



Erschienen im MIKROKOSMOS 98, 336–341 (2009), überarbeitete Version (2021)

Korrektur Brigitta Scherzer 2021

Mikroskopische Streifzüge auf Hiddensee I

Seit 2006 macht sich jeden Herbst eine kleine Gruppe Mikroskopie-Enthusiasten auf, unter der Leitung von Prof. Klaus Hausmann von der FU Berlin eine Woche lang die Gewässer auf und um Hiddensee zu erforschen. Die Gruppe genießt die Gastfreundschaft der Biologischen Station der Universität Greifswald in Kloster nahe des Gerhard-Hauptmann-Hauses mit ihrem weitläufigen Gelände, dem gut ausgestatteten Seminarhaus und den rustikalen Bungalows.

Die Landschaft um Hiddensee entstand während der letzten Eiszeit vor ca. 12.000 Jahren. Die Insel liegt innerhalb des Nationalparks *Vorpommersche Boddenlandschaft*, welcher sich vom Darß im Westen bis an die Westküste Rügens erstreckt. Ihre Länge beträgt etwa 17 Kilometer, an der schmalsten Stelle ist sie etwa 250 Meter und an der breitesten etwa 3,7 Kilometer breit. Hiddensee ist Rügen westlich vorgelagert und unterteilt sich in einen hügeligen, über 70 Meter hohen Nordteil (Dornbusch), eine Dünen- und Heidelandschaft im zentralen und einen flachen, nur wenige Meter hohen Südteil, den Gellen. Im Nordosten befinden sich die beiden drei Kilometer langen Sandhaken Alter Bessin und Neuer Bessin, der Gellen ist ebenfalls ein solcher Sandhaken. Neuer Bessin und Gellen wachsen noch, das Material (Geschiebemergel) bricht am Dornbusch laufend ab und wird von Meeresströmungen verfrachtet. Im Durchschnitt verliert die Kliffkante des Dornbusch etwa 30 cm jährlich.

Leben im Aufwuchs

Zwischen Hiddensee und Rügen liegt ein flaches Meeresbecken, der Bodden. Die Tiefe beträgt meist weniger als 1,5 m, an den tiefsten Stellen werden um die 5 m erreicht. In seinen Meereswiesen hält er interessantes Aufwuchsmaterial bereit, welches mittels Dredge beprobt werden kann. Eine weitere lohnende Quelle zur Erforschung von Aufwuchsorganismen stellen die Objektträger dar, die in Rahmenhaltern jeweils ca. zehn Tage vor Kursbeginn von helfenden Händen der Biologischen Station in den Bodden versenkt werden. Es werden genug Objektträger für zwei bis drei

Entnahmen eingehängt. So kann jedes Mitglied der Gruppe mehrfach in der Exkursionszeit einen neuen Ausschnitt des Aufwuchsspektrums untersuchen.

Durch die unterschiedlichen jahreszeitlichen Verläufe des Wetters mit Wärme- und Kälteperioden wird für uns auf den Objektträgern in jedem Jahr eine etwas andere Sukzessionsphase sichtbar (Sukzession: Abfolge der Artenbesiedelung in der Zeit). Der Bodden hat nur ca. 1/5 des Salzgehaltes der Ostsee, also ungefähr 0,4 %. So finden sich im schwach salzhaltigen Wasser salztolerante Süßwasserformen sowie Meeresorganismen, die auch mit geringerem osmotischen Druck zurechtkommen.

