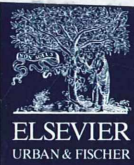


II-90372/101,5

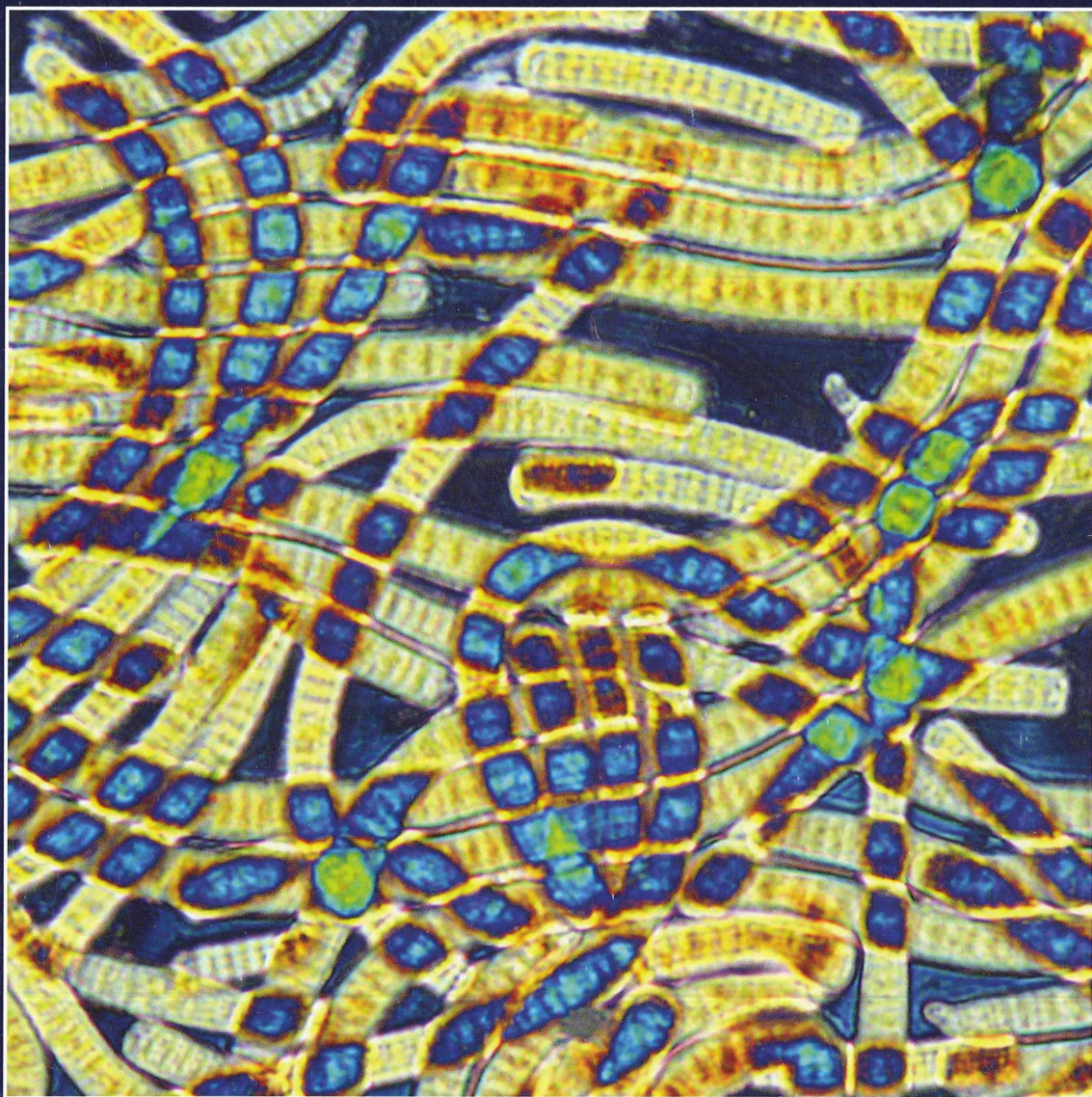


MIKROKOSMOS

Heft 5
101. Jahrgang
September 2012

◆ www.journals.elsevier.de/mikrok

ISSN 0026-3680



Mitteilungsorgan für den Arbeitskreis Mikroskopie im Freundeskreis Botanischer Garten Köln, Arbeitskreis Mikroskopie im Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen, Arbeitskreis Rhein-Main-Neckar, Berliner Mikroskopische Gesellschaft e. V., Mikroskopie-Gruppe Bodensee, Mikroskopischer Freundeskreis Göppingen im Naturkundeverein Göppingen e. V., Mikrobiologische Vereinigung sowie AG Mikropaläontologie im Naturwissenschaftlichen Verein zu Hamburg, Mikrobiologische Vereinigung München, Mikroskopischer Arbeitskreis Ruhrgebiet, Mikroskopische Gesellschaft Wien, Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft der Naturwissenschaftlichen Vereinigung Hagen e. V., Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Hannover, Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Mainfranken, Mikroskopische Arbeitsgemeinschaft Stuttgart, Mikroskopische Gesellschaft Zürich, Tübinger Mikroskopische Gesellschaft e. V.

Inhalt

Artikel

- 257** Das Periphyton im rasterelektronenmikroskopischen Bild
Teil 4: Ciliaten
Sarah-Julia Körner und Klaus Hausmann
- 263** Bau und Funktion von Drehflieger-Diasporen
Teil 4: Die Früchte des tropischen Langfadens
Combretum gallobatense als Drehwalzenflieger
Werner Nachtigall
- 269** Das Leitz-Mach-Zehnder-Interferenzmikroskop für Durchlicht
Teil 2: Algenkundliche Anwendungen
Joachim Jahnke, Maria Bugaro und Daniel Mahlmann
- 281** Darmpolypen – Unangenehme und gefährliche Gäste
Oskar R. Weber
- 285** Aufbereiten von Mikrotom-Messern
Teil 2: Hilfsmittel und ihre Anwendung
Gerhard Zimmert
- 294** Mikroskope als Briefmarkenmotive
Wolfgang Froberg und Klaus Hausmann
- 300** *Micrasterias* – Die Stars unter den Zieralgen
Rupert Lenzenweger und Wolfgang Bettighofer
- 307** Eine Mehrfach-Phagozytose mit vier Kontrahenten
Pedro Galliker
- 311** Glaskunst im Kleinsten
Rudolf Drews

Rubriken

- 261, 293, 318**
Buchbesprechungen
- 262, 268, 277, 306, 316**
Kurze Mitteilungen
- 278, 298, 314**
Nachrichten
- 280, 303**
Aus der Industrie
- 302, 315**
Desmidiaceen-Steckbrief
- 304**
Form und Funktion im
Mikro- und Makrobereich
- 314**
Mikro-Markt
- 317**
Aus den
Arbeitsgemeinschaften
- 319**
Mikro-Dialoge

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

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

Mehr Informationen zum MIKROKOSMOS und anderen Zeitschriften finden Sie im Internet:
www.elsevier.de

Umschlagabbildung: *Phormidium*-Lager im homogenen Interferenzkontrast.
Siehe Artikel J. Jahnke, M. Bugaro und D. Mahlmann, S. 269–277.

Das Periphyton im rasterelektronenmikroskopischen Bild

Teil 4: Ciliaten

Sarah-Julia Körner und Klaus Hausmann

Während das Thema der vorausgegangenen Artikel dieser Reihe die Substratpräferenz der Periphyton-Lebensformtypen der Prokaryoten, Algen, Rhizopoden und Flagellaten war, soll es in diesem Artikel ausschließlich um jene der Ciliaten des Pseudo- und Euperiphytons gehen.

An vagilen Ciliaten des Pseudoperiphytons wurde während der Untersuchungen vor allem *Gastronauta* gefunden. Der Cyrtophoride hatte einen elliptischen Umriss mit einem breiten, wulstförmigen Saum und war dorsoventral stark abgeflacht. Die Dorsalseite hatte einen Höcker und trug zwei Dorsalbürsten, von denen die eine vorne median lag und die andere linksseitig auf der Höhe der Mundspalte (Abb. 1a). Ventral war der Organismus leicht konkav. Der Mund war eine auffallende, quer verlaufende Spalte, die knapp vor der Mitte des Organismus lag und beinahe die ganze Breite einnahm. Die Wimpern der circumoralen Wimpernreihe bildeten lamellenartige Strukturen, an denen rechtsseitig die äußeren Wimpernreihen des rechten Wimpernfeldes vorbeizogen. Diese verliefen parallel am Vorderrand entlang und bogen wieder nach hinten (Abb. 1b). Zwischen diesen und der circumoralen Wimpernreihe verliefen darüber hinaus einige weniger flache Wimpernreihen. Postoral war das Mittelfeld wimpernfrei und leicht erhaben (Abb. 1c). *Gastronauta* läuft auf einzelnen Cilien und wurde vereinzelt auf anorganischem Substrat gefunden. Es handelte sich bei der gefundenen Art wahrscheinlich um *Gastronauta membranaceus*.

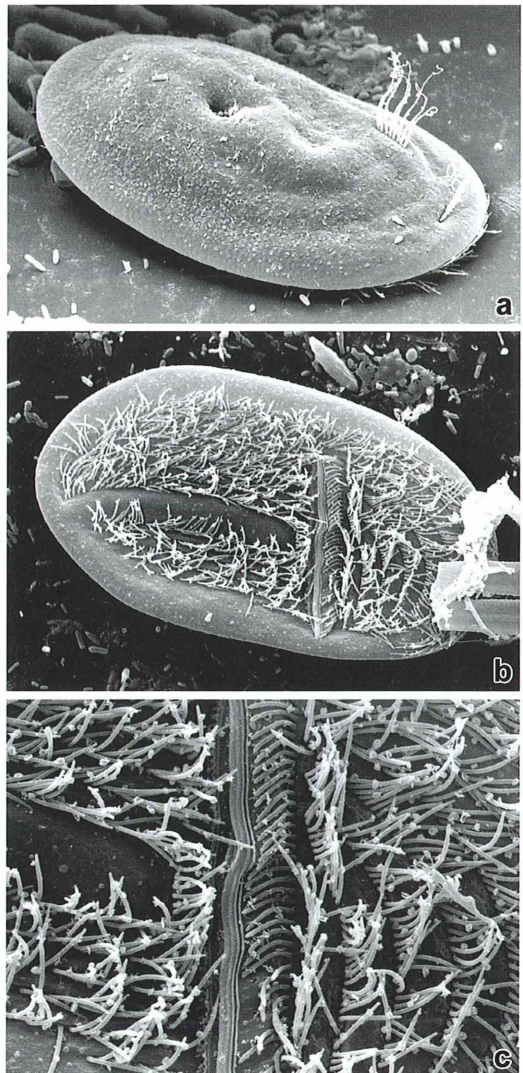


Abb. 1: *Gastronauta*. **a** Dorsal (Vergr. 4.600fach). **b** Ventral (Vergr. 3.600fach). **c** Mundspalte und postoral wimpernfrees Feld (Vergr. 11.000fach).

Ciliaten des Euperiphytons

Die Peritrichen *Vorticella* und *Pseudovorticella* sitzen dem Substrat mit einem Stiel auf, der von der Scopula ausgeschieden wird. Dieser Stiel haftet schließlich mit einer Basalplatte an der Unterlage. Darüber hinausgehend sind weiterhin vom Zellkörper sekretierte Adhäsine an der Substrathaftung beteiligt. Beide Ciliaten des Euperiphytons wurden sowohl auf anorganischem (Abb. 2a) als auch auf organischem (Abb. 2b) Substrat gefunden, wenn auch in stark unterschiedlicher Abundanz.

Das Glockentierchen *Vorticella* wurde ausschließlich im kontrahierten Zustand gefunden und wies dann einen kugeligen Zellkörper und einen eingezogenen Peristomkragen auf. Seine Pellicula war stets fein quergestreift (Abb. 3a). Der Organismus fand sich nur selten solitär und bildete meistens Kolonien (Abb. 2a). Sein unverzweigter, sich korkenzieherartig kontrahierender Stiel bildete während der Kontraktion enge Schraubenlinien (Abb. 3f). Mit dem Stiel saß der Organismus dem Substrat an Stellen hoher Bakteriendichte inmitten einer Art Gallerte auf (Abb. 3d). Die Zellteilung erfolgte in der Längsachse der Zelle. Abbildung 3e zeigt ein mittleres Teilungsstadium von *Vorticella*. Die Anlage des aboralen Wimpernkranzes war basal immer als leicht konvexe, zirkuläre Zone erkennbar (Abb. 3b). Schwärmer mit vollstän-

dig entwickeltem aboralen Wimpernkranz waren jedoch kaum zu finden. Abbildung 3c stellt einen solchen Telotroch mit augenscheinlich in drei Cilienreihen untergliedertem aboralen Wimpernkranz dar und bietet ebenfalls eine freie Sicht auf die Scopula, dem Ort der Stielbildung der Peritrichia.

Auf anorganischem Substrat wurde *Vorticella* mit einem aggregierten Verteilungsmuster besonders großer Kolonien gefunden, innerhalb derer sich durchschnittlich etwa 230 Individuen auf 1 mm² befanden. Auf den lebenden Blättern der Wasserpflanze *Potamogeton crispus* (Krauses Laichkraut) trat der Organismus ebenfalls aggregiert auf, jedoch in wesentlich kleineren Aggregaten von bis zu 18 Individuen pro Kolonie. Dieser vergleichsweise spärliche Bewuchs könnte als Hinweis für einen negativen Einfluss des organischen Substrats gewertet werden. Auch ein Telotroch wird von Peritrichen lediglich entweder zur Verbreitung gebildet oder entsteht zur Flucht vor ungünstigen Bedingungen, indem sich ein Individuum von seinem Stiel ablöst und mit einem dafür gebildeten aboralen Wimpernkranz davonschwimmt. Obgleich Peritrichia prinzipiell nur eine äußerst geringe Substratspezifität aufweisen, ist es auffällig, dass *Pseudovorticella* und *Vorticella* zwar die mit Ausnahme der Bakterien am häufigsten gefundenen Organismen darstellen, jedoch der einzige gesichtete Telo-

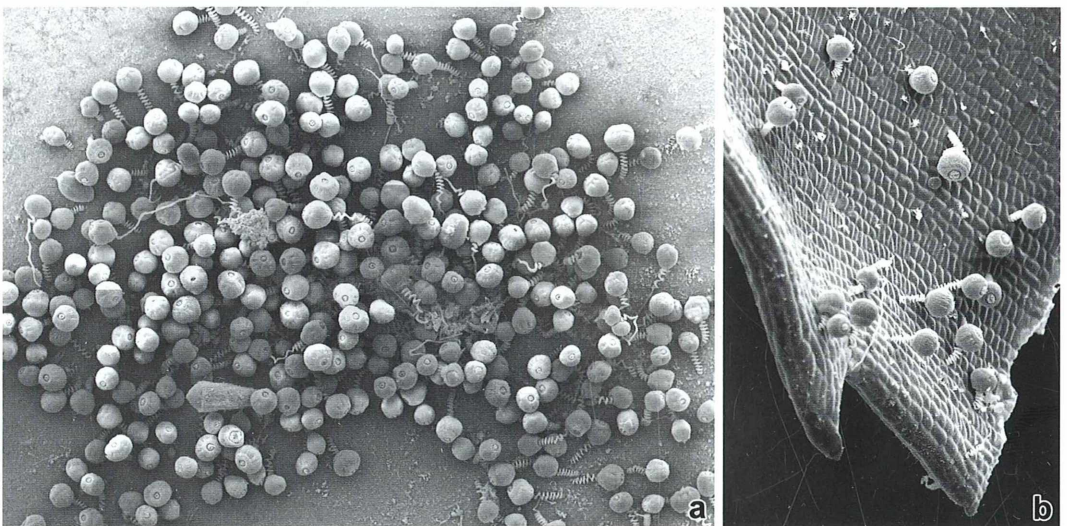


Abb. 2: *Vorticella*. **a** Kolonie auf anorganischem Substrat (Vergr. 160fach). **b** Gehäuftes Vorkommen auf anorganischem Substrat (Vergr. 250fach).

troch sich auf einem derartig periphytonarmen, organischen Substrat anfang.

Die weitere peritriche Gattung *Pseudovorticella* war, wie bereits erwähnt, ebenfalls sessil. Ihr unbewimperter Zellkörper war im gestreckten Zustand annähernd glockenförmig und im kontrahierten Zustand kugelig (Abb. 4b). Vertreter dieser Gattung traten selten solitär auf, sondern befanden sich zumeist in Kolonien (Abb. 4a). Der unverzweigte, sich korkenzieherartig kontrahierende Stiel von *Pseudovorticella* bildete während der Kontraktion enge Schraubenlinien. Mit ihm saß der Organismus dem Substrat an Stellen hoher Bakteriendichte inmitten einer Art Gallerte auf (Abb. 4c). Wie auf Abbildung 4e besonders gut sichtbar ist, war die Pellicula vom Bläschentyp mit in Querreihen angeordneten Tuberkeln. Auf der Abbildung ist ebenfalls die Anlage des aboralen

Wimpernkranzes als bläschenfreie Zone basal deutlich sichtbar. Apikal ragte der wulstförmige Peristomkragen krempenförmig gebogen weit über den Körperrand hinaus (Abb. 4b). Die adorale Wimpernspirale war linksläufig und gab im strudelnden Zustand freie Sicht auf den durch kontraktile Fasern gemusterten Peristomdiskus (Abb. 4d). Im Durchschnitt waren etwa 35 % der Fläche anorganischen Substrates mit Aggregaten von *Pseudovorticella* bedeckt. In solchen Aggregaten befanden sich durchschnittlich 75 Individuen auf 1 mm². Auch auf den lebenden Blättern der Wasserpflanze *Potamogeton crispus* fanden sich mehrere, jedoch wesentlich kleinere Kolonien bestehend aus bis zu 15 Organismen. Dem Gehäuse der Planorbidae saß der Organismus nur vereinzelt auf. Es handelte sich wahrscheinlich um die Art *Pseudovorticella monilata*.

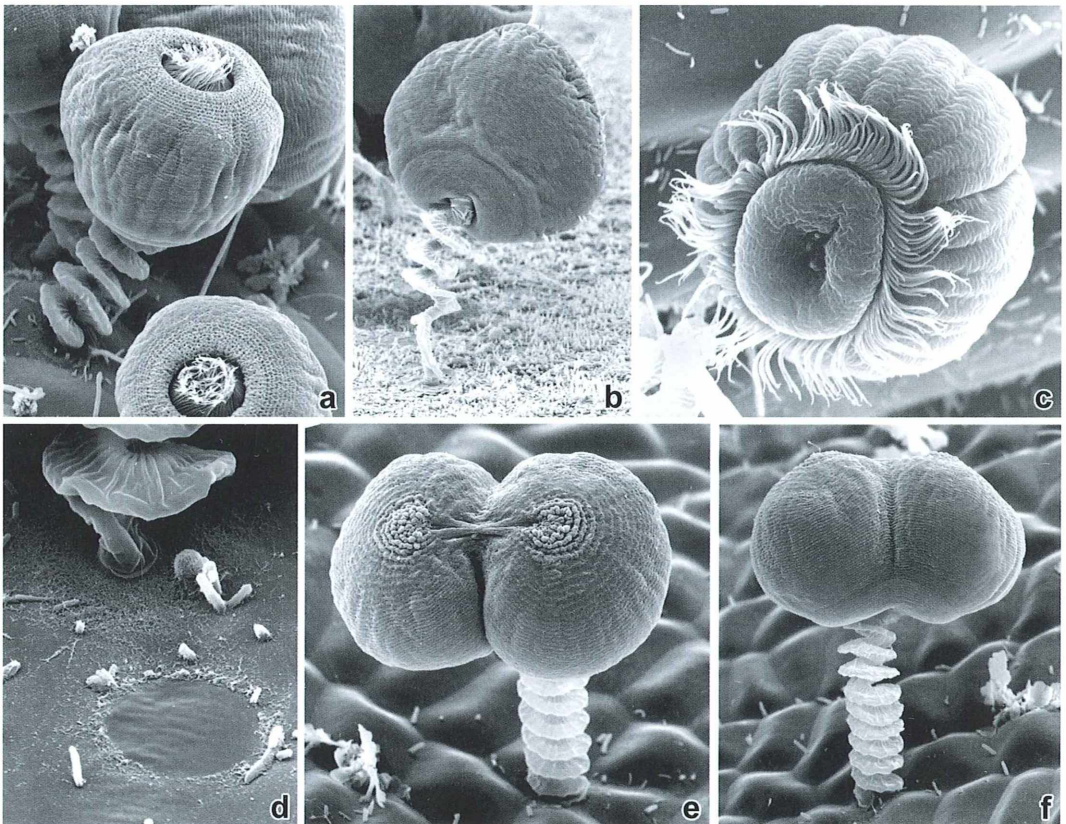


Abb. 3: *Vorticella*. **a** Kontrahierte Exemplare (Vergr. 3.600fach). **b** Anlage des aboralen Wimpernkranzes (Vergr. 2.100fach). **c** Telotroch (Vergr. 6.000fach). **d** Substrathaftung (Vergr. 10.000fach). **e** Mittleres Teilungsstadium, anteriore Ansicht (Vergr. 3.000fach). **f** Mittleres Teilungsstadium, laterale Ansicht (Vergr. 2.500fach).

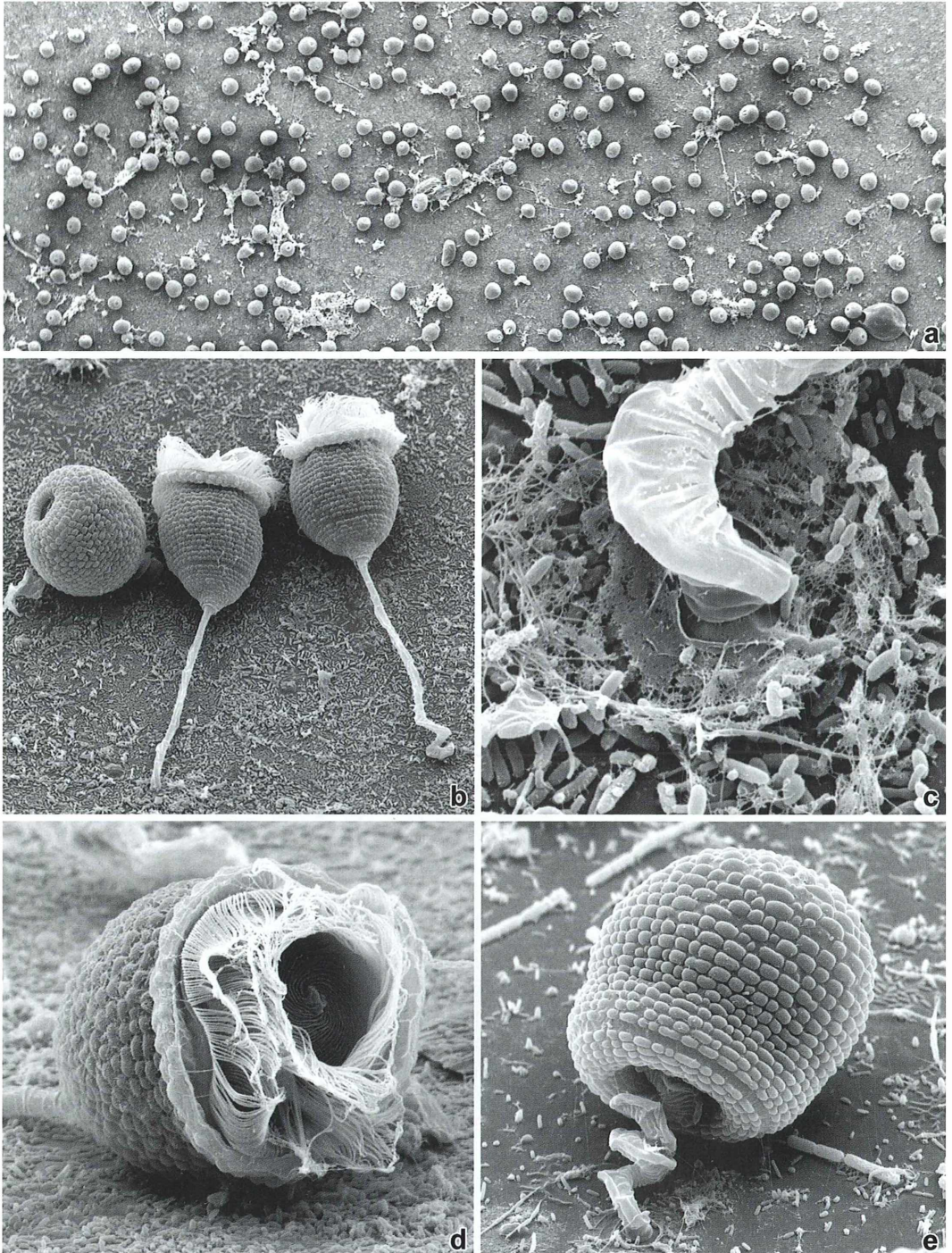


Abb. 4: *Pseudovorticella*. **a** Kolonie (Vergr. 100fach). **b** Individuen von links: Stark kontrahiert, gestreckt, leicht kontrahiert (Vergr. 1.400fach). **c** Substrathaftung (Vergr. 13.000fach). **d** Aufsicht auf Peristomdiskus (Vergr. 4.300fach). **e** Bläschentyp-Pellicula und Anlage des aboralen Wimpernkranzes (Vergr. 4.000fach).

Im Detail wird die beobachtete Verteilung der Ciliaten auf anorganischen und den verschiedenen untersuchten organischen Substraten gemeinsam mit der abschließenden Auswertung der Ergebnisse bezüglich der Prokaryoten, Algen, Rhizopoden und Flagellaten im nächsten und letzten Teil der Artikelreihe beschrieben.

Literaturhinweise

- Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band I: Cytrophorida, Oligotrichida, Hypotrichida, Colpodea. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 1 (1991).
- Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band II: Peritricha, Heterotrichida, Odontostomatida. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 5 (1992).
- Jahn, T. L., Bovee, E. C., Jahn, F. F.: How to know the protozoa. McGraw-Hill, Iowa 1978.
- Kent, W. S.: A manual of the infusoria: including a description of all known flagellate, ciliate, and tentaculiferous protozoa, British and foreign, and an account of the organization and affinities of the sponges. Publisher David Bogue, London 1880.
- Kudo, R. R.: Protozoology, 5. edition. Charles C. Thomas Publisher, Illinois 1966.
- Lynn, D. H.: The ciliated protozoa. Characterization, classification, and guide to the literature,

3. edition. Springer Science and Business Media B. V., Guelph 2008.
- Matthes, D.: Sesshafte Wimpertiere. Peritricha, Suctorina, Chonotricha. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg 1982.
- Schneider, H.: Beobachtung über Plankton- und Aufwuchsorganismen eines Altrheins. Mikrokosmos 73, 289–299 (1984a).
- Schneider, H.: Ein lohnendes Arbeitsgebiet für den Mikroskopiker: Aufwuchsuntersuchungen. Mikrokosmos 73, 65–72 (1984b).
- Schneider, H., Kremer, B. P., Hausmann, K.: Aquatische Kleinsttiertiergärten. Aufwuchsbiotischen als autökologisches Kuriositätenkabinett. Biologie in unserer Zeit 26, 173–178 (1996).
- Streble, H., Krauter, D.: Das Leben im Wassertropfen. Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers – Ein Bestimmungsbuch, 10. Auflage. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart 2006.
- Upadhyaya, A., Baraban, M., Wong, J., Matsudaira, P., Van Oudenarden, A., Mahadevan, L.: Power-limited contraction dynamics of *Vorticella convallaria*: An ultrafast biological spring. Biophys. J. 94, 265–272 (2008).
- Wilbert, N.: Ökologische Untersuchung der Aufwuchs- und Planktonciliaten eines eutrophen Weihers. Arch. Hydrobiol., Suppl. 35, 411–518 (1969).

Verfasser: B. Sc. Sarah-Julia Körner und Prof. Dr. Klaus Hausmann, Freie Universität Berlin, Institut für Biologie/Zoologie, Königin-Luise-Straße 1–3, 14195 Berlin; E-Mails: Sarah3110@web.de und hausmann@zedat.fu-berlin.de

Buchbesprechung

Kage, Ch. und M.:
KAGEs fantastische Insektenwelten.
Manuela Kinzel Verlag,
Göppingen 2012,
96 Seiten, Hardcover,
€ 19,00,
ISBN 978-3-937367-63-7.



Vor zwei Jahren erschien im gleichen Verlag und in gleicher, nämlich bester Ausstattung der Bildband *KAGEs fantastische Mikrowelten*. Während es seinerzeit ein genereller Streifzug durch den Mikrokosmos war, der von dem Kulturpreisträger 2012 der *Deutschen Gesellschaft für Photographie* Manfred P. Kage mit sei-

nen Mitschaffenden bildlich dargestellt wurde, konzentriert sich dieser neue Band auf die Welt der Insekten. Und natürlich dominieren wieder – wie könnte es anders sein – hervorragende Makro-, Mikro- und REM-Fotos das Werk.

Erfreulicherweise wird auch Wert darauf gelegt, gestraffte, aber fundierte Sachinformation zu den Abbildungen, also zu den Insekten, zu liefern. Folglich wird in einer gelungenen Komposition nicht nur das Auge des Betrachters verwöhnt, sondern auch Hintergrundwissen vermittelt. Es liegt somit ein Buch vor, das man immer wieder gerne in die Hand nehmen wird, um darin im besten Sinne des Wortes herumzuschmökern.

Schon jetzt darf man gespannt sein, auf welchen Bereich unserer fantastischen Welt sich der vom Verlag angekündigte nächste KAGE-Band konzentrieren wird.

Klaus Hausmann, Berlin

Kurze Mitteilung

Korrigendum: *Mallomonas* ist *Paraphysomonas*

Es ist schön zu wissen, dass unsere Leser tatsächlich den MIKROKOSMOS im Detail lesen. So geschah es, dass Hans Günzl aus Tübingen auf einen Bestimmungsfehler im letzten Heft stieß. Dazu schreibt er:

In dem Beitrag von Sarah-Julia Körner und Klaus Hausmann über das Periphyton im rastermikroskopischen Bild (Mikrokosmos 101, Heft 4) ist die auf Abbildung 2 dargestellte Goldalge nicht richtig bestimmt. Es handelt sich hier nicht um eine Mallomonas-Art, denn die Vertreter dieser Gattung sind durch ihre charakteristisch gestalteten, spiralig angeordneten Kieselchuppen eindeutig gekennzeichnet. Die kreisrunden Kieselblättchen der abgebildeten Art mit ihren im Zentrum entspringenden Nadeln sind für die Paraphysomonas-Arten typisch. In meinem Federseefundus habe ich Auf-

nahmen von Paraphysomonas vestida gefunden, die ich beifüge. Links ist eine Zelle zu sehen, die sich drei Beutealgen (vielleicht eine Chrysococcus-Art) einverleibt hatte, denn diese Art ernährt sich phagotroph. In der Mitte sind die runden Schuppen, die noch die Oberfläche einer Cyste bedecken, besonders gut zu erkennen. Rechts zum Vergleich Mallomonas striata.

Literaturhinweise

Preisig, H. R., Hibberd, D. J.: Ultrastructure and taxonomy of *Paraphysomonas* (Chrysophyceae) and related genera 1. Nord. J. Bot. 2, 397–420 (1982/83).

Günzl, H.: Die *Mallomonas*-Arten (Synurophyceae) des Federsees (Baden-Württemberg). Jh. Ges. Naturkd. Württ. 157, 129–137 (2000).

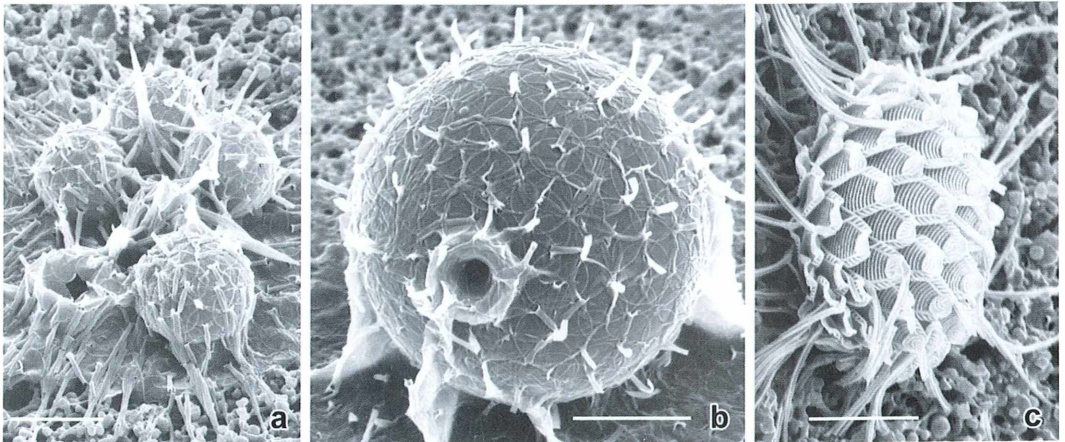


Abb. 1: a *Paraphysomonas* spec. b *Paraphysomonas*-Cyste. c *Mallomonas striata*. Maßstriche 5 µm.

Hans Günzl, Tübingen

Mikrokosmos

Zeitschrift für angewandte Mikroskopie, Mikrobiologie, Mikrochemie u. mikroskopische Technik

Bau und Funktion von Drehflieger-Diasporen

Teil 4: Die Früchte des tropischen Langfadens *Combretum gallobatense* als Drehwalzenflieger

Werner Nachtigall

Eine Reihe von Früchten – seltener Samen – sind walzenförmig ausgebildet und tragen meist vier rundherum angeordnete, dünne aber breit ausgezogene Flügelsäume. Diese verringern nicht nur die Fallgeschwindigkeit. Beim Abfallen rotieren solche Diasporen häufig, reduzieren damit ihre Sinkgeschwindigkeit und verdriften zudem seitlich, offenbar durch Nutzung des Magnus-Effekts.

Derartige Diasporen (Abb. 1) fallen im rotierenden Zustand langsamer, als wenn sie nicht rotieren und können deshalb durch Seitwinde weiter von der Mutterpflanze entfernt zu Boden kommen (passiver Verbreitungseffekt; Versuch 1). Dies gilt auch für Drehflieger, deren Rotationsachse senkrecht steht, zum Beispiel für die „Nasenzwicker“ der Ahorn-Arten (Nachtigall, 2012). Wenn aber die Rotationsachse (Längsachse der Diaspore) angenähert horizontal steht, können sie auch selbst eine Seitkraft erzeugen. Sie fallen dann, sofern die Raumlage der Achse konstant bleibt, nicht genau senkrecht, sondern – auch bei Windstille – seitlich verdriftet (aktiver Verbreitungseffekt, Versuch 2). Zurückgeführt wird das auf den weiter unten ausführlich besprochenen Magnus-Effekt: Ein nicht rotierender Zylinder mit horizontaler Drehachse fällt genau senkrecht; ein rotierender wird seitlich verdriftet. Beide Aspekte lassen sich experimentell nachweisen.

