

Die Vielfalt der Mikroorganismen im Nationalpark Unteres Odertal – zehn Jahre Mikroskopie-Exkursionen

ULRICH SZEWZYK, REGINE SZEWZYK UND HELMUT PFAFFMANN

1. Einleitung

Seit zehn Jahren führt die Berliner Mikroskopische Gesellschaft (BMG) jeweils im Frühjahr eines jeden Jahres eine Exkursion zum Nationalpark Unteres Odertal durch. Immer zu einem verlängerten Wochenende im Mai beziehen ca. 15 Mitglieder der BMG, die aus ganz Deutschland sowie Österreich anreisen, in der Wildnisschule Teerofenbrücke Quartier. Im Nationalparklabor der Wildnisschule bauen die Teilnehmer ihre mitgebrachte Ausrüstung zum Beobachten und Dokumentieren mikroskopisch kleiner Organismen (Mikroorganismen) in den Gewässern des Nationalparks auf. Mithilfe diverser Lupen und Mikroskope werden Mikroorganismen, die zum größten Teil mit bloßem Auge nicht zu sehen sind, bestimmt und dokumentiert. Zu den Mikroorganismen gehören Bakterien (Abb. 2), Einzeller wie Amöben (Abb. 3), Geiseltierchen (Abb. 3), Wimperntierchen (Abb. 5), Algen (Abb. 6), aber auch mehrzellige Kleinstlebewesen wie Rädertiere (Abb. 1), Würmer, Wasserflöhe, Nesseltiere (Abb. 4) sowie höhere Organismen in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Das Labor der Wildnisschule bietet ideale Voraussetzungen für die Mikroskopie dieser Mikroorganismen. Durch die Nähe zu den Gewässern des Nationalparks können Wasserproben innerhalb kürzester Zeit ins Labor transportiert und dort untersucht werden. Dies ist wichtig, da manche der winzigen Wasserorganismen sehr empfindlich sind und nicht lange außerhalb ihrer gewohnten Umgebung überleben können. Die Sammelpunkte für die Wasserproben sind mit der Nationalparkverwaltung abgestimmt. Da für die mikroskopischen Untersuchungen immer nur sehr geringe Wassermengen entnommen werden, in der Regel nur wenige Milliliter, sind keine Auswirkungen auf das jeweilige Ökosystem zu befürchten.

Darüber hinaus werden Mikroorganismen auf Oberflächen untersucht, da viele Mikroorganismen natürlicherweise an diesen angehaftet vorkommen (FLEMMING et al. 2016, FLEMMING et al. 2021). Dazu werden gläserne Objektträger für die Mikroskopie ein bis zwei Wochen vor der Exkursion im Gewässer exponiert. Die dort anhaftenden Mikroorganismen werden während der Exkursion untersucht (Abb. 2).

Jedes Jahr werden neue, interessante Mikroorganismen entdeckt und dokumentiert. Die Vielfalt der mikroskopisch kleinen Lebewesen löst bei den Exkursionsteilnehmern immer wieder Begeisterung aus. Da die meisten BMG-Mitglieder schon in vielen Gegenden der Welt mikroskopiert haben, ist diese Begeisterung ein deutlicher Beleg für die außergewöhnliche Diversität der Mikroorganismen im Nationalpark Unteres Odertal.