Ideen zum Bau eines Objektträger-Halters

Ein entsprechender Objektträger-Halter (Abb. 1) lässt sich aus PVC-Material leicht herstellen. Abb. 1 zeigt die vorbereiteten Bauteile dafür. Für die Seitenteile eignet sich PVC-Plattenmaterial der Stärke 5 mm. Für die Querstreben wurde PVC-Rohr mit 10 mm Außendurchmesser verwendet. Üblicherweise werden die Objektträger mittels Ringgummi im Halter fixiert. Die hier gezeigte Konstruktion verwendet dazu ein System von Kabelbindern (unverlierbar, kein Verschleißteil), die jeweils an den äußeren Querstreben befestigt sind. Als Verschluss wurde ein Wirbel mit Karabiner aus dem Anglerzubehör verwendet. Anders als die übliche Ringgummifixierung verlangt die hier gewählte Konstruktion Endanschlüsse für die eingesteckten Objektträger. Sie wurden durch Aufkleben von Streifen aus PVC-Plattenmaterial der Stärke 2 mm realisiert (nicht im Bild gezeigt). Die Schlitzreihen werden genau so breit eingesägt, dass je zwei Objektträger Seite an Seite passgenau eingesteckt werden können. So bleibt jeweils eine Seite der Objektträger unbewachsen.



Abb. 1: Bauteile für den Objektträger-Halter, Objektträger -Halter mit Ringgummi-Fixierung im Einsatz.



Abb. 2: Primäre Aufwuchsgesellschaft auf einem Objektträger. Digitale Zeichnung aus 4 Ebenen. Differential-Interferenzkontrast. Maßbalken 25 µm.

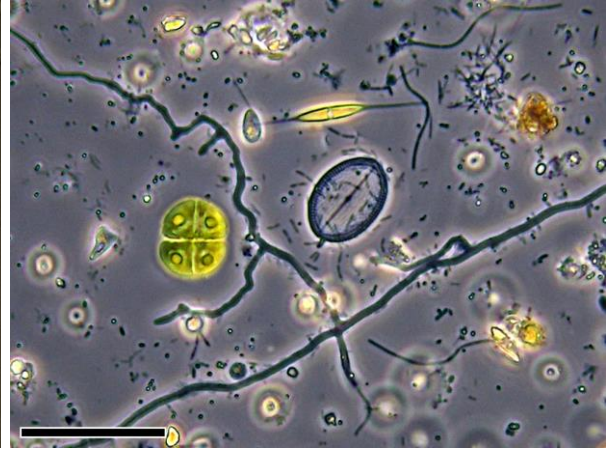


Abb. 3: Späterer Sukzessionsstand mit Pilzhypen, Diatomeen, Flagellaten, Nacktamöben und Grünalgen. Phasenkontrast. Maßbalken 50 µm.

Erste Besiedelung

Nach Anlagerung organischer Kolloide auf der Glasfläche (und es ist anzunehmen, dass es sich auf Oberflächen von Steinen und Wasserpflanzen nicht grundsätzlich anders verhält) siedeln sich zunächst Bakterien an. In Abb. 2 ist ein Beispiel der primären Aufwuchsgesellschaft mit Bakterienrasen und der stationären Kieselalge *Cocconeis* dargestellt.

Mit fortschreitender Zeit kommen Initialzellen fädiger Algenformen, deren Schwärmer zu Haftzellen auswachsen, und Pilzhypen dazu, ferner bewegliche pennate Diatomeen, kleine Nacktamöben und Flagellaten. Abb. 3 zeigt solch einen Sukzessionsstand. Unter anderem hat sich ein vierzelliger Verband einer Grünalge (diagnostizierbar durch die stark lichtbrechenden Pyrenoid-Körper jeweils in der Zellenmitte, welche nur bei Grünalgen und Hornmoosen vorkommen) angesiedelt. Wahrscheinlich handelt es sich um initiale Haftzellen einer fädigen Wuchsform.

Wer nicht beweglich ist oder weiterwächst, kommt im Laufe des fortschreitenden Bewuchses gegebenenfalls unter die Räder. So konnte ich beobachten, wie ein Folliculinidenschwärmer, ein gehäusebildender Ciliat, beim Bau seiner chitinösen Lorica eine *Cocconeis*-Zelle überschichtete und zudem sogar eine gut bewegliche naviculide Diatomee festsetzte.