Versuch 1: Rotierendes gegen nicht rotierendes Absinken

Bei einem aus Schreibmaschinenpapier gebauten, vierflügeligen Diasporenmodell (Länge $l =$ Durchmesser $d = 9$ cm, verwendet auch für die Registrierungen von Abb. 4) von *Combretum*

gallobatense wurde an der Außenkante eines Flügels eine drahtförmige Masse angeklebt (Gesamtmasse 2,5 g), die eine Rotation verhinderte. Die beiden benachbarten Flügel kamen dann beim Absinken tragflügelartig horizontal zu liegen. Danach wurde die drahtförmige Masse momentenneutral in der Längsachse positioniert; das „unterstützt“ abfallende (siehe Versuch 2) Fruchtmodell rotierte daraufhin. Die Sinkgeschwindigkeiten betrugen:

$$v_{\text{sink nicht rot}} = 1,79 \text{ m s}^{-1} \pm 0,17 \text{ m s}^{-1} (\pm 9,4 \%),$$

$$v_{\text{sink rot}} = 1,23 \text{ m s}^{-1} \pm 0,25 \text{ m s}^{-1} (\pm 20 \%).$$

Im Vergleich mit dem nicht rotierenden Fall betrug die Sinkgeschwindigkeit im rotierenden Fall also noch 69 %. Der Unterschied der Mit-

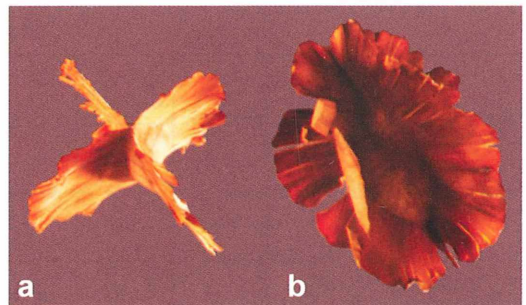


Abb. 1: Zwei Diasporen von *Combretum gallobatense*, aus unterschiedlichen Richtungen fotografiert.

telwerte ist signifikant (einseitiger t-Test, $n_1 = n_2 = 10$; $\alpha = 5\%$).

Versuch 2: Seitabdrift bei rotierendem Absinken

Eine trockene Diaspore von *Combretum gallo-batense* (Masse 0,92 g, Gesamtlänge 5 cm, größte Breite 5,5 cm, Abb. 1) wurde bei Windstille (Labor) aus einer Höhe von 1,7 m genau senkrecht über dem Ursprung eines auf einer Bodenfläche aufgebrachten Koordinatensystems $N = 52$ -mal fallengelassen. Vor dem Loslassen wurde ihre Längsachse der x-Achse parallel gehalten, die Diaspore wurde durch kurze Unterstützung eines Flügels gleich zu Abfallbeginn in Drehung versetzt, und die Drehung verlief aufwärts (in Richtung der Anströmung) auf der

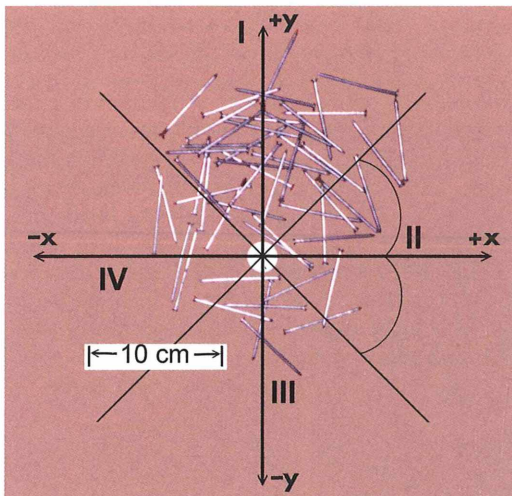


Abb. 2: Streudiagramm mit Sektoreneinteilung I-IV (pro Sektor 90°) für 52-maliges Absinken einer Diaspore aus 1,70 m Höhe.

der positiven y-Achse zugewandten Seite. Die Auffallfläche war in vier Sektoren I (Mittellinie entspricht der +y-Achse) bis IV unter 45° zum Achsenkreuz eingeteilt. Die 52 Auffallstellungen und -richtungen wurden jeweils durch Auflegen eines gleichlangen Nagels markiert (Abb. 2). Bei diesem ausgesuchten Exemplar blieb die Drehachse in der Mehrzahl der Fälle angenähert raumkonstant (parallel zur x-Achse). Durch das „hüpfende“ Auftreffen kommt die Achse aber in unterschiedlichen Lagen zur Ruhe (Abb. 2). Ansonsten änderte sich ihre Lage so, dass eine steile Spiralbahn zustande kam.

Interessanterweise wurde nie genau das Zentrum getroffen, sondern es ergab sich eine eher schleifenförmige Verteilung mit einer deutlichen Exzentrizität in Richtung der positiven y-Achse. Die Richtung dieser Abweichung entspricht der physikalischen Erwartung, wenn der strömungsmechanische Magnus-Effekt auftritt.

Im Einzelnen ergaben sich für den Abstand der Markierungs-Mittelpunkte vom Koordinatenursprung ($x_{\text{quer}} \pm s$; Mittelwert und einfache Standardabweichung) und für die Zahl n der Treffer in den einzelnen Sektoren die folgenden Werte:

Sektor I (Mittellinie +y-Achse):
 $3,60 \pm 1,22 \text{ cm}$ ($\pm 34\%$); $n = 29$ (56%)

Sektor II (Mittellinie +x-Achse):
 $2,64 \pm 1,43 \text{ cm}$ ($\pm 54\%$); $n = 12$ (23%)

Sektor III (Mittellinie -y-Achse):
 $2,05 \pm 0,67 \text{ cm}$ ($\pm 33\%$); $n = 6$ (11%)

Sektor IV (Mittellinie -x-Achse):
 $2,74 \pm 0,74 \text{ cm}$ ($\pm 27\%$); $n = 5$ (10%)

Somit verschiebt sich der Mittelwert im Sektor I vom Ursprung in die erwartete Richtung der

	d (cm)	v_{sink} (cm s ⁻¹)	f_{rot} (U s ⁻¹)	s (cm)	s (% von h)
Fadenrollen + Träger alleine	2	180	30	7	4
<i>Combretum</i> -Modell, achsenfest	9	60	10	0	0
<i>Combretum</i> -Modell, rutschend	9	120	ca. 5	20	11
Zylinder	9	120	10	30	17

Abb. 3: Gerundete Mittelwerte für je $n = 5$ Abrollversuche entsprechend Abbildung 7a.
d Durchmesser,
 v_{sink} Sinkgeschwindigkeit,
 f_{rot} Rotationsfrequenz,
s Seitabdrift, h Fallhöhe.

+y-Achse, und zwar bei 170 cm Fallhöhe um 3,6 cm. Diese Abweichung entspricht 2,12 % der Fallhöhe. Bei 30 m Fallhöhe wären das immerhin 63 cm. Ein zweiter Versuch mit einer anderen, morphologisch ähnlichen Diaspore der gleichen Art ergab bei $N = 50$ und sonst gleichen Bedingungen eine Ablenkung von 4,42 cm, entsprechend 2,60 % oder 78 cm bei 30 m Fallhöhe.

Des Weiteren wurde auch mit dem oben genannten Modell mit einer Ausgangshöhe von $h = 1,8$ m experimentiert. Dazu wurde es zwischen zwei Korken auf eine Drahtachse gesteckt; auf den Korken wurden die Schnüre nach Art der Abbildung 7a bis zur Ausgangshöhe aufgewickelt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 zusammengestellt.

Demnach ist ein Querabtriebseffekt (seitliches Verdriften) beim – infolge der Luftbremsung durch die rasche Rotation langsamen – Absinken mit der einfachen Einrichtung nicht messbar. Reduziert man die Drehfrequenz durch rutschendes Aufkuppeln, so dass die Sinkgeschwindigkeit steigt, kann man dagegen eine Seitabdrift von 11 % der Fallhöhe messen. Eine zylindrische Papierrolle gleichen Durchmessers und gleicher Länge erreicht mit 17 % einen grö-

ßeren Wert. Die Abrolleinrichtung alleine (zwei Korken + Achse) erreichte 4 %. Damit ergibt sich unter den gegebenen Bedingungen für das Modell ein Wert von 7 %.

Nun entspricht eine *Combretum*-Diaspore ja eher einem flächigen Drehkreuz als einem Zylinder, dem klassischen Element, an dem der Magnus-Effekt vielfach gemessen worden ist. Wie kann an einem flächigen Drehkreuz ein Magnus-Effekt entstehen? In den Zwischenräumen der Drehkreuz-Arme bilden sich offenbar stehende Wirbel, so dass diese Zwischenräume „strömungsmechanisch geschlossen“ werden, wodurch eine angenähert zylinderförmige Einhüllungsfläche entsteht. Das zeigt Strömungssichtbarmachung durch Rauch (Abb. 4b–d). Der Raucherzeuger – ein Stück Rauchschnur, wie sie von Installateuren für die Strömungssichtbarmachung in Luftanlagen verwendet wird – war dabei direkt in einen Zwickel eingeklebt (Abb. 4a).

Ein – eher geringer – Ablenkungseffekt (Magnus-Effekt) durch die Rotation um eine angenähert horizontale und raumfest bleibende Achse ist also sowohl am Original wie am Modell nachweisbar. Dabei ist freilich nicht sicher, ob die induzierte Rotation immer mit der natürlichen übereinstimmt. Bei der geringen Fallhöhe könnten auch Einschwingvorgänge überlagert sein, so dass die Ablenkung bei natürlich auftretenden Fallhöhen und natürlicher Rotation größer sein könnte. Wenn die oben genannte Spiralbahn auftritt, würde der Magnus-Effekt genauso auftreten, doch würden sich die von ihm erzeugten Seitabdriften so auswirken, dass in der Projektion auf die Erdoberfläche nicht eine Ablenkungs-Gerade, sondern eine Ablenkungs-Spirale entsteht.

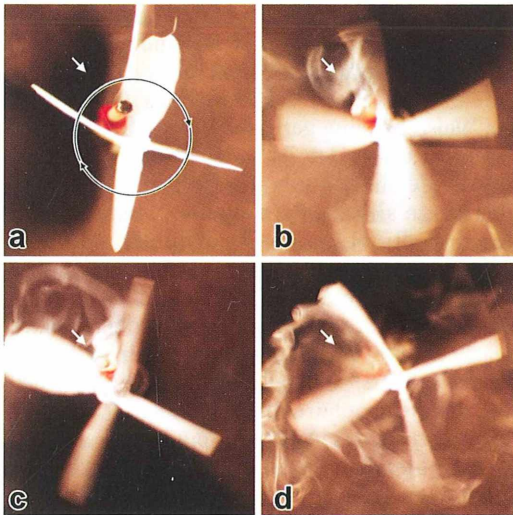


Abb. 4: Demonstration stehender Wirbel an einem rotierenden Diasporen-Modell mit integriertem Raucherzeuger. **a** In Ruhe. **b** und **c** Beginnende Formierung und fortgeschrittene Ausbildung eines stehenden Wirbels. **d** Vollständige Sektorenausfüllung und wirbelige Ablösung an einer Flügelkante. Der Pfeil weist auf die Lage des Raucherzeugers hin. Belichtungszeit bei b–d circa 1/200 s.

Beispiele für weitere Drehwalzenflieger (Abb. 5)

a: *Rheum palmatum*, Rhabarber; *Oxyria digyna*, Säuerling; einige *Rumex*-Arten, Ampfer: Solche einheimische Formen besitzen kleine Früchte, die häufig, aber nicht immer, drehwalzenartig abwärts fallen.

b: *Cavanillesia hylogeiton*, ein bis 50 m hoher Baum des tropischen Südamerika: Mit 25 cm langen, keulenförmigen Früchten und fünf mächtigen, aber papierdünnen Flügeln von 8–9 cm Maximalbreite (größter Durchmesser bis 18 cm) weisen diese größten bekannten

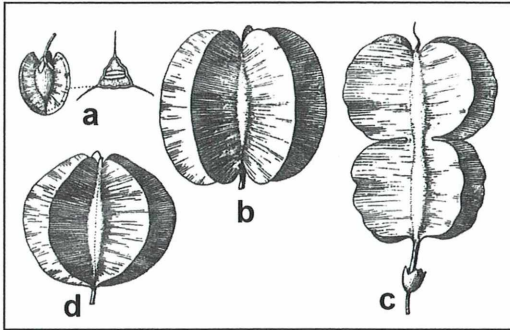


Abb. 5: Weitere Drehwalzenflieger (nach Ulbrich, 1928).

Drehwalzenflieger im reifen Zustand nur eine Masse von etwa 10 g auf.

c: *Piscidia erythrina*, Hundsholz-Baum aus dem tropischen Mittelamerika: Die mehrsamige bis 7 cm lange Hülse trägt vier häutige, bis 2 cm breite Flügel, die mittig geteilt sind.

d: *Combretum lawsonianum*, ein tropischer Baum: Die bis 4 cm lange Frucht trägt fünf Flügel, die ihr ein fast kugelförmiges Aussehen verleihen.

Ob und inwieweit bei all diesen Arten der Magnus-Effekt eine Rolle spielt, bleibt nachzuweisen.

Physikalische Deutung der Ablenkung

Einzelne Messreihen wie diese können nur Hinweise geben. Doch unterstützen sie die physikalische Grundidee, dass Drehwalzenflieger den Magnus-Effekt einbeziehen, der meines Wissens hier erstmals auf Probleme der Diasporologie bezogen worden ist.

Zum Verständnis der Seitabdrift von Drehwalzenfliegern müssen zwei physikalische Effekte kurz betrachtet werden, welche von der Bernoulli-Gleichung und eben dem darauf beruhenden Magnus-Effekt beschrieben werden.

Bernoulli-Gleichung

Diese Gleichung besagt, dass in einem Strömungssystem der Gesamtdruck p_{ges} gleich der Summe aus Staudruck $q = \frac{1}{2} \rho v^2$ und Wanddruck p_{Wand} konstant ist; $p_{\text{ges}} = q + p_{\text{Wand}} = \text{const.}$ Steigt die Strömungsgeschwindigkeit v und damit q , so muss p sinken und umgekehrt. Wenn v steigt, sind die Stromlinien in einem betrach-

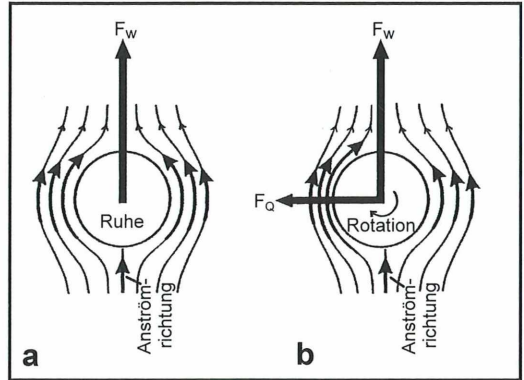


Abb. 6: Zustandekommen einer Querkraft F_Q .

Nur Widerstand F_W an einem von unten angeströmten, nicht rotierenden Zylinder (a) sowie zusätzliches Zustandekommen einer Querkraft F_Q an einem rotierenden Zylinder (b).

teten Querschnitt zusammengedrängt und umgekehrt.

Ein ruhender, senkrecht zu seiner Längsachse mit der Geschwindigkeit v von unten angeströmter Zylinder (Parallelanströmung) erfährt ein – in der Zeichnung der Abbildung 6a links und rechts – symmetrisches Stromlinienbild und damit lediglich eine nach oben gerichtete Widerstandskraft F_W in Strömungsrichtung. Das wäre der Fall, wenn der Zylinder mit horizontaler Längsachse absinkt ohne zu rotieren. Eine große Widerstandskraft F_W würde günstiger Weise für eine geringe Sinkgeschwindigkeit sorgen. Rotiert der Zylinder aber zusätzlich – in der Zeichnung 6b im Uhrzeigersinn – so überlagern sich die Parallelanströmung und die durch die Rotation um den Zylinder induzierte Zirkulation Γ so, dass die Stromlinien „links“ stärker zusammengedrängt, „rechts“ weiter auseinandergezogen sind. Das bedeutet nach der Bernoulli-Gleichung „links“ einen Unterdruck, „rechts“ einen Überdruck, jeweils relativ zum Atmosphärendruck. Diese Druckdifferenz bewirkt das Auftreten einer senkrecht zu F_W verlaufenden – in der Zeichnung nach links gerichteten – Kraft, die als Auftrieb bezeichnet werden kann; hier hat sich die Bezeichnung Querkraft F_Q eingebürgert.

Magnus-Effekt und Flettner-Rotorschiff

Zur Demonstration wird in Physik-Vorlesungen gerne das folgende kleine Experiment vor-

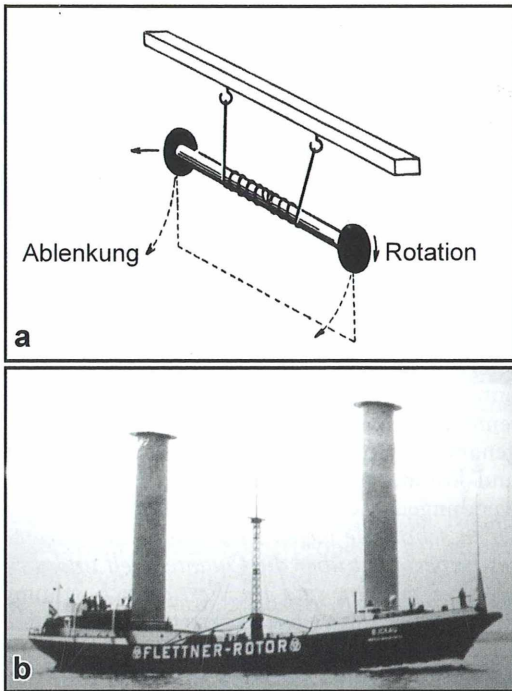


Abb. 7: Rollen-Experiment zum Magnus-Effekt (a) und Flettner-Rotorschiff Buckau aus dem Jahr 1924 (b; nach einem Foto des Deutschen Museums in München).

geführt. Lässt man eine an zwei Fäden aufgewinkelte Rolle mit ihrer Längsachse parallel zur Erdoberfläche fallen – also genau so, wie die *Compretum*-Diasporen im Experiment ausgerichtet worden sind –, so wird sie dabei in Rotation versetzt und seitlich abgelenkt (Abb. 7a). Diesen Effekt nennt man nach seinem Entdecker den Magnus-Effekt. Im Flettner-Rotorschiff der 20-er Jahre, das statt Segeln rotierende Zylinder trug (Abb. 7b), die im Wind eine Querkraft erzeugen, wurde dieser Effekt erstmals zum Schiffsantrieb ausgenutzt.

Doch nochmals zurück zur Querkraft F_Q , die den Magnus-Effekt bedingt. Diese Querkraft F_Q erreicht für einen mit der Geschwindigkeit v_{sink} absinkenden Zylinder mit horizontal bleibender Längsachse nach der Kutta-Joukowski-Beziehung die Größe $F_Q = \rho v_{\text{sink}} \Gamma$ (ρ Luftdichte, gleich $1,23 \text{ kg m}^{-3}$; v_{sink} Anströmgeschwindigkeit in m s^{-1} , Γ Zirkulation in $\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$). Man kann die Zirkulation für einen Zylinder auch so schreiben: $\Gamma = \oint v_r ds \approx v_{\text{rot mittel}} U$. Hierbei ist $\oint v_r ds$ das Ringintegral der Zirkulationsgeschwindigkeit v_r über die geschlossene Weg-

strecke s , angenähert ersetzbar durch das Produkt aus mittlerer Rotationsgeschwindigkeit in Wandnähe v_r und den Zylinderumfang U . Bei gegebener Geometrie tritt also ein großer Seitabdrift-Effekt auf, wenn der Zylinder rasch sinkt ($v_{\text{sink}} \rightarrow \text{groß}$) und sich dabei rasch dreht (Rotationsfrequenz $f_{\text{rot}} \rightarrow \text{groß}$).

Mit der letztgenannten Feststellung tut sich aber eine Diskrepanz auf. Wenn die Evolution auf passive Verdriftung (Nutzung von Seitwinden) setzt, sollten die Diasporen möglichst langsam absinken. Wenn sie auf aktive Verdriftung (Nutzung des Magnus-Effekts) setzt, sollten sie möglichst rasch absinken und rasch rotieren. Rascher rotierende Diasporen sinken aber wegen des größeren erzeugten Luftwiderstands kontraproduktiverweise per se langsamer ab: Der Magnus-Effekt wird durch ein geringeres v_{sink} sozusagen kaschiert.

Offensichtlich ist der Magnus-Effekt also nicht „Evolutionsziel“ – die flapsige Ausdrucksweise sei einmal gestattet –, sondern ein nolens volens auftretendes physikalisches Nebenprodukt, das bei normalen Windverhältnissen von vernachlässigbarer ökologischer Effektivität ist. Bei Windstille freilich kann sich dieses doch auswirken und hierbei für eine gewisse, wenn auch geringe Horizontalverbreitung sorgen. Die Natur hat eben für alle möglichen Fälle noch ein Hintertürchen bereit.

Danksagung

Der Autor dankt Dr. Alfred Wisser, Saarbrücken, für die Tafelzusammenstellung und das Layout der Abbildungen.

Literaturhinweise

- Nachtigall, W.: Bau und Funktion von Drehflügel-Diasporen. Teil 3: Wie die „Nasenzwicker“ von Ahorn-Arten abwärts rotieren. *Mikrokosmos* 101, 225–229 (2012).
 Ulbrich, E.: Biologie der Früchte und Samen (Karpobiologie). Springer, Berlin 1928.

Verfasser: Prof. em. Dr. rer. nat. Werner Nachtigall, Außenstelle Universität des Saarlands zur Arbeitsstelle für Technische Biologie und Bionik der Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz. Postanschrift: Universität, Bau A 2.4, Raum 043, 66041 Saarbrücken, E-Mail: w.nachtigall@mx.uni-saarland.de

Kurze Mitteilung

Video zeigt Wellen-Charakter von Teilchen

Die Quantentheorie beschreibt die Welt der Atome sehr präzise. Dennoch entzieht sie sich unserer makroskopischen Alltagsweltanschauung aufgrund ihrer vielen antiintuitiven Vorhersagen. Der Welle-Teilchen-Dualismus ist wohl das bekannteste Beispiel und besagt, dass Materie sich wie Wellen ausbreitet und interferieren kann. Nun hat ein internationales Forscherteam den Interferenzprozess einzelner Moleküle sichtbar gemacht und gefilmt. Die Aufnahmen wurden von der Fachzeitschrift *Nature Nanotechnology* online veröffentlicht (Juffmann et al., 2012).

Zu sehen, wie sich das Interferenzmuster mit jedem Lichtfleck, Molekül für Molekül, aufbaut und sich ein Grundprinzip der Quantenmechanik darstellt, vertieft unser Verständnis der atomaren Welt, erklärt Prof. Marcel Mayor, der am Karlsruher Institut für Technologie und an der Universität Basel forscht und lehrt. Für das Experiment, das zusammen mit Kollegen der Universitäten Wien und Tel Aviv durchgeführt wurde, hat er fluoreszierende Moleküle namens Phtalocyanin synthetisiert, die eine Atommasse bis zu 1298 u besaßen und aus bis zu 114 Atomen bestanden. Die Moleküle wurden dann beschleunigt und als langsamer Strahl durch ein optisches Gitter geschickt. Sie setzten sich auf einen Sichtschirm ab, wo sie durch einen Laser zum Leuchten angeregt wurden. Wie das Interferenzmuster sich aus den einzelnen Lichtpunkten zusammensetzt, hat ein Fluoreszenzmikroskop über 90 Minuten verfolgt (Abb. 1). Der Aufbau ist so empfindlich, dass wirklich jedes einzelne Molekül auf dem

Schirm auf etwa 10 Nanometer genau lokalisiert wird.

In Zukunft könnte der Versuchsaufbau genutzt werden, um etwa die van-der-Waals-Wechselwirkung zwischen den Molekülen im Strahl und denen im Gitter zu untersuchen, die sich im Interferenzmuster recht empfindlich niederschlägt. Auch die Frage, ab welcher Größe und unter welchen Bedingungen sich Teilchen quantenmechanisch oder klassisch verhalten, die so genannte Dekohärenz, interessiert die Forscher und könnte die Grundlage für neuartige Anwendungen wie etwa Quantencomputer legen. *Doch schon die vielen Einsichten, die uns dieses Experiment über die Quantenwelt und ihre Grenzen erlaubt, sind ein Wert an sich,* stimmt Prof. Mayor mit vielen Experten überein, unter anderem Bum Suk Zhao und Wieland Schöllkopf vom Berliner Fritz-Haber-Institut, die das Experiment im begleitenden Kommentarartikel in der gleichen Zeitschrift bewerten (Zhao und Schöllkopf, 2012).

Literaturhinweise

Juffmann, T., Milic, A., Müllneritsch, M., Asenbaum, P., Tsukernik, A., Tüxen, J., Mayor, M., Cheshnovsky, O., Arndt, M.: Real-time single-molecule imaging of quantum interference. *Nature Nanotechnology* (2012), doi:10.1038/nnano.2012.34.

Zhao, B. S., Schöllkopf, W.: Fundamental physics: Molecules star in quantum movie. *Nature Nanotechnology* (2012), doi:10.1038/nnano.2012.44.

Redaktion MIKROKOSMOS

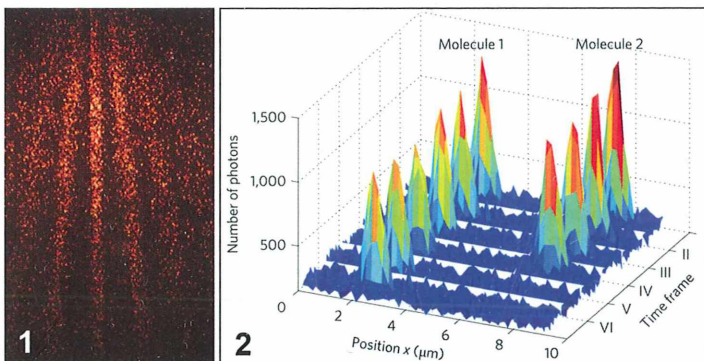


Abb. 1: Jedes einzelne Molekül fluoresziert und wird zum Teil des Interferenzmusters. Das Bild wurde nach 90 Minuten aufgenommen. –

Abb. 2: Computerdarstellung der emittierten Photonen zu sechs verschiedenen Zeiten nach Anregung zweier Moleküle (beide Abbildungen aus Juffmann et al., 2012).

Das Leitz-Mach-Zehnder-Interferenzmikroskop für Durchlicht

Teil 2: Algenkundliche Anwendungen

Joachim Jahnke, Maria Bugaro und Daniel Mahlmann

Im ersten Teil dieser Serie zum Mach-Zehnder-Interferenzmikroskop wurden der Mikroskoptyp, die Möglichkeiten interferometrischer Messungen sowie die Grenzen der Methode an Hand von Algenzellen dargestellt. Im zweiten Teil wenden wir uns nun einigen Beispielen aktueller Untersuchungen an Algen aus den Bereichen Phytoplankton, Benthosalgae und terrestrischer Algenbiofilme beziehungsweise aerophytischer Algen zu.

Es ist ein übliches Verfahren, die Algenzellen in der Wasserprobe zu zählen, zu vermessen und über die Angleichung an geometrische Formen das Zellvolumen zu er-

rechnen (Hillebrand et al., 1999), um schließlich die Biomasseentwicklung und -verteilung in der Planktongemeinschaft im Gewässer zu quantifizieren. Entscheidend ist letztlich der

Tabelle 1: 26 Phytoplanktonarten aus 22 Gattungen; insgesamt wurden 108 Zellen interferometrisch vermessen. Probenahmemonat, Habitat, Wassertemperatur, das mittlere Trockengewicht je Biovolumeneinheit (TG/Bv) mit Standardabweichung (S) und die Anzahl je Art gemessener Zellen (n) sind angegeben.

Art	Monat	Habitat	Temp °C	TG/Bv fg μm^{-3} Mittel ($\pm$ S)	n
<i>Botrydiopsis</i> spec.	Juni	Teich	23	242,3 (48,7)	6
<i>Bracteacoccus</i> spec.	Juni	Teich	18	224,7 (35,7)	8
<i>Chlamydomonas oligochloris</i>	Mai/Juni	Teich	17/18	118,9 (38,2)	7
<i>Chlamydomonas</i> spec.	April	Teich	10	429,9	1
<i>Chlamydomonas</i> spec.	Juni	Teich	16	294,9	1
<i>Chlorococcum</i> spec.	Juni	Teich	16	310,7	1
<i>Closteriopsis acicularis</i>	Juni	Teich	23	365,1 (111,2)	3
<i>Closterium leibleinii</i>	Mai	Teich	12	304,2	1
<i>Cosmarium humile</i>	Mai	Teich	12	436,0	1
<i>Cryptomonas</i> spec.	Juni	Teich	16	269,2 (83,7)	3
<i>Desmodesmus communis</i>	Juni	Teich	16–23	424,1 (86,5)	14
<i>Dictyosphaerium chlorelloides</i>	Mai/Juni	Teich	17/15	244,0 (20,1)	6
<i>Dinobryon</i> spec.	April	Teich	8	282,9 (69,8)*	6
<i>Dinobryon</i> spec.	Sept	See	18	377,5*	1
<i>Euastrum denticulatum</i>	Mai	Teich	12	518,0	1
<i>Eudorina elegans</i>	Sept	See	18	303,4	2
<i>Franceia amphitricha</i>	Mai/Juni	Teich	17/18	349,4 (74,7)	7
<i>Gloeocystis</i> spec.	Juni	Teich	16	326,5	2
<i>Gymnodinium</i> spec.	Sept	See	18	343,7	1
<i>Ophiocytium capitatum</i>	Juni	Teich	16	384,1	1
<i>Tetrastrum komarekii</i>	Juni	Teich	16	331,2	2
<i>Trachelomonas hispida</i>	April	Teich	10	264,9	1
<i>Trachelomonas volvocina</i>	April	Teich	10	274,3	1
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	Mai/Juni	Teich	12/23	359,7 (145,2)	27
<i>Spondylosium planum</i>	Sept	See	18	325,0 (120,8)	3
<i>Staurodesmus</i> spec.	Sept	See	18	280,0	1

* TG/Bv ohne Lorica gemessen.

Zellkohlenstoff als Bezugseinheit, dessen Weg und Verteilung im Nahrungsnetz analysiert werden soll. Der Schritt der Kalkulation vom Biovolumen zum Zellkohlenstoff ist möglich über Relationen, die an vielen Arten aus Algenkulturmateriale gewonnen wurden. Die aktuellste Zusammenstellung wurde 2000 von Menden-Deuer und Lessard publiziert.

Phytoplankton

Was liegt näher, als diese Beziehung einmal mit einer größeren Zahl einzelner, lebender Algenzellen aus Freilandproben zu überprüfen. Ein Vorhaben, das bisher als unmöglich galt (Rocha und Duncan, 1985). Jedoch mit der interferometrischen Methode können wir Zell-trockengewichte von lebenden Einzelzellen bestimmen. Wenn die Zellvolumen/Kohlenstoff-Beziehung aus Kulturdaten für Freilandplankton repräsentativ sein soll, dürften die interferometrisch bestimmten und kalkulierten Kohlenstoffwerte einer größeren Zahl einzelner Zellen unterschiedlicher Arten und Gattungen, aus verschiedenen Gewässern, zu allen Jahreszeiten gesammelt, eine gleiche oder doch zumindest sehr ähnliche Abhängigkeitsbeziehung

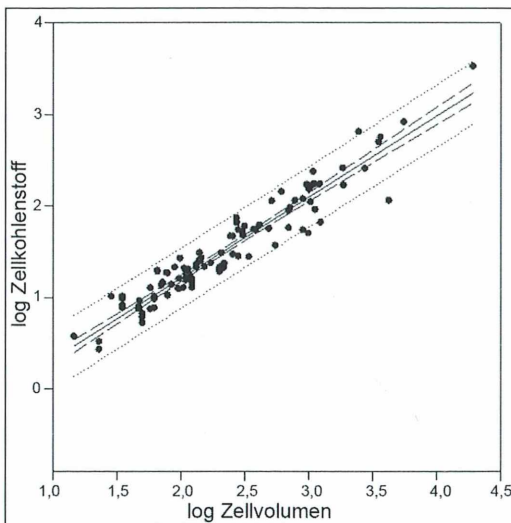


Abb. 1: Die lineare Regression (log Zellvolumen versus log Zellkohlenstoff) von 108 Einzelzellen (26 Phytoplanktonarten). Regressionsgeradengleichung: $\log \text{Zellkohlenstoff} = 0,885 \log \text{Zellvolumen} - 0,561$; Konfidenzbereiche 95% (gestrichelte Linien) und 99% (gepunktete Linien); Korrelation: $r = 0,954$.

ergeben. Dies haben wir getan und 108 lebende, zufällig ausgewählte Zellen von 26 Arten und 22 Gattungen (Tab. 1) aus Netzplanktonproben von Tümpeln und Seen interferometrisch gemessen und deren Zellvolumina bestimmt. Die berücksichtigten Arten sind Vertreter der Formenkreise der Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta und Euglenophyta. Aus den in Teil 1 unseres Artikels genannten Gründen haben wir alle Kieselalgen sowie *Ceratium* und *Synura* nicht gemessen (Jahnke et al., 2012). Es ist nach Menden-Deuer und Lessard (2000) davon auszugehen, dass die Abhängigkeit des Zellkohlenstoffs vom Zellvolumen im Bereich von $20 \mu\text{m}^3$ bis mindestens $20.000 \mu\text{m}^3$ noch linear ist, wenn beide Parameter gegeneinander logarithmisch aufgetragen werden. Abbildung 1 zeigt unsere Daten als lineare Regression mit den statistischen Vertrauensbereichen. Wandelt man die Regressionsgeradengleichung um, erhalten wir die Beziehung zur Berechnung des Zellkohlenstoffs in 10^{-12} g (= pg): $\text{pg C} = 0,275 \times \text{Zellvolumen}^{0,885}$. Diese Beziehung ist sehr ähnlich der von Menden-Deuer und Lessard (2000) mit $\text{pgC} = 0,216 \times \text{Zellvolumen}^{0,939}$. Deutlich wird die weitgehende Übereinstimmung der beiden Beziehungen in Abbildung 2. Glatte Werte des log Zellvolumen von 1 (= $10 \mu\text{m}^3$) bis 4,5 (= $31.623 \mu\text{m}^3$) sind als Anhaltspunkte eingetragen. Unsere interferometrisch an Einzelzellen gewonnenen Werte stimmen also mit denen von abfiltriertem, getrocknetem und gewogenem Algenkulturmateriale weitge-

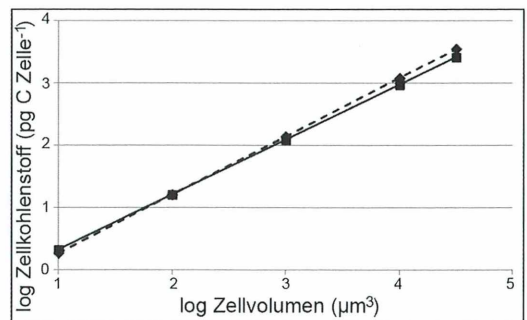
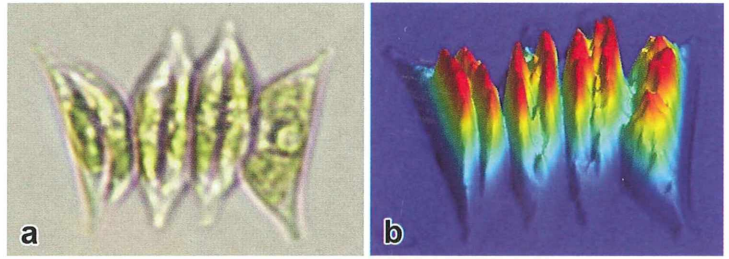


Abb. 2: Vergleich der Zellvolumen/Zellkohlenstoff-Beziehung, vorgeschlagen von Menden-Deuer und Lessard (2000) (gestrichelte Linie, Rauten: $\log \text{Zellkohlenstoff} = 0,939 \log \text{Zellvolumen} - 0,666$) mit unserer Relation (durchgezogene Linie, Quadrate: $\log \text{Zellkohlenstoff} = 0,885 \log \text{Zellvolumen} - 0,561$) ermittelt durch Messungen von Einzelzellen aus in situ Phytoplanktonproben.