2. Warum gibt es eine so große Diversität von Mikroorganismen im Nationalpark Unteres Odertal?

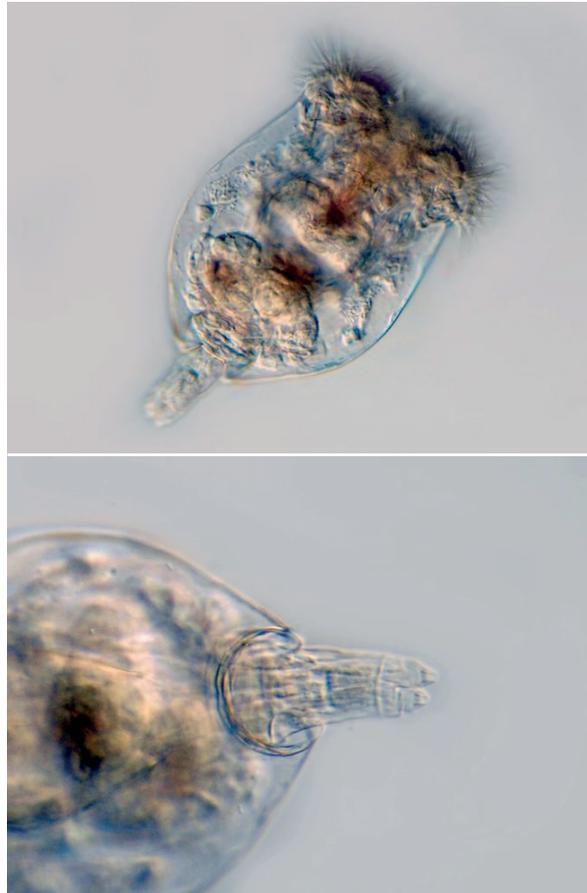
Mikroorganismen findet man in allen aquatischen Lebensräumen. Dies können Gewässer wie Flüsse, Tümpel oder Seen sein, aber auch Böden, in denen eine gewisse Feuchte vorhanden ist. Welche Organismen und Lebensgemeinschaften in dem jeweiligen Gewässer oder Boden vorkommen, hängt von den dort herrschenden Umweltbedingungen ab. Dies betrifft neben physikalischen Parametern wie Temperatur und Strömungsverhältnisse, insbesondere die chemischen Parameter wie pH-Wert, Sauerstoffkonzentration, Salzkonzentration sowie die Konzentration verschiedener Spurenelemente.

Schaut man sich die Gewässer und Böden im Nationalpark vor diesem Hintergrund genauer an, so zeigt sich sehr schnell, dass die verschiedenen Lebensräume hinsichtlich der Umgebungsparameter nicht einheitlich, sondern sehr divers sind. Dadurch werden Lebensräume für viele unterschiedliche Mikroorganismen geschaffen.

Die einzelnen Lebensräume sind nicht komplett gegeneinander abgeschottet, vielmehr besteht ein gewisser Austausch zwischen den Gewässern. Dieser Austausch findet sowohl durch überirdisch fließendes Wasser als auch durch Wasser, das durch die Auenböden langsam fließt und somit von einem Kleingewässer zum nächsten strömt, statt. Bei diesem Durchströmen der unterschiedlichen Bodenschichten kommt es zu einem intensiven Kontakt des Wassers mit den mineralischen Komponenten des Bodens. So können aus dem Boden verschiedene chemische Komponenten herausgelöst werden, wie zum Beispiel Eisen- und Manganverbindungen. Da die Böden im Nationalpark weitgehend durch Ablagerungen während Überflutungen durch die Oder hervorgegangen sind, und diese Überflutungen von Jahr zu Jahr unterschiedlich ausfallen können, gibt es auch große lokale Unterschiede in der Zusammensetzung dieser Böden.

Die eiszeitlichen Ablagerungen in der Umgebung des Nationalparks spielen eine gro-

*Abb. 1a–b: Das Rädertierchen *Brachionus urceolaris* var. *rubens* kommt aufsitzend auf Wasserflöhen und freischwimmend vor. Die Nahrung sind Algen, Bakterien, und abgestorbenes Pflanzenmaterial. Im linken Bild ist das gesamte Tier zu sehen (Größe ca. 200 µm); im rechten Bild die untere Körperhälfte mit dem Fuß zum Anheften. (Fotos: J. Ibs)*