Mit der Wasserimmersion auf Tauchfahrt

Hängen die Objektträger länger im Wasser, dann siedeln sich weitere Organismen wie Grün- und Rotalgen, festsitzende Ciliaten (gehäusebildende Arten, Glockentierkolonien, Suktorien) und niedere Tiere wie Bryozoen oder Hohltiere an (Abb. 4–7).



Abb. 4: *Acineta tuberosa* mit einem Tauchobjektiv (Wasser-Immersion) betrachtet. 10 Ebenen. Maßbalken 50 µm.

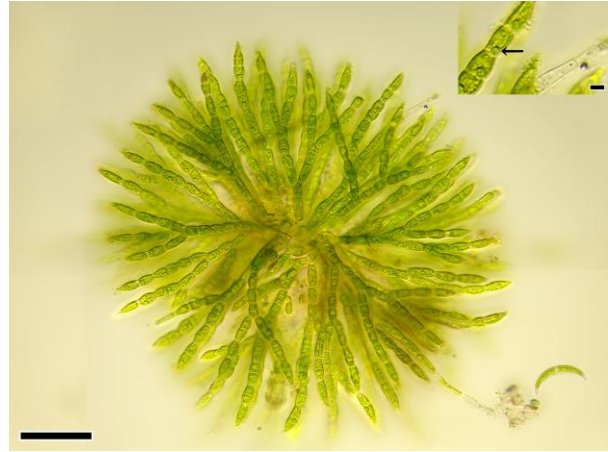


Abb. 5: *Chaetophora* spec. 9 Ebenen, Wasserimmersion. Maßbalken 100 µm, im Einsatzbild 10 µm.

Beim schwach salzigen Boddenwasser kann man ohne Gefahr für das Objektiv wagen, mit der Wasserimmersion auf Tauchfahrt zu gehen. Die so beobachteten Lebewesen danken es mit natürlichem Verhalten und Aussehen. Abb. 4. zeigt einen Suktor der Gattung *Acineta* mit seinen zwei Tentakelquirlen auf dem Objektträger stehend. Rechts unten im Bild sieht man die Ansatzstelle des Stiels eines *Carchesium*-ähnlichen peritrichen Ciliaten.

Der junge Wirtel einer *Chaetophora* (Abb. 5) kann sich ungehindert in alle drei Dimensionen ausbreiten, ohne dass er vom Deckglas flachgedrückt wird. *Chaetophora* wächst zu größeren kugelförmigen Polstern aus, die Fäden mit den chlorophyllhaltigen Zellen sitzen in einer Gallerte (Fraßschutz). Eine Reihe dieser Zellfäden bilden an ihrer Spitze glasklare, mehrzellige Fäden ohne Chloroplasten, welche zum Zweck der Nährstoffaufnahme aus der Gallerte ragen. Der gezeigte Zellverband hatte erst

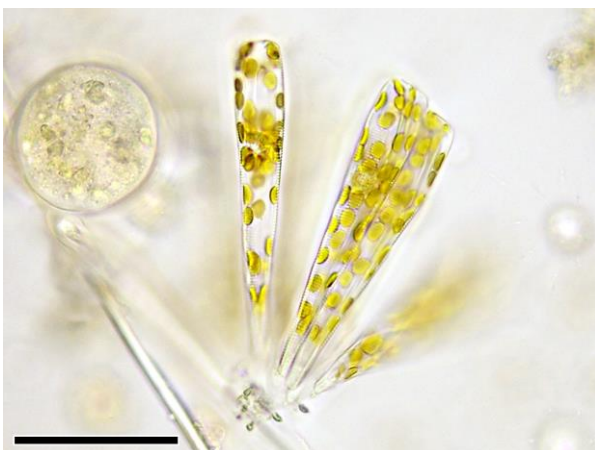


Abb. 6: Aufwuchsdiatomeen der *Fragilaria*-Gruppe. 11 Ebenen, Wasserimmersion. Maßbalken 50 µm.