Abb. 3: *Scenedesmus dimorphus* im Hellfeld (a) und im 3D-Falschfarbenbild (b) zur Darstellung der Gangunterschiede Γ (blau: 0 nm bis rot: 350 nm). Drei Zellen sind in Teilung begriffen. Zellgröße $17,5 \times 5,4 \mu\text{m}$.



hend überein, so dass die Menden-Beziehung auch auf in situ Planktongemeinschaften in gleicher Weise anwendbar ist.

Von Zelle zu Zelle kann der Kohlenstoffgehalt pro Biovolumeneinheit (d.h. bei gleichem Zellvolumen) allerdings erheblich schwanken, wobei mit zunehmender Wachstumshemmung,

wie zum Beispiel unter Nährstoffmangel oder unter dem Einfluss toxischer Substanzen, also unter Stressbedingungen, der Kohlenstoffgehalt zunimmt. Diese Eigenschaft der Zellen, unter Wachstumshemmung Kohlenstoff, beispielsweise in Form von Stärkekörnern im Falle der Grünalgen, zu akkumulieren und damit

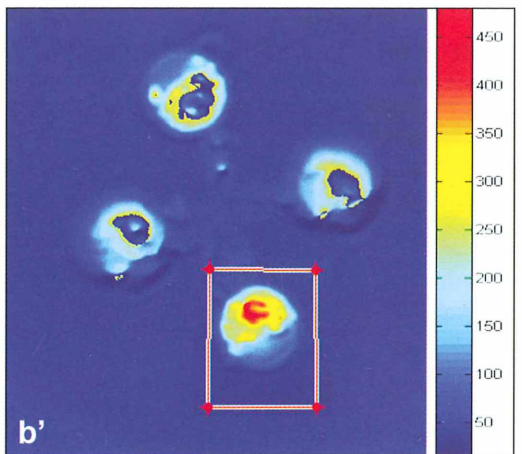
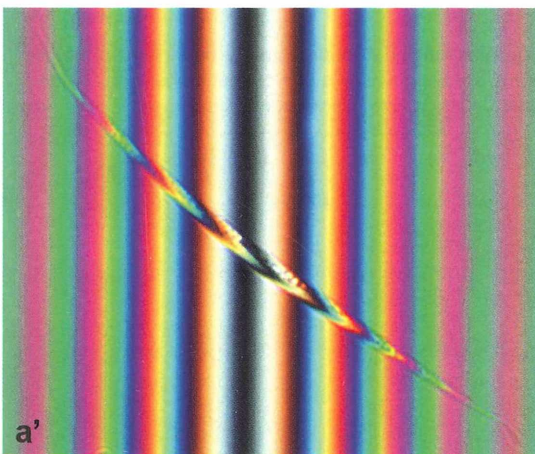
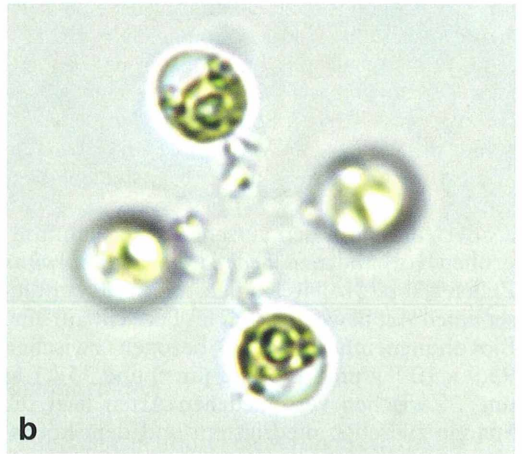
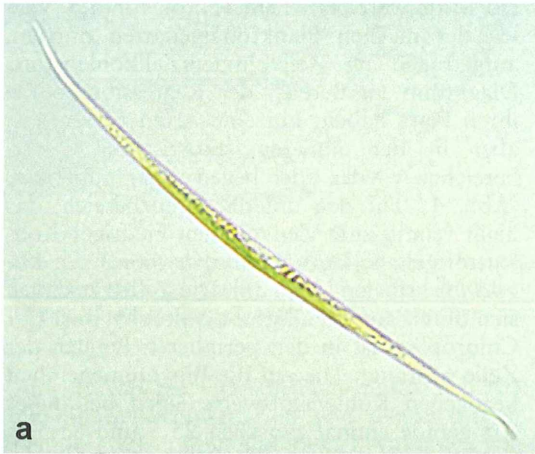


Abb. 4: *Closteriopsis acicularis* im Hellfeld (a) und im Interferenzstreifenfeld (a'). Zellgröße $98 \times 3,5 \mu\text{m}$. *Dictyosphaerium* spec. im Hellfeld (b) sowie im Phasenbild mit einer zur Messung markierten Zelle im Falschfarbenbild (b'). Zelldurchmesser $6 \mu\text{m}$. Skala rechts: $\Gamma = 0-450 \text{ nm}$.

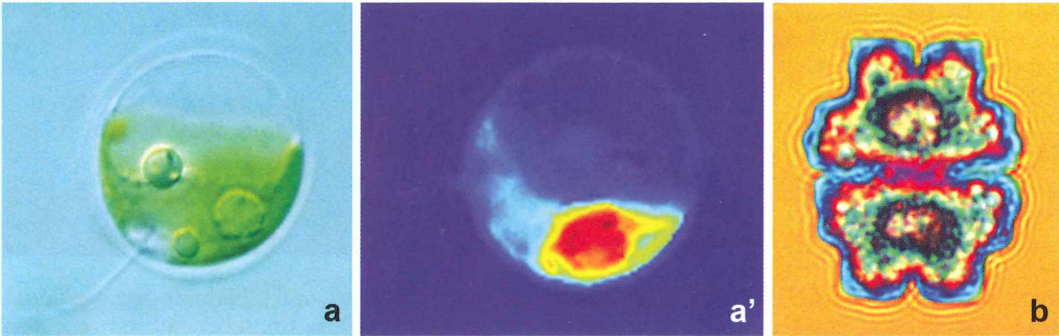


Abb. 5: *Chlamydomonas* c.f. *oligochloris* im differentiellen Interferenzkontrast (a) und (eine andere Zelle) im Falschfarbenbild (a'). Auffallend ist die große Vakuole, die kaum zum Zelltrockengewicht beiträgt. Zelldurchmesser 12 µm. b: *Euastrum denticulatum*, eine kleine Zieralge mit relativ dicken Zellwänden und kleinen Vakuolen im homogenen Interferenzkontrast. Zellgröße 27 × 22 µm.

ihr Trockengewicht zu erhöhen, lässt sich auch zur Entwicklung ökotoxikologischer Testsysteme nutzen, wie das am Beispiel der Bodenalge *Klebsormidium flaccidum* gezeigt wurde (Jahnke et al., 2011). So kann der Kohlenstoffgehalt unter Stress im Vergleich zum optimalen Wachstum um den Faktor 3,8 ansteigen. Diesen Wert erhielten wir bei der Vermessung von 27 der zufällig in den verschiedenen Planktonproben vorhandenen *Scenedesmus dimorphus* Zellen (Abb. 3). Die Kohlenstoffwerte bei dieser einen Art bewegten sich im Bereich, auf eine Biovolumeneinheit (1 µm³) bezogen, zwischen $93,9 \times 10^{-15}$ g µm⁻³ (93,9 fg µm⁻³) und 357,1 fg µm⁻³. Zwischen verschiedenen Arten liegt die Spanne zwischen niedrigstem und dem höchst-

ten Mittelwert bei einem Faktor von 3,5. Zellen der meisten Planktonalgenarten dürften, aufgetragen im Zellvolumen/Zellkohlenstoff-Diagramm im Bereich der Regressionsgerade ihren Platz haben. Einzelne Arten finden sich aber in den äußeren statistischen Grenzbereichen wieder oder liegen sogar außerhalb (Abb. 4). Für den unteren Grenzbereich, das heißt relativ zum Zellvolumen niedriger Kohlenstoffgehalt, kann *Chlamydomonas* c.f. *oligochloris* dienen (Abb. 5a). Die Zellen zeichnen sich durch auffallend große Vakuolen aus. Der Chloroplast ist in den peripheren Bereich der Zelle gedrängt. Die auf die Biovolumeneinheit bezogenen Kohlenstoffwerte lagen bei dieser Art gerade einmal zwischen 25,5 und 81,5 fg

Tabelle 2: Neun Gattungen benthischer Fadenalgen; insgesamt wurden 43 Zellen interferometrisch vermessen. Probenahmemonat, Habitat, Wassertemperatur, das mittlere Trockengewicht je Biovolumeneinheit (TG/Bv) mit Standardabweichung (S) und die Anzahl je Art gemessener Zellen (n) sind angegeben.

Art	Monat	Habitat	Temp °C	TG/Bv fg µm ⁻³ Mittel (± S)	n
<i>Chaetophora</i> spec.	Juni	Teich	18	364,8 (73,6)	5
<i>Draparnaldia glomerata</i>	April	Quelle	8		
Achse				27,2	2
Zweig 1. Ordnung				39,5	2
Zweig 2. Ordnung				304,0 (12,1)	3
<i>Microspora</i> spec.	April	Teich	5	357,5 (5,9)	4
<i>Microthamnion</i> spec.	Januar/ April	Quelle/ Teich	8 10	336,4 (66,4)	6
<i>Mougeotia</i> spec.	Juni	Teich	20	57,7 (10,0)	3
<i>Oedogonium</i> spec.	Dez.	Quelle	8	143,7 (13,9)	3
<i>Spirogyra</i> spec.	Juni	Teich	20	53,8	2
<i>Tribonema</i> spec.	April	Teich	5	401,0 (58,7)	8
<i>Ulothrix</i> spec.	Dez.	Quelle	9	233,5 (12,2)	5

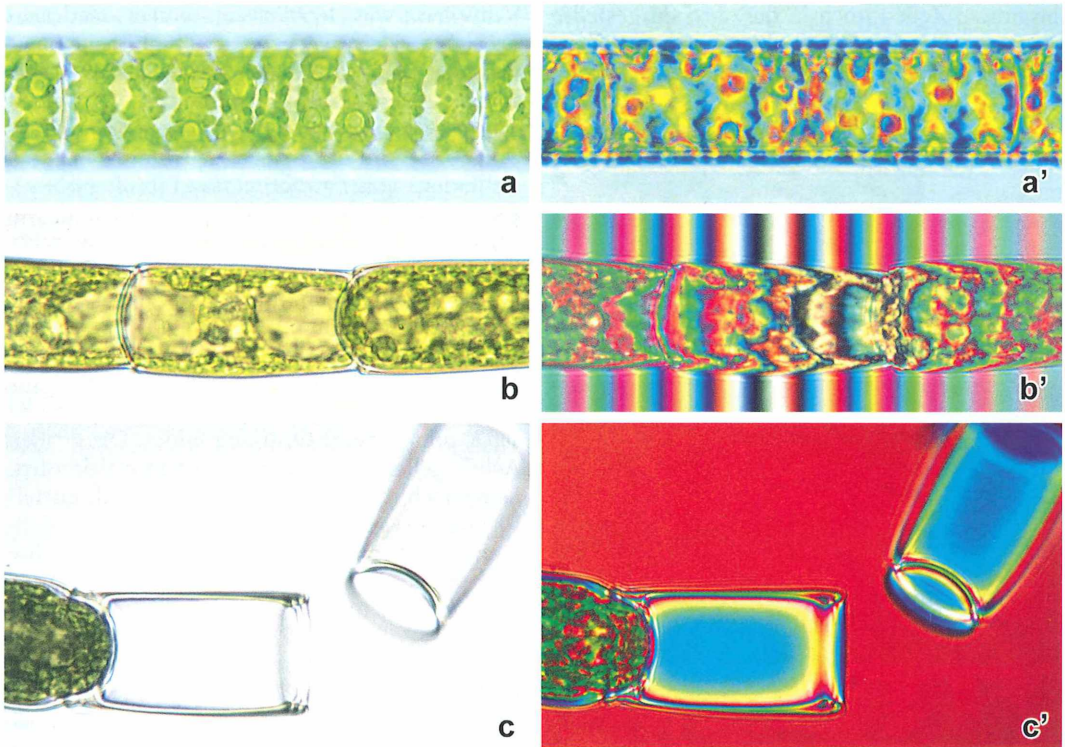


Abb. 6: *Spirogyra spec.* im Hellfeld (a) und im homogenen Interferenzkontrast (a'). Zelldurchmesser 16 µm. – Zellfaden von *Oedogonium spec.* im Hellfeld (b) und im Interferenzstreifenfeld (b'). Mittlerer Zelldurchmesser 23 µm. – Entleerte Zoosporangien von *Oedogonium spec.* im Hellfeld (c) und im homogenen Interferenzkontrast (c').

μm^{-3} . Im oberen Grenzbereich finden sich Arten mit der Kombination von relativ dicken Zellulosezellwänden und kleinen Vakuolen wie *Euastrum denticulatum* ($259 \text{ fg } \mu\text{m}^{-3}$) (Abb. 5b) und *Cosmarium humile* ($218 \text{ fg } \mu\text{m}^{-3}$).

Benthosalgae

Unter den benthischen Grünalgen finden sich viele Arten mit Zellvolumina von mehr als $10^5 \mu\text{m}^3$. In diesem Falle ist nicht zu erwarten,

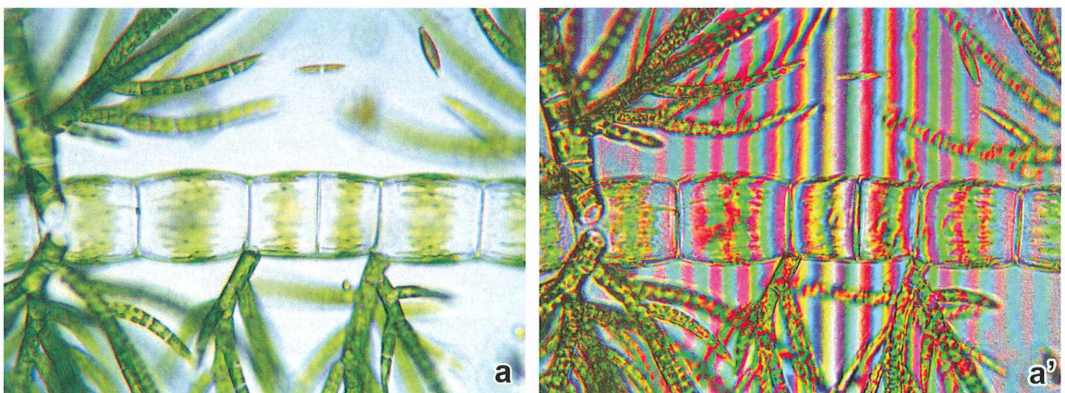
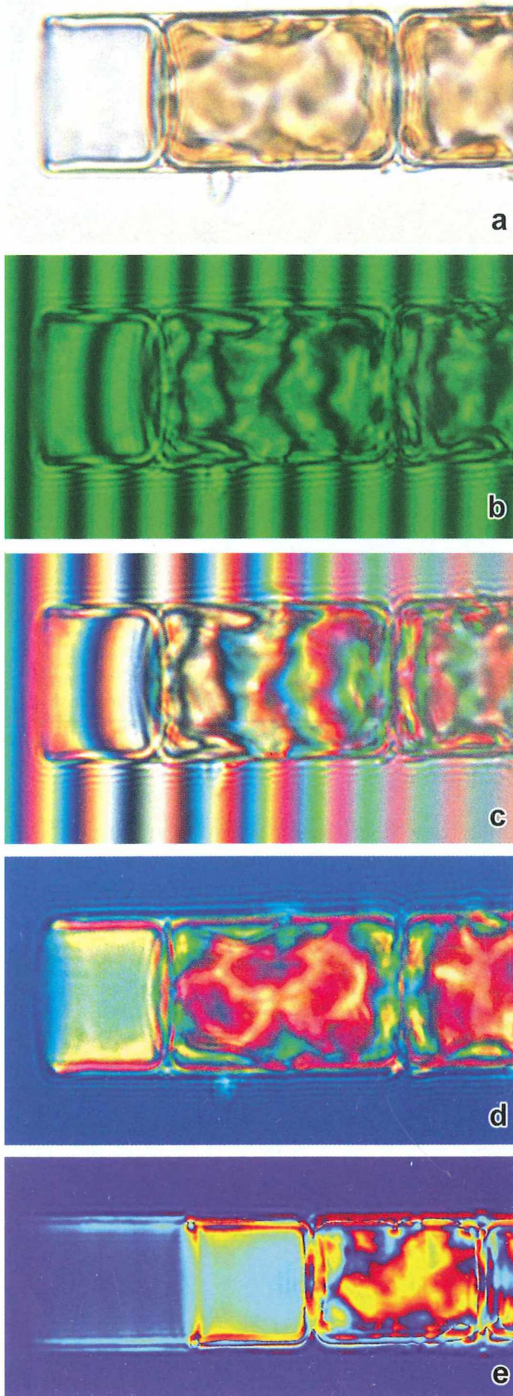


Abb. 7: *Draparnaldia glomerata* im Hellfeld (a) und im Streifenfeld (a'). Der Achsenzeldurchmesser beträgt 49 µm. Das Zellvolumen kann über $10^5 \mu\text{m}^3$ betragen.

dass diese Zellen noch in die oben dargestellte Relation zwischen Zellkohlenstoff und Zellvolumen passen. Die Zellen besitzen große



Vakuolen, was letztlich zu einem niedrigen Trockengewichtswert je Zellvolumeneinheit von weit unter $200 \text{ fg } \mu\text{m}^{-3}$ führt. Beispiele für solche Arten sind Vertreter der Gattungen *Mougeotia*, *Spirogyra* und *Oedogonium* (Tab. 2, Abb. 6) und die großen Zellen des zentralen Zellfadens von *Draparnaldia* (Tab. 2, Abb. 7). Die Messungen an großzelligen Arten sind, wie im ersten Teil beschrieben, relativ aufwändig. Wir haben uns in diesen Fällen mit der Streifenmethode, auch kombiniert mit vielen Detailmessungen, geholfen.

Draparnaldia glomerata ist insofern interessant, weil sie verzweigte Fadensysteme aus einem Achsenzellenfaden und Verzweigungen 1., 2. und höherer Ordnung bildet. Die großen Achsenzellen besitzen große zentrale Vakuolen. Der zerschlitzte Chloroplast liegt jeweils gürtelförmig im peripheren Plasmabelag der Zellwand. Während die großen Zellen der Achse und der Verzweigung 1. Ordnung sehr niedrige Trockengewichte von $25\text{--}40 \text{ fg } \mu\text{m}^{-3}$ aufweisen, haben die kleinen Zweigzellen der höheren Ordnungen – mit Zellvolumina unter $1000 \mu\text{m}^3$ und kleiner Vakuole – Trockengewichte, die in Zellkohlenstoff umgerechnet der Phytoplanktonrelation genügen.

Dies trifft auch auf die kleinzelligen, fädigen Chlorophyceen- und Xanthophyceenarten wie *Microthamnion* und *Tribonema* zu. In Tabelle 2 sind die Trockengewichtswerte einiger benthischer Algengattungen aufgeführt. Für benthischen Fadenalgen sollten, im Falle von Mischpopulationen großer und kleiner Arten, Biomasseberechnungen besser mit artspezifischen Zellkohlenstoff/Zellvolumen-Relationen durchgeführt werden. Auch das organische Trockengewicht der benthischen, kettenbildenden Diatomee *Melosira varians* mit einfach gebauter Frustel war mit der Streifenmethode zu

◀ **Abb. 8:** Leere Thekenhälfte und Endzelle einer *Melosira varians*-Zellkette im Hellfeld (a), im Streifenfeld (b und c) und im homogenen Interferenzkontrast (d). Zellgröße $17,4 \mu\text{m} \times 25,8 \mu\text{m}$; Zellfläche $450 \mu\text{m}^2$; Zellvolumen $6156 \mu\text{m}^3$. Der Gangunterschied Γ der leeren Frustel beträgt 131 nm und der lebenden Zelle 398 nm . *Melosira varians* mit entleertem männlichem Gametangium im Falschfarbenbild (e). Im dünnen Schalenbereich (links) des leeren Gametangiums liegt der Gangunterschied $\Gamma/2$ (einfache Schalendicke) bei $10 \pm 2 \text{ nm}$ beziehungsweise im dickeren Bereich (rechts) bei $80 \pm 10 \text{ nm}$. Die Kieselschalen sind demnach $0,11 \pm 0,02 \mu\text{m}$ bzw. $0,95 \pm 0,10 \mu\text{m}$ dick.

bestimmen, da einige Zellen oder Halbzellen leer waren, so dass der Gangunterschied der reinen Kieselschale vom Gesamtgangunterschied der Zelle subtrahiert werden konnte (Abb. 8). Das zellwandlose Zellrockengewicht beträgt demnach 706,6 pg und der Zellkohlenstoff der Biovolumeneinheit 57,4 fg μm^{-3} . Das Brechungsinkrement von Kieselalgenschalen als Feststoff in Wasser kann mit $1,42 - 1,333 / 2,3 = 0,038$ berechnet werden, wobei 1,42 der Brechungsindex und 2,3 die spezifische Dichte der Kieselschalen und 1,333 der Brechungsindex von Wasser sind. Zu beachten ist allerdings, dass die Brechungsindizes der Frusteln zwischen 1,39 und 1,475 liegen können (Höbel, 2009). Für die Kieselschale (SiO_2) der Zelle wird ein Gewicht von 155,3 pg erhalten und als Zell-Gesamtrockengewicht 862 pg. Somit entfallen 18% des Trockengewichtes auf die

Frustel. Ob dieser Wert in der richtigen Größenordnung liegt, lässt sich mit der Redfield-Brzezinski-Relation (Brzezinski, 1985) abschätzen. Demnach gilt für Diatomeenzellen ein mittleres Kohlenstoff (C) zu Kieselsäure (SiO_2) Gewichtsverhältnis von 1:0,7. Für unsere *Melosira*-Zelle berechnen wir 353,3 pg C zu 155,3 pg SiO_2 , das heißt 1:0,44, was durchaus realistisch sein dürfte. Ist nach der Formel $\Gamma = d (n_o - n_e)$ die Brechzahldifferenz bekannt (hier $1,420 - 1,333 = 0,087$) lässt sich nach Messung von Γ auch die Dicke der Kieselschale von *Melosira* berechnen.

Terrestrische Algenbiofilme

Über aerophytische Algenbeläge auf Rinde, an Mauerwerk und auf Böden ist im MIKRO-

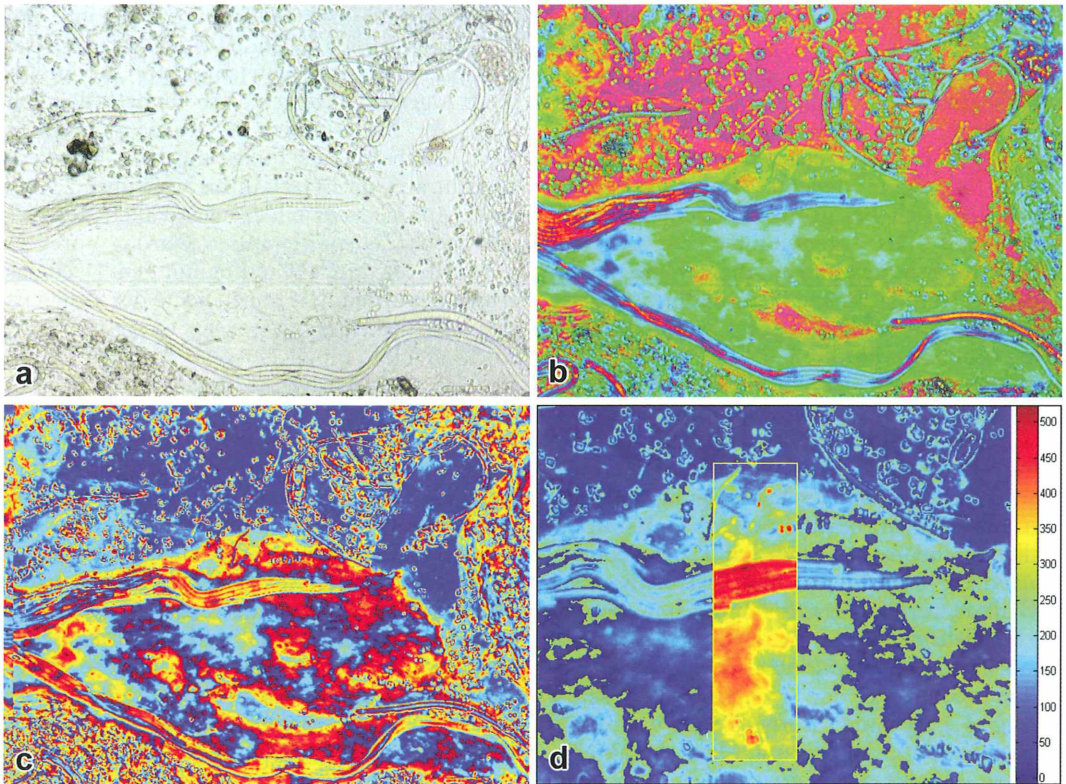


Abb. 9: Der Bodenalgenviofilm (Objektträgermethode) besteht überwiegend aus Cyanobakterien und deren Gallerte. Im Hellfeldbild (a), ist die von Gallerte bedeckte Fläche zwischen den Trichombündeln von *Phormidium* kaum zu erkennen. Erst im homogenen Interferenzkontrast (b) und im Falschfarbenbild (c) ist die, im Gegensatz zur unbeeinflussten Fläche (rosa), grün gefärbte Gallerte sehr kontrastreich zu erkennen. Die flächenbezogenen Trockengewichte von Gallerte und Bündel der markierten Fläche im Falschfarbenbild (d) wurden bestimmt. Trichomdicke 2,5–3 μm ; gemessene Fläche $25 \times 100 \mu\text{m}$, Farbskala $\Gamma = 0\text{--}500 \text{ nm}$.

Tabelle 3: Sieben Gattungen aerophytischer Algen; insgesamt wurden 44 Zellen interferometrisch vermessen. Probenahmemonat, Habitat, Lufttemperatur, das mittlere Trockengewicht je Biovolumeneinheit (TG/Bv) mit Standardabweichung (S) und die Anzahl je Art gemessener Zellen (n) sind angegeben.

Art	Monat	Habitat	Temp °C	TG/Bv fg μm^{-3} Mittel ($\pm$ S)	n
<i>Apatococcus lobatus</i>	Februar	Fassade	5	558,3 (136,1)	19
	April	Borke	18		
	Oktober	Borke	12		
<i>Chlorella spec.</i>	Februar	Fassade	5	272,5	1
<i>Chlorococcum spec.</i>	Februar	Beton	5	336,3 (35,1)	7
<i>Klebsormidium spec.</i>	Februar	Beton	5	371,2 (59,5)	9
	Oktober	Borke	12		
<i>Stichococcus bacillaris</i>	Oktober	Borke	12	503,4 (67,9)	4
<i>Tetracystis spec.</i>	Februar	Beton	5	389,9	1
<i>Trentepohlia umbrina</i>	Oktober	Borke	12	473,9 (53,4)	3

KOSMOS gelegentlich berichtet worden (Fischer, 1993; Kremer, 1997, 1998). Die Algen ertragen direkte Sonneneinstrahlung, rasche Wechsel von Austrocknung und Wiederbefeuchtung und Frost. Bei der Bildung dieser Algenbiofilmen sind vorwiegend Cyanobakterien und Grünalgen beteiligt und je nach Feuchtigkeitsregime auch Moosprotonemata, Xanthophyceen und Kieselalgen. Legt man Objektträger auf eine feuchte Bodenoberfläche, entwickeln sich bei genügend Licht zwischen Boden und Glas Algenbiofilme, die auch am Objektträger haften und auf diese Weise mikroskopiert werden können. Abbildung 9 zeigt einen von unterschiedlichen Cyanobakterienarten gebildeten Biofilm.

Biofilme zeichnen sich vor allem auch dadurch aus, dass von Algen und Bakterien reichlich Gallerte aus extrazellulären Polysacchariden (EPS) gebildet wird. Die Gallerte hat einen wesentlichen Anteil an der Verfestigung der Sedimentoberflächen. Interferometrisch kann die Gallerttrockenmasse und damit der Kohlenstoff (ca. 40% Masseanteil) flächenbezogen kalkuliert werden. In unserem Beispiel beträgt die Kohlenstoffmenge zwischen den Trichombündeln von *Phormidium* $0,76 \mu\text{g mm}^{-2}$. Die Kohlenstoffmenge der Trichombündel selbst beträgt $1,2 \mu\text{g mm}^{-2}$. Werte, die für gut ausgebildete terrestrische Algenbiofilme charakteristisch sind. Es ist davon auszugehen, dass aerophytische Algen in ihrem extremen Lebensraum unter Stressbedingungen wachsen. So ist zu vermuten, dass die Zellen ein eher hohes Trockengewicht aufweisen. Auch ist die Vakuolisierung der Zellen in Anpassung an die meist limitierende Wasserversorgung geringer, was

ebenfalls das Trockengewicht der Zellen erhöhen dürfte.

An festen Oberflächen sind die *Klebsormidium*-Zellen kleiner und dickwandiger als ihre, im feuchteren Milieu lebenden Bodenformen. Die tabellierten Trockengewichtswerte aerophytischer Algenzellen zeigen diese Tendenz deutlich (Tab. 3). Insbesondere *Apatococcus lobatus* weist ein besonders hohes mittleres Trockengewicht auf, im Einzelfall bis weit über $700 \text{ fg } \mu\text{m}^{-3}$. *Apatococcus* bildet meist Pakete aus vier und mehr Zellen. Gemessen wurden nur Einzelzellen, die durch Scherung mit dem Deckglas erhalten wurden. Die hohe Dichte der Zellen ist ein zusätzlicher Schutz gegen zu rasche Austrocknung und möglicherweise auch der Grund für das vergleichsweise langsame Wachstum dieser Art.

Ausblick

Wie unsere interferometrischen Analysen an Algenzellen unterschiedlichster Lebensräume zeigen, ist die Trockenmasse der Biovolumeneinheit als ökologischer und physiologischer Bezugswert durchaus geeignet. Alleine dieser auf Algen bezogene Anwendungsbereich der Mikroskopinterferometrie kann zu weiteren Untersuchungen anregen. Dies wären beispielsweise in der Planktonökologie eine kontinuierliche in situ-Analyse der Langzeitentwicklung einer Phytoplanktonblüte und in der angewandten Phykologie eine Charakterisierung des optimalen Erntezeitpunktes der Algen einer Kultur oder im Falle der Algenbiofilme auf Böden eine detaillierte Kalkulation der Kohlen-

stoffdynamik im Nahrungsnetz. Bei den meisten Objekten wird man nicht auf eines der seltenen Mach-Zehnder Instrumente angewiesen sein, sondern wird auch andere Mikroskop-Interferometriesysteme mit Erfolg einsetzen können.

Literaturhinweise

- Brzezinski, M. A.: The Si:C:N ratio of marine diatoms: interspecific variability and the effect of some environmental variables. *J. Phycol.* 21, 347–357 (1985).
- Fischer, N.: Bodenalgeln – Ein Leben auf dem Trockenen. *Mikrokosmos* 82, 173–180 (1993).
- Hillebrand, H., Dürselen, C.-D., Kirschtel, D., Pollingher, U., Zohary, T.: Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *J. Phycol.* 35, 403–424 (1999).
- Höbel, P.: Brechwertmessungen an Diatomeen – Technik und neue Messungen. *Mikrokosmos* 98, 98–102 (2009).
- Jahnke, J., Bugaro, M., Mahlmann, D.: Das Leitz-Mach-Zehnder-Interferenzmikroskop für Durchlicht. Teil 1: Ein altes Präzisionsinstrument mit aktuellem Nutzen. *Mikrokosmos* 101, 231–239 (2012).
- Jahnke, J., Mahlmann, D. M., Jacobs, P., Priefer, U. B.: The influence of growth conditions on the cellular dry weight per unit biovolume of *Klebsormidium flaccidum* (Charophyta), a typical ubiquitous soil alga. *J. Appl. Phycol.* 23, 655–664 (2011).
- Kremer, B. P.: Rindenbewohnende Grünalgeln – Leben in Licht und Luft. *Mikrokosmos* 86, 135–141 (1997).
- Kremer, B. P.: Grüne Algen auf Baumrinden – Ein ausgedehntes Problem. *Mikrokosmos* 87, 25–28 (1998).
- Menden-Deuer, S., Lessard, E. J.: Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. *Limnol. Oceanogr.* 45, 569–579 (2000).
- Rocha, O., Duncan, A.: The relationship between cell carbon and cell volume in freshwater algal species used in zooplankton studies. *J. Plankt. Res.* 7, 279–194 (1985).

Verfasser: Dr. rer. nat. Joachim Jahnke und Maria Bugaro, RWTH-Aachen, Biologie I, Ökologie des Bodens, Worringerweg 1, 52074 Aachen, E-Mails: jahnke@bio1.rwth-aachen.de und bugaro@bio2.rwth-aachen.de; Dipl.-Phys. Daniel Mahlmann, Thomas-Müntzer-Straße 52, 99423 Weimar

Kurze Mitteilung

Die Haare auf Tomatenblättern und ihre Inhaltsstoffe: Abwehr von Fraßinsekten

Auf den Blättern von Tomaten gibt es Haare, und zwar lange Haare und verschiedene Arten von morphologisch verschiedenen Drüsenhaaren. Am häufigsten findet sich eine Drüsenhaar-Typ VI genannte Variante. Sie besteht aus einem vierzelligen Drüsenköpfchen und einem kurzen Stiel. Die verschiedenen Drüsenhaare produzieren jeweils verschiedene Substanzen, von denen man annimmt, dass sie gegen Fraßinsekten schützen. Die langen Haare sollen dabei einen mechanischen Schutz gewähren.

Kang et al. (2010) untersuchten eine „hairless“-Mutation. Die ist, anders als der Name andeutet, nicht haarlos. Die Zahl der Haare ist nur wenig verringert. Alle Haartypen sind jedoch morphologisch verändert. Sie sind krumm und ihre Zellen sind unregelmäßig angeschwollen. In Blattextrakten und in isolierten Typ VI-Haaren der Mutation fanden Kang et al. (2010),

dass der Gehalt an Monoterpenen, Glycoalkaloiden und Acylzuckern so hoch wie beim Wildtyp ist. Sie enthalten aber nur sehr wenig Sesquiterpene und Polyphenole. In Fütterungsversuchen fraßen die Raupen des Tabakswärmers *Manduca sexta* die mutierten Pflanzen viel lieber als die Wildtyp-Pflanzen. Aber auch die werden gefressen. Das Typ VI-Haar ist immerhin als ein relativer Schutz vor Fraßinsekten anzusehen.