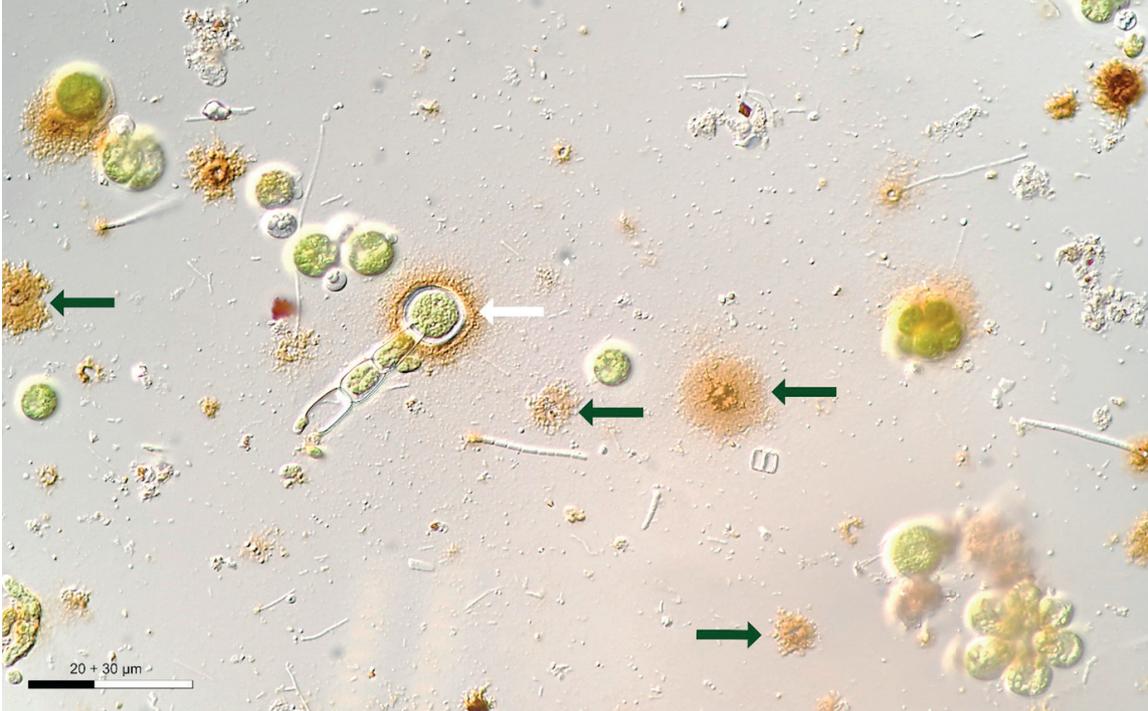


Abb. 2: Lebensgemeinschaft von Mikroorganismen an einer Glasoberfläche, die für 10 Tage im Gewässer exponiert wurde. Links in der Mitte ist ein junges Stadium einer fädigen Grünalge zu sehen, die mit Eisenoxid-verkrusteten Schleimen verankert ist (weißer Pfeil). Die sonstigen braunen Flecken sind Kolonien von Eisenbakterien (schwarze Pfeile, Szewzyk 2020). Die kleinen Punkte und Stäbchen im Hintergrund sind hauptsächlich Bakterien. (Foto: U. Szewzyk)

ße Rolle. Diese glazialen Relikte stammen zu einem großen Teil aus Skandinavien. Sie wurden als Geröll mit den Gletschern transportiert und später beim Abschmelzen der Gletscher abgelagert (EBERT & BEUSTER 1999, SCHLAAK 1999). Gerade die Gesteine aus Skandinavien haben einen besonders hohen Gehalt an verschiedenen Metallen. In diesen Geröllablagerungen können durch Sickerwasser und mithilfe von Bakterien viele dieser Metalle aus den Mineralien mobilisiert und mit dem Wasser in den Bereich des Auengebietes transportiert werden. Durch diese Prozesse werden kleinräumige Lebensräume mit sehr unterschiedlichen Umweltbedingungen geschaffen.

Ein weiterer sehr wichtiger Umweltparameter in den Gewässern, Sedimenten und benachbarten Böden ist die Verfügbarkeit von Sauerstoff. Durch den ständigen Wechsel von Überflutung und Austrocknung kommt es zur Bildung kleinräumiger Habitate mit aeroben sowie anaeroben Verhältnissen. Dies führt zu einer Erhöhung der Diversität. Besonders deutlich wird der Einfluss der Sauerstoffverfügbarkeit für die Metalle Eisen und Mangan. Unter anaeroben Bedingungen können Bakterien diese Metalle reduzieren und damit in Lösung bringen. In Gegenwart von Sauerstoff können Eisenbakterien diese gelösten Metalle oxidieren und als Ocker (Eisenoxid) ausfällen. Dies führt langfristig zur Bildung von Raseneisenstein (SZEWCZYK et al. 2011, SCHMIDT et al. 2014).