Abb. 7: Dieses Übersichtsbild eines Aufwuchspräparats zeigt *Aspidisca*, *Bacillaria paxillifer* und *Nitzschia acicularis*. Phasenkontrast.



Abb. 8: *Euplotes affinis*, dorsal. 22 Ebenen.
Maßbalken 25 µm.

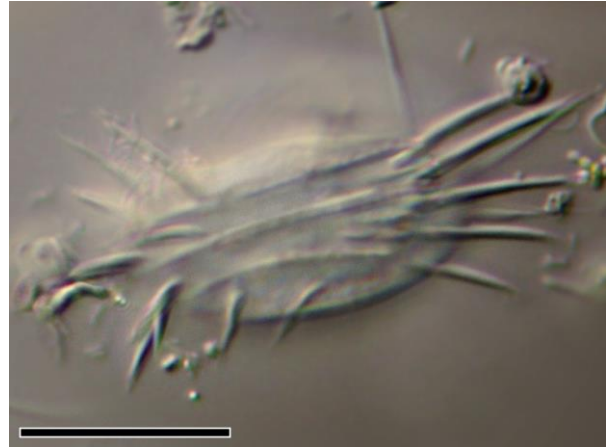


Abb. 9: *Euplotes affinis*, ventral. 14 Ebenen.
Maßbalken 25 µm.

wenige Fadenhaare (Chaete) entwickelt. Das eingesetzte Detailbild rechts oben zeigt ein solches. Der Pfeil weist auf einen Pyrenoidkörper hin, die Stelle im Chloroplasten der Grünalgen, wo die Synthese von Reservestoffen passiert.

Unterwegs auf Cirren

Kleine hypotriche Ciliaten wie *Euplotes* und *Aspidisca* laufen auf ihren Cirren, den zu beinchenartigen Fortsätzen „verklebten“ Wimperngruppen, bereits in frühen Besiedelungsstadien in größerer Anzahl auf dem Aufwuchs und der Glas-Unterlage umher (Abb. 7 bis 9).

Auf den Abbildungen 8 und 9 ist *Euplotes affinis* zu sehen. Die Dorsal-Ansicht zeigt die Ciliatur der adoralen Membranellen zusammen mit der starken Rippung der äußeren Zellregion (Pellicula, Cortex), im anderen Bild wurde auf die ventral gelegenen Laufcirren fokussiert. Die Euplotiden haben in ihrem Cortex Platten aus Proteinmaterial, welche in Alveolen (Membrantaschen) eingelagert sind und die Form stabilisieren (Hausmann und Kaiser, 1979).

Epiclintes ambiguus ist ein wurmförmiger Ciliat, sehr beweglich und stark kontraktile (Abb 10 und 11). Die Art zeigte sich nicht so häufig wie z. B. *Aspidisca*. Ich hatte Glück, dass ein Exemplar vor meiner Linse eine längere Pause einlegte und interessante morphologische Details offenbarte. So sind die adoralen Membranellen kammartig ausgefasert (eingesetztes Detailbild in Abb. 10 links oben) und zeigen somit ihre Komponenten: einzelne Cilien. Während der Zerfall von Membranellen und Cirren in einzelne Cilien bei anderen Ciliaten oft darauf hindeutet, dass es ihnen nicht mehr besonders gut geht, ist der gezeigte Zustand nach Auskunft von Prof. Hausmann für die *Epiclintes*-Membranellen normal.