Literaturhinweis

- Kang, J. H., Shi, F., Jones, A. J., Marks, M. D., Howe, G. A.: Distortion of trichome morphology by the hairless mutation of tomato affect leaf surface chemistry. *J. Exp. Bot.* 61, 1053–1064 (2010).

Eberhard Schnepf, Heidelberg

Nachricht

5. Berliner Mikroskopierwoche 2012

Zum fünften Mal fand vom 20. bis 26. Mai 2012 in Berlin die Mikroskopierwoche der Berliner Mikroskopischen Gesellschaft (BMG) statt. 26 hochmotivierte Mikroskopiefreunde aus Dänemark, der Schweiz und Deutschland versammelten sich am 20. Mai im Hotel Christophorus des Evangelischen Johannesstiftes in Berlin-Spandau, um eine Woche lang zu forschen und sich auszutauschen. Mehrere Teilnehmer, darunter auch die mit ihren über 90 Jahren zu den Urgesteinen derartiger Treffen gehörende Margret Mahler-Lee, nahmen bereits zum fünften Mal an dieser Leuchtturmveranstaltung der Hobby-mikroskopie teil. Schon 1992, kurz nach Gründung des Vereins, hatten einige Teilnehmer sich zur ersten Mikroskopierwoche in Berlin getroffen und waren seither immer wieder begeistert von der reibungslosen Organisation und den hervorragenden Referenten. Auch 2012 war die Woche von Günther Zahrt und seinem Team perfekt organisiert, und unter Beteiligung vom Vereinsgründer Prof. Dr. Klaus Hausmann war wieder ein spannendes Programm mit hervorragenden Referenten vorbereitet worden.

Der Sonntag diente zunächst der Einrichtung des Kursraumes, wobei die Firma Zeiss wieder hochwertige Mikroskope für die Teilnehmer zur Verfügung gestellt hatte. Auf einer Exkursion in den Spandauer Forst gab der BMGler Rudolf Drews Einblicke in einige Ökosysteme im Umfeld des Johannesstiftes

(Abb. 1), und es wurden Planktonproben für erste Untersuchungen gesammelt. Am Abend lieferte Klaus Hausmann einen eindrucksvollen Rückblick auf 25 Jahre Vereinsgeschichte der Berliner Mikroskopischen Gesellschaft. Viele Fotos, die zum Teil auch in dem von Günther Zahrt mit viel Liebe zusammengestellten Jubiläumsjahrbuch abgedruckt sind, vermittelten einen Eindruck von der facettenreichen Vereinsarbeit. Dass die Teilnehmer bei ihrem interessanten Hobby in 25 Jahren etwas älter geworden, aber dennoch jung geblieben sind, ließ sich auf den vielen Fotos unschwer nachvollziehen.

Ab Montag gab es Vorträge und Praktika in enger Abfolge. Prof. Dr. Kerstin Müller begann den Reigen mit einem Blick in den Pansen der Fistelkuh Bertha. Die Lebensgemeinschaft in dieser „Biogasanlage auf vier Füßen“ wurde im anschließenden Praktikums-teil unter der Leitung von PD Dr. Renate Radek im Mikroskop betrachtet (Abb. 2). Insbesondere die circa 50 verschiedenen Arten von Pansenciliaten, die in Symbiose mit der Kuh lebend von dieser mit Kohlenhydraten versorgt werden und ihr dafür Eiweiße und Vitamine liefern, faszinierten die Betrachter.

Es folgten in einem weiteren Beitrag von Renate Radek die zu den Parasiten gehörenden Bandwürmer, deren Betrachtung bei dem einen oder anderen Teilnehmer auch eine leichte Gänsehaut verursachten. Dies galt insbesondere bei der Information, dass ein Parasitologe zur Erforschung der Tiere Bandwurmfinnen versepte, um sie in seinem Darm zu züchten.



Abb. 1: Exkursion in den Spandauer Forst unter der Leitung von Rudolf Drews (rechts).



Abb. 2: Aktives Treiben im Zeiss-bestückten Praktikums-saal.

Die auch ästhetisch eindrucksvollen Skelettelemente von Einzellern brachte Klaus Hausmann den Teilnehmern unter anderem am Beispiel der Kreidefelsen auf Rügen näher. Sie sind vor etwa 50 Millionen Jahren aus solchen biogenen Strukturen entstanden. Selbstverständlich war unter zahlreichen Beispielen aus anderen Einzellergruppen auch von den intrazellulären Skeletten der Radiolarien die Rede.

Im letzten Vortrag des Montags ging es bei Dr. Erich Lühje um die Fledermäuse in den Rixdorfer Tannen bei Plön (Abb. 3). Nicht nur die jahrzehntelange Arbeit zum Schutz dieser Säugetiere, die mit den Ohren sehen und mit den Händen fliegen, sondern auch die interessanten Erkenntnisse, die man bei der mikroskopischen Untersuchung ihres Kots gewinnen kann, stellte der Referent mit vielen eindrucklichen Bildern vor.

Das bunte Treiben im Duschschlauch war am Dienstag Inhalt eines spannenden Beitrages von Dr. Regine Szewzyk und Prof. Dr. Ulrich Szewzyk. Mit mikroskopischer Unterstützung brachten sie dem Publikum Biofilme in Wasserleitungen und die Biologie der Legionellen näher, was man eigentlich in dieser Genauigkeit gar nicht wissen möchte. Die Vorstellung, dass in einem Milliliter Leitungswasser allein 10.000 bis 100.000 Bakterien leben, hinterließ bei dem einen oder anderen Teilnehmer ein etwas flaes Gefühl im Magen und beflügelte die Entscheidung, in der Hotelbar am Abend doch lieber wieder von (möglicherweise verseuchtem) Wasser auf Bier umzusteigen.

Nachmittags standen die Krebstiere im Fokus. In seinem zweiten Beitrag präsentierte Erich Lühje „Urkrebse bunt“. Für seine „Wellness Mikroskopie mit *Artemia salina*“ hatte er die Tiere mit Methylenblau und anderen Farbstoffen gefüttert. Durch diese Vorbehandlung ermöglichte er besonders eindrucksvolle Einblicke in Nahrungsaufnahme, Verdauung und weitere Lebensfunktionen.

Wasserflöhe als nahe Verwandte der Urkrebse waren anschließend wichtige Akteure in einem der beein-

druckenden Mikrofilme des Filmproduzenten PD Dr. Alexander Fürst von Lieven. Unter dem Titel *Wie das Silberfischchen Fliegen lernte* lieferte er in vier weiteren Kurzfilmen Einblicke in die Lebensweise wirbelloser Tiere.

Zwei Filme aus der Produktion des diesjährigen Kulturpreis-Trägers der Deutschen Gesellschaft für Photographie (GDPh) Prof. Manfred P. Kage brachten dem Publikum anschließend die Mikrowelt im Wasser in aufwändig produzierten HDTV-Sequenzen näher.

An *Überzeugung gestorben* hieß es am Mittwoch auf einer Tagesfahrt in die Sächsische Landeshauptstadt Dresden. Auf unserer Fahrt in der Pferdekutsche durch die Altstadt (Abb. 4) lernten wir nicht nur viel über die prächtigen unter August dem Starken im Elbflorenz entstandenen Bauwerke, sondern auch über dessen ausschweifendes Liebesleben und seine Folgen.

Das Schneiden und Färben von pflanzlichen Frischschnitten stand am Donnerstag im Mittelpunkt eines Praktikums von Eckhard Völcker. Die prächtig gefärbten Schnitte, welche die Teilnehmer unter seiner Anleitung mit der Wacker-Färbung aus einem Stückchen Sprossachse des Wurmfarns produzierten sowie das Leuchten in den Augen derselben überstrahlte am Mittag fast das leuchtende Rot des in seinem Porsche schnell wieder davoneilenden Referenten.

Am Nachmittag lernten wir im Beitrag von Prof. Dr. Rupert Mutzel, dass es sich bei Schleimpilzen nicht um Pilze, sondern um soziale Amöben handelt. Hier durften die Teilnehmer in den vom Referenten vorbereiteten Lebendproben die Massenbewegungen dieser Einzeller im Mikroskop verfolgen.

Dass allerdings auch verstaubte Mikropräparate von Dachböden spannender sein können als jeder Krimi, erlebte das Publikum im letzten Beitrag des Tages. Matthias Burba aus Hamburg stellte nicht nur eine Auswahl von im 19. Jahrhundert von J. D. Möller in Wedel bei Hamburg produzierten Legepräparaten aus Diatomeen vor (Abb. 5), sondern berichtete auch über seine langjährige Erforschung der Biografie dieses exzellenten Unternehmers, Präparators und Künstlers.



Abb. 3: Dr. Erich Lühje bringt dem Auditorium die Fledermäuse näher.



Abb. 4: Pferdekutschfahrt durch die Altstadt von Dresden.

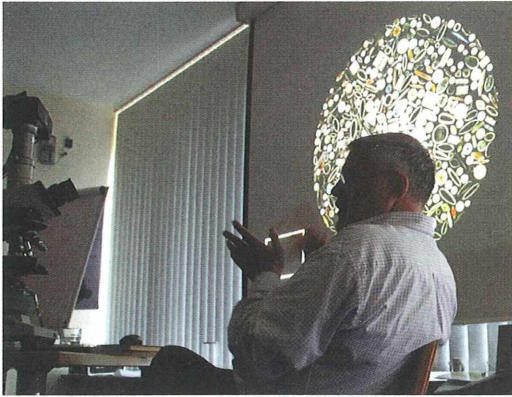


Abb. 5: Matthias Burba bei der Präsentation einiger der seltenen und unterdessen sehr wertvollen Diatomeen-Präparate von J. D. Möller, Wedel.

Aller guten Dinge sind drei, hieß es am Freitag beim dritten Beitrag von Erich Lüthje, diesmal über das

Blatt der Krebschere. In seiner unnachahmlichen Art, mit einfachen Mitteln komplizierte Sachverhalte zu vermitteln, erarbeitete der pensionierte Pädagoge mit den Teilnehmern Struktur-Funktions-Zusammenhänge im Krebschereblatt bis hin zu Erkenntnissen über die Ultrastruktur der Idioblasten. Seine Präsentation startete mit einem Sekt-Umtrunk, der auf den recht bald nahenden Geburtstag der Alterspräsidentin Margret Mahler aus Zürich hinweisen sollte. Die zweite Tageshälfte diente einem Besuch des Berliner Naturkundemuseums, wo PD Dr. Carsten Lüter nicht nur die Ausstellungen unter besonderer Beachtung der Dinosaurier erläuterte, sondern auch einen spannenden Einblick in die Magazine hinter den Kulissen des Museums gewährte.

Mit einem City-Bummel und einem letzten gemütlichen Beisammensein in der Hotelbar endete die 5. Berliner Mikroskopierwoche und 26 restlos begeisterte Teilnehmer gingen am Samstagmorgen in der Hoffnung auf eine Fortsetzung dieser Wochenaktivität in fünf Jahren auf ihre zumeist weite Heimreise.

Rolf Wellinghorst, Quakenbrück

Aus der Industrie

LED-Lampenhaus für die Mikroskopie

Mikroskopierende Elektronikbastler wissen es schon lange: Die Zukunft der Mikroskopbeleuchtung liegt im Bereich der extrem langlebigen, energiesparenden und kaltes Licht erzeugenden LEDs. Und so gibt es, wie man es aus entsprechenden Meldungen im MIKROKOSMOS kennt, bereits einige Eigenbauten. Auch der eine und andere Mikroskopvertrieb bietet semiprofessionelle LED-Leuchten an.

Das LED-Lampenhaus der Firma LEJ (www.lej.de), das für den Köhler'schen Beleuchtungsangang konstruiert wurde, ist eine solide, ausgesprochen lichtstarke, dimmbare Beleuchtungsalternative beispielsweise zu Halogenlampen. Die Neuentwicklung ist in erster Linie wohl für den professionellen Einsatz in biomedizinischer und industrieller Anwendung konzipiert. Es werden Anschlussmöglichkeiten an Zeiss-, Leica, Nikon- und Olympus-Mikroskope angeboten. Mit einer einzigen LED wird ein derartig intensives Mikroskopierlicht erzeugt, dass es für schwache Vergrößerungen vielfach zu hell ist und dann auch nicht mehr genügend gedimmt werden kann. Da sollte man noch etwas Entwicklungs- und praktische Erprobungszeit am Mikroskop investieren, um diese Klippe gefahrlos umschiffen zu können. Generell sollte von den Entwicklern das Dimmsystem noch einmal kritisch überdacht werden. Denn detaillierte Messungen haben ergeben, dass nicht linear-propor-



tional gedimmt wird, sondern in Schritten, die für einen Außenstehenden nicht nachvollziehbar sind und die beim Mikroskopieren nicht unbedingt ein Optimum an Beleuchtungsregulierung zulassen. Optional wird eine Fernbedienung angeboten. Die sollte aber eigentlich unabdingbar zum Lampenhaus dazu gehören.

Mehr marginaler Natur ist die Feststellung, dass das Kabel zwischen Lampenhaus und Netzteil um Einiges flexibler sein sollte, als es zurzeit ist. Das etwas störrische Kabel ist einfach lästig.

Insgesamt gesehen bietet LEJ ein überzeugendes Lampenhaus an, das nach etwas Optimierung durchaus seinen Platz im gehobenen Mikroskopiersegment finden könnte.

Klaus Hausmann, Berlin

Darmpolypen – Unangenehme und gefährliche Gäste

Oskar R. Weber

Bei jedem 10. Menschen werden durch eine Darmspiegelung oder auch durch eine Sektion nach dem Tode zufällig Adenome im Dickdarm (Colon) festgestellt. Das Städtische Krankenhaus in San Jose, Costa Rica, Abteilung Pathologie, hat sich bereit-erklärt, mir entsprechende pathologisch interessante mikroskopische Präparate zur Verfügung zu stellen. Außerdem kann ich mit einer Pathologin zusammenarbeiten, die mich bei der Auswertung der mikroskopischen Aufnahmen hilfreich unterstützt.

Zuerst soll die Frage geklärt werden, was Adenome sind. Jede Vorwölbung von Darmwand in das Darmlumen hinein wird zunächst einmal als Darmpolyp bezeichnet. Adenome sind Darmpolypen, die sich aus der normalen Gewebestruktur der Darmschleimhaut entwickeln. Sie neigen jedoch dazu, sich auf der zellulären Ebene zu verändern. Adenome können sich in ihrer feingeweblichen

Zusammensetzung (Histologie) also deutlich unterscheiden.

Ein Adenom ist eine gutartige Geschwulst aus Schleimhaut oder Drüsengewebe und kann generell jedes Organ betreffen. Am häufigsten kommt das Adenom jedoch im Magen-Darm-Trakt als Polyp vor. Weitere häufige Formen betreffen die Schilddrüse, die Nebennieren und die Eierstöcke. In der weiblichen Brust bezie-

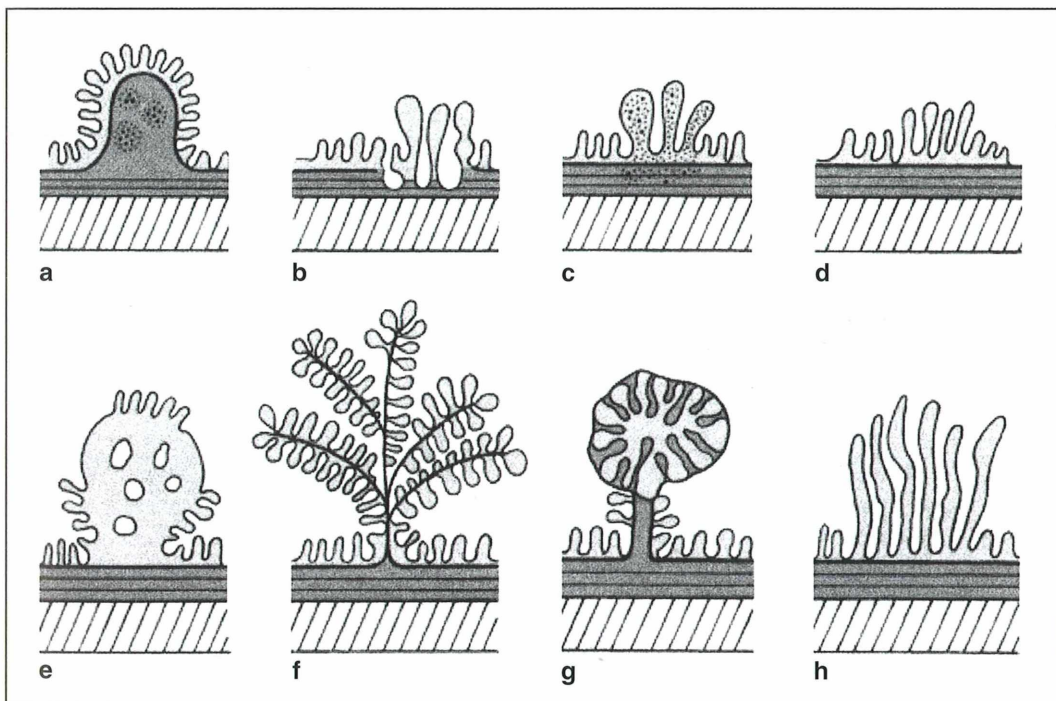


Abb. 1: Klassifikation von Kolonpolypen. **a** Colitis cystica profunda, **b** lymphoider Polyp, **c** entzündlicher Polyp, **d** hyperplastischer Polyp, **e** juveniler Polyp, **f** Peutz-Jeghers-Polyp, **g** tubuläres Adenom, **h** villöses Adenom.

hungsweise Milchdrüse tritt es meist als Fibroadenom unter Beteiligung von Drüsen- und Bindegewebe auf. Es werden vier Typen kolorektaler Adenome unterschieden (Abb. 1):

- **Tubuläres Adenom:** Es ist aus verzweigten tubulären Drüsen aufgebaut, die häufig ein gestieltes Wachstum zeigen und seltener breitbasig sind. Häufigkeit: 60–65% der kolorektalen Adenome.
- **Villöses Adenom:** Es besteht aus finger- oder zottenartigen Auffaltungen der Lamina propria (Bindegewebsschicht unter dem Epithel) und wird durch ein basophiles und häufig pseudostratifiziertes Epithel begrenzt. Es zeigt ein überwiegend breitbasiges Wachstum und ist meist größer als tubuläre Adenome. Häufigkeit: 5–10% der kolorektalen Adenome.
- **Tubulovillöses Adenom:** Es ist eine Mischform aus tubulären und villösen Strukturen. Häufigkeit 20–26% der kolorektalen Adenome.
- **Serratiertes Adenom:** Es besteht aus pseudopapillären (sägezahnartigen) Epithelknospen, die eine Ähnlichkeit mit den für hyperplastische (übermäßig gewachsene) Polypen typischen semizirkulären Epithelknospen haben.

Können Adenome gefährlich werden?

Zellen, welche die Tendenz erkennen lassen, gefährlich zu werden, bezeichnet man als dysplastisch verändert. Wir unterscheiden leichtgradige, mittelgradige oder auch hochgradige Ausprägungen. Es handelt sich bei der Dys-

plasie also um eine Vorstufe von Krebs. Nach ihrem Wachstumsverhalten unterscheidet man bei adenomatösen Polypen tubuläre (gestielt wachsende) von villösen (breitbasig aufsitzenden) Polypen. Daneben gibt es die Mischform tubulo-villöse Polypen. Die Entartungstendenz ist bei den villösen Adenomen mit 20–50% sehr hoch. Sie sind aber jedoch weit seltener als die tubulären Adenome, welche mit 70% am häufigsten sind und dabei in weniger als 1% zur Entartung neigen.

Nach dem Fachbuch „Die innere Medizin“ von Gerok et al. (2007) ergibt sich eine Malignizitätsrate (Bösartigkeitsrate) wie folgt, bezogen auf den Durchmesser der Adenome:

weniger als 5 mm:	0,9 %
6–10 mm:	1,3 %
10–20 mm:	9,5 %
mehr als 20 mm:	46,5 %

90% der gutartigen Geschwülste findet man mit 30–50% bei allen über 50-Jährigen; ihr Anteil sind 50% Adenome. Die Häufigkeit wird bei 70-Jährigen mit einem Anteil von 75% gefunden. Das Risiko, dass sich aus einem gutartigen Polypen ein Dickdarmkrebs (Kolonkarzinom) entwickelt, nimmt zu, wenn er eine Größe von einem Zentimeter überschreitet. Das tubuläre Adenom ist das häufigste neoplastische Adenom. Es ist meist breitbasig, von glatter Oberfläche und hat die Farbe der umgebenden Schleimhaut. Bei Vergrößerung bildet es einen Stiel aus und zeigt eine dunkelrote bis rotbraune Farbe. Das villöse Adenom ist seltener. Es ist meist breitbasig, an der Oberfläche von zottigem Aspekt und leicht verletzlich. Hier ist die Entartungshäufigkeit deutlich höher. Tubulovillöse Adenome finden sich bei 30–50% aller neoplastischen Polypen. Sie entstehen wahrscheinlich aus tubulären Adenomen.

Wie merke ich, ob ich ein Adenom habe?

Adenome machen keine Beschwerden. Zuweilen kann man Blut als Auflagerung auf dem Stuhl erkennen, manchmal bleibt es aber auch länger im Darm. Dies führt dann zu einer Schwarzfärbung des Stuhls. Meist werden aber nur geringe Mengen Blut abgesondert, so dass dies mit bloßem Auge nicht erkennbar ist. Man sollte sich also in regelmäßigen Abständen auf okkultes (nicht sichtbares Blut) testen lassen.

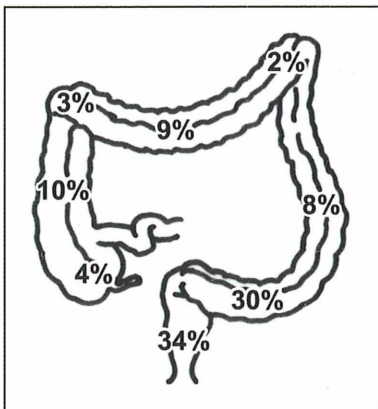


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung kolorektaler Polypen.

Wie kann man Adenome diagnostizieren?

Schmerzlos und dadurch tückisch sind die Adenome des Dickdarms. Es gibt die Möglichkeit, den Enddarm zuverlässig im Rahmen einer Endoskopie untersuchen zu lassen, wobei sich am besten die so genannte Koloskopie (Darmspiegelung) eignet. Mit der Koloskopie erreicht man ein Maximum an Sicherheit. In Abbildung 2 ist die prozentuale Verteilung der Adenome in verschiedenen Dickdarmabschnitten dargestellt.

Welche Therapie gibt es?

Bei einer ausreichenden Größe des Polypen kann man ihn endoskopisch abtragen lassen. Eine Drahtschlinge wird aus dem Endoskop herausgeschoben, um den Hals der Adenome gelegt und mit elektrischem Strom abgeschnitten. Der Polyp hat keine Nerven, also ist die Therapie schmerzlos. Eine Blutung wird unterbunden, da die Blutgefäße mittels Elektrokoagulation verschmort werden. Die Adenome

werden mit einer Greifzange geborgen und in einem pathologischen Labor mikroskopisch untersucht (Abb. 3 und 4).

Ein wichtiges Ziel der pathologischen Untersuchung eines Tumors ist, zu einer verlässlichen Aussage zur Dignität, also hinsichtlich des zu erwartenden Tumorverhaltens, zu gelangen (Herbst und Hubner: www.pathologie-online.de). Dignität bedeutet Wert, Bedeutung, also Benignität (Gutartigkeit), beziehungsweise Malignität (Bösartigkeit). Wichtige Faktoren sind:

- das lokale Ausbreitungsverhalten,
- das Ausmaß der Differenzierung,
- die Proliferationsrate (Vermehrung von Gewebe durch Wucherung oder Sprossung),
- das Vorhandensein von Metastasen.

Fast alle gutartigen Tumore zeigen ein expansives, verdrängendes Wachstum mit zumindest makroskopisch scharf begrenzten Rändern (Abb. 5). Aufgrund des meist langsamen Wachstums sind sie von einer bindegewebigen Pseudokapsel umgeben. Mit dem Begriff Differenzierung wird der Grad der morphologischen und funktionellen Ähnlichkeit der Tumorzellen zu einem Muttergewebe bezeichnet.

Die Zellen gutartiger Tumoren sind auf Einzellebene von Zellen des ausdifferenzierten Ursprungsgewebes nicht oder nur schwer zu unterscheiden. Erst die Tatsache der Tumorbildung und die Anordnung der Tumorzellen führen zur Diagnose einer Neoplasie. Dementsprechend sind die Kerne der Zellen wie im Ursprungsgewebe meist von gleicher Größe, die Kern-Plasma-Relation entspricht derjenigen

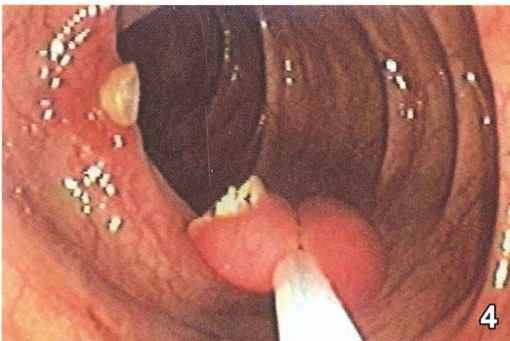
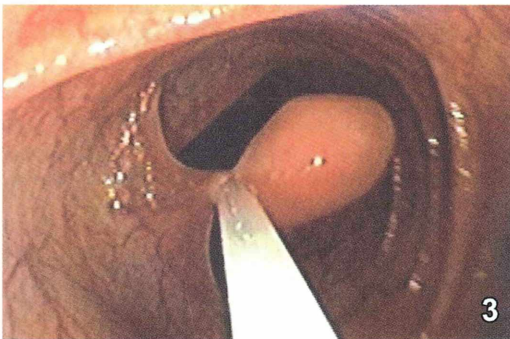


Abb. 3: Abtragung eines Polypen mit der Schlinge. – **Abb. 4:** Erfassung des Polypen für das pathologische Labor.

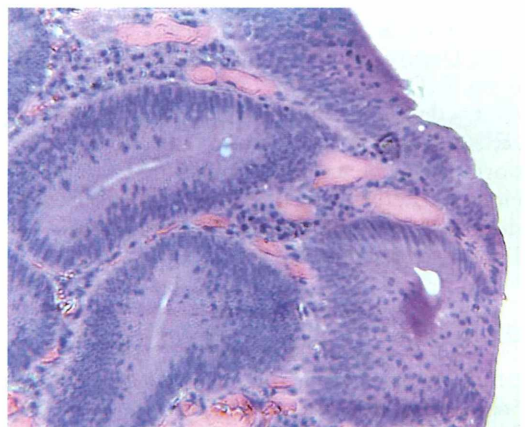


Abb. 5: Abgrenzung des Adenoms.

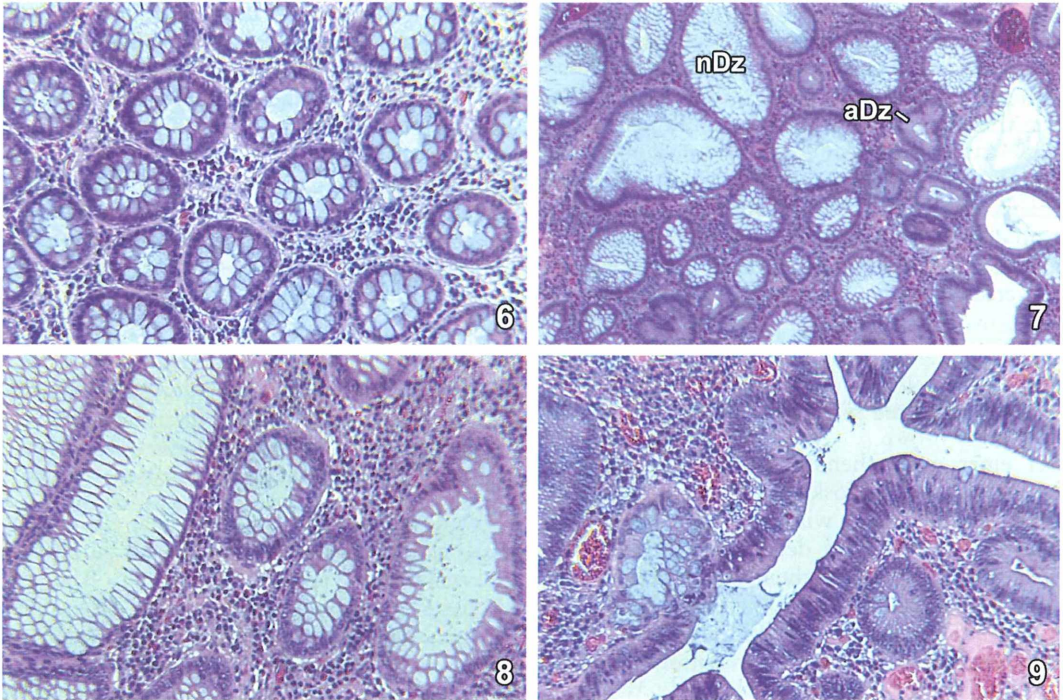


Abb. 6: Normale, gesunde Darmschleimhaut. – **Abb. 7:** Normale (nDz) und durch ein Adenom veränderte Drüsenzellen (aDz). – **Abb. 8:** Höhere Vergrößerung normaler Drüsenzellen. – **Abb. 9:** Drüsenzellen eines Adenoms.

nicht-neoplastischer Zellen. Bei gutartigen Tumoren fehlen eine Invasion des umgebenden Gewebes durch einzelne Tumorzellen oder Tumorzellverbände oder deren Einbruch in Blut- und Lymphgefäße. Diese Fähigkeit ist eine Voraussetzung für die Bildung lymphogener und/oder hämatogener Absiedlungen (Metastasen).

Abbildung 6 zeigt die normalen Drüsenzellen einer Darmschleimhaut im Gegensatz zu Abbildung 7. Diese zeigt die Mischform eines Adenoms, das heißt, wir finden typische Drüsenzellen des Adenoms und Drüsenzellen der normalen Schleimhaut. Abbildung 8 zeigt bei einer stärkeren Vergrößerung die Drüsenzellen der normalen Schleimhaut und Abbildung 9 die Drüsenzellen beim Adenom.

Danksagung

Ich danke Dr. Alejandra Carvajal, Pathologin am Städtischen Krankenhaus San Juan, San Jose, Costa Rica, sowie der pathologischen Abteilung des Krankenhauses.

Literaturhinweise

- Gerok, W., Huber, C., Meinertz, T., Zeidler, H.: Die Innere Medizin, 11. Auflage. Schattauer Verlag, Stuttgart 2007.
 Pschyrembel Klinisches Wörterbuch, 262. Auflage. De Gruyter, Berlin 2011.

Internet

- Herbst, H., Hubner, J.-H.: Thema 9: Tumore I. Pathologie online, 1998–2003. www.pathologie-online.de.
 Herold, G.: Bilder Polypen und Abtragung von Polypen
 Wikipedia (Adenom)
 Wicker-Klinik, Bad Wildungen
 Institute of Pathology, Heidelberg
 Uniqua Gesundheitsportal

Verfasser: Dr. Oskar Weber,
 Apdo 1763-2050,
 San Pedro, Montes de Oca,
 Costa Rica,
 E-Mail: anthur6@gmail.com

Aufbereiten von Mikrotom-Messern

Teil 2: Hilfsmittel und ihre Anwendung

Gerhard Zimmert

Der im vorangegangenen MIKROKOSMOS-Heft erschienene erste Teil dieser dreiteiligen Serie hat sich – eher theoretisch – mit dem Aufbereiten von Mikrotom-Messern befasst. Im zweiten stehen praktische Aspekte der Anfertigung von Hilfsmitteln wie Abziehhülse und Abziehleder sowie deren Anwendung bei der Aufbereitung im Vordergrund. Im dritten Teil wird dann die richtige Montage des Mikrotom-Messers am Mikrotom, Einmalklingen, deren Halterungen und richtige Anwendung im Mittelpunkt stehen.

Die Aufgabe einer Abziehhülse ist es, bei der Aufbereitung eines Mikrotom-Messers dieses in einem gleichbleibenden Winkel zum Schleif-/Abziehmedium zu halten. Ohne Abziehhülse ist es unmöglich, die exakte Position zu halten, und man produziert eine abgerundete Schneide am Mikrotom-Messer, wodurch man die optimale Schärfe verhindert.

Das Anfertigen einer Abziehhülse

Not macht ja bekanntlich erfinderisch, und so habe ich mir von einem befreundeten Mikroskopiker seine original Reichert Abziehhülse für B- und C-Messer ausgeborgt, um eine Idee zu bekommen, wie ein Mikrotom-Messer in seiner Abziehhülse befestigt ist, beziehungsweise auf der Messplatte zu liegen kommt. Da es aktuell am Markt nicht so einfach ist, passende Abziehhülsen käuflich zu erwerben – ich bin nur bei Leica Mikrosysteme fündig geworden und dort gibt es auch nur einige wenige Modelle –, habe ich mich an die Eigenkonstruktion und dann Eigenfertigung gewagt. In der Zwischenzeit sind circa 30 Abziehhülsen gebaut worden. Im Folgenden beschreibe ich das notwendige (Roh-)Material und anhand von Abbildungen die einzelnen Fertigungsschritte.

Man braucht Zugang zu einer Werkstatt mit einer Fräs-, einer Dreh- und einer Ständerbohrmaschine, einer Säge, einem stabilen Schraubstock und der Möglichkeit, Silberlot zu ver-

arbeiten. Als Ausgangsmaterial nehme ich Messingrohr mit 2 mm Wandstärke. Ich verwende zwei Durchmesser (16 und 20 mm) und entscheide je nach den Messer-Abmessungen, welcher der beiden zum Einsatz kommt. Die Vermessungen meiner Mikrotom-Messer haben gezeigt, dass die Schneidenwinkel selbst von Messern gleichen Typs und Herstellers (z. B. C) unterschiedlich sind. Mit der Entscheidung für einen der beiden Rohrdurchmesser legen wir fest, mit welchem Winkel das Messer auf dem Schleifstein (oder Glasscheibe oder Leder) aufliegt. Mit dem kleineren Rohr wird der Schneidenwinkel (Abb. 1, Winkel δ) ebenfalls kleiner und daher der Keil der Schneide spitzer. Der größere Rohrdurchmesser sorgt für einen keilförmigeren Winkel, der gegen Beschädigung weniger empfindlich ist.

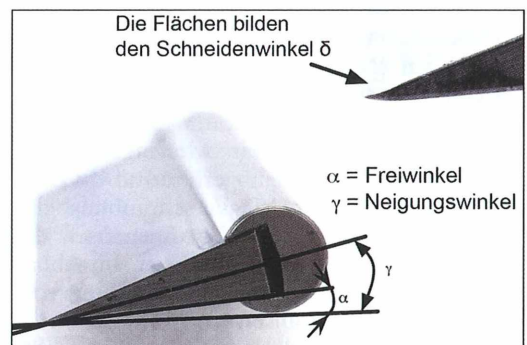


Abb. 1: C-Messer in der Abziehhülse mit Hilfslinien (Seitenansicht, Makro).



Abb. 2: Unterschiedliche Fertigstellungsgrade der Abziehhülse.

