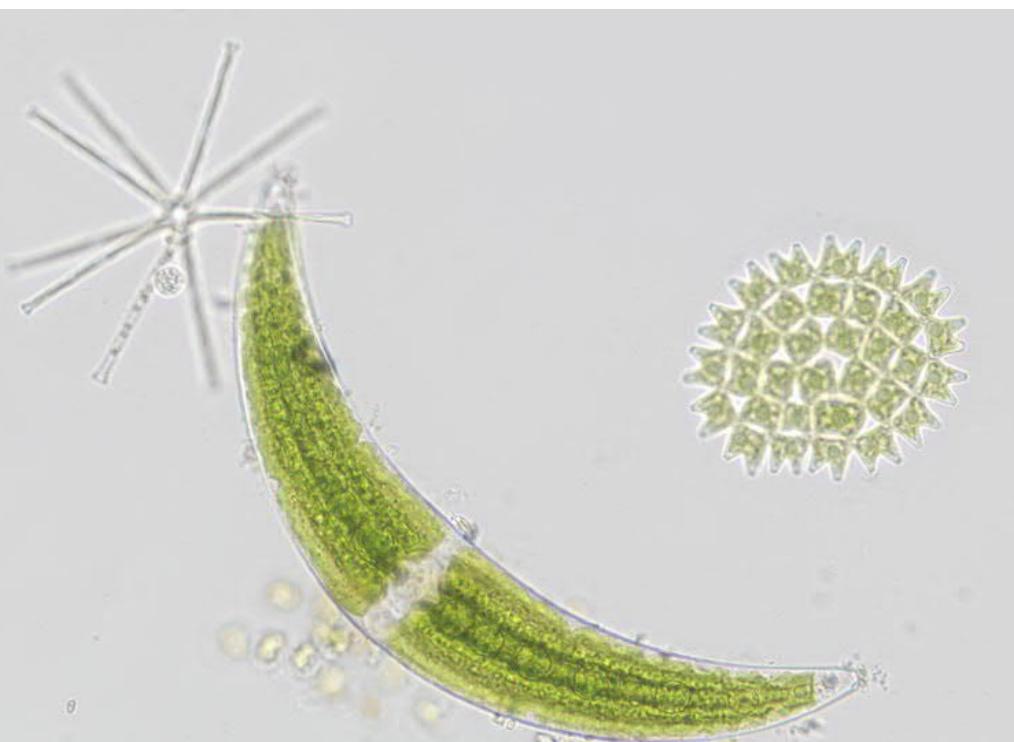


Sonne, Mond und Sterne am Algenhimmel eines Freibades mit biologischer Wasseraufbereitung



Mondsichel der Alge *Closterium*, ein dreidimensionaler Stern der Kieselalge *Asterionella*, und eine sonnenförmige Grünalge aus der Gattung *Pediastrum*



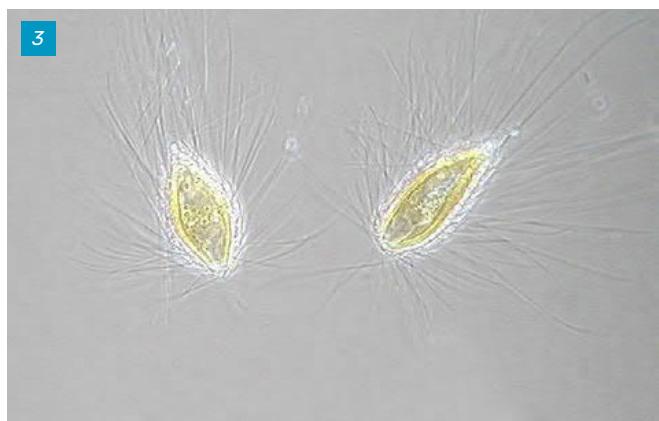
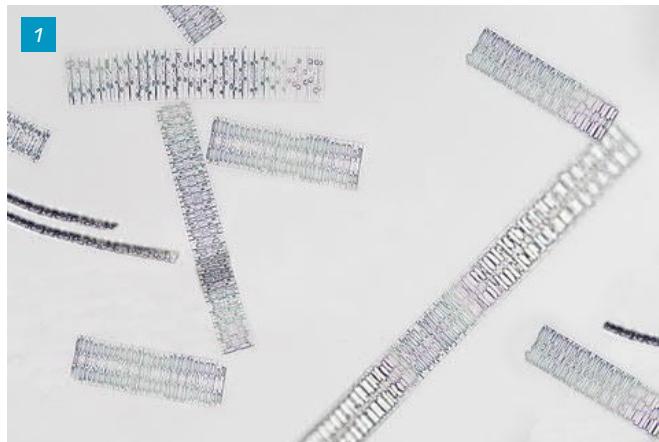
Autorinnen und Autor:

Dr. Antje Kakuschke, Dipl.-Biol. Inga Eydeler und Dr. Jürgen Spieker, KLS Gewässerschutz GmbH

Abbildungen: KLS Gewässerschutz

Die Badefreunden für Groß und Klein sind in natürlichen Gewässern besonders ausgeprägt. In Freibädern mit biologischer Wasseraufbereitung versucht man, sich dieser Natürlichkeit zu nähern. Algen, kleine Tiere und Mikroorganismen bilden einen biologischen Kreislauf von Wachstum, Vermehrung, Absterben und Zersetzen, ohne dass Badende viel davon sehen. Sie erfreuen sich am klaren, erfrischenden, geruchslosen Nass – solange alles im Gleichgewicht bleibt.

Eine Schlüsselposition im Ökosystem „Freibad mit biologischer Wasseraufbereitung“ nehmen Algen ein. Sie bauen durch den Prozess der Photosynthese mit Hilfe von Sonnenlicht aus anorganischen Kohlenstoffverbindungen und Nährstoffen Biomasse auf. Dabei wird Sauerstoff



freigesetzt, den alle Tiere im Wasser zum Leben brauchen. Zudem sind sie eine wichtige Nahrungsgrundlage für viele Organismen, insbesondere für das Zooplankton, das die In situ-Entkeimung im Beckenwasser gewährleistet. Es sollte daher das Ziel sein, ein ausgewogenes Biovolumen an Algen im Freibad zu erhalten.

Die verschiedenen Algenarten

Algen kommen freischwimmend im Wasserkörper vor (Phytoplankton) oder an Beckenwänden, Steinen oder sonstigen Substraten aufwachsend (Fadenalgen). Zwischen beiden Algengemeinschaften gibt es zahlreiche Übergänge. Betrachtet man sie unter dem Mikroskop, offenbart sich zudem eine schier unendliche Formenvielfalt (siehe Abbildungen oben).

In Freibädern mit biologischer Wasseraufbereitung finden sich regelmäßig Algen aus den Gruppen der Grünalgen (Chlorophyta), Kieselalgen (Bacillariophyceae), Goldalgen (Chrysophyceae), Schlundgeißler (Cryptophyceae) und Blaualgen (Cyanobakterien).

Grünalgen

Grünalgen kommen in verschiedenen Organisationsstufen als begeißelte oder unbewegliche Einzelzellen, als Kolonien verschiedenster Formen oder als Fadenalgen vor. Entsprechend den unterschiedlichen Formen sind auch die Größenklassen sehr variabel. Während die Fadenalgen makroskopisch sichtbar sind, sind die meisten planktischen Grünalgen mit bloßem Auge nicht sichtbar, es sei denn, es kommt zu einer Massenentwicklung. Dann färbt sich das Wasser grün und die Sichttiefe kann beeinträchtigt werden.

1 | Stapelförmige Formationen der Kieselalge *Tabellaria*

2 | Bäumchenstruktur der Goldalge *