 (6)

510543
Bibliothek des OÖ.
Landesmuseums

Museumstraße 14
4020 Linz

300229

Fre…inden MIKROKOSMOS



Mit jedem neuen erscheinenden Heft von Mikrokosmos finden Sie unter

http://www.urbanfischer.de/journals/mikrokosmos/archiv.htm

einen Archivtitel aus den 90 publizierten Jahrgängen Mikrokosmos.
Der Archivartikel kann auch als PDF heruntergeladen werden, so dass Sie sich problemlos eine kleine Sammlung aufbauen können.

Nutzen Sie diesen interessanten Einblick
in die Geschichte der Mikroskopie.

URBAN & FISCHER

©eljott 2002

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mikrokosmos, Zeitschrift für Mikroskopie

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: 92_1

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: Mikrokosmos 92_1 1