Ein weiteres Kriterium für die Rohrauswahl ist die Abmessung des Messerrückens (16 mm Rohr abzüglich 2×2 mm Wandstärke, ergibt in der Mitte des Rohres einen verfügbaren Durchmesser von 12 mm). Da das Messer aber nicht mittig eingespannt wird, reduziert sich das Lichte Maß weiter. Meine Erfahrung ist, dass ein kleinerer Schneidenwinkel, beispielsweise beim Schneiden von Paraffinblöcken, von Vorteil ist. Man erkennt den Sinn der Abziehhülse auf Abbildung 1 sehr gut. Es geht darum, das Messer in seiner Position (halber Schneidenwinkel) zu fixieren, um einen Keil auf das Messer schleifen zu können. Ohne eine derartige Vorrichtung entsteht keine gerade Fläche, die Schneide wird abgerundet und statt scharf wird sie stumpf.

Der erste Arbeitsschritt ist die richtige Länge für die Abziehhülse zu bestimmen. Wenn man sich jetzt fragt, wozu das notwendig ist, die Abziehhülse muss doch genau so lang werden wie das betreffende Mikrotom-Messer, hat man recht, aber das Rohr muss ja zum Fräsen auch eingespannt werden und daher gilt es, dies mit einzuberechnen. Zuerst müssen also die Einspannhilfen (Nutensteine) gefertigt und dann die benötigte Länge ermittelt werden. Für die Herstellung der Nutensteine wird Silberstahl im Innendurchmesser der Messingrohre bis deutlich über die Hälfte abgefräst und ein Loch gebohrt, um mittels M8-Verschraubung das Werkstück beidseitig auf dem Kreuztisch der Fräsmaschine fixieren zu können. In Abbildung 2 links ist das für die Aufspannung vorbereitete Werkstück zu sehen.

Im nächsten Schritt gilt es, die Breite des Schlitzes zu ermitteln. Dazu ist es notwendig, den Messerrücken (gegenüber der Messerschneide)

zu vermessen und sich zu überlegen, um wie viele Millimeter dieser durch den Klingenwinkel bis zur Auflagestelle in der Abziehhülse abnimmt [Abhängigkeit zum Rohrinne Durchmesser und zur Messergeometrie (Abb. 1)]. Mit einem zylindrischen Schaftfräser wird zunächst ein Schlitz senkrecht durch das Rohr gefräst und anschließend die geraden Schnittflächen mit einem konischen Frässtift (20 Grad Kegelwinkel) so abgeschrägt, dass sie der Messerform entsprechen (Abb. 3).

Durch Veränderung der Höhenpositionierung des Frässtifts kann eine unterschiedliche Spaltbreite erreicht werden. Hier kommen wir gleich zum nächsten Problem. Da der Innendurchmesser eines Rohres vorgegeben ist, kann es vorkommen, dass man mit dem Frässtift auf der Gegenseite kollidiert. Um das zu vermeiden, muss der Frässtift gekürzt werden. Doch Achtung, wenn der Frässtift dabei zu warm wird, wird er unbrauchbar, da er seine Härte und damit seine Standzeit verliert. Beim Kürzen ist daher sanfter Vorschub und intensives Kühlen notwendig. In der Messingbearbeitung und durch die Vibrationen des jetzt geöffneten Rohres unterliegen die Frässtifte einer hohen Abnutzung; nach einer Bearbeitungslänge von einem Meter ist der Frässtift Altmetall.

Im nächsten Fertigungsschritt werden die Löcher für die Gewindehülsen angerissen, gekörnt und gebohrt. Es ist zweckmäßig, gleich bei der Fertigung der Befestigungslöcher (Einspannhilfe) die Mittellinie ausreichend lang anzureißen. Da in ein Rohr gebohrt wird, ist die Körnung mit einem 2 mm Zentrierbohrer vorzubohren, dann erst kann in zwei weiteren Schritten auf das Endmaß aufgebohrt werden (Ständerbohr- oder Fräsmaschine).

Der nächste Schritt führt uns an die Drehmaschine. Aus Messing werden die Gewindeeinsätze (Abb. 4) gefertigt. Eine Stange mit Loch ist von Vorteil, aber leider kaum zu bekommen. Ich habe mich für das M6-Gewinde entschieden, da kann man entsprechende Schrauben mit Imbus einsetzen (Abb. 5). Die abgebildete Version ist die Luxusvariante, die sich an den Messerrücken anlegt, weil sie in der Auflagefläche um 15 Grad beweglich ist.

Anschließend geht es darum, diese Einsätze auf dem Rohling mit Silberlot zu positionieren und zu verlöten. Achtung, die exakte Positionierung ist entscheidend. Da die Auflage eine runde Fläche ist, kommt man gerne in Schiefelage. Daher ist die Verwendung eines eigens angefertigten Positionierungswerkzeuges von Vorteil. Mit der in Abbildung 5 gezeigten Schraube kann man Restfehler von einem Grad gut ausgleichen. In Abbildung 2 ist der Fertigungsstand dokumentiert. Jetzt gehört das Werkstück auf das Endmaß gekürzt, gereinigt, befeilt und verschliffen. Vor allem die Stellen, wo das Messer seitlich eingeschoben wird, sind abzurunden, um eine Beschädigung der Messer zu vermeiden.

Der letzte Schritt – das Harteloxieren der Abziehhülse – wird außer Haus vergeben. Bevor ich das aber tue, erhalten die Abziehhülse und das Zielmesser die gleiche Nummer. Es wird eine Abziehhülse exakt auf ein Messer nach Maß gefertigt. Man hat bei der Aufbereitung die wenigste Arbeit, wenn das Messer exakt an derselben Position sitzt und denselben Winkel aufweist. Man kann die Abziehhülse vorsichtig im Schraubstock nachbiegen, um die ideale Anpassung an ein Messer durchzuführen. Wenn allerdings das Messer zu fest fixiert wird, kann die Abziehhülse aufgebogen werden. Wichtig ist auch noch die parallele Befestigung des Messers in der Abziehhülse, sonst erhält man eine schiefe Schneide. Im Verlauf der Aufbereitung also nie das Messer aus- und wieder einbauen. Ich vermesse die exakte Position mit einer Schablone mit Millimeterpapier und notiere die für das jeweilige Messer verwendeten Einstellungen in meinem Laborbuch, um bei der nächsten Aufbereitung dieselbe Position einstellen zu können.

Aus diesem Praxisbericht ist ersichtlich, dass es mit viel Arbeit verbunden ist, eine solche Hülse nach Maß zu fertigen. Eine Alternative habe ich dazu allerdings noch nicht gefunden. Das hier beschriebene Beispiel funktioniert für die



Abb. 3: Konischer Frässtift mit Verpackung.

Messertypen A, B und C. Die Fertigung von D-Abziehhülsen ist leider noch aufwändiger, da ein zusätzlicher Schlitz für den Steg notwendig ist (Zimmert, 2012).

Das Anfertigen eines Abziehleders

Ich habe für mich zwei unterschiedliche Lederblöcke gefertigt (Abb. 6), empfehlen kann ich aber eigentlich nur jene auf der Birkenmehrschichtplatte mit den Abmessungen 20 × 2 × 45 cm. Die Anwendung ist viel einfacher und die möglichen Fehler reduzieren sich auf ein zu festes Aufdrücken und ein Einschneiden des Leders. Gebräuchlicher ist aber das – ebenfalls abgebildete – 5 × 5 × 30 cm Buchenprofil mit aufgeklebtem Leder. Bei Letzterem liegen die Risiken in der sehr kurzen Auflagefläche und darin, die Schneide durch Kippen zu zerstören.

Für die Herstellung benötigt man dickes Sohlenleder vom Rind (Stier oder Ochse). Die Dicke sollte so zwischen 3 und 4 mm liegen. Das ist gar nicht so leicht zu bekommen, noch dazu benötigt man für die Anfertigung der 20 × 45 cm drei fehlerfreie Stücke, da im Schleifprozess drei gleiche Platten mit unterschiedlichen Abzieh- und Schleifmedien zum Einsatz kommen. Mögliche Lederbezugsquellen sind: Maßschuster, Orthopädie-Betriebe, eBay und der Großhandel.

Als Vorbereitung für das Aufziehen wird die Innenseite des Leders mit einer Drahtbürste aufgeraut. Als Träger für das Leder verwalde ich eine Birkenmehrschichtplatte, runde die Ecken ab, breche die Kanten, bohre die zwei Zentrierlöcher und raue auf einer Seite ebenfalls mit der Drahtbürste die Oberfläche auf.



Abb. 4: Gewindeeinsätze nach der Anfertigung auf der Drehbank. – **Abb. 5:** Kugelspannschraube MG (GN 605, Form VR), abgeflachte Kugel mit Verdrehungssicherung, geriffelt.

Dann wird auf die aufgerauten Holz- und Lederseiten Pattex aufgetragen, verstrichen und angetrocknet. Die beiden Teile werden zum Sandwich gepresst, indem die beiden Klebeflächen aufeinander gelegt, auf der Unterseite einer glatten Holzplatte aufgelegt und mit dem Hammer verschlagen werden. Danach spannt man das Ganze mit kräftigen Schraubzwingen etwa 30 Minuten auf den Tisch auf. Nach dem Ausspannen beschwert man flächig mit einer Stahlmessplatte und lässt das Sandwich in einem gut durchlüfteten Raum 24 Stunden trocknen.

Jetzt geht es um das Aufschleifen der oben liegenden Lederseite, einer extrem staubigen und langwierigen Angelegenheit. Ich schätze den Zeitaufwand auf drei Stunden. Dabei muss man auf Ebenheit der Oberfläche achten. Je hochwertiger das Leder ist, das eingesetzt wird, desto weniger Arbeit hat man jetzt. Eine halbfertige Platte sieht man in Abbildung 7.

Die drei so entstandenen Platten werden jetzt mit Weiß-Öl getränkt, das den Vorteil hat, nicht zu verharzen. Dazu ziehe ich Handschuhe (Dermagrip, High Risk Protection Gloves) an und massiere das Öl in die Oberfläche ein. Der Vorgang wird mehrmals wiederholt; man lässt das Öl in der Zwischenzeit immer wieder eintrocknen. Mit der ersten Platte ist man nun fertig, die beiden anderen werden mit schwarzer beziehungsweise roter Streichriemenpaste (Firma Vindobona) bearbeitet. Beide werden mit dem Weiß-Öl verdünnt eingerieben.

Noch ein kleiner Tipp: Ich habe in allen Lederplatten zwei Zentrierungslöcher und kann sie so gegen Verrutschen sichern. Die Grundplatte mit den zwei Zentrierungsstiften (Holzdübel) wird auf dem Arbeitstisch aufgeschraubt und die Lederplatten mit den zwei Löchern werden in ihrer Position fixiert.

Die Aufbereitung eines Mikrotom-Messers in der Praxis

Die Aufbereitung eines Mikrotom-Messers teilt sich in der Praxis in drei unterschiedliche Schritte:

- Schleifen
- Feinaufbereitung
- Abziehen

Zum Glück müssen diese Schritte nicht vor jeder Verwendung des Messers durchlaufen werden, so ist zum Beispiel das Schleifen eines Mikrotom-Messers nur nötig, wenn dem Messer eine Beschädigung zugefügt wurde, man das Messer gebraucht gekauft hat und es an die Abziehhülse angepasst werden soll, oder wenn man die Abziehhülse gegen eine neue austauscht, da sich die Abziehhülsen beim Schleifen abnutzen.

Zusammengefasst: Es ist vom Messerzustand abhängig, wie viele der drei Schritte durchlaufen werden müssen. Zwei Beispiele zum besseren Verständnis.

1. Das Abziehen eines Mikrotom-Messers muss immer unmittelbar vor dem Schneiden durchgeführt werden. Meist ist es ausreichend, die optimale Schneidfähigkeit mit nur diesem Prozessschritt wieder herzustellen.
2. Wenn man immer versucht, im optimalen Schneidebereich eines Mikrotom-Messers zu bleiben – das ist der Fall, wenn man nach 20 bis maximal 40 Schnitten (je nach Härte des zu schneidenden Objekts) das Messer tauscht –, ist es notwendig, den letzten Prozessschritt oder maximal die letzten beiden auszuführen.

Immer bedenken: Ein Mikrotom-Messer verliert seine Schärfe während der Lagerung, der letzte Schritt, das Abziehen eines Mikrotom-Messers, kann daher nicht auf Vorrat gemacht werden!

Das Schleifen des Mikrotom-Messers

Wie im ersten Artikel dargestellt wurde, gibt es drei Möglichkeiten zu einem geschärften Mikrotom-Messer zu gelangen: Es zu Leica Mikrosysteme zu schicken, eine spezielle Plattenschleifmaschine für Mikrotom-Messer zu besitzen oder selbst zur Tat zu schreiten. Bei Letzterem gibt es zwei Techniken: Das Selbstschleifen mit japanischen Schleifsteinen, das ich

im Folgenden beschreibe, oder alternativ das Schleifen auf der Glasplatte mit Granulat. Jedoch ist das Schleifen auf der Glasplatte extrem zeitaufwändig. Wenn man Schleifsteine besitzt, sind diese zu bevorzugen.

Die folgenden Schritte werden alle mit der Abziehhülse gemacht in dem Wissen, dass sie durch das Schleifen abgenutzt wird. Mit diesem Kompromiss lebe ich aber sehr gut, denn die Notwendigkeit, Mikrotom-Messer zu schleifen, ergibt sich nur sehr selten.

Die japanischen Schleifsteine sind in fünf (1–5) Körnungen lieferbar, wobei 1 die gröbste Körnigkeit aufweist. Ich würde sie auf circa 80 schätzen, 5 liegt bei circa 4.000. Ich setze in der Praxis 1 bis 4 ein, am häufigsten 4 (ca. 1.600).

Bevor die Steine eingesetzt werden können, müssen sie entweder in entmineralisiertem Wasser oder in Weiß-Öl eingelegt werden. Ich verwende dazu Kunststoffwannen und Küchenrollenpapier (mit der Flüssigkeit durchtränken und die Steine umwickeln). Das spart Flüssigkeit, und durch das Einweichen greifen die Schleifsteine weit besser.

Je nachdem wie tief die wegzuschleifende schadhafte Stelle ist, setze ich auf die unterschiedliche Körnigkeit. Ich beginne immer mit der Körnigkeit 3 oder 4 und entscheide nur im Notfall auf 2 oder gar 1 zurückzusteigen. Der Grund hierfür ist, dass der geringste Schleiffehler bei einem 1er oder 2er Stein nur mit extrem hohem Zeitaufwand zu korrigieren ist. Wenn man sich nur zwei Schleifsteine kaufen möchte, ist meine eindeutige Empfehlung 3 und 4. Man kann beispielsweise mit 3 alles schleifen, es dauert nur deutlich länger als mit einem 1er oder 2er.

Der Nachteil bei den Schleifsteinen ist im Gegensatz zum Arbeiten auf der Glasplatte ihre relativ kleine Fläche (Höhe 5 cm, Breite 7,5 cm und Länge 20,5 cm). Man muss das Messer gleichmäßig über die 7,5 cm schieben und dabei gleichzeitig über die 20,5 cm ziehen. Das klingt komplizierter, als es in der Praxis ist (Abb. 8). Das Risiko, zu verkanten oder den Randbereich anders zu schleifen als den Mittelbereich, ist aber sehr groß.

Geschliffen wird immer auf Flüssigkeit, nie trocken. Man muss sich einmal entscheiden, mit welcher Flüssigkeit man arbeiten möchte (Weiß-Öl oder entmineralisiertem Wasser). Wenn man ein Mal mit dem Stein auf Öl geschliffen hat, kann man nicht ohne einen weiteren Schritt (z. B. im Benzinbad) auf Wasser zu-

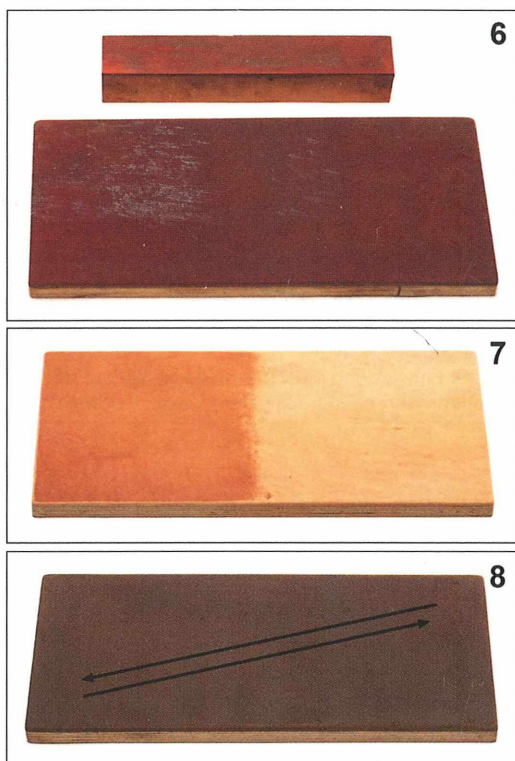


Abb. 6: Lederblöcke (5 × 5 × 30 cm und 20 × 2 × 45 cm). – **Abb. 7:** Halbfertige Platte. Auf der einen Hälfte ist das Leder bereits final aufgeraut, auf der anderen ist noch der farblose Lackbestrich aus der Ledererzeugung zu sehen. – **Abb. 8:** Skizze der beim Schleifen anzuwendenden Bewegungen.

rücksteigen. Das Wiener Wasser (trifft auf fast ganz Österreich zu) hat einen zu hohen Kalkgehalt. Die Folge sind Kalkablagerungen in den Poren des Schleifsteins. Daher muss entmineralisiertes Wasser verwendet werden. Weiß-Öl hat diesen Nachteil nicht.

Geschliffen wird so lange, bis die beiden Schneideflächen eine einheitlich reflektierende Fläche im Lichttest ergeben, nämlich wenn sich eine flächige Lichtquelle ohne Schatten/Helligkeitsabrisse spiegelt und die Schneide unter der 10fach Lupe eine Gerade bildet. Im Mikroskop sieht die Welt aber anders aus (Abb. 9).

Die Feinaufbereitung der Schneide

Auch hier gibt es wieder mehrere Möglichkeiten, vier davon habe ich im ersten Artikel

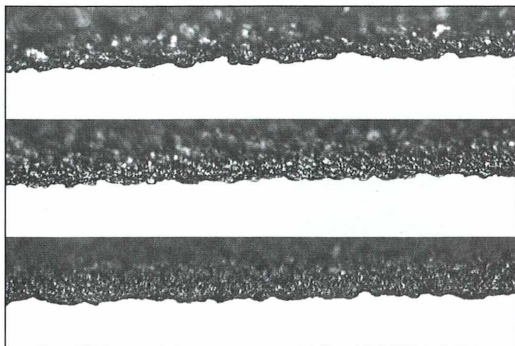


Abb. 9: Entwicklung einer Schneide im Verlauf des Schleifens (von oben nach unten; Vergr.: 100fach).

dieser Serie beschrieben (Zimmert, 2012). Ich beschränke mich nun auf die Feinaufbereitung der Mikrotom-Messer auf der Glasplatte mit Diamantpasten der Körnigkeiten 3.000 bis 28.000 (Abb. 10), da es auf der einen Seite meine bevorzugte Vorgehensweise ist, und sich auf der anderen Seite der Investitionsaufwand in Grenzen hält.

Was man benötigt, sind:

1. die zum Mikrotom-Messer passende Abziehhülse
2. ein Diamantpastenset
3. eine Glasplatte pro Diamantpaste
4. Weiß-Öl
5. mehrere Paare Handschuhe (Dermagrip, High RiskProtectionGloves)
6. Spezialbenzin
7. Küchenrollenpapier
8. gute Musik zur totalen Entspannung

Achtung: Für jeden Arbeitsgang verwende ich unterschiedliche Glasplatten und unterschiedliche Handschuhe, um Verunreinigungen durch größere Diamantstückchen zu vermeiden. Aus demselben Grund muss auch das Mikrotom-Messer nach jedem Arbeitsschritt gründlich mit Spezialbenzin gereinigt werden.

Bereits die frisch gekaufte Glasplatte besitzt eine Rauigkeit und durch die Bearbeitung mit den Diamantpasten vergrößert sich diese. Verunreinigende größere Diamantkörner zerkratzen sofort wieder die Schneidefläche und die Schneide selbst.

Der im folgenden Absatz beschriebene Vorgang ist daher drei Mal zu durchlaufen, die Bearbeitungsschritte sind mit jeder Körnigkeit durchzuführen. Das Vorgehen ist jeweils exakt das

Gleiche. Ich setze dazu die Körnigkeiten 3.000, 14.000 und 24.000 ein. Wie hoch der Diamantanteil der einzelnen Körnigkeiten sein muss und wie die Zusammensetzung des Intermediums ist, habe ich mit einem befreundeten Apotheker in unzähligen Testreihen ermittelt. Der Auslöser für die Tests war, dass das ehemals von Reichert & Jung vertriebene Produkt nicht mehr am Markt ist, ich aber – durch Tests mit einer alten Probe – von den Vorzügen dieser Technik überzeugt war.

Tipp: Um die Verletzungsgefahr zu reduzieren, trage ich unter den Gummihandschuhen noch Surgipath Gewebeschuhe (Cut-resistant Gloves, Bezugsquelle Leica Mikrosysteme). Ein weiterer Vorteil ist, man schwitzt weniger.

Für die Feinaufbereitung des Mikrotom-Messers presse ich auf die Glasplatte mehrere circa 1 cm lange Würstchen Schleifpaste und menge Weiß-Öl im Verhältnis etwa 1:1 dazu. Ich vermische die beiden Komponenten vollständig mit dem Finger (mit Handschuhen) und fühle danach anhand der Gleichmäßigkeit des Reibungswiderstandes, ob das Verhältnis Öl zu Paste stimmt. Das so entstandene Gemisch wird über eine ausreichend große Fläche auf der Glasplatte verteilt. Die Größe der Fläche ist natürlich von der Messergröße abhängig und muss größer als die kreisförmige Anfangsbewegung sein. Die gesamte Schneide muss auf dem Ölfilm gleiten und über die bedeckte Fläche geführt werden, während parallel dazu der Abtrag durch die Diamantkörner stattfindet. Ich habe mir angewöhnt, kreisförmige Bewegungen zu machen und die Richtung nach jeweils zehn Kreisen zu ändern. Durch die Bewegung verteilt sich die verdünnte Diamantpaste gut auf eine größere Fläche. Es ist immer wieder die Zugabe von neuer Paste und neuem Öl erforderlich. Den Zeitpunkt erkennt man, wenn der Ölfilm unmittelbar nach der Schneide reißt. Die Verfärbung des Paste-Öl-Gemisches entsteht durch den Abrieb am Messer und der Abziehhülse. Das ist kein Anzeichen für eine nachlassende Schleifwirkung.

Ich bereite immer mehrere Mikrotom-Messer parallel im gleichen Arbeitsschritt auf. Da die Diamantstückchen ja bekanntlich sehr widerstandsfähig sind, ist das auch kein Problem. Wenn man die bestrichenen Glasplatten über mehrere Tage liegen lässt, sollte man an eine Abdeckung denken. Ich führe jeden Schritt so lange aus, bis ich bei der Kontrolle mit der 10fach Lupe eine einheitliche Fläche sehe.

Abb. 10: Diamantpastentuben-set.



Dazu spiegle ich eine flächige Lichtquelle (Lichtbox/Strip light) in die beiden Schneidenflächen ein (eine nach der anderen). Man erkennt sofort, ob die Fläche eben ist und die Schleifspuren des vorhergegangenen Durchgangs restlos weggeschliffen sind. Abhängig von der Abnutzung der Schneide beginnt der erste Durchgang mit der 3.000er oder 14.000er Körnung. Wenn man vom Schleifstein kommt, hat die 3.000er Körnung die Aufgabe, eine ebene Fläche zu produzieren und muss daher auch meist am längsten ausgeführt werden. Bei der Kontrolle mit der flächigen Lichtquelle – nach der Behandlung mit der 14.000er Körnung – können Fehler (z.B. abgerundete Schneide) aus dem vorangegangenen Arbeitsschritt mit der 3.000er Körnung erkannt werden. Es kann daher aus Zeitgründen sinnvoll sein, noch einmal auf die 3.000er Körnung zurückzusteigen. Je exakter man beim eigentlichen Schleifen und bei der Aufbereitung mit der 3.000er Körnung gearbeitet hat, desto schneller ist man mit der 14.000er und 24.000er Körnung. In Abbildung 11 sieht man eine Gegenüberstellung, wie sich die Schneide in den einzelnen Arbeitsschritten verändert.

Das Abziehen der Schneide

Unter dem Abziehen verstehe ich den Schritt, der auf jeden Fall unmittelbar vor dem Verwenden des Mikrotom-Messers zu tun ist, um die bestmögliche Schärfe zu erzielen. Denn, wie im ersten Teil dieser Artikelserie beschrieben (Zimmer, 2012), verlieren die Mikrotom-Messer

schon nach kurzer Zeit – wir sprechen von einigen wenigen Stunden – ihre absolute Schärfe. Ebenfalls dort habe ich beschrieben, wie man die Schärfe eines Mikrotom-Messers prüft. Wir haben zwei Möglichkeiten, diesen ersten Schritt des Abziehens durchzuführen. Er kann meiner Erfahrung nach entweder auf der Glasplatte mit einer 60.000er Diamantpaste (Variante 1) oder auf Leder mit der roten Streichriemenpaste und nachfolgender Schlammkreide auf einer Glasplatte durchgeführt werden (Variante 2). Für beide Varianten wird bei mir das bereits beschriebene Weiß-Öl eingesetzt.

Variante 1: Aufbereitung mit Diamantpaste

Ich trage auf die Glasplatte Diamantpaste mit der 60.000er Körnung und mische dieses wie oben beschrieben mit Weiß-Öl ab. Dass die Abziehhülse auch in diesem Schritt am Messer befestigt ist, darf natürlich nicht unerwähnt bleiben. Ich bewege das Messer mit kreisender Bewegung über das Glas, die Drehrichtung wird gewechselt und nach 20 Bewegungen wird das Messer um 180 Grad umgedreht, um keine asymmetrische Schneide zu produzieren. Es wird mit einer 10fach Lupe – wie in der Feinaufbereitung beschrieben – kontrolliert.

Variante 2: Rote Streichriemenpaste und Schlammkreide

Bei dieser Variante kommt die mit der roten Streichriemenpaste behandelte Lederplatte zum Einsatz. Je nachdem wie eben die Oberfläche der Schneide des Mikrotom-Messers auf dem

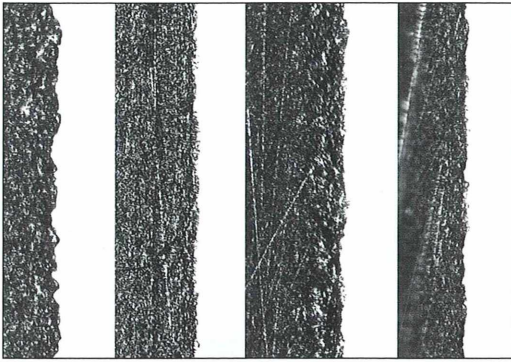


Abb. 11: Entwicklung einer Schneide im Verlauf der Feinaufbereitung (von links nach rechts: 1.200er, 3.000er, 14.000er, 28.000er Körnung; Vergr.: 100fach).

Leder geworden ist, kann als zusätzlicher Schritt Schlämmkreide auf der Glasplatte eingeschoben werden, um die Oberfläche der beiden Seiten der Schneide eben zu bekommen (es handelt sich um die beiden Flächen, die den Schneidenwinkel bilden).

Auf der Lederplatte wird mit einer ziehenden Seitwärtsbewegung und leichtem Druck auf das Messer – gleich wie auf dem Schleifstein (Abb. 8) – gearbeitet. Abhängig vom Druck, den man ausübt, spürt man, wie die Streichriemenpaste greift. Der Druck muss sukzessive reduziert werden, dadurch erhält man (a) eine feinere Schliffstruktur und (b) wird die Fläche gerader. Den Druck richtig zu dosieren, erfordert viel Erfahrung, andernfalls wird ein Zwischenschritt mit Schlämmkreide auf der Glasplatte erforderlich. Das ist aus meiner Sicht ein echter Nachteil, da die Bearbeitung mit Schlämmkreide am besten mit entmineralisiertem Wasser ausgeführt wird (eine leichte Beigabe von Netzmittel, z. B. Pril, Spüli, verbessert die Wirkung extrem). Wir wechseln also von Öl ins Wasser und dann wieder zurück ins Öl. Es müssen zwar nach jedem Fertigungsschritt Messer und Abziehhülse gründlich gereinigt werden, aber meine Erfahrung ist, dass im Prozess solche Wechsel nicht effizient und daher zu vermeiden sind.

Achtung: Auf dem Leder darf auf keinen Fall mit kreisenden Bewegungen gearbeitet werden. Da das Messer in die Lederoberfläche einsinkt, würde diese durch Schnitte beschädigt werden.

Das finale Brechen des Grats

Nach dem Abziehen der Schneide (Variante 1 oder Variante 2) gehe ich zum letzten Schritt vor der Anwendung, dem Brechen des Grats, auf das Öl-Leder. Ich massiere dazu Weiß-Öl in das Leder der dafür reservierten Platte und zwar so viel, dass beim drucklosen Darüberziehen des Messers kurzzeitig die Spur auf der Lederoberfläche sichtbar ist. Ich bewege dazu das Messer von links nach rechts über die gesamte Länge von 45 cm. Das Messer wird dabei schräg gezogen (15 bis 30 Grad; Abb. 8), abhängig von der Messerlänge. Lange Messer müssen schräger über das Leder gezogen werden, um den Überstand nicht größer als 3 cm werden zu lassen. Nach jedem Zug wird das Messer um 180 Grad gedreht (die Schneide zeigt danach in die andere Richtung). Nun wird in Gegenrichtung zurückgezogen. Der gesamte Vorgang darf nicht zu oft ausgeführt werden (ich mache es fünf Mal pro Richtung). Wer dies zu oft oder mit zu viel Druck ausführt, erhält eine abgerundete Schneide und verliert damit Schärfe. Ich bewege bei der Seitwärtsbewegung nicht nur seitlich, sondern auch ziehend. Vor allem bei Messern länger als 20 cm ist dies absolut notwendig, um die gesamte Schneide gleichmäßig zu bearbeiten.

Jetzt ist das Messer einsatzfähig. Man muss darauf achten, dass nicht zu viel Zeit zwischen dem Vorgang des Abziehens und dem Beginn des Schneidens vergeht.

Beide Varianten (1 und 2) funktionieren natürlich gleich gut, deren optimale Anwendung vorausgesetzt. Der Vorteil von Variante 1 ist, dass durch die Bearbeitung auf der Glasfläche keine abgerundeten Flächen entstehen können und man damit gleich auf das Leder mit dem Ölfilm zur finalen Fertigstellung übergehen kann. Der Nachteil von Variante 1 ist, dass man für die Bearbeitung mit der 60.000er Diamantpaste eine längere Zeit als am „roten“ Leder benötigt. Die Körnigkeit der roten Streichriemenpaste ist deutlich gröber als die 60.000er Diamantpaste. Zusammengefasst bedeutet das, dass man bei idealer Anwendung mit Variante 2 (am roten Leder) schneller ist, die Bearbeitung via Variante 1 aber die sicherste ist. Ich persönlich arbeite lieber mit der Diamantpaste (ca. 80 % der Aufbereitungen). Durch den Umstand, dass ich mehrere gleiche Messer in einem Schneidvorgang verwende, ist die Abnutzung der einzelnen Messer gering und die benötigte

Zeit mit der 60.000er Diamantpaste hält sich daher in Grenzen.

Der große Vorteil eines häufigen Messerwechsels ist, eine deutlich geringere Anzahl ausgerissener Schnitte – und das ist mein primäres Ziel –, um geeignetes Material zum Fotografieren zu erhalten. Das Gleiche trifft natürlich auch auf die Wahl des richtigen Messer-Typs (A–D) zu. Ein zu hartes Objekt zerstört die empfindliche Schneide des Mikrotom-Messers und bedeutet als Konsequenz unnötigen Aufwand bei der Aufbereitung.

Damit sind jetzt alle Schritte der Aufbereitung eines Mikrotom-Messers abgeschlossen. Der 3. Teil dieser Serie setzt mit der richtigen Montage des Mikrotom-Messers am Mikrotom

(Deklination und Inklination des Mikrotom-Messers) fort.

Bezugsquelle für Diamantpasten:
www.abradia-ps.com

Literaturhinweis

Zimmert, G.: Aufbereiten von Mikrotom-Messern.
Teil 1: Grundsätzliches. Mikrokosmos 101,
217–224 (2012).

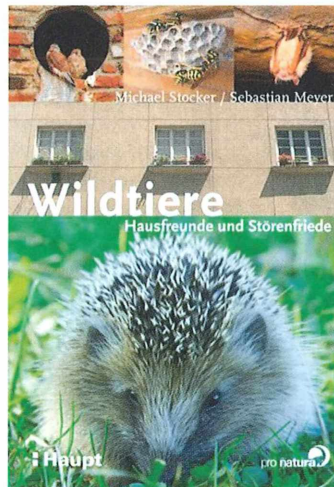
Verfasser: Gerhard Zimmert,
Endresstraße 52 Haus 4/6,
1230 Wien, Österreich
E-Mail: gerhard@zimmert.eu
www.naturfoto-zimmert.com

Buchbesprechung

Stocker, M., Meyer, S.:
Wildtiere.

Hausfreunde und Störenfriede.
Haupt Verlag, Stuttgart 2012,
352 Seiten,
laminiertes Pappband,
zahlreiche Farabbildungen,
€ 29,90,
ISBN 978-3-258-07664-5.

Der Haupttitel *Wildtiere* könnte zunächst vermuten lassen, dass es sich bei diesem Buch um außergewöhnliche Naturbeobachtungen seltener Tiere aus exotischen Gefilden handelt. Dies ist keineswegs so, jedoch ist dieses Buch selbst außergewöhnlich. Hier werden nämlich „ganz gewöhnliche“ Tiere, die in unseren Städten und sogar an/in unseren Häusern leben, vorgestellt. *Hausfreunde und Störenfriede* werden diese Gesellen im Untertitel genannt. Da die beiden Autoren ausgewiesene Naturschützer sind und das Liebens- und Schützenswerte unsere tierischen Nachbarn geschickt hervorheben, entwickelt man schnell eine meist



positive Einstellung. Gegliedert ist das Buch im Wesentlichen nach den Lebensräumen, in denen man auf die Wildtiere trifft (z. B. Dachboden, Fassade, Keller, Garten). Fachlich fundiert und gut bebildert werden Erkennungsmerkmale, Lebensweise, Ansprüche an Unterschlüpfe und Brutstätten der Mitbewohner übersichtlich und mit

klaren Worten erläutert. Insbesondere werden Tipps gegeben, wie man in Wohnung, Haus und auf dem Grundstück tierfreundliche Nischen schaffen kann. Häufig sind die Fassaden heute so versiegelt, dass keine Ritzen und Hohlräume als Behausungen für Untermieter frei bleiben. Hier kann man durch Anbringung von Nistkästen den Tieren helfen, oder schon beim Bau/Renovieren gezielte Lücken freilassen. Auch das Anlegen von abwechslungsreichen Gärten mit Gebüschreihen bietet Wildtieren einen Lebensraum. Jedoch sind nicht alle Wildtiere willkommen. Daher geben die Autoren auch Hinweise, wie man unerwünschte Untermieter, die beispielsweise Schäden an Haus oder Vorräten anrichten, vertreiben kann bzw. verhindern kann, dass diese Tiere eindringen können. Dieses praxisorientierte Buch weist Wege auf, wie man Tierfreund und schonender Tiervertreiber – wenn nötig – gleichzeitig sein kann. Empfehlenswert!