Die Qualität des Wassers in der Oder hat auch einen großen Einfluss auf die Umweltparameter in den verschiedenen kleinen aquatischen Lebensräumen. Durch die Überflutun-

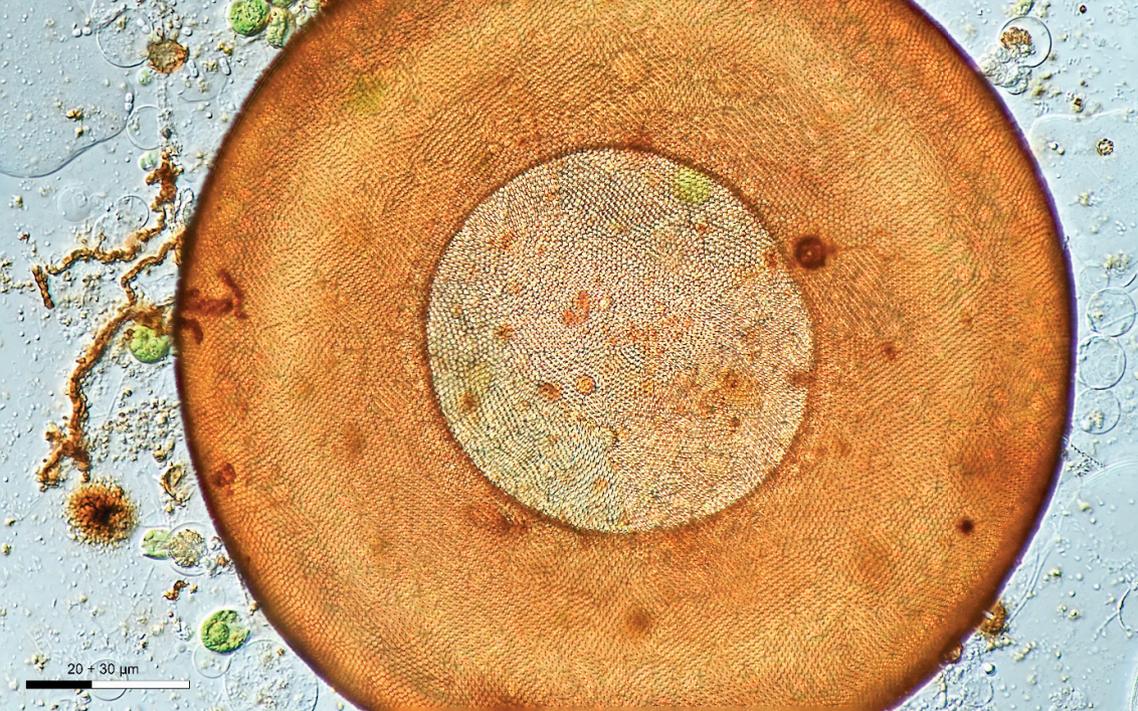


Abb. 3: *Arcella* sp., das Gehäuse einer beschalteten Amöbe. Durch die kreisrunde Öffnung auf der Unterseite des Gehäuses kann die Amöbe ein Pseudopodium (Scheinfuß) ausstrecken und dann auf einer Oberfläche wie eine Schnecke kriechen. Das Gehäuse wird wie ein Schneckenhaus mittransportiert und bei Gefahr kann die Amöbe sich darin zurückziehen. (Foto: U. Szewzyk)

gen, die während des Winterhalbjahres erfolgen, werden Substanzen sowie Materialien aus diesem großen Fluss in den Nationalpark eingetragen und dort in den Böden sowie am Grund der Gewässer abgelagert. Dies bedeutet natürlich auch, dass viele Umweltchemikalien, die im Oderwasser enthalten sind, in den Nationalpark eingetragen werden. Dadurch können sich Mikroorganismen, die diese Chemikalien abbauen, im Nationalpark entwickeln. Auf die Bedeutung der Mikroorganismen in den Gewässern und Böden für die Entfernung von Schadstoffen wurde in einem früheren Artikel ausführlich eingegangen (SZEZYK 2020).