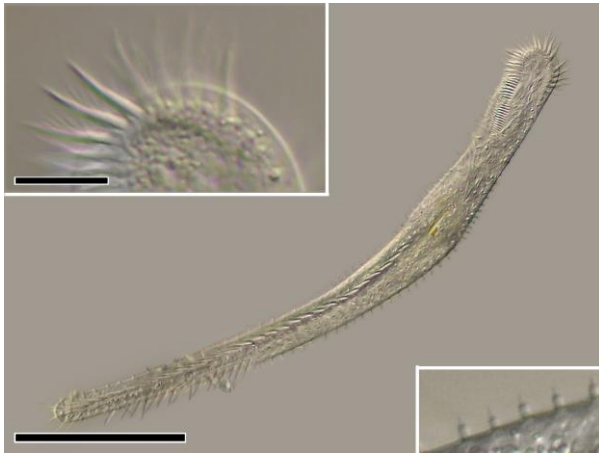


Abb. 10: *Epiclintes ambiguus*, fokussiert auf die lange Reihe der Transversalcirren. 15 Ebenen. Maßbalken 100 µm, im Einsatzbild 10 µm.

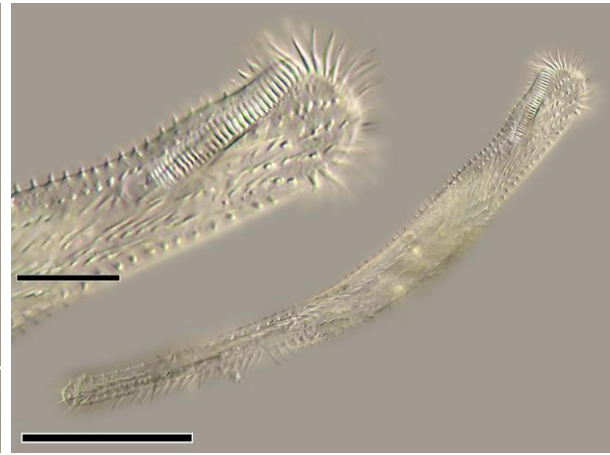


Abb. 11: *Epiclintes ambiguus*, Fokussierung auf andere Bereiche der Ciliatur. 18 Ebenen. Maßbalken 100 µm, im Einsatzbild 25 µm.

Dass es sich hierbei um keinen pathologischen Zustand handelt, legt auch die regelmäßige Kammstruktur nahe. Die Lebensbedingungen sollten für den Organismus zum Beobachtungszeitpunkt erträglich gewesen sein, denn es wurde ohne Deckglasdruck mit Tauch-Objektiv beobachtet, der Objektträger lag in einer Petrischale mit 9 cm Durchmesser mit einem Wasserstand von ca. 8 mm Höhe.

An den seitlichen Rändern fallen ungewöhnliche Stäbchenstrukturen mit eingesetzten Cilien auf, die sogenannten Dorsalborstenkomplexe. Diese Cilien (Detailbild in Abb. 10 rechts unten) sind sehr kurz und entspringen Papillen, die durch ein korbartiges Gerüst von Mikrofilamenten gestützt werden (Wicklow and Borrer, 1990).