Renate Radek, Berlin

Mikroskope als Briefmarkenmotive

Wolfgang Froberg und Klaus Hausmann

Vielleicht hat man hier und da einmal – mehr oder weniger durch Zufall – auf Briefmarken Darstellungen von Mikroskopen gesehen. Oft wird es sicherlich nicht gewesen sein. Einmal auf diese Thematik gestoßen, mag man in älteren MIKROKOSMOS-Bänden nach diesbezüglichen Artikeln suchen. Schnell wird klar, dass das ein mühseliges Geschäft ist. Denn in den zahllosen Artikeln ist offenbar nur recht selten von Postwertzeichen in Verbindung mit der Mikroskopie die Rede. Die seit langem verfügbaren analogen Quellenbücher sowie das digitale Register der Gesamtausgabe des MIKROKOSMOS erleichtern zwar diese Suche, zeigen allerdings auch sehr bald, dass bislang offenbar in unserer Zeitschrift Briefmarken nicht so oft thematisiert wurden.

Der erste Hinweis findet sich auf einer etwas weiter zurückliegenden Arbeit im Band 29 von 1935/36. Unter der Rubrik

Angewandte Mikroskopie berichtet N. G. Neuweiler über *Das Mikroskop im Dienste der Briefmarkenkunde*. Hierbei geht es primär darum, Fälschungen auf die Spur zu kommen. Es wird an Hand einer Reihe von Beispielen aufgezeigt, wie es gelang, mittels feinsten, nur mit dem Mikroskop erkennbarer Unstimmigkeiten Fälschungen aufzudecken.

Man muss sehr lange in den MIKROKOSMOS-Heften weiterblättern, bis man im Band 81 von 1992 auf den Artikel von Norbert G. Gunkel stößt, in dem er über *Das Symbol der Wissenschaft – Mikroskopie auf deutschen Briefmarken* berichtet. Es handelt sich um eine Kompilation, in der er Briefmarken aus der Bundesrepublik, Berlin und der ehemaligen DDR vorstellt, auf denen das Mikroskop oder



Abb. 1: Vier Marken von 1980 aus der DDR mit Darstellungen historischer Mikroskope.

Abb. 2: Abbe/Zeiss-Gedächtnismarken der DDR anlässlich des 90-jährigen Firmen-Jubiläums.

Abb. 3: Sonderausgabe der DDR anlässlich des 125-jährigen Bestehens der Carl Zeiss Werke Jena.



das Mikroskopieren eine Rolle spielen. 1994 ist es noch einmal Norbert G. Güntel, der die Thematik erneut aufgreift und diesmal erfolgreich auf weltweit verbreiteten Postwertzeichen nach Mikroskopdarstellungen fahndet.

Danach wird es wieder recht still um die Philatelie im Zusammenhang mit der Mikroskopie. Erst im neuen Jahrtausend, im Jahr 2001, wird man wieder fündig. Diesmal ist es der Artikel von Wolfgang Schneider *Protozoen auf Briefmarken*, welcher zweifelsfrei im Zusammenhang mit der Mikroskopie steht. Denn ohne ein Mikroskop dürfte der bei weitem größte Teil dieser Organismen dem menschlichen Auge verborgen bleiben. Sämtliche einzelligen Organisationsgruppen sind – jeweils unterschiedlich oft – auf Postwertzeichen zu finden: Amöben, Geißeltiere (Flagellaten), Wimpertiere (Ciliaten) und Sporentiere (Apicomplexa).

In der darauf folgenden Dekade meldete sich 2005 noch einmal Norbert G. Güntel zu Wort. Er macht in seinem Artikel *Wenn der Tubus schwebt: Falsche Mikroskopkonstruktionen auf Briefmarken* auf gewagte, teilweise unsinnige Mikroskopkonstruktionen aufmerksam, die wohl auf das Konto des jeweiligen Grafikers gehen, der die entsprechende Briefmarke geschaffen hat. Offenbar mangelte es bei den Kunschtchaffenden hier und da an einigem Sachverstand.

Der eigene Ansatz

Der Anlass für diesen Bericht war die Tatsache, dass es galt, einen Übungsabend für die Berliner Mikroskopische Gesellschaft vorzubereiten. Das Thema lautete *Briefmarken unter der Stereolupe*. Dabei wurden verschiedenste philatelistische Aspekte beleuchtet und für den Vortrag aufbereitet. Für den vorliegenden Bericht wurden die privaten Briefmarkensammlungen BRD, Berlin und DDR speziell nach Darstellungen durchforstet, die im Zusammenhang mit der Mikroskopie stehen. Die folgende Zusammenstellung erhebt allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da es sich bei den jeweiligen Sammlungen nicht um Komplettkollektionen handelt.

Anlässe, Motivationen und Hintergründe

Was ist der Anlass, dass Mikroskope auf Briefmarken erscheinen? Vielfach sind es historische Aspekte. Als besonders gelungen gilt auch heute noch ein Block von vier großformatigen Marken, der 1980 in der DDR erschien (Abb. 1). Erinnerung wurde damit an das optische Museum der Carl-Zeiss-Stiftung in Jena. Gezeigt werden vier historische Mikroskope, nämlich ein Gerät von Huntley, gebaut in London 1740,

Abb. 4: Unterschiedliche Druckverfahren des gleichen Motivs: links Offsetdruck, rechts Buchdruck.





Abb. 5: Für die Jugend aus Ost und West.

ein Mikroskop von Magny, Paris 1751, ein für diese Zeit sehr eigenwillig wirkendes Instrument von Amici, konstruiert in Modena im Jahr 1845, sowie ein Mikroskop von Zeiss, Jena 1973 (Günkel, 1992).

Das Briefmarkenpaar Erst Abbe/Carl Zeiss erschien anlässlich des 90-jährigen Jubiläums der Carl Zeiss Werke, Jena (Abb. 2). Interessant ist, dass sich die beiden Mikroskop-Protagonisten bei richtiger Anordnung der Marken anschauen, die beiden Marken also vom Grunddesign her spiegelbildlich gefertigt wurden. Eine etwas ungewöhnliche Marken-Dreierkombination erinnert an das 125-jährige Bestehen des seit einigen Dekaden VEB Carl Zeiss Jena genannten Werkes (Abb. 3).

Man könnte der Ansicht sein, dass alle Briefmarken eines Motivs und eines Wertes in der gleichen Art und Weise produziert werden. Dem ist aber offenbar nicht so. Ein Beispiel soll das illustrieren (Abb. 4): Das linke Exemplar ist nach dem Offsetdruck-Verfahren gedruckt worden, das rechte nach dem Buchdruck-Verfahren. Die qualitativen Unterschiede in der Bildwiedergabe sind offensichtlich. Aus dem

Motiv der Marke ist kein besonderer Anlass für die Herausgabe dieser Marke abzuleiten. Man sieht einen Wissenschaftler, der in einem Chemielabor für seine Forschung unter anderen Instrumenten ein Mikroskop einsetzt.

Sowohl in Ost- als auch in Westdeutschland wurde das Mikroskop offenbar auch im Zusammenhang mit der Ausbildung der Jugend gesehen, was so genannte Jugendmarken belegen (Abb. 5).

Immer wieder wurden Jubiläen verschiedenster Art, die einen Bezug zur Mikroskopie hatten, mit Briefmarken gewürdigt. So gedachte die westdeutsche Bundespost 1968 der 100-jährigen Pionierleistung von Abbe und Zeiss durch die Darstellung des Mikroskopstrahlenganges (Abb. 6, links) und die Post der DDR 1965 im Zusammenhang mit der Leipziger Jubiläumsmesse der Leistung der Zeiss-Werke Jena (Abb. 6, rechts). Der breite Anwendungsbereich der Mikroskopie in der Materialprüfung wurde 1971 von der Deutschen Bundespost Berlin zum 100-jährigen Bestehen dieser Institution durch die Herausgabe einer entsprechenden Briefmarke gewürdigt (Abb. 7 links).



Abb. 6: Jubiläen, gefeiert von der BRD und der DDR.



Abb. 7: 1971: 100 Jahre Materialforschung (links). 2005: 100 Jahre Nobelpreis für Robert Koch (rechts).



Abb. 8: Typische Perforationen zum Trennen von Briefmarken aus einem größeren Block.

Dass auch einzelne, herausragende Persönlichkeiten durch Postwertzeichen der Deutschen Bundespost geehrt werden, belegt die 2005 erschienene Marke anlässlich der 100-Jahr-Feier

des Nobelpreises von Robert Koch (Abb. 7, rechts). Es ist nicht nur sein markantes Konterfei dargestellt, sondern auch das Mikroskop, mit dem er seine bahnbrechenden, für die gesamte Menschheit relevanten Entdeckungen machen konnte.

Zackige Peripherie

Denkt man an eine Briefmarke, hat man wohl spontan ein rechteckiges Stück Papier mit Zackenrand vor seinem geistigen Auge (Abb. 8). Mit einigem Recht darf man sich fragen, ob dieser Zackenrand schon immer existierte und warum er überhaupt da ist. Eine Antwort auf diese Fragen gab Thomas de Padova am 7.3.2012 im Berliner Tagesspiegel, als er in seiner Kolumne *AhA* schrieb:

Warum haben Briefmarken Zacken?

Philosophen lieben die Weisheit, Philharmoniker die Musik. Und Philatelisten? Der seltenen Wortschöpfung zufolge, lieben sie die Gebührenfreiheit (griech. *ateleia*), den Umstand, dass die Sendung im Vorab freigegeben, also frankiert wurde und nicht mehr, wie vor der Einführung der Briefmarke, vom Empfänger bezahlt werden muss. Kurzum: Sie lieben Briefmarken.

Auch ich bin heimlicher Philatelist. Meine Vorliebe für schöne Briefmarken macht sich bemerkbar, wenn ich angesichts der Warteschlange am Schalter Zuflucht zu einem modernen Automaten nehme. Die Maschine bedruckt Rollenmarken wunschgemäß mit einem 0,45er, 0,55er oder anderen Wertzeichen.

Aber wie schlicht sind die Motive! Und die Marken sind nicht einmal gezackt!

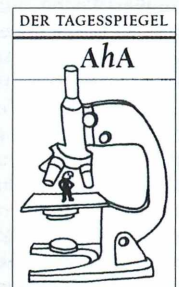
Das war auch früher so, sagt Erwin Nier, Pressesprecher der Deutschen Post in München. *Die ersten Briefmarken hatten keine Zähnung.* Als aufklebbare Postwertzeichen kamen sie 1840 in Großbritannien in Umlauf. Sie wurden auf großen Papierbögen gedruckt. *Jede Marke musste einzeln mit der Schere aus dem Bogen geschnitten werden.* Da Schnittlinien fehlten, hatten manche Briefmarken breite Ränder, andere waren angeschnitten.

In Anbetracht des zeitaufwendigen Schneidens kam der britische Geschäftsmann Henry

Archer auf den Gedanken, die Bögen mit einer Durchstichmaschine zu perforieren. Das Ergebnis blieb unbefriedigend, bis Archer die feinen Messer durch Lochstifte ersetzte. Im November 1848 meldete er eine Reihenzähnungsmaschine zum Patent an, die winzige Löcher aus den Bögen herausstanzte. Die so gezähnten Marken ließen sich schnell und sauber voneinander trennen.

In Deutschland folgte man dem Beispiel. *Die ersten gezähnten Briefmarken erschienen 1860 in Baden-Württemberg*, erzählt Nier. Heute sind 14 Zacken auf zwei Zentimetern Kantenlänge Standard. Das Format hat sich auch bei selbstklebenden Marken durchgesetzt.

Ungezähnte Marken von der Automatenrolle hingegen sind Ausdruck einer neuen Stufe der Reduzierung von Personalkosten und ein Einschnitt in eine Tradition. Bei Philatelisten sind sie bisher noch nicht sehr beliebt. Es sei denn, sie stammen von einem der ersten Berliner Klüssendorf-Automaten, zeigen eine alte Druckertypografie oder ... Die Liebe der Philatelisten wächst mit der zeitlichen Distanz.



Thomas de Padova

Literaturhinweise

- Günkel, N. G.: Symbol der Wissenschaft – Mikroskopie auf deutschen Briefmarken. *Mikrokosmos* 81, 267–272 (1992).
- Günkel, N. G.: Mikroskopie auf Briefmarken aus aller Welt. *Mikrokosmos* 83, 271–275 (1994).
- Günkel, N. G.: Wenn der Tubus schwebt: Falsche Mikroskopkonstruktionen auf Briefmarken. *Mikrokosmos* 94, 227–230 (2005).

- Neuweiler, N. G.: Das Mikroskop im Dienste der Briefmarkenkunde. *Mikrokosmos* 29, 112–115 (1935/36).
- Schneider, W.: Protozoen auf Briefmarken. *Mikrokosmos* 90, 207–211 (2001).

Verfasser: Wolfgang Frohberg, Moltkestraße 31, 12203 Berlin, E-Mail: wfrohberg@gmx.de, und Prof. Dr. Klaus Hausmann, Rothenburgstraße 27b, 12165 Berlin, E-Mail: hausmann@zedat.fu-berlin.de

Nachricht

20jähriges Jubiläum des Mikroskopikertreffens auf dem Wohldenberg

Es war schon ein denkwürdiges Treffen, als ab dem 22. April 28 Teilnehmer zu dieser Hobbymikroskopiker-Woche anreisten (Abb. 1). Als Krönung konnte der Gründer und Veranstalter Karl Brüggemann aus Hannover (Abb. 2) nach dem Start 1993 mit diesem 20. Treffen mit Stolz auf eine lange und sehr erfolgreiche Zeit zurückblicken, was auch gebührend gewürdigt und gefeiert wurde.

Teilnehmer aus Deutschland, der Niederlande, Luxemburg, Schweden, Österreich und der Schweiz, von denen einige vom Beginn an dabei waren, fanden sich ein, um Erfahrungsaustausch, gemeinsame mikroskopische Aktivitäten verbunden mit interessanten Vorträgen zu erleben und zu praktizieren sowie persönliche Kontakte zu pflegen.

In der Jugendbildungsstätte Wohldenberg war in vertrauter Umgebung viel Platz und Licht für jegliches Gerät und Ausrüstung. Die Unterbringung in behaglichen Zimmern mit Dusche/WC sowie eine immer wieder zu lobende Küche mit abwechslungsreicher Verpflegung waren Garant für einen angenehmen einwöchigen Aufenthalt. Zur Würdigung des Jubi-

läums gab es sogar Gratulations-Torten von der Küche des Hauses.

Matthias Ernst von der Firma Olympus stellte dankenswerter Weise wieder ein Videomikroskop für die Präparate-Diskussion zur Verfügung und hatte auch erneut Gebrauchtteile im Gepäck, die viele Interessenten fanden.

Der Programmablauf umfasste zahlreiche Vorträge und Praktika sowie gemütliche Beisammenseine (Hocketse) mit Grillabend und gebackenem Leberkäs mit Weizenbier. Zum guten Gelingen gehörte auch ein Auftreten von Hans van Eijk aus den Niederlanden, der als Gitarrist in den 60/70er Jahren eine erfolgreiche Band unter dem Namen *The Jumping Jewels* gründete. Er hatte einen Teil seiner musikalischen Ausrüstung mitgebracht und erfreute mit seiner Begeisterung und seinem Können die Teilnehmer. Darüber hinaus erläuterte er in einem Vortrag Möglichkeiten der Adaption von Kameras an Mikroskopen.

Auch Richard Jähner hielt einen Vortrag zum Thema *Grundkenntnisse zur digitalen Fotografie*. In Fortgang dieses Themas führte Eberhard Raap in die An-



Abb. 1: Teilnehmer des 20-jährigen Jubiläums des Wohldenbertreffens.

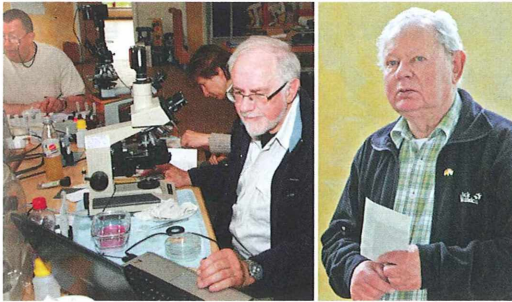


Abb. 2: Mikroskopieraktivitäten (links), zum 20. Mal vorbereitet und betreut von Karl Brüggmann aus Hannover (rechts).

wendung und Verarbeitungsschritte der Software „picolay“ für Schichtaufnahmen (Stacken) ein, besonders für die Erstellung von 3D-Bildern. Günther Zahrt zeigte in diesem Zusammenhang den Aufbau und die Stacking-Funktionsweise einer von ihm gebauten Einrichtung zur automatisierten Erzeugung eines Bilderstapels mit einem Olympus BH2-Mikroskop, unter Verwendung einer Canon Digitalkamera und eines Schrittmotors am Feintrieb.

Harald Popp stellte sein Interphako-Mikroskop von Zeiss/Jena vor, das für Durchlicht-Mikroskopie und mit einem Mach-Zehnder-Interferometer ausgestattet ist. Er demonstrierte streifenfreie Bilder und variablen Phasenkontrast, womit sich ungefärbte Objekte farbig kontrastieren lassen.

Zur Mineralogie hielt Erwin Heiser einen Vortrag über *Einführung in die Konoskopie*. Praktiziert wurde von Adolf Lohr unter Assistenz von Herrmann Hochmeier aus Österreich die Dünnschliffherstellung eines Migmatit und eines Quarzporphyrs. Die vorgegebenen Plättchen (0,5 mm) aufgeklebt auf einem Objektträger (Gießener Format) wurden nach Herunterschleifen auf ca. 30 µm im polarisierten Licht ausgewertet.

Nach pflanzenhistologischen Erläuterungen der Arbeitsverfahren wurden in bewährter Arbeitsweise im großzügigen zettlichen Vorlauf von Karl Brüggmann zahlreiche Mikrotomschnitte von botanischem Material in Küvetten mit Rotihistol entparaffiniert und über Alkoholstufen zu wässrigen, färbbaren Präparaten aufbereitet. Diese wurden dann fachgerecht nach verschiedenen Arbeitsschritten zu Dauerpräparaten nach Etzold gefärbt und eingedeckt. Hans-Jürgen Koch stellte ebensolche Schnitte und die W3A-Färbung von Robin Wacker für sehr schöne Präparate zur Verfügung. Histologische Schnitte (Mensch/Tier) von Karl Brüggmann wurden fachgerecht mit der Gomori-Färbung verarbeitet. Jan Kros hatte zahlreiche Gewebe-Handschnitte von Pflanzen und Hölzern für Färbungen bereitgestellt.

Claudia Külling hielt einen Vortrag über Pflanzenschutz und referierte über Endoparasiten und Pilze auf Pflanzen. Klaus Herrmann demonstrierte Mikro-



Abb. 3: Tätigkeit im XLAB – Göttinger Experimentallabor für junge Leute.

kristalle von verschiedenen Substanzen für Polarisation.

Wie zu erwarten, ließ Professor Dr. Andreas Gebert es sich nicht nehmen, auch an diesem Jubiläumstreffen einen Vortrag zu halten. Als Leiter des Anatomischen Instituts Jena referierte er über viele histologische Präparate, die aus der Zeit vor 1945 stammen und über deren genaue Herkunft, Zuordnung und Wertung intensiv recherchiert wird, wobei die damalige Rechtsauffassung auch hinsichtlich ethischer Grundsätze bedacht werden muss.

Bei einer Schönwetter-Wanderung vorbei am Derneburger Schloß (Lavesweg) wurden an Fischteichen Wasserproben für spätere Auswertungen gezogen. Die beliebte Exkursion führte diesmal nach Göttingen ins XLAB – Göttinger Experimentallabor für junge Leute e. V. Hier werden Abiturvorbereitungskurse für interessierte Gymnasiasten in hervorragend ausgestatteten Labors angeboten und zwar für Physik, Chemie, Biologie und thematische Schwerpunkte bezogen auf das Zentralabitur in Niedersachsen. Hier konnten die Teilnehmer unter der Leitung von Frau Dr. Maram Bader zum Thema *DNA zum Anfassen* nach Einführung in die theoretischen Grundlagen in einem Praktikum die eigene DNA isolieren (Abb. 3). Aus Mundschleimhaut-Abstrich erfolgte eine Anfärbung mit Methylblau zur mikroskopischen Betrachtung. Eine darauf folgende Speichelprobe wurde mit verschiedenen Agenzien (Ethanol, Glycerin, Pufferlösung, NaCl) behandelt, wobei am Ende die DNA als weiße, flockige Fällung/Knäuel erhalten wurde. Sie konnte im Glasgefäß unter Glycerin als Andenken mitgenommen werden.

Nach sieben Tagen war die abwechslungsreiche Zeit mit der Abschlussansprache von Karl Brüggmann vorüber. Die Hoffnung auf weitere Treffen wurde nicht enttäuscht. Richard Jähner wird mit Helfern zur Entlastung von Karl Brüggmann diesbezüglich tätig werden, was mit großem Beifall begrüßt wurde.

Udo Lentz, Eschborn

Micrasterias – Die Stars unter den Zieralgen

Rupert Lenzenweger und Wolfgang Bettighofer

Die Zier- oder Schmuckalgen, wie die Desmidiaceen auch genannt werden, verdanken diese Bezeichnung dem Umstand, dass die Zellen aus zwei spiegelbildlich gleichen Halbzellen bestehen und sich so Formen erstaunlicher Symmetrie ergeben. Zusätzlich sorgen Einschnitte, Einbuchtungen sowie stachelige, oft gegabelte Fortsätze für eine zusätzliche Gliederung dieser filigranen Formen.

Diesem Umstand verdanken sie es auch, dass sie nicht nur bei den Mikroskopikern gesuchte und geschätzte Objekte sind, sondern sehr oft auch als Vorlagen für Schmuckstücke oder als Motive in der Malerei dienen (Hausmann, 2006 und 2012). Auch Ernst Haeckel (1834–1919) widmete in seinem berühmten Tafelwerk *Kunstformen der Natur*, welches in den Jahren 1899 bis 1904 in zehn Lieferungen erschien, den Zieralgen unter der Bezeichnung „Zierdinge“ eine der 100 Tafeln, nämlich die Tafel 24, und bildete dort auch einige *Micrasterias*-Arten ab, allerdings in einer zum Teil stark stilisierten Darstellung.

Die Vertreter der Gattung *Micrasterias* erfreuen sich bei den Mikroskopikern ganz besonderer Beliebtheit, nicht nur ihrer relativen Größe wegen, sondern auch wegen ihrer Formenvielfalt. Die *Micrasterias*-Arten sind einzellig, ihre Gestalt abgeflacht scheibenförmig und durch reichliche seitliche, vielfach unterschiedlich tiefe Einschnitte gegliedert. Wegen der starken Ähnlichkeit mit dem Malteserkreuzorden führte das bei der Art *Micrasterias crux-melitensis* sogar zur wissenschaftlichen Namensgebung.

Der Gattungsname *Micrasterias* stammt ursprünglich von Agardt (1827) und wurde von Ralfs (1848) in seiner Monographie validiert. Mit unterschiedlichen Arten ist die Gattung *Micrasterias* sowohl in den Tropen und Subtropen als auch in gemäßigten und arktischen Zonen weltweit verbreitet.

Ökologische Ansprüche von Desmidiaceen

Die ökologischen Ansprüche sind von Art zu Art recht unterschiedlich. Einige Arten sind ausgesprochen azidophil (Säure liebend) bei pH-Werten von 4,5 bis 5,5 und damit auch

charakteristisch für Hochmoorschlenken mit hohem Torfmoosanteil (*M. truncata*, *M. jenneri*, *M. oscitans*, *M. decemdentata*). Andere Arten wiederum findet man vornehmlich in mäßig sauren Standorten, bei pH Werten von 6 bis 6,5. Sie sind damit Besiedler beispielsweise von Übergangs- und Flachmooren sowie Feuchtwiesen (*M. denticulata*, *M. thomasiana*, *M. furcata*, *M. rotata*), wobei aber keine klaren Grenzen gezogene werden können, da es immer wieder kontinuierlich sich überschneidende und ineinander übergehende Zonen gibt. Einige Arten leben auch in schwach saurem bis leicht basischem Milieu von Altwässern, Teichen, Seen und dergleichen und gelangen so mitunter auch ins Plankton (*M. crux-melitensis*, *M. americana*). Während einzelne Arten überaus selten und bisher nur von ganz wenigen Fundorten bekannt sind, zeigen andere wiederum allgemeine Verbreitung. Das sind naturgemäß jene Arten, die an ihren Lebensraum wenig spezielle Ansprüche stellen und daher ein breites Milieuspektrum haben, wie zum Beispiel *Micrasterias rotata*, die vielfältige Biotope besiedelt.

So ungleich ihre ökologischen Ansprüche an ihren Lebensraum auch sein mögen, eines haben sie jedenfalls gemeinsam, nämlich, dass sie ausschließlich in reinen, unbelasteten Gewässern vorkommen. Diese Bedingungen herrschen heute wohl eher nur mehr in Mooren oder sonstigen Feuchtgebieten vor (Abb. 1), die unter Naturschutz stehen und nur so dem landschaftlichen Umgestaltungswahn oder der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen sind. In erster Linie handelt es sich um landschaftsverändernde Maßnahmen, wie etwa Trockenlegung und Aufforstungen von scheinbar nutzlosen Feuchtgebieten, Baulandbedarf, aber auch um Wasserverunreinigung durch das bäuerliche



Abb. 1: Typischer Fundort für Desmidiaceen: Wiesenvernässung. – **Abb. 2:** Mit Einwegspritze und Lupe auf Desmidiaceenjagd.

Umland oder um Luftetrug von Schadstoffen. Als traurige Begleiterscheinung dieser Faktoren muss leider festgestellt werden, dass bei den Zieralgen allgemein und bei der Gattung *Micrasterias* im Besonderen sich ein deutlicher Artenschwund abzeichnet.

Sammeln von Zieralgen

An dieser Stelle seien einige kurze Hinweise zum Sammeln von Zieralgen gegeben. Da sie ja fast ausschließlich in seichten Kleingewässern ihre bevorzugten Biotope finden, müssen auch die Sammelmethode diesem Umstand angepasst sein. Bestens eignen sich dazu die aus Kunststoff bestehenden, so genannten Einwegspritzen, wie sie in der Medizin verwendet werden und in Apotheken und Sanitätshäusern erhältlich sind. Mit diesen kann man nämlich sehr gut sowohl den Belag am Bodengrund als auch die im Gewässer frei schwimmenden Algenflocken gezielt aufsaugen. Als Sammelbehälter haben sich bisher die milchig durchscheinenden Filmdöschen stets gut bewährt. Sie sind leicht und wasserdicht verschließbar und auch bestens dazu geeignet, bei geschlossenem Deckel Mooralgen wochenlang lebend aufzubewahren. Mit dem Siegeszug der Digitalfotografie, die den Film verdrängt hat, sind solche Döschen nun aber leider kaum mehr erhältlich. Für eine informative Beurteilung des Sammelgutes vor Ort kann schon eine 10 bis 15fach vergrößernde Lupe (Einschlaglupe) gute Dienste leisten. Besser noch eignen sich diverse Okulare (z.B. von alten Feldstechern) oder Objektive von außer Dienst gestellten Projektoren (Flohmärkte). Zur Begutachtung verteilt man

auf der Handfläche etliche Tropfen des gesammelten Materials und betrachtet sie mit der Lupe (Abb. 2). Die größeren Formen (z.B. *Micrasterias*) sind schon gut als grüne Scheibchen zu erkennen. Jedenfalls reicht diese Art der Diagnose aus, um abzusichern, nicht ganz im Trüben gefischt zu haben. Ist beabsichtigt, das Sammelgut für weitere Untersuchungen aufzubewahren, ist eine Konservierung mit einem der üblichen Fixiermittel (z.B. Pfeiffers Gemisch, dem Standard-Fixiermittel für Algen: Methanol 100%ig, Formol 40%ig und konzentrierter roher Holzessig zu gleichen Teilen) unerlässlich.

Desmidiaceen-Steckbriefe

Auf den folgenden Seiten sowie in den folgenden Heften werden die in Mitteleuropa häufigsten Gattungen und Arten – jeweils zu Steckbrief-Tafeln zusammengestellt – in Wort und Bild vorgestellt. Dabei sollen sich Grafiken und Fotografien ergänzen. Mithilfe von Grafiken können morphologische Charakteristika klarer hervorgehoben werden, als das Fotografieren können. Die Fotografien wiederum zeigen die Algen mehr nach dem Leben, so wie sie der Mikroskopiker sieht.

Literaturhinweise

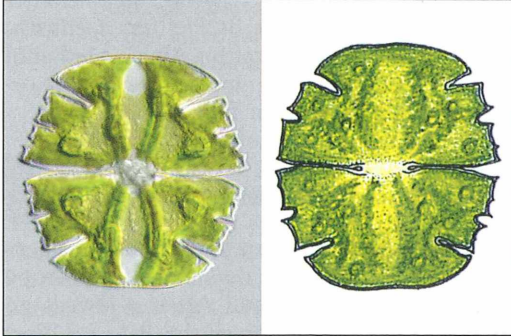
- Hausmann, K.: Der Mikrokosmos in Gold und Silber – Robert Kraus: Naturwissenschaftler und Künstler. Mikrokosmos 95, 26–28 (2006).
 Hausmann, K.: Zieralgen in der Malerei – Zur künstlerischen Tätigkeit des Diplombiologen Thomas Fromm aus Berlin. Mikrokosmos 101, 107–109 (2012).
 Krieger, W.: Die Desmidiaceen Mitteleuropas mit Berücksichtigung der außereuropäischen Arten. Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamenflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1933, 1935, 1937 und 1939.
 Lenzenweger, R.: Desmidiaceenflora von Österreich Teil 1, Bibliotheca Phycologica Bd. 101. J. Cramer, Berlin 1996.
 Ralfs, J.: The British Desmidiaceae. Reeve, Benham and Reeve, London 1848.
 Ruzicka, J.: Die Desmidiaceen Mitteleuropas, Band 1, 2. Lieferung. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1981.

Verfasser: Prof. Rupert Lenzenweger, Schloßberg 16, 4910 Ried/Innkreis, Österreich, E-Mail: prof.r.lenzenweger@aon.at, und Wolfgang Bettighofer, Rutkamp 64, 24111 Kiel

Desmidiaceen-Steckbrief

Tafel 1: Gattung *Micrasterias* (I)

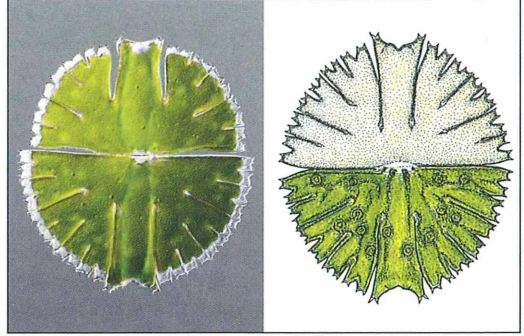
Micrasterias truncata (CORDA ex BREB.)



Dimensionen: 90–120 µm × 90–100 µm.

Vorkommen: Als azidophile Alge in sauren Gewässern und zwischen Torfmoosen in Hochmooren häufig und allgemein verbreitet, mitunter sogar massenhaft.

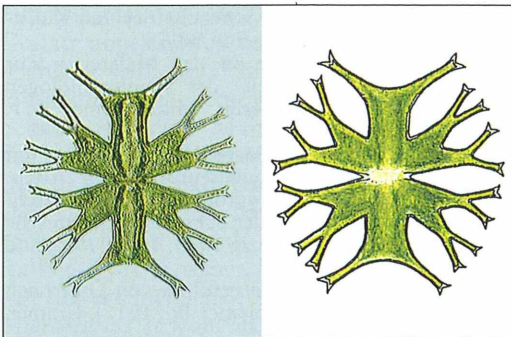
Micrasterias rotata (GREV.) RALFS



Dimensionen: 150–300 µm × 190–250 µm.

Vorkommen: Sehr anpassungsfähige Alge, in Mooren, Feuchtwiesen, Walddümpeln und dergleichen allgemein verbreitet und sicher einer der häufigsten Vertreter der Gattung.

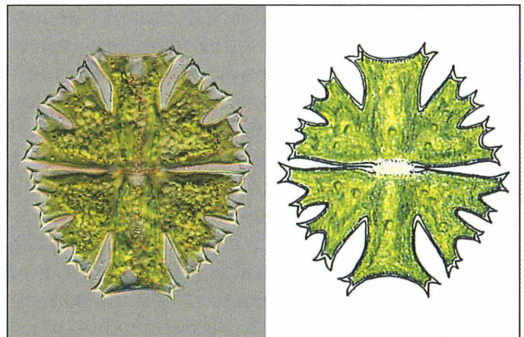
Micrasterias furcata RALFS



Dimensionen: 150–190 µm × 140–180 µm.

Vorkommen: In schwach sauren Moorgewässern, in Mitteleuropa eher selten.

Micrasterias crux-melitensis (EHR.) HASS. ex RALFS



Dimensionen: 100–120 µm × 80–120 µm.

Vorkommen: In schwach sauren bis leicht basischen Gewässern, Niedermooren und Feuchtwiesen allgemein verbreitet, kommt vereinzelt auch im Benthos und Plankton von Seen und Altwässern vor.

Aus der Industrie

Operationsmikroskop OPMI PENTERO 900 von Carl Zeiss mit renommiertem red dot award ausgezeichnet

Das Operationsmikroskop OPMI PENTERO® 900 des Medizintechnikbieters Carl Zeiss Meditec (Abb. 1) wurde mit dem *red dot award: product design* 2012 in der Kategorie Biowissenschaften und Medizin ausgezeichnet. Nur 62 der insgesamt 4.515 teilnehmenden Produkte wurden in diesem Jahr als *red dot: best of the best* in den verschiedenen Kategorien geehrt. Die 30-köpfige internationale Jury bewertete das industrielle Design des Operationsmikroskops nach Kriterien in neun unterschiedlichen Bereichen, unter anderem Qualität, Innovation, Ergonomie und Funktionalität.

Klare Funktionalität und Ergonomie mit ästhetischem Anspruch

Das 2011 eingeführte Operationsmikroskop OPMI PENTERO 900 wird weltweit zur Darstellung von Gewebestrukturen und Blutgefäßen in mikrochirurgischen Anwendungsbereichen eingesetzt. Während der Operation kann der flexible Touchscreen-Monitor des OPMI PENTERO 900 präzise positioniert werden. Dies erlaubt eine optimale Sicht auf die HD-Bilder und Videos des Operationsfeldes und unterstützt damit Chirurgen bei Live-Operationen, aber auch in der Lehre und bei der Patientendokumentation. Die schlanke Gestaltung des mehrgelenkigen Monitorschwenkarms trägt zum kompakten, aber eleganten Gesamteindruck des OPMI PENTERO 900 bei.

Wir fühlen uns geehrt, diese prestigeträchtige Auszeichnung zu erhalten, sagte Dr. Ludwin Monz, Vorstandsvorsitzender der Carl Zeiss Meditec AG. *Da Designaspekte wie Ergonomie und Bedienerfreundlichkeit Chirurgen bei ihrer täglichen Arbeit erheblich unterstützen können, ist es stets unser Ziel, die Funktionalität ebenso wie die Form zu optimieren.*

Intraoperative Fluoreszenzoptionen für ein größeres Anwendungsspektrum

Neben dem modernen, eleganten Design gehört das OPMI PENTERO 900 auch in funktionaler Hinsicht zu den innovativsten Systemen in der Medizintechnik. Verschiedene Optionen für intraoperative Fluoreszenz erweitern das Spektrum möglicher Anwendungen in der Chirurgie und Forschung. Das neueste Modul für intraoperative Fluoreszenz, YELLOW 560™, hebt mit Fluoreszenzfarbstoffen der Wellenlänge 540 bis 690 nm markiertes Gewebe hervor. Nicht markiertes Gewebe wird in seiner natürlichen Farbe dargestellt.