Außer Chemikalien werden auch Salzfrachten, die mit dem Wasser der Oder aus den Industriegebieten, zum Beispiel in der Gegend von Breslau (Wrocław), in Richtung Ostsee transportiert werden, in den Nationalpark eingetragen. Schon seit einigen Jahren wurden bei den Exkursionen der BMG sowie der Technischen Universität Berlin beobachtet, dass in den Gewässern des Nationalparks Organismen zu finden waren, die normalerweise im Brackwasser vorkommen.

Sehr einseitige Umweltbedingungen können ebenso zur Verringerung der Diversität und zum massenhaften Auftreten einzelner Arten führen. Durch stark erhöhte Salzgehalte im Oderwasser aufgrund von Niedrigwasser konnte sich in den letzten Jahren eine »Goldalge« (*Prymnesium parvum*) massenhaft entwickeln, die Giftstoffe produzierte die besonders Fische und Muscheln massiv schädigten und töteten. Diese Alge wurde bereits bei früheren

Exkursionen vereinzelt beobachtet. Erst die extremen Umweltbedingungen führten zu der massenhaften Vermehrung der Alge.

Der Einfluss des Wetters und der Klimaveränderungen auf die jeweiligen lokalen Verhältnisse ist von großer Bedeutung. Brandenburg ist schon lange bekannt als klimatisch wärmebegünstigte Region, gekennzeichnet durch geringe Regenfälle. Der Nationalpark liegt im Übergangsbereich zwischen dem westlichen atlantischen und dem östlichen kontinentalen Klima. Durch diese Überschneidungen zweier Klimazonen kann man Vertreter der

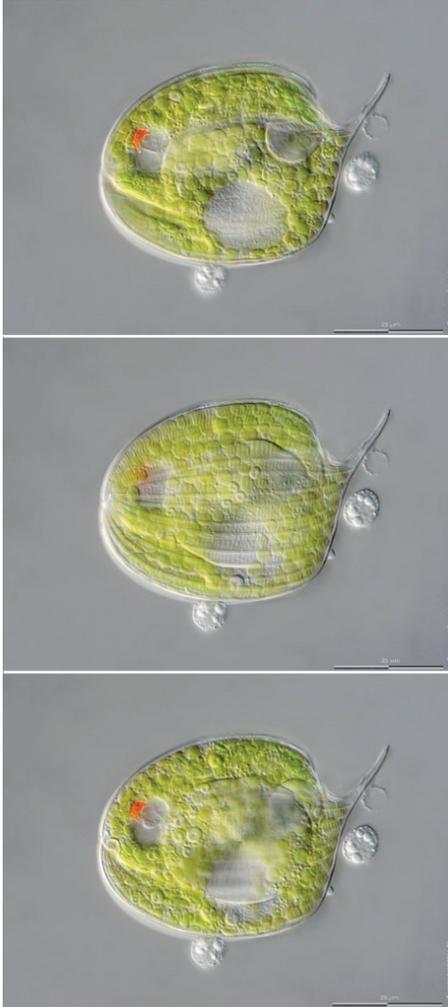


Abb. 4a–c: Ein Augenflagellat (*Phacus orbicularis*) in verschiedenen optischen Ebenen fotografiert. Größe ca. 50 µm (Fotos: W. Bettighofer).

jeweiligen Vegetationsgemeinschaften im Nationalpark finden. Extremsituationen wie dramatische Dürreperioden, aber auch niederschlagsreiche Jahre mit zum Teil katastrophalen Überschwemmungen führen zu starken Veränderungen in den lokalen Umweltbedingungen und als Folge davon zu stark veränderten Lebensgemeinschaften.

Die Anbindung der Gewässer im Nationalpark an internationale Wasserstraßen führt zusätzlich zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung. Der Schiffsverkehr entlang der Fluss- und Kanalsysteme ermöglicht einen Transport von Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen auch aus weit entfernten Gewässern, z.B. aus dem schwarzen Meer über die Donau, den Rhein-Main-Donau-Kanal und den Mittellandkanal in die Oder.