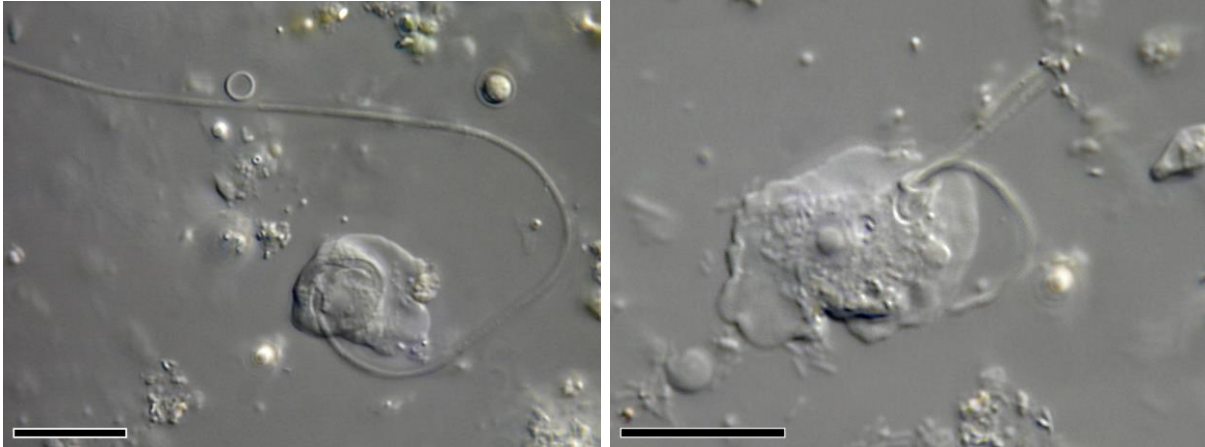


Abb. 12 und 13: Nacktamöbe mit Ähnlichkeit zu *Platyamoeba* spec. 14 bzw. 6 Ebenen. Maßbalken 25 µm.

Der Dschungel der Nacktamöben-Formen

Im Aufwuchs bewegen sich eine Reihe kleiner und kleinster Amöben. Das Exemplar aus den Abbildungen 12 und 13 war etwas größer und zeigte interessantes Verhalten sowie seinen blasenförmigen Kern mit zentralem Nucleolus (Abb. 13). Die Amöbe war mit der Aufnahme einer fädigen Struktur beschäftigt, höchstwahrscheinlich einer fädigen Bakterienkolonie. Auf Abb. 12 ist der aufgewickelte Anfang des Fadens im Inneren der Amöbe zu sehen.

Nach „An Illustrated List of basic Morphotypes of Gymnamoebia“ (Smirnov und Goodkov, 1999), einem sehr praktischen Kompass durch den Dschungel der Nacktamöben-Formen, passt sie am besten zum Morphotyp „lingulate“:

Abgeplattet, länglich mit mehr oder weniger gleichförmigem Umriss, ohne laterale oder dorsale Falten oder Runzeln.

Als Beispiele werden *Dermamoeba*, *Platyamoeba* und *Lingulamoeba* angegeben. Bezüglich des Habitats und weiterer Spezifitäten passt am besten *Platyamoeba* (Page 1988, Page und Siemensma 1991, Siemensma 1978), wobei man bedenken muss, dass die zitierten Werke nur auf Süßwasser- und Bodenhabitate eingehen. Eine ebenfalls nicht sicher bestimmte beschaltete Kleinamöbe ist in Abb. 14 wiedergegeben.

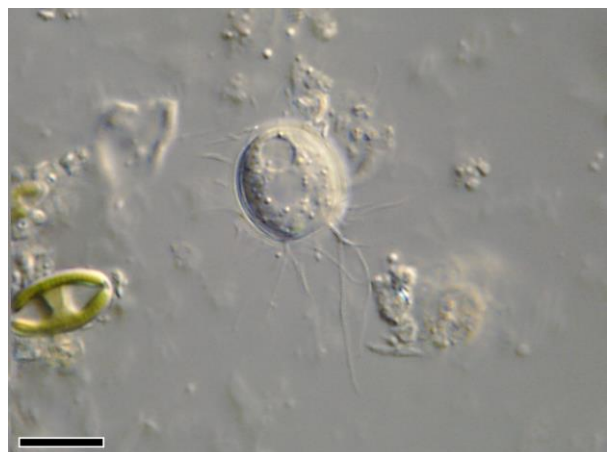


Abb. 14: Eine *Lecythium* ähnlich sehende Amöbe. 2 Ebenen. Maßbalken 10 µm.

Es könnte sich um eine Art der Gattung *Lecythium* aus der Familie der Chlamydrophyridae handeln.

Schärfentiefe durch Verbindung von Bildebenen

Nun noch einige Worte zur Entstehung vieler der gezeigten Bilder. Je größer die Apertur, desto geringer ist die erzielbare Schärfentiefe. Die alleinige Darstellung einer Schärfentiefe-Schicht, die eine einzelne Fotografie wiedergeben kann, ist bei Aperturen über 0,5 oft nicht mehr befriedigend.