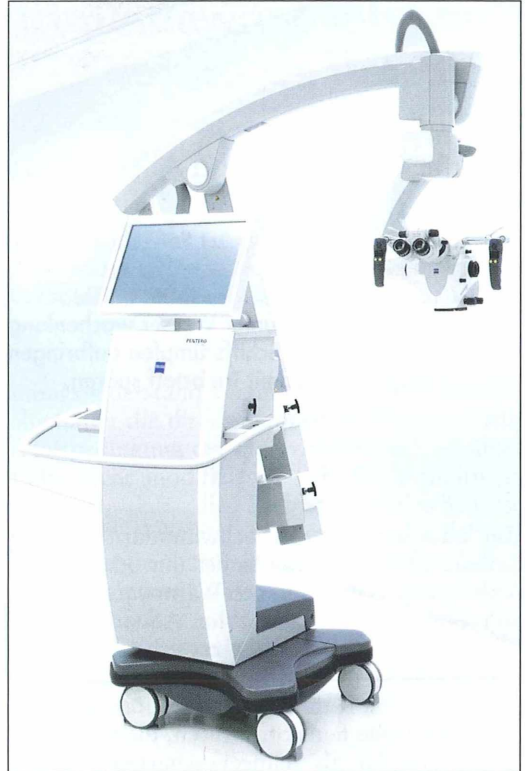


Abb. 1: Das mit dem *red dot award* ausgezeichnete Operationsmikroskop OPMI PENTERO® 900 von Carl Zeiss Meditec.

Mit diesem Mikroskop und seinen Fluoreszenzfunktionen können wir nicht nur den betrachteten Bereich vertiefen und auf diese Weise bessere und präzisere chirurgische Eingriffe durchführen, sondern wir können auch zusätzliche Informationen integrieren, die uns bisher nicht zur Verfügung standen. Ich bin überzeugt, dass dies für Carl Zeiss und die Neurochirurgie der Weg in die Zukunft ist, sagt Michael T. Lawton, MD, Leiter der vaskulären Neurochirurgie am San Francisco Medical Center der University of California, USA. *Wir haben heute immer mehr Möglichkeiten, Tumorzellen, zerebrale Ischämien oder andere Befunde bildlich darzustellen und können diese Informationen in unser Sichtfeld integrieren und für operative Eingriffe nutzen.*

Weitere Informationen finden sich unter www.meditec.zeiss.com/pentero900.

Form und Funktion im Mikro- und Makrobereich

Kann der Schwimmfarn Schiffen helfen, Treibstoff zu sparen?

Werner Nachtigall und Alfred Wisser

Schwimmfarne der Art *Salvinia molesta* bilden etwa daumengroße, rasch wachsende Blätter aus, die an der Wasseroberfläche flottieren. Taucht man sie unter, so überziehen sie sich wegen ihrer speziellen Oberflächenfeingestaltung mit einer silbrigen Luftschicht, die unter Wasser wochenlang anhftet. Könnte man auf diese Weise eine Luftschicht auf Schiffsrümpfen aufbringen, würde diese den Reibungswiderstand verringern und damit Treibstoff sparen.

Gut untersucht ist der Schwimmfarn *Salvinia molesta* (Abb. 1). Man findet ihn oder andere Arten seiner Gattung in den Warmwasserbecken von botanischen Gärten. Im Aquarienhandel kann man ein Exemplar erwerben und das Tauchexperiment dann zu Hause machen.

Schon mit bloßem Auge sieht man auf der Blattoberfläche feine Strukturen, die sich unter dem Binokular als schneebesenartige Gebilde enthüllen. Pipettiert man vorsichtig einen kleinen Wassertropfen darauf, so bleibt er abgekugelt auf den Spitzen liegen und zerfließt nicht (Abb. 2a). Man ist an den bekannten Lotus-Effekt erinnert.

Das Blatt der Indischen Lotusblume *Nelumbo nucifera* trägt feine Noppen, die mit allerfeinsten Wachsöhrchen bedeckt und dadurch hydrophob (wasserabweisend) ausgestaltet sind. Auch auf diesen Blättern kann beispielsweise ein Regentropfen nicht zerfließen, sondern kugelt sich ab. Von einem schräggeneigten Blatt rollt er ab und nimmt dabei Staubeilchen mit (Abb. 2b). Das ist das Prinzip der Selbstreinigung. In bionischer Umsetzung ist beispielsweise eine Fassadenfarbe namens Lotusan entwickelt worden. Streicht man damit eine Hauswand, die gelegentlichem Regen ausgesetzt ist, so wird diese selbstreinigend – eine praktische Sache.

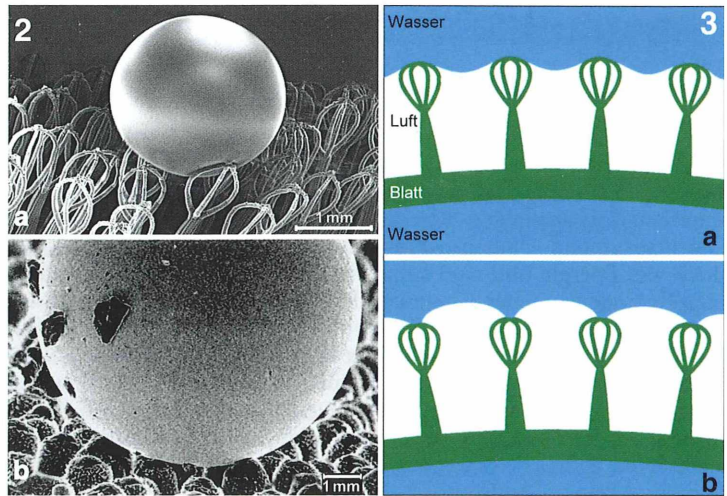
Was hat nun der über Wasser abgekugelte Wassertropfen mit der unter Wasser anhaftenden Luftschicht zu tun? Beide zeigen, wie Hydrophobie (Wasserabweisung, Unbenetzbarkeit) und Hydrophilie (Wasseranziehung, Benetzung) zusammenspielen können. Beim Lotus-Blatt oder einer Lotusan-Fläche sorgt die superhydro-



Abb. 1: Blätter eines Schwimmfarns der Gattung *Salvinia*, auf einer Wasseroberfläche treibend (Foto: http://de.wikipedia.org/wiki/Gemeiner_Schwimmfarn).

Abb. 2: Flüssigkeitstropfen auf biologischen Oberflächen mit Lotus-Effekt. **a** Schwimmfarn. **b** Indische Lotusblume. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (a nach Barthlott et al., 2010, b nach Barthlott und Neinhuis, 1997). –

Abb. 3: Prinzip der Luftschicht-Retention beim Schwimmfarn. **a** Nur Hydrophobie zwischen den Schneebeesen, **b** zusätzliche Hydrophilie an den Schneebeesen-Spitzen (nach Barthlott et al., 2010).



phobe Oberfläche für Kugeltropfen. Staubteilchen, welche die genoppte Oberfläche nur punktwise berühren, sind aber hydrophiler als eine solche Blattoberfläche. Ihre Adhäsionskraft zur Oberfläche ist geringer als die zum Wasser. Deshalb springen sie geradezu auf die Tropfenoberfläche (Abb. 2b) und werden mit abgerollt. Somit verschmutzt eine derartige Blatt- oder Wandfläche nicht.

Beim *Salvinia*-Blatt ist es an sich genauso, wenn auch der Selbstreinigungs-Effekt für das Überleben solcher Blätter keine ausschlaggebende Rolle spielen dürfte. Hier ist wichtiger, dass sich infolge der Hydrophobie der Schneebeesen zwischen ihnen eine Luftschicht ausbildet und hält. Diese erzeugt Auftrieb und hebt ein ungeschickt eintauchendes Blatt wieder an. Nun sind aber – man möchte fast sagen raffinierter Weise – die feinen Spitzen der Schneebeesen, und nur diese, hydrophil. An diesen Spitzen wird also die angrenzende Wasserschicht angezogen, wie die Abbildung 3b zeigt. Damit stabilisiert sich das Ganze sowohl bei Überdruck (Abb. 3a) wie auch bei Unterdruck („Festhalten der Grenzschicht“, Abb. 3b), und deshalb ist die Luftschicht unter Wasser auch so beständig. *Das Wasser wird sozusagen richtiggehend „angetackert“* meint W. Barthlott, der mit Mitarbeitern und Kooperationspartnern diesen Effekt 2010 neu beschrieben hat.

Und was würde das für ein Schiff bringen? Gelingt es mit technisch analogen Strukturen, den Schiffsrumpf in eine Luftschicht zu hüllen, die solide haften bleibt, so würde sich der Strö-

mungswiderstand verringern. An einer Festfläche haftet die direkt berührende Wasserschicht (Haftbedingung der Hydromechanik), an einer Luftschicht modifizieren sich die Verhältnisse aber so, dass die Reibung vergleichsweise kleiner ist, vielleicht um etwa 10 %. Modellversuche an gleichartigen Schiffsmodellen haben jedenfalls gezeigt, dass bei gleicher Antriebsleistung das Schiff „mit Blase“ immer schneller war als das mit unbehandeltem Rumpf. Weltweit hätte dieser Effekt eine gewaltige Treibstoffeinsparung zur Folge.

Literaturhinweis

- Barthlott, W., Neinhuis, C.: Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces. *Planta* 202, 1 (1997).
 Barthlott, W. und 10 weitere Autoren: The *Salvinia* paradox: Superhydrophobic surfaces with hydrophilic pins for air retention under water. *Advanced Materials* 22, 2325–2328 (2010).

Verfasser: Prof. em. Dr. rer. nat. Werner Nachtigall und Dr. rer. nat. Alfred Wisser, Außenstelle Technische Biologie und Bionik der Akademie der Wissenschaften Mainz und FB 8, Biowissenschaften, der Universität des Saarlands.
 Postanschrift: Postfach 151150, 66041 Saarbrücken,
 E-Mail: a.wisser@mx.uni-saarland.de

Kurze Mitteilung

Windeln als Meerwasserfilter

Für 700 Millionen Menschen weltweit, so die UN, ist Trinkwasser knapp. Abhilfe kann in Küstengebieten die Entsalzung von Meerwasser schaffen. Die gängigen Methoden, vor allem Destillation und Umkehrosmose, benötigen jedoch viel Energie und sind somit für die oft armen Regionen zu teuer. Chemiker des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) arbeiten an einem völlig neuen Verfahren. Quellfähige Kunststoffpartikel (Superabsorber), ähnlich denen in Windeln, dienen dabei als Filter: Beim Quellen nehmen sie nur einen Teil des Salzes auf, beim Auspressen geben sie salzarmes Wasser ab.

Dass das Prinzip funktioniert, haben Professor Manfred Wilhelm und sein Doktorand Johannes Höpfner vom Institut für Technische Chemie und Polymerchemie des KIT bereits nachgewiesen. Mit ihrem Verfahren können sie den Salzgehalt in einem Durchlauf um mehr als ein Drittel reduzieren. Als Quellmaterial dient ein Hydrogel auf Acrylsäurebasis: Kugelförmige, vernetzte Polymere, die in Wasser aufquellen und das 100fache ihrer Masse aufnehmen können. Das Besondere daran sind die geladenen Gruppen in den Polymeren: Beim trockenen Material ist die Ladungsdichte hoch und sorgt dafür, dass das Salz zunächst abgestoßen wird und vor allem Wasser eindringt. Quillt das Netz weiter auf, wird die Ladungsdichte geringer und Salz dringt ein. *An diesem Punkt drehen wir den Prozess um: Wir pressen das aufgequollene Hydrogel mechanisch wieder aus, ähnlich wie*

einen Schwamm, sagt Johannes Höpfner. *Das Wasser hat dann gegenüber Meerwasser bereits einen deutlich reduzierten Salzgehalt.* Der Salzgehalt von Meerwasser entspricht 35 Gramm Natriumchlorid pro Liter. *Wir wollen im ersten Durchlauf auf zehn Gramm kommen, im zweiten auf drei und im dritten schließlich auf ein Gramm pro Liter – das ist eine Menge, die man trinken kann*, so Manfred Wilhelm.

Zurzeit arbeitet Johannes Höpfner daran, den Superabsorber genau auf diese Verwendung anzupassen. In Windeln muss das Material auch unter Druck, wenn das Baby darauf sitzt, trocken bleiben. Bei uns soll es, um Energie zu sparen, die Flüssigkeit gerade mit möglichst wenig Druck wieder abgeben. Erreichen will er dies etwa über eine chemisch ideal eingestellte Vernetzungs- und Ladungsdichte der Hydrogele. *Setze ich die Knotenpunkte und damit die Ladungen sehr eng, sind die Kugeln sehr hart: Das hat den Vorteil, dass das Salz sehr gut abgestoßen wird, allerdings brauche ich dann viel Energie, um das Hydrogel auszupressen. Hier geht es darum, das Optimum zu finden*, erläutert der Doktorand. Um das Verfahren anhand detaillierter Analysedaten weiterzuentwickeln, hat er einen präzisen Teststand konstruiert: Eine Halbliter-Hydraulikpresse, die Polymer und Wasser voneinander trennt, und an der sich der Stempelweg, Druck und Salzgehalt genau messen lassen (Abb. 1). Die Daten fließen dann auch in Computersimulationen, die in Kooperation mit der Universität Stuttgart durchgeführt werden.

Mit ihrer Idee stießen Wilhelm und Höpfner bereits bei mehreren Firmen auf großes Interesse. Ob sie den Weg in die Anwendung findet, hängt unter anderem von der Energiebilanz ab. *Für die gängigen Verfahren Destillation und Umkehrosmose, die unter Druck über eine Membran Süßwasser von salzhaltigerem Wasser trennt, benötigt man in der Praxis zwischen drei und zehn Kilowattstunden pro Kubikmeter Wasser. Ob wir besser sind, wissen wir noch nicht, aber wir arbeiten aktuell an der Abschätzung*, sagt Manfred Wilhelm. Destillation und Umkehrosmose werden in der Regel durch Dieselgeneratoren angetrieben, beim Verfahren der Karlsruher Chemiker wäre ein direkter Antrieb über ein Windrad denkbar, also rein mechanisch und somit sehr effektiv und umweltschonend.

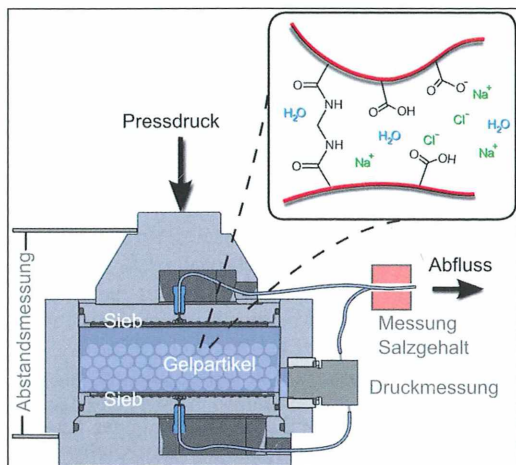


Abb. 1: Aufbau zum Entsalzen von Meerwasser mit Hilfe von Druck (Grafik: Johannes Höpfner, KIT).

Eine Mehrfach-Phagozytose mit vier Kontrahenten

Pedro Galliker

Fressen und gefressen werden gehört zum Leben. Dass aber gleichzeitig vier verschiedene Arten sich gegenseitig und ineinander verschachtelt auffressen wollen, ist selten und wohl eher der Mikrowelt vorbehalten.

Es begann damit, dass ich bei tausendfacher Vergrößerung zwei fast gleich große Kontrahenten nahe beieinander entdeckte (Abb. 1).

Eine interessante Begegnung

Die Begegnung der beiden mag reiner Zufall gewesen sein, vielleicht aber auch Erkundungsverhalten. Auch ein Lockstoff könnte im Spiel gewesen sein. Auf der einen Seite ein stationär ruhiges Sonnentier, vermutlich *Raphidiophrys infestans* mit granulierten, sehr feinen und eher kurzen Axopodien. Warum „vermutlich“? Nun, weil kleine Heliozoen meist nur mit dem Elektronenmikroskop eindeutig zu bestimmen sind. Winzige, arttypische Skelettelemente, so genannte Spicula, sind zu klein für ein Lichtmikroskop.

Dem Sonnentier gegenüber zappelte ein lebhafter Kleinciliat mit einer pulsierenden Vakuole. Der Kern des Ciliaten lag zu Beginn meiner Filmbeobachtung seitlich, wanderte jedoch schon nach dreißig Sekunden ins Zentrum der Kontaktzone, die sich in dieser kurzen Zeit auf die Breite des halben Körperdurchmessers vergrößert hatte. Schon nach drei Entleerungen der pulsierenden Vakuole des Ciliaten zog sich das körnige Endoplasma am Vorderende des etwas aufgeblähten Köperteils seitlich zurück. Der Kern wanderte an den abgewendeten Körperpol (Abb. 2).

Sonnentier frisst Wimpertier

Jetzt wurde deutlich, welcher der beiden Kontrahenten das Sagen hatte (Abb. 3). Das Sonnentier begann mit der Umarmung seiner Beute. Offensichtlich strömte von der Kontaktzone ein Lockstoff in die Umgebung aus. Ein

großer *Litonotus*-Ciliat wurde angelockt und berührte mit seinem Vorderende die halbverschluckte Beute (Abb. 4).

Fast gleichzeitig erschien am rechten Bildrand eine Nacktamöbe aus der Gattung *Mayorella*. Sie sollte sich in der Folge als ein dritter Fresskontrahent entpuppen (Abb. 5).

An ihrem Vorderende sprossen gleich vier Pseudopodien strahlig in die Richtung der Kampfzone. Die zwei zentral gelegenen entwickelten sich weiter, die peripherer gelegenen wurden eingeschmolzen. Dann erhoben sich zwei schlankere Pseudopodien in die dritte Dimension, wobei der weiter abgewandte Scheinfuß sich rasch nach rückwärts knickte. Genau in die Richtung des Beuteciliaten entstand ein breites Lobopodium mit einem neuen, darüber liegenden schlanken, jedoch kurzen Arm. Ein weiterer Ciliat, *Chilodonella uncinata*, tauchte kurz auf und verschwand wieder. Nun setzte die *Mayorella*-Amöbe zur Phagozytose an.

Nacktamöbe frisst Sonnentier samt Wimpertierbeute

Erst jetzt glaubte ich, etwas undeutlich eine Nahrungsvakuolenhülle des Sonnentiers um die Beute zu erkennen, wie sie Hausmann und Patterson 1981/1982 bei *Actinophrys sol* beobachtet und beschrieben haben. In erster Linie, weil zwischen der *Mayorella* und dem Beuteciliaten eine helle Lücke ausgespart blieb. In diese Lücke hinaus ergoss sich darauf ein Teil des Ciliaten-Inhalts (Abb. 6).

Darauf schloss sich die Einheit zwischen Sonnentier und Wimpertierbeute. Die Amöbe kontrahierte sich am Angreifpol. Im Innern des Sonnentiers waren immer noch die Vibrationen der Wimpern des Ciliaten zu erkennen. Diese Zitterbewegungen wurden an der Kontaktzone zur Amöbe immer stärker. Die bis dahin gerad-

linigen Konturen des Wimpertiers wurden wenig. Dann erfolgte auf der Seite des Sonnentierkörpers eine hügelige Aufblähung der Beute. Im Zentrum des Ciliaten entleerte sich die pulsierende Vakuole, um kurz darauf extrem anzuschwellen. Jetzt besuchten gleich drei verschiedene Flagellaten den Schauplatz des Geschehens (Abb. 7).

Die amöboiden Konturen der *Mayorella* umschlossen nun das ganze Konglomerat aus Sonnentier und Beuteciliat. Eine leicht rosafarbene Vakuole entstand im Zentrum, schwoh an und platzte. Eine zweite folgte, verformte sich birnenförmig und platzte ebenso schnell wie die erste (Abb. 8).

Dazwischen besuchte eine kleine *Vahlkampfia fluida* mit ihren stoßfließenden (eruptiven) Pseudopodien den Schauplatz. Im Innern des Fresskomplexes waren immer noch zittrige Wimperbewegungen zu erkennen. Eine dritte

rosafarbige Vakuole erschien und platzte. Die Kleinamöbe *Vahlkampfia* löste sich vom Dreifach-Fresspaket, um den naheliegenden Detritushaufen zu besuchen (Abb. 9).

Die Wimpertierbeute wird halbiert

Während des *Vahlkampfia*-Besuchs entmischte sich das Dreierkonglomerat. Die vollständige *Mayorella*-Amöbe zog sich auf die eine Seite zurück und der kugelige *Raphidiophrys*-Sonnentier-Bestandteil erschien auf der Gegenseite immer deutlicher. Erst jetzt erkannte ich, dass der Beuteciliat zwischen den beiden Kontrahenten aufgeteilt wurde. Die eine Hälfte mit noch schlagenden Cilien und mit der pulsierenden Vakuole blieb im Sonnentier und eine ähnlich große Hälfte, aber ohne zitternde Cilien, landete in der Amöbe. Ein Verbindungsstrang zwi-

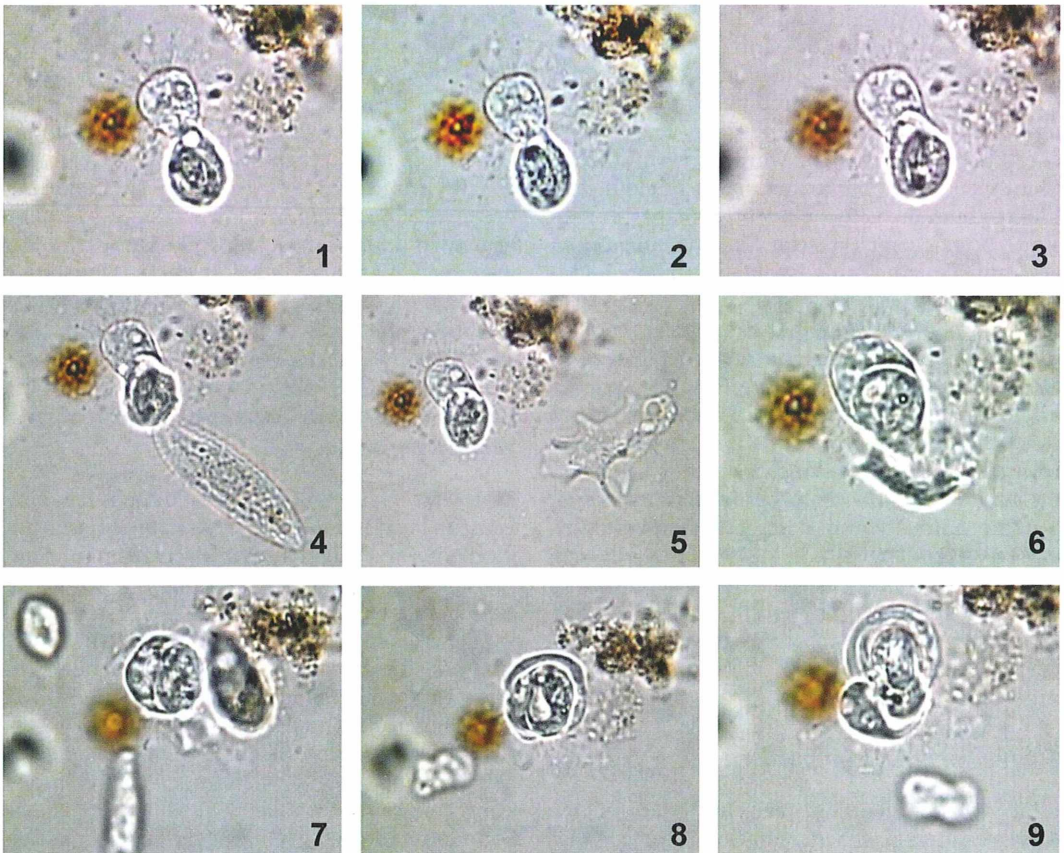


Abb. 1–9: Sonnentier *Raphidiophrys* frisst Ciliat (Abb. 1–3), trifft auf den Ciliaten *Litonotus* (Abb. 4) und die Amöbe *Mayorella* (Abb. 5). *Mayorella* versucht den Fresskomplex zu umschlingen (Abb. 6–9).

schen den beiden Beutehälften ließ die Amöbe birnenförmig und später uterusförmig erscheinen (Abb. 10).

Erst nach der Ablösung der beiden erschienen vereinzelt wieder Axopodien beim Sonnentier. Die Ablösungszone der Amöbe wurde faserig aufgelöst und erschien an ihrer Peripherie verflüssigt. Das Sonnentier ging deutlich weniger lädiert aus dem Streit um die Beute hervor. Beide zeigten eine relativ große pulsierende Vakuole auf der Trennungsseite (Abb. 11).

Noch ein neuer Fresspartner erscheint

Zum Schluss tauchte noch ein vierter Kontrahent auf. Es war eine zweite Nacktmöbe, die etwa dreimal größer war als die *Mayorella*.

Auffällig war, dass sie im zentralen Körperteil kaum erkennbar war. Dort versteckte sie sich unter einer locker zusammenhängenden, braunen Detritusdecke. Diese bestand zur Hauptsache aus gleichartigen, granulären Kugeln. Ein solches arttypisches Merkmal habe ich in der Bestimmungsliteratur von Page und Siemensma (1991) nur bei *Amoeba spatula* gefunden. Dort ist diese Art von den beiden Autoren als wahrscheinliche *Vannella* eingestuft worden, mit der von Penard angefügten Bemerkung: meistens mit *grain amorphes* bedeckt. Mir scheint, dass dieser Tarnmantel durch unsichtbare Fäden, so genannte Glykostyli, aus einer besonders aktiven Mucoidschicht der Amöben-Zelloberfläche zusammengehalten werden könnte. Glykostyli-Fäden sind zierliche, biegsame Gebilde, die wohl auch kugelige Defäkationsprodukte der

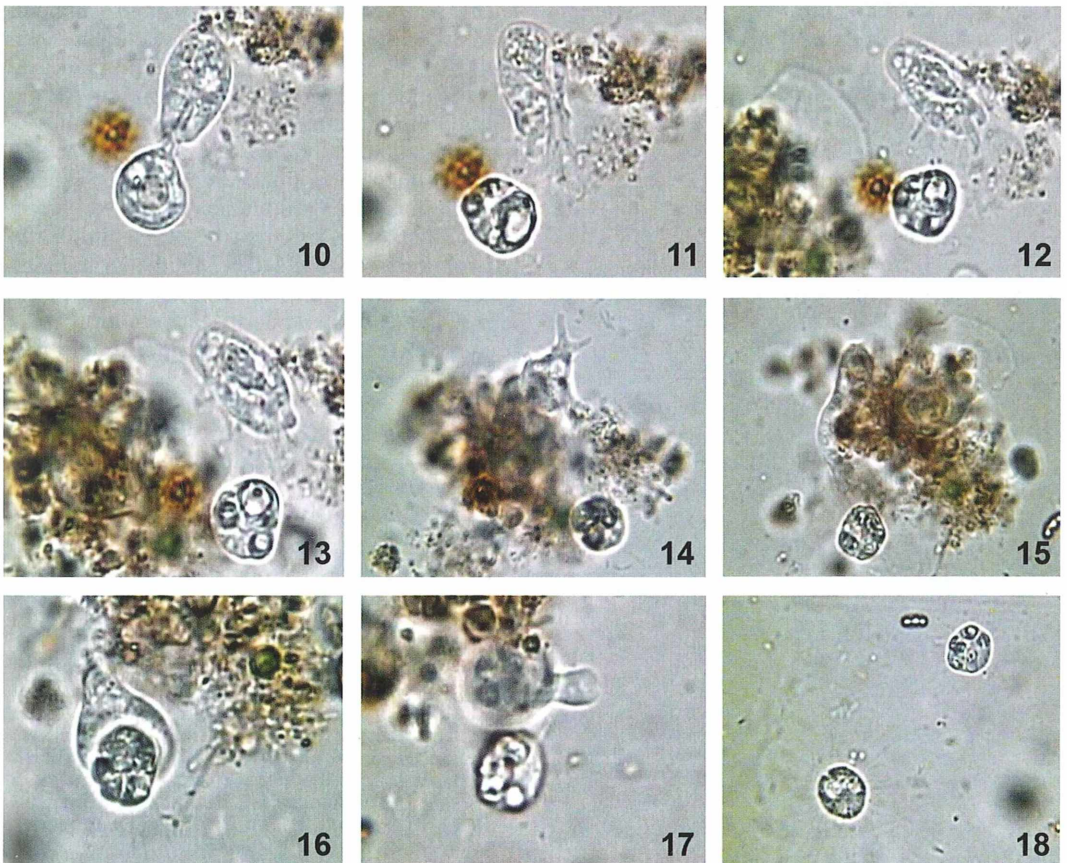


Abb. 10–18: *Mayorella* und *Raphidiophrys* teilen die Ciliatenbeute unter sich auf (Abb. 10 und 11). Eine große, mit Detritus bedeckte *Vannella*-Amöbe nähert sich und bedeckt *Mayorella* (Abb. 12 und 13) und zieht sich wieder zurück (Abb. 14). Das Sonnentier ist wieder zu erkennen (Abb. 15). *Mayorella* versucht erneut, das Sonnentier zu phagocytieren (Abb. 16) – vergeblich (Abb. 17 und 18).

Amöbe mehr oder weniger anheften und vernetzen können. Die nun folgenden Beobachtungen wurden dadurch leider stark behindert. Ich erinnere mich, einen solchen körnigen Schutz- und Tarnschild aus Detritus schon früher einmal angetroffen zu haben, bei der rätselhaften Propeller-Amöbe *Vannella spec.*, über die ich 2011 im MIKROKOSMOS berichtet habe.

Der vierte Kontrahent, nennen wir ihn *Vannella spatula*, schien durch das Fressgeschehen der drei übrigen genau so angelockt zu sein, wie anfangs der große *Litonotus*-Ciliat und die *Mayorella*. Beim Anmarsch zeigte die *Vannella*-Amöbe deutlich ihre flache und fächerförmige Bewegungsfront, die unter der Tarnung hervorschaute und aus Hyaloplasma bestand (Abb. 12).

Damit steuerte sie geradewegs auf die ovale *Mayorella* zu, die inzwischen nur wenige kurze Lobopodien austreckte. Mit dem Hyaloplasma-fächer überfuhr die *Vannella* die *Mayorella* vollständig, um sie wohl anschließend auch mit dem Restkörper einzuschließen und zu phagozytieren (Abb. 13).

Doch dies schien ihr nicht zu gelingen. Die *Mayorella* kugelte sich ab, zeigte mehr pulsierende Vakuolentätigkeit und streckte auf der freien Seite neue Pseudopodien aus. Die *Vannella* dagegen zog sich zurück und verlangsamte ihre Tätigkeit. Sie schien für das *Raphidiophrys*-Sonnentier wenig oder kein Interesse zu zeigen. Dann machte sich ein kleiner Flagellat an der Aktivitätszone zu schaffen (Abb. 14).

Der braune Detritusmantel zog sich etwas zusammen und überdeckte die beiden Amöben vollständig. Beide kugelten sich ab, entmischten sich später wieder und strebten nach längerer Zeit schließlich definitiv auseinander. Die *Vannella* hatte sich in ihrem Detritusmantel enger verpackt und zeigte wieder ihr hyalines Fächerpseudopodium, mit dem sie sich samt dem ganzen Detritus-Komplex fortbewegte. Auf der Hinterseite klebte das Sonnentier, etwas verstrickt im lockeren Tarngestrüpp (Abb. 15).

Ein zweiter Fressversuch der *Mayorella*

Dann erschien überraschender Weise am Rand des Komplexes wieder die intakte *Mayorella*. Sie steuerte zielgerichtet auf das Sonnentier los, das inzwischen deutliche kurze Axopodien gebildet hatte. Sogleich begann ein neuer Phagozytose-Angriff mit einer eindrucklichen Um-

armung. Dabei wurden die Axopodien auf der offenen Seite sogar gebündelt (Abb. 16).

Aber auch der zweite Fressversuch der *Mayorella* am *Raphidiophrys*-Sonnentier scheiterte kläglich und die Beute war bald wieder fast getrennt von ihrem Angreifer. In der letzten Phase der Trennung zog ein feiner Schleimfaden von der Sonnentier-Oberfläche zur Amöbe. Dann kugelte sich die *Mayorella* wieder ab und zog ihre Umarmungslippen an den Rumpf (Abb. 17).

Jetzt war der eigentliche Sieger des Fress-Dramas, nämlich das Sonnentier *Raphidiophrys infestans*, wieder fast normal. Ein Vergleich mit einem zufällig aufgetauchten Artgenossen zeigte, dass es nur etwas buckeliger geworden war und einen körnigeren Rumpf mit etwas kürzeren Axopodien hatte (Abb. 18). Ich frage mich inzwischen, welches wohl die schützende Waffe dieses Einzellers ist? Vielleicht sind es die oben erwähnten sublichtmikroskopischen Spicula, das wichtigste Artmerkmal der meisten sehr kleinen Sonnentiere. Eine Stunde und dreißig Minuten dauerte das digitale Filmdokument, das ich im Nachhinein so ausführlich analysieren konnte.

Zum Schluss noch eine kurze Bemerkung. Bei Einzellern ist der Verdauungsprozess viel direkter mit dem allgemeinen Stoffwechsel im Protoplasma verbunden als bei Mehrzellern. Fress-Einschachtelungen, wie wir sie hier erlebt haben, sind an der Basis der Evolution nicht immer nur nachteilig. Sie können auch zum gegenseitigen Nutzen werden, wie die Beispiele der Endosymbiosen zeigen.

Literaturhinweise

- Galliker, P.: Eine rätselhafte Propeller-Amöbe (*Vannella spec.*). Mikrokosmos 100, 52–55 (2011).
 Hausmann, K., Patterson, D. J.: Pseudopod formation and membrane production during prey capture by a heliozoon (feeding by *Actinophrys*, Il). Cell Motil. 2, 9–24 (1982).
 Hausmann, K., Hülsmann, N., Radek, R.: Protistology, 3rd edition. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 2003.
 Page, F. C., Siemensma, F. J.: Nackte Rhizopoda und Heliozoa. In: Matthes, D. (Hrsg.): Protozoenfauna, Vol. 2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1991.
 Patterson, D. J., Hausmann, K.: Feeding by *Actinophrys sol* (Protista, Heliozoa): I. Light microscopy. Microbios 31, 39–55 (1981).

Verfasser: Dr. Pedro Galliker, Bodenstrasse 26, 6490 Andermatt, Schweiz,
 E-Mail: mail@pedrogalliker.ch,
 Internet: www.plankton-archiv.ch

Glaskunst im Kleinsten

Rudolf Drews

Seit rund fünftausend Jahren formt und bearbeitet der Mensch Glas. Das belegen altägyptische Funde. Weniger bekannt ist, dass die Natur Glas modelliert, obgleich dieses gemeinhin als chemisch sehr widerstandsfähig gilt.