Der Auennationalpark ist ein hochdynamisches System, in dem durch ständig wechselnde Umweltbedingungen räumlich und zeitlich viele unterschiedliche, kleine Habitate mit variierenden Lebensgemeinschaften entstehen. Dies unterscheidet ihn von Lebensräumen, die einen wesentlich geringeren Austausch mit ihrer Umgebung haben.

3. Die Berliner Mikroskopische Gesellschaft

Die Berliner Mikroskopische Gesellschaft e. V. (BMG, www.berliner-mikroskopische-gesellschaft.de) wurde 1986 gegründet. Sie

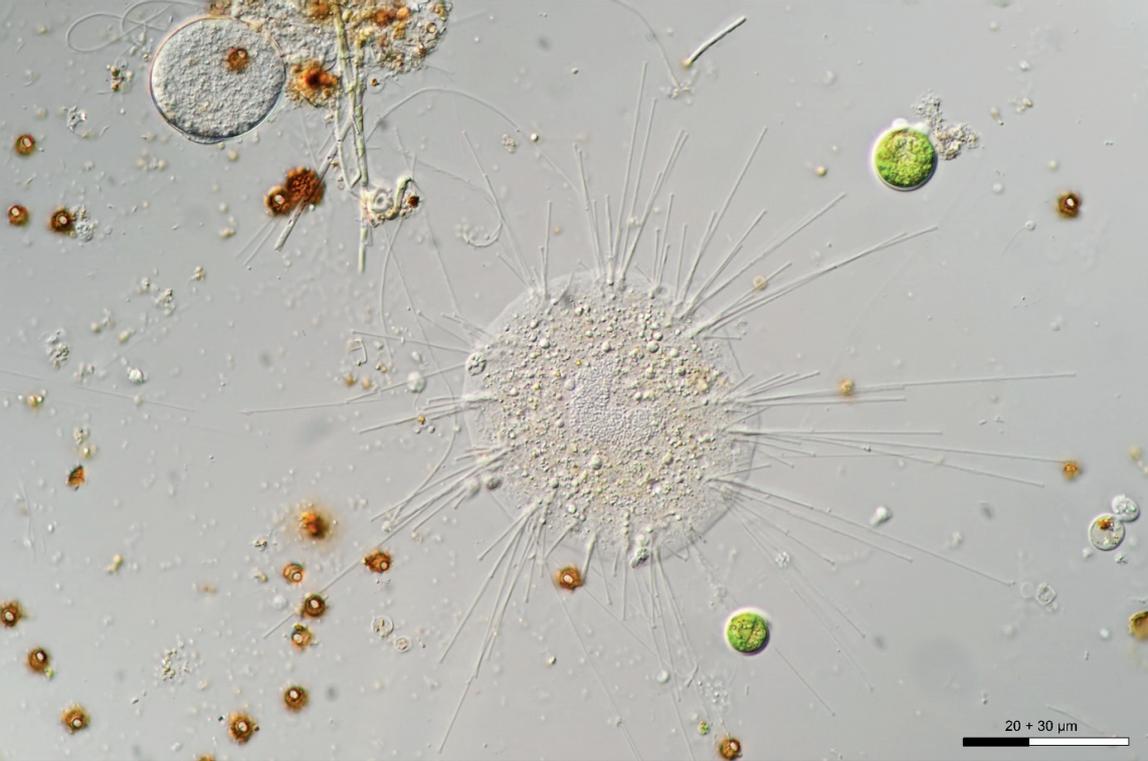


Abb. 5: *Heliophrya rotunda*: Ein Sauginfusor auf einem mehrere Tage im Wasser exponierten Glasobjektträger aufgewachsen. Dieser zu den Ciliaten (Wimperntiere) gehörende Organismus erbeutet mit seinen Tentakeln vorbeischwimmende Ciliaten und saugt sie aus. (Foto: U. Szewzyk)

ist eine Vereinigung von Fachleuten und Amateuren, die das gemeinsame Hobby Mikroskopie pflegen und die Begeisterung zur Mikroskopie teilen. Zu den Aktivitäten der BMG zählen regelmäßige, vierzehntägige, Vortrags- und Übungsabende zu unterschiedlichen Themen der Mikroskopie, wie Untersuchungen zu Mikroorganismen in Gewässern, Herstellung von mikroskopischen Dauerpräparaten bis hin zu Untersuchungen kristalliner Strukturen sowie technischen Aspekten. Der Verein veranstaltet darüber hinaus ein- und mehrtägige Exkursionen, wie die Exkursionen ins untere Odertal.

Die von den Teilnehmern bei den Exkursionen eingesetzten Mikroskope sind oft speziell modifiziert für Beobachtung, Untersuchung und Dokumentation bestimmter Organismengruppen. Sie ermöglichen einen besonderen Blick auf die Welt der Mikroorganismen.

Die jahrelange Beschäftigung mit der Mikroskopie sowie unterschiedlichen mikroskopischen Techniken, außerdem der wachsenden Kenntnisse zu bestimmten Tier- und Pflanzengruppen, führten zu weitreichenden Expertisen in ganz unterschiedlichen Bereichen. Nicht zuletzt die erstaunliche Vielfalt von Mikroorganismen, die im Nationalpark Unteres Odertal beobachtet werden können, erzeugt eine immer wiederkehrende Faszination bei allen Teilnehmern.



Abb. 6a–b: Grünalgen. Links: Die Grünalgen der Gattung *Pediastrum* haben eine interessante Ornamentik (Größe bis zu 300 µm). Der deutsche Name »Zackenrädchen« beschreibt anschaulich die Anordnung der einzelnen Zellen. Rechts: Formschöne mondsichelförmige Jochalge (*Closterium* sp., ca. 100 µm lang). Die Chloroplasten erstrecken sich jeweils über eine Hälfte der Zelle. (Fotos: H. Pfaffmann)

4. Literatur

- EBERT, W. & W. BEUSTER (1999): *Steine, die das Eis uns brachte. Entdeckungen entlang der Märkischen Eiszeitstraße*, Bd. 3
- FLEMMING, H.-C., P. BAVEYE, T.R. NEI, P. STOODLEY, U. SZEZYK, J. WINGENDER & S. WUERTZ (2021): *Who put the film in biofilm? The migration of a term from wastewater engineering to medicine and beyond*. *Npj Biofilms and Microbiomes* 7:10; DOI: <https://doi.org/10.1038/s41522-020-00183-3>
- FLEMMING, H.-C., J. WINGENDER, U. SZEZYK, P. STEINBERG, S.A. RICE & S. KJELLEBERG (2016): *Biofilms: an emergent form of bacterial life*. *Nature Rev. Microbiol.* 14:563–575 (doi:10.1038/nrmicro.2016.94)
- SCHLAAK, N. (1999): *Nordostbrandenburg – Entstehungsgeschichte einer Landschaft. Entdeckungen entlang der Märkischen Eiszeitstraße*, Bd. 1
- SCHMIDT, B., L.A. SÁNCHEZ, T. FRETSCNER, G. KREPS, M.A. FERRERO, F. SIÑERIZ & U. SZEZYK (2014): *Isolation of Sphaerotilus-Leptothrix strains from iron bacteria communities in Tierra del Fuego wetlands*. *FEMS Microbiol. Ecol.* 90:454–466
- SZEZYK, U. (2020): *Anthropogene Spurenstoffe in der Umwelt: Abbau durch mikrobielle Prozesse am Beispiel von Organismen aus dem Nationalpark Unteres Odertal*. In: Vössing, A. (Hrsg.) *Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal* (17, Bd. 2), 43–51, Nationalparkstiftung Unteres Odertal.
- SZEZYK, U., R. SZEZYK, B. SCHMIDT & B. BRAUN (2011): *Neutrophilic iron-depositing microorganisms*. In: *Biofilm Highlights Vol. 5* (eds. Flemming, Wingender and Szezyk), Springer, p. 63–79

PROF. A.D. DR. ULRICH SZEZYK & DR. REGINE SZEZYK
Kromerstr. 5, 72072 Tübingen

DR. HELMUT PFAFFMANN
Gershwinstr. 3, 14513 Teltow



Abb. 7 & 8: Süßwasserqualle, ein recht seltener Vertreter der Nesseltiere mit einem Durchmesser von 0,6 cm bis zu 2,0 cm (Fotos: T. Tränkner)