Dieses Problem hat der Zeichner nicht. Er kann sich Skizzen bzw. Skizzenaufnahmen von unterschiedlichen Schärfen-Ebenen erstellen und in der Zeichnung mehr Inhalt, ein vollständigeres Bild des Objekts wiedergeben, als das ein einzelnes Foto kann.

Ich habe mich vor Jahren etwas im mikroskopischen Zeichnen geübt und hatte im Laufe der Zeit den Wunsch entwickelt, fotografische und zeichnerische Mittel zu kombinieren, um meinem Ideal, der fotografischen Erfassung der Mikroorganismen ohne die optischen Beschränkungen durch die fehlende Schärfentiefe, näher zu kommen. Nach Versuchen mit sogenannten Stacking-Programmen, die in der Makrofotografie (z. B. bei formatfüllenden Insektenportraits) hervorragende Ergebnisse bringen können, bin ich zum digitalen Zeichnen gekommen. Darunter verstehe ich die Methode, mittels layerorientierter Bildbearbeitungsprogrammen wie Adobe Photoshop, Corel Photopaint oder GIMP von GNU Soft bildwichtige scharf abgebildete Zonen aus verschiedenen Fokusebenen (verschiedenen Fotos) manuell zu einem Bild zusammenzufassen. So sind die meisten Bilder in diesem Bericht digitale Zeichnungen, erkennbar an der Angabe der Anzahl der montierten Ebenen in der Legende.

Mit dieser Methode werden Artefakte der Stacking-Programme (z. B. bezogen auf das Objekt unrichtige Hervorhebung bzw. Verbindung von Kanten und Schärfezonen) vermieden. Ebenso wie beim Zeichnen kann ich an jeder Bildstelle steuern und unabhängig von der Schärfeverteilung selbst definieren, welche Zonen der Schichtaufnahme bildwichtig sind und ins Ergebnisbild übertragen werden sollen.

Ausblick

Für die Freunde der mikroskopischen Welt hält Hiddensee eine Vielzahl von Überraschungen bereit. Dieser Bericht vermittelt einen ersten Eindruck des protistischen Lebens im Bodden. Die Insel besitzt auch einen kleinen, fast verlandeten Teich, wel-

cher eine erstaunliche Artenvielfalt an beschalten und unbeschalten Amöben birgt. Auch diesem sind einige Berichte gewidmet.

Autor: Wolfgang Bettighofer, Königsberger Straße 1, 24161 Altenholz,
E-Mail: wolfgang.bettighofer@gmx.de

Literatur

Hausmann, K., Hülsmann, N., Radek, R.: Protistology, 3rd ed. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 2003.

Hausmann, K., Kaiser, J.: Arrangement and structure of plates in the cortical alveoli of the hypotrich ciliate, *Euplotes vannus*. J. ultrastruct. Res. 67, 15–22 (1979).

Page, F. C.: A new key to freshwater and soil Gymnamoebae. Freshwater Biological Association, Ambleside 1988.

Page, F. C., Siemansma, F. J.: Nackte Rhizopoda und Heliozoa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1991.

Siemansma, F. J.: De Nederlandse Naaktamoeben. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud 1978.

Smirnov, A., Goodkov, A.: An illustrated list of basic morphotypes of Gymnamoebia (Rhizopoda, Lobosea). Protistology 1, 20–29 (1999)

Streble, H., Krauter, D.: Das Leben im Wassertropfen, 10. Auflage. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart 2006.

van den Hoek, C.: Algen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1993.

Wicklow, B. J., Borrer, A. C.: Ultrastructure and morphogenesis of the marine epibenthic ciliate *Epiclintes ambiguus* (Epiclintidae, n. fam.; Ciliophora). Europ. J. Protistol. 26, 182–194 (1990).