Glas ist ein wasserunlösliches Salz der Kieselsäure. Soda, Kalk und Sand zusammengesmolzen ergeben Glas. Das mag eine zufällige Entdeckung gewesen sein, als sich Nomaden vorderasiatischer Wüstengebiete am lodernden Feuer wärmten.

Die Voraussetzungen

Das Schmelzprodukt ist das so genannte Natron-Kalk-Glas. Die Römer entwickelten etwa im dritten Jahrhundert nach Christus die Glasmacherkunst zu hoher Blüte. Statt Natron wurde Kalisalz zur Herstellung verwendet, so entstand das Kaliglas, bekannter als Kronglas. Die Entwicklung der Glasmacherpfeife und besseres Tiegelmateriale ermöglichten eine flüssigere Schmelze und das Glasblasen. Höhepunkte römischer Glaskunst sind zum Beispiel die berühmten Diatretgefäße. Die eiszeitlichen Sande und die waldreichen Gebiete Nordeuropas waren die Grundlage für das Aufkommen zahlreicher Glashütten (zum Beispiel in Sachsen und Brandenburg). Das Holz benötigte man nicht nur zum Heizen der Schmelzöfen, sondern auch zur Gewinnung des benötigten Kaliumsalzes in Form von Pottasche (Kaliumkarbonat).

Die Produkte

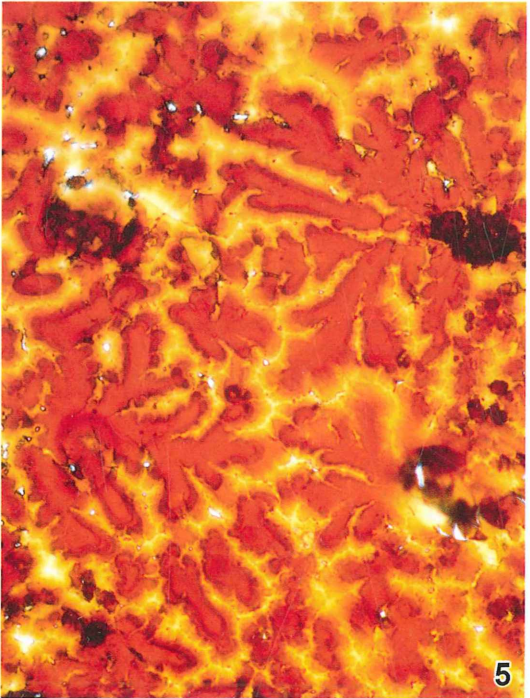
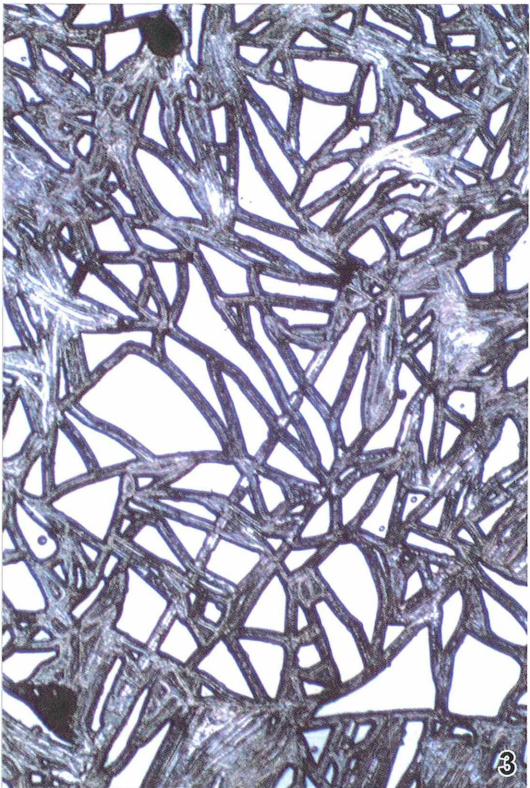
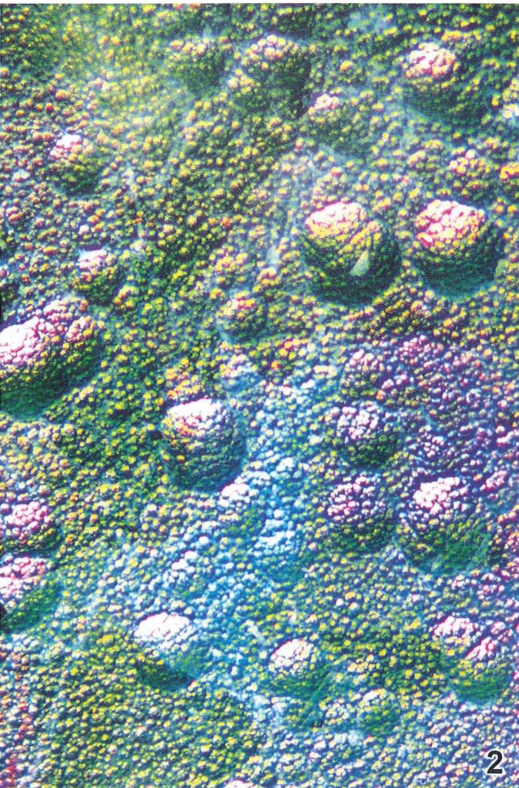
Glas ist ein Raumgitter von Siliziumdioxid mit dazwischen gelagerten Kalium-(Natrium-) und Kalziumatomen. Wird im Kaliglas Kalzium durch Blei ersetzt, entsteht das so genannte Flintglas. Kron- und Flintglas finden in der Optik Verwendung. So reduzieren Linsen, welche aus miteinander verkitteten Teillinsen dieser

beiden Glassorten bestehen, die chromatische Aberration.

Glas kann wie jeder andere Stoff korrodieren. Das heißt, die Oberfläche unterliegt chemischen Veränderungen und Lösungsprozessen. Bei Glas geschieht das sehr langsam, aber umso schneller, je inhomogener die Masse ist. Auch



Abb. 1: Alte, stark korrodierte Glasscherben aus Side (Türkei).



◀ **Abb. 2:** Korrodierte Glasoberfläche im Auflicht. Die anscheinend blasenförmigen Erhebungen sind in Wirklichkeit Vertiefungen. Interferenzfarben zeugen von dünnen, schichtförmigen Strukturen. Makroskopische Aufnahme der hellen Scherbe in der Mitte von Abbildung 1. Vergr. 30fach. – **Abb. 3:** Korrosionsmuster einer matt erscheinenden, hellen Glasoberfläche. Durchlicht, Objektiv 4x. – **Abb. 4:** Korrosionsmuster der Oberfläche eines transparenten, bläulich gefärbten Glases jüngerer Herkunft im differentiellen Interferenzkontrast (DIK). Objektiv 10x. Bei ähnlichem Glas etwa gleichen Alters ist dieses Muster häufig. – **Abb. 5:** Krustenbildung auf einer farblosen, transparenten Scherbe. Objektiv 25x. Krusten sind häufig ein Indiz für die chemische Interaktion zwischen Material und Umwelteinflüssen.

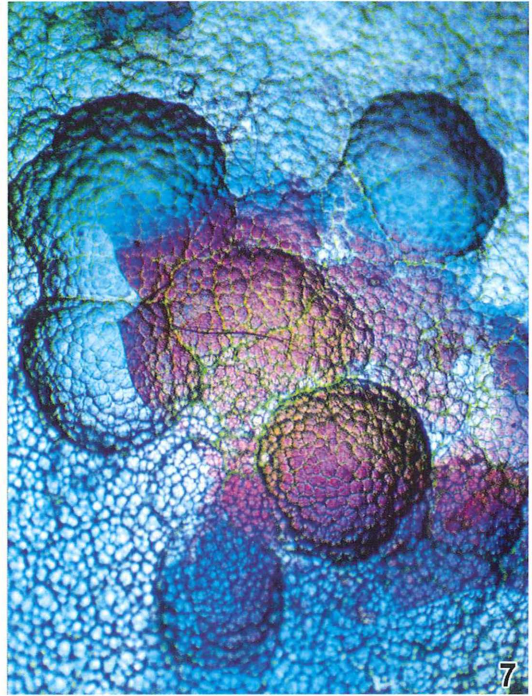


Abb. 6: Korrodierte Glasoberfläche mit feinen Rissen und ringförmigen Ausfällungen (Metalloxide?) mit wechselndem Konzentrationsgradienten (ähnlich Achat). Objektiv 16x, DIK. – **Abb. 7:** Ähnliches Objekt wie in Abbildung 2 bei stärkerer Vergrößerung und im Durchlicht. Markante Grenzen interferierender Bereiche zu nicht interferierenden weisen auf teilweise Absplitterung dünner Schichten hin.

hängt die Korrosionsgeschwindigkeit von den Bestandteilen des Glases ab. Wird Silizium teilweise durch Bor und Aluminium ersetzt, entsteht das berühmte chemisch und Hitze beständige Jenaer Glas. Das Glas früherer Zeiten war sehr blasenreich, weil so genannte Läuterungsmittel noch nicht bekannt und die Durchmischung der Glasschmelze noch nicht perfekt waren. So bieten diese Gläser leicht eine Angriffsfläche für die Korrosion (Abb. 1–7).

Die Korrosionsfaktoren

Äußere Korrosionsfaktoren für Glas sind Feuchtigkeit, Einwirkung von Salzlösungen und ein basisches Milieu (basischer Boden). Temperaturschwankungen können zu Rissen führen (Abb. 6). In basischer Umgebung geht Siliziumoxid in Lösung und Salzlösungen verursachen Ionenaustausch sowie die Bildung neuartiger Glas-untypischer Verbindungen

(Abb. 5 und 6). Diese Prozesse gehen einher mit Krustenbildung sowie langsamem Zerfall des Glasgefüges. Je länger ein Glas diesen Korrosionsfaktoren ausgesetzt ist, umso stärker ist es korrodiert. Mehr als tausend Jahre alte Glascherben findet man mit etwas Glück an Ausgrabungsstätten römischer oder griechischer Siedlungen. Die Korrosion hat sonderbare mikroskopische Muster auf der Glasoberfläche hinterlassen, welche anzuschauen und zu fotografieren es sich möglicherweise nicht nur aus ästhetischen Gründen lohnt. So könnten diese Strukturen (zum Beispiel Abb. 3 und 4) vielleicht auch für Alter, Zusammensetzung und Herkunft des Glases kennzeichnend sein.

Literaturhinweise

- Hollemann, A. F., Wiberg, E.: Lehrbuch der anorganischen Chemie. Walter de Gruyter & Co., Berlin 1956.
- Nachtigall, W.: Glas. Unterhaltsamer Streifzug durch die Geschichte und Gegenwart eines faszinierenden Stoffes. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1988.
- Scholze, H.: Glas – Natur, Struktur, Eigenschaften. Springer Verlag, Berlin 1988.
- Spauszus, S., Schnapp, J. D.: Glas allgemeinverständlich. Eine Einführung in Theorie und Praxis. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1977.

Verfasser: Rudolf Drews, Straße 366, Nr. 3,
13503 Berlin,
E-Mail: opalinaebony@t-online.de

Nachricht

Fotobuch zum 25. Jubiläum der Berliner Mikroskopischen Gesellschaft

Das von Günther Zahrt, Berlin, anlässlich des 25. Jubiläums der Berliner Mikroskopischen Gesellschaft (BMG) in erster Linie für die Mitglieder der Gesellschaft zusammengestellte Fotobuch erfreut sich auch außerhalb des Vereins großer Beliebtheit. Da immer wieder nachgefragt wird, ob, und wenn ja, wo das Buch bezogen werden kann, bietet die Redaktion an, dieses besondere Werk an Interessenten gegen einen Selbstkostenpreis von 60,00 € (einschließlich Versandkosten) weiterzugeben. Der Versand erfolgt, sobald die Bestellung schriftlich (per E-Mail oder per Brief; mit Angabe der postalischen Lieferanschrift!) in der Redaktion eingetroffen und der oben genannte Betrag auf folgendem Konto eingegangen ist: Prof. Hausmann, Weberbank Berlin, BLZ 101 201 00, Konto-Nr. 1000010356.

Das Buch gliedert sich in verschiedene Abschnitte: Vereinsgründung, Aktivitäten mit Außenwirkung, Referenten von Vortrags- und Übungsabenden, Berliner Mikroskopier-Wochen, Out-door-Aktivitäten, Exkursionen, Anfängerkurse sowie Mikroskopiker-Nachwuchs. Die zahlreichen Fotos illustrieren eindrücklich diese Tätigkeiten.



Ein besonderer Glanzpunkt findet sich am Ende des Buchs in Form einer chronologischen Zusammenstellung der Themen sowie der Referenten der weit über 400 Vortrags- und Übungsabende, die im Verlaufe der 25-jährigen Vereinsgeschichte durchgeführt wurden.

Redaktion MIKROKOSMOS

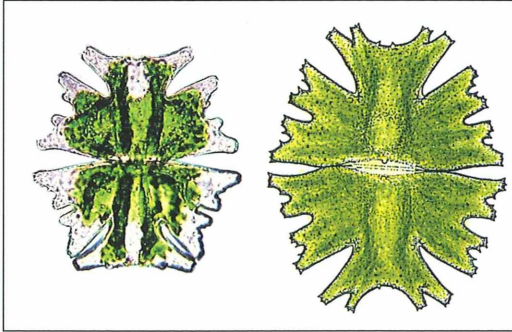
Mikro-Markt

www.mikroskopier-bedarf.de
online-shop & Service / Reparaturen
Tel./Fax: 0341/4 61 65 96

Desmidiaceen-Steckbrief

Tafel 2: Gattung *Micrasterias* (II)

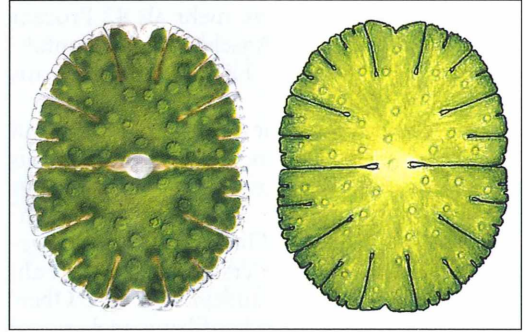
Micrasterias americana (EHR.) ex RALFS



Dimensionen: 130–150 µm × 100–120 µm.

Vorkommen: In sauren bis schwach sauren, mitunter austrocknenden Gewässern von Niedermooren, Uferzonen und Verlandungszonen von Seen und Teichen verbreitet, mitunter in Massentwicklung.

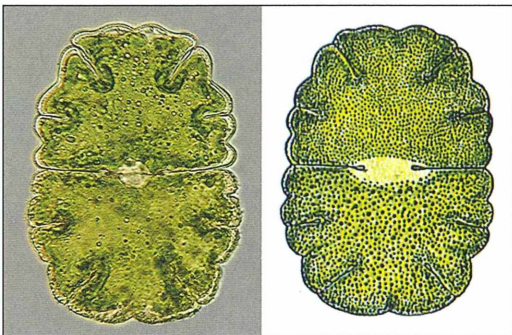
Micrasterias denticulata BREB. ex RALFS



Dimensionen: 200–280 µm × 180–230 µm.

Vorkommen: In sauren bis schwach sauren Gewässern von Nieder- und Zwischenmooren, Feuchtwiesen, Verlandungszonen und dergleichen überall und allgemein verbreitet, mitunter massenhaft.

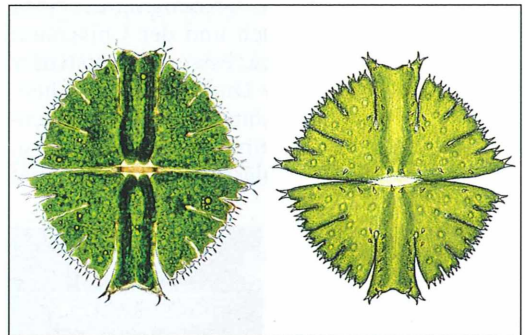
Micrasterias jenneri RALFS



Dimensionen: 160–180 µm × 100–130 µm.

Vorkommen: Als azidophile Art in Gewässern von Hochmooren zwischen Torfmoosen, eher selten, doch in entsprechenden Standorten meist zahlreich.

Micrasterias fimbriata RALFS



Dimensionen: 230–250 µm × 200–230 µm.

Vorkommen: In mäßig sauren Gewässern von Nieder- und Zwischenmooren meist nur vereinzelt und wenig verbreitet.

Kurze Mitteilung

Neue Erkenntnis über tropfende Dichtungen

Simulationen auf Jülicher Superrechnern zeigen: Gummiringe und andere Dichtungen schließen theoretisch früher dicht ab, als bisher gedacht. Sobald ihre Oberfläche zu mehr als 42 Prozent von dem anliegenden Anschlussstück kontaktiert wird, tritt keine Flüssigkeit mehr aus (Dapp et al., 2012).

Dichtungen erfüllen eine wichtige Funktion in allen möglichen Geräten, vom Raumschiff bis zum Wasserhahn. Die geläufigste Form besteht aus einem Gummiring und zwei festen Anschlussstücken. Wie gut Flüssigkeiten zurückgehalten werden, hängt in erster Linie davon ab, wie eng die Dichtung anliegt. Da alle Oberflächen auf mikroskopischer Ebene uneben und rau sind, liegen Dichtungsring und Anschlussstück nie völlig lückenlos aufeinander. In die kleinen Poren und Kanäle an der Kontaktstelle dringt Flüssigkeit ein, die über nach draußen durchgehende Wege austritt. Verhindern lässt sich das, indem man die Dichtung fester anzieht. Das elastische Gummi wird dann in die mikroskopischen Unebenheiten gepresst, die Kontaktfläche vergrößert sich und verschließt mehr Lücken, sodass weniger Flüssigkeit entweicht (Abb. 1).

Mit ihrer Arbeit tragen Wissenschaftler vom Forschungszentrum Jülich und der Universität des Saarlandes dazu bei, besser zu verstehen, was passiert, wenn eine Dichtung leckt. Theoretische Vorstellungen konnten die Zusammenhänge bisher nur unzureichend beschreiben. Ältere Modelle vernachlässigten die Elastizität

des Dichtungsmaterials, anders als die aktuelle Theorie von Bo N. J. Persson, einem Mitautor der Studie aus dem Jülicher Peter Grünberg Institut. Diese enthielt allerdings einige nicht bestätigte Annahmen: *Die Vorhersagen waren besser, als sie sein sollten*, berichtet Prof. Martin Müser, Leiter des Lehrstuhls für Materialsimulation der Universität des Saarlandes und der Forschungsgruppe „Computational Materials Physics“ im „John von Neumann-Institut für Computing“ am Forschungszentrum Jülich. *Mit den Simulationen wollten wir die Vorgänge auf mikroskopischer Ebene besser verstehen, als es experimentell möglich ist.*

Überraschenderweise müssen sich demnach nur 42 Prozent der Oberflächen von Dichtung und Anschlussstück direkt berühren, um die Verbindung undurchlässig abzuschließen – und nicht 50 Prozent, wie von bisherigen Theorien vorhergesagt. Grund dafür ist in erster Linie eine präzisere Ermittlung der Kontaktfläche. Die Forscher hatten erstmals die Elastizität des Dichtungsmaterials in die Computersimulationen miteinbezogen (Abb. 2). Dabei zeigte sich:

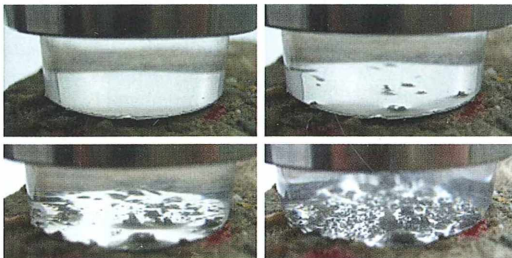


Abb. 1: Experiment: Je stärker die Dichtung auf die Unterlage gepresst wird, desto mehr Erhöhungen der Oberfläche werden in den elastischen Kunststoff gedrückt und desto größer ist die Kontaktfläche (Quelle: Forschungszentrum Jülich).

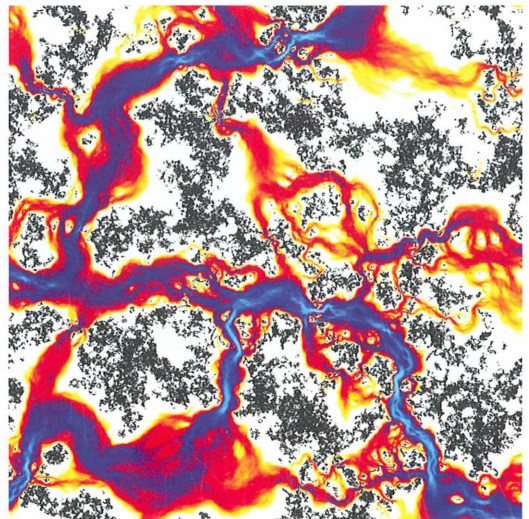


Abb. 2: Simulation der Kontaktstellen von Dichtung und Anschlussstück: Durch die Lücken zwischen den beiden Oberflächen kann Flüssigkeit ausströmen (Quelle: M. Müser, Universität des Saarlandes).

Mikroskopisch kleine Erhöhungen der Oberfläche, die in das weiche Gummi gepresst werden, berühren die Dichtung nicht vollständig, sondern lassen weitere kleine Lücken entstehen. Das Ergebnis könnte dazu beitragen, die Durchlässigkeit von alternenden Dichtungen besser einzuschätzen. Die Jülicher Forschungsgruppe arbeitet bereits mit einem Unternehmen aus der

Medizintechnik zusammen, um die Leckrate von Gummistopfen für Spritzen zu berechnen.

Literaturhinweis

Dapp, W. B., Lücke, A., Persson, B. N. J., Müser, M. H.: Self-affine elastic contacts: percolation and leakage. *Phys. Rev. Lett.* 108, 244301 (2012).

Aus den Arbeitsgemeinschaften

Berliner Mikroskopische Gesellschaft

Programm
August 2012 bis Februar 2012



24.08.: Dr. Cornel Adler, Julius-Kühn-Institut (JKI), Berlin:
Vorratsschädliche Insekten und neue Verfahren des Vorratsschutzes
Achtung! Veranstaltungsort: JKI, Königin-Luise-Straße 19;
Uhrzeit 18:00 Uhr

07.09.: Prof. Dr. Rupert Mutzel, FU Berlin:
Künstliches Leben

14.09.: Martina Zahrt und Günther Zahrt, Berlin:
Kurs Praktische Mikroskopie

21.09.: Matthias Burba, Hamburg:
Robert Kochs mikroskopische Präparate – Unscheinbare Belege systematischer Forschung

05.10.: Cordula Siering, FU Berlin:
Luftkeime (P)

12.10.: Martina Zahrt und Günther Zahrt, Berlin:
Kurs Praktische Mikroskopie

19.10.: Prof. Dr. Jana Petermann, FU Berlin:
Aquatische Vielfalt in den Baumkronen:
Was lebt in Costa Ricas Bromelien?

02.11.: Dr. Erich Lüthje, Kiel:
Flächenschnitte (Teil 2) –
Einige bemerkenswerte Inneneinrichtungen bei Laubblättern (P)

09.11.: Martina Zahrt und Günther Zahrt, Berlin:
Kurs Praktische Mikroskopie

16.11.: PD Dr. Rüdiger Plarre, Bundesanstalt für Materialforschung (BAM), Berlin:
Besichtigung der Bundesanstalt für Materialforschung
Achtung! Veranstaltungsort: BAM, Unter den Eichen 87;
Uhrzeit: 18.00 Uhr

30.11.: Gerd Günther, Düsseldorf:
Regenwurm-Ciliaten (P)

07.12.: Martina Zahrt und Günther Zahrt, Berlin:
Kurs Praktische Mikroskopie

14.12.: Weihnachtsfeier

13.01.: Dr. Helmuth Pfaffmann, Teltow:
Vom Radiolarienmergel zum gelegten Präparat (P)

20.01.: Martina Zahrt und Günther Zahrt, Berlin:
Kurs Praktische Mikroskopie

27.01.: Carsten Dittmayer, Berlin:
Histologie der Niere

10.02.: Jahreshauptversammlung

17.02.: Martina Zahrt und Günther Zahrt, Berlin:
Kurs Praktische Mikroskopie

24.02.: Dr. Erich Lüthje, Kiel:
Neues Deutschland – Kleine Bodenproben von den wachsenden Strandwällen des NSG Graswarder (Heiligenhafen/Ostholstein) (P)

Die Veranstaltungen beginnen jeweils um 19:00 Uhr im Institut für Biologie/Zoologie (Johannes-Müller-Saal, Parterre oder Ehrenberg-Saal, 1. Obergeschoss) der FU-Berlin, Königin-Luise-Straße 1–3 (Eingang Haderslebener Straße 1–3), 14195 Berlin. Die mit P gekennzeichneten Termine beinhalten einen praktischen Teil.

ANZEIGE

Hochauflösende Mikrofotografie am Mikroskop MF-ANPASSUNG APO 1,6x von BW-Optik für alle digitalen Spiegelreflexkameras



590,-€

Sie stellen **hohe Ansprüche** an Ihr Mikroskop!
Verlangen Sie bei der Mikrofotografie nicht weniger!
MF-ANPASSUNG APO 1,6x bis Chip-Format 24x36.
Produktinformationen: shop@bw-optik.de

SONDEROPTIK

ASTRONOMIE
MIKROSKOPIE**BW - OPTIK**

DIREKTVERSAND LANGNER-VOSS

Telefon: 04962/996484 • Fax: 04962/996717

Blücherstr. 5 • D-26871 Aschendorf

www.bw-optik.de • shop@bw-optik.de

Impressum

Herausgeber: Prof. Dr. Klaus Hausmann, Institut für Biologie/Zoologie, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 1–3, 14195 Berlin, Telefon: +49(0)30/83 85 64 75, Telefax: +49(0)30/83 85 64 77, E-Mail: hausmann@zedat.fu-berlin.de; Redaktionsassistentin: PD Dr. Renate Radek, Institut für Biologie/Zoologie, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 1–3, 14195 Berlin, Tel.: +49(0)30/83 85 63 73, E-Mail: rradek@zedat.fu-berlin.de

Verlag: Elsevier GmbH – Urban & Fischer, Hackerbrücke 6, 80335 München, Tel.: +49(0)89/5 38 30, Fax: +49(0)89/5 38 39 39, E-Mail: info@elsevier.de

Anzeigenleitung: Marcel Fischer, Advertising Management, Niederrasen/Rasun di sotto 69, 39030 Rasen-Antholz/Rasun-Anterselve (BZ), Italien (Südtirol)/Italia (Alto Adige), Tel.: +39 04 74 49 66 65, Mobil: +39 3480159984; E-Mail: marcel.fischer@elsevier.com

Anzeigenpreise: Gültig ist die Preisliste vom 1. Januar 2012.

Lieferkonditionen (2012): Band 101 (1 Band mit 6 Ausgaben)

Abopreise* (2012):

Land	Institutionen	Persönlich	Vorzugspreis für Schüler, Azubis und Studenten	Einzelheft
D, A, CH*	105,00 EUR	84,00 EUR	63,00 EUR	21,00 EUR

* Deutschland, Österreich, Schweiz

*Die Preisangaben sind unverbindliche Preisempfehlungen. Preisänderungen müssen wir uns vorbehalten. Alle Preise verstehen sich inklusive Versandkosten und exklusive Umsatzsteuer. Bei der Rechnungsstellung wird Umsatzsteuer gemäß der zum Rechnungszeitraum geltenden Richtlinien erhoben. Versand per Luftpost ist möglich, Preise auf Anfrage. Kunden in den EU-Ländern werden gebeten ihre Umsatzsteuernummer anzugeben.

Der Verlag behält sich das Recht vor, Zusatzbände im Abonnementzeitraum zu publizieren. Erscheinende Supplement-Bände zu einzelnen Zeitschriften sind in den genannten Preisen enthalten.

Kündigung von Abonnements: Abonnements laufen jeweils für ein Kalenderjahr und werden automatisch verlängert, falls nicht bis zum 31. Oktober des Jahres gekündigt wird.

Abonnements: Bitte richten Sie Ihre Bestellung an HGV Servicecenter Fachverlage, Abo-Service, Postfach 11 64, 72125 Kusterdingen, Deutschland.

Tel.: +49(0)7071/93 53 16, Fax: +49(0)7071/93 53 35, E-Mail: journals@elsevier.com

Bankverbindung: Deutsche Bank AG Reutlingen, Kontonummer 159 9950 (BLZ 640 700 85), IBAN DE54 6407 0085 0159 9950 00; BIC DEUTDE33HAN

Postbank Stuttgart, Kontonummer 6930-706 (BLZ 600 100 70), IBAN DE80 6001 0070 0006 9307 06, BIC PBNKDE33

Bitte geben Sie bei der Zahlung Ihre vollständigen Daten an.

Copyright: Alle Artikel, die in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden, sind urheberrechtlich geschützt, alle Rechte vorbehalten. Ohne schriftliche Erlaubnis des Verlages ist es verboten, Teile der Zeitschrift in irgendeiner Form zu reproduzieren. Dies beinhaltet sowohl die Digitalisierung als auch jede andere Form der elektronischen Weiterverarbeitung wie Speichern, Kopieren, Drucken oder elektronische Weiterleitung des digitalisierten Materials aus dieser Zeitschrift (online oder offline).

Für den allgemeinen Vertrieb von Kopien für Anzeigen- und Werbezwecke, für die Neuzusammenstellung von Sammelbänden, für den Wiederverkauf und andere Recherchen muss eine schriftliche Erlaubnis vom Verlag eingeholt werden.

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

Druck/Bindung: Stürtz GmbH, Alfred-Nobel-Straße 33, 97080 Würzburg.

(∞) Seit Band 85, Ausgabe 1 (1996) erfüllt das Papier, das für diese Zeitschrift genutzt wurde, die Anforderungen von ANSI/NISO Z39.48-1992 (Beständigkeit von Papier).

Hergestellt in Deutschland

Alle Rechte vorbehalten.

© Elsevier GmbH

Für weitere Informationen gehen Sie bitte auf unsere Website <http://www.journals.elsevier.de/mikrok>

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

2. Die Redaktion bittet, Manuskripte digital als Word-Dokumente ohne spezielle Formatierung einzureichen. Keine Trennungen einfügen. Bitte das Manuskript zusätzlich ausgedruckt auf nummerierten DIN A4-Bögen mitschicken. Zugunsten der Themenvielfalt in einem Heft können keine überlangen Artikel berücksichtigt werden. Ein Manuskript darf bei 1,5fachem Zeilenabstand und einer 12-Punkt-Schriftgröße (Arial) einschließlich der Literaturhinweise und Bildlegenden nicht länger als 10 Seiten sein; der Abbildungsanteil darf insgesamt vier Druckseiten nicht überschreiten (Platzbedarf der Abbildungen gemäß der vorgegebenen Bildgrößen berechnen). Der Text soll durch Zwischenüberschriften untergliedert werden. Am Ende des Manuskriptes steht die vollständige Autorenadresse.

3. Tabellen und Bildlegenden (beide jeweils fortlaufend nummerieren) nicht in den Haupttext einbauen, sondern ans Ende des Manuskriptes anhängen. Alle Abbildungen fortlaufend im Text zitieren, aber nicht in den laufenden Text einfügen, sondern gesondert beilegen.

4. Die Abbildungen vorzugsweise digital als Tiff-Dateien (300 dpi bei 14 cm Bildbreite) auf CD-R oder Datenstick einreichen. Bei digitalen Bildern unbedingt auch eine unbeschriftete Version einreichen. Wenn Beschriftung in digitalen Vorlagen vorgenommen wird, bitte Arial 10 pt normal verwenden; die Nummerierung der Abbildungen in Arial 12 pt fett einfügen. Die Abbildungen so abspeichern, dass die Beschriftung nachträglich verändert werden kann (z.B. in Photoshop die Ebenen nicht vereinen, sondern getrennt belassen). Die Bilder werden in drei verschiedenen Breiten reproduziert: 7 cm (1-spaltig), 9,5 cm (1,5-spaltig) und 14 cm (2-spaltig = seitenbreit). Es können mehrere Bilder zu Tafeln kombiniert werden. Als Bildvorlagen sind auch Dias, Fotos sowie Strichzeichnungen geeignet, die von uns eingescannt werden. Alle Bildvorlagen bleiben Eigentum des Autors und sollten namentlich gekennzeichnet werden. Auf den Originalabbildungen keine Beschriftungen vornehmen, sondern nur auf Kopien. Vergrößerungen sollten erst anhand der Bildandrucke berechnet werden, die vor Drucklegung zusammen mit

den Korrekturandruckungen der Artikel den Autoren zugesandt werden. Anstelle einer Vergrößerungsangabe können auch Maßstriche in die Abbildungen eingefügt werden.

5. Literaturzitate bitte in alphabetischer Reihenfolge anordnen und nach folgendem Schema anfertigen.

Zitate von Zeitschriftenbeiträgen:

Körner, S.-J., Hausmann, K.: Das Periphyton im rasterelektronenmikroskopischen Bild. Teil 3: Heliozoen und Flagellaten. *Mikrokosmos* 101, 207–212 (2012).
Boenigk, J., Ereshefsky, M., Hoef-Emden, K., Mallet, J., Bass, D.: Concepts in protistology. *Europ. J. Protistol.* 48, 96–102 (2012).

Buchzitate:

Larink, O., Westheide, W.: *Coastal plankton. Photo guide for European seas*, 2nd ed. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München 2011.

Zitate von Buchbeiträgen:

Hausmann, K., Hülsmann, N., Radek, R.: „Einzellige Eukaryota“, Einzeller. In: Westheide, W., Rieger, R. (Hrsg.): *Einzeller und Wirbellose Tiere*, 2. Auflage, S. 1–65. Elsevier Verlag, München 2007.

6. 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.

7. Jeder Autor erhält von seiner im MIKROKOSMOS veröffentlichten Arbeit kostenlos 25 Sonderdrucke oder eine PDF-Datei. Zusätzliche Sonderdrucke können auf Nachfrage vom Verlag auf eigene Kosten bezogen werden.

8. Der Verlag honoriert jede Druckseite mit 30,00 €, ein Foto, das auf der Titelseite erscheint, mit 60,00 € und ein Foto, das auf der Rückseite erscheint, mit 45,00 €.

9. Manuskripte bitte einsenden an:

Prof. Dr. Klaus Hausmann
Redaktion MIKROKOSMOS
Institut für Biologie/Zoologie
Freie Universität Berlin
Königin-Luise-Straße 1–3
14195 Berlin

Das letzte Bild

Das umseitige Bild zeigt ein Bärtierchen (Tardigrada), gefunden im Moosrasen des Hochmoors Weyerichsbruch.

Präparationstechnik: Lebendpräparat. Mikroskopietechnik: Differentieller Interferenzkontrast; Vergr. 445fach.
Foto: Frank Fox, Trier; E-Mail: fox@fh-trier.de; www.mikro-foto.de

Vorschläge für *Das letzte Bild* bitte Herrn Wolfgang Bettighofer, Rutkamp 64, 24111 Kiel, zusenden. Bitte nur Hochformate für die Endgröße 14 × 20 cm einreichen. Elektronische Vorlagen nur als Tiff-Dateien (300 dpi bezogen auf die Bildendgröße) vorbereiten. E-Mail: wolfgang.bettighofer@gmx.de.

Die Redaktion behält sich vor, die Bilder, wenn es nötig erscheint, zu beschneiden.

510543
Bibliothek des OÖ.
Landesmuseums
Postfach 91

Museumstraße 14
4010 Linz

300229



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: [101_5](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Mikrokosmos 101_5 1](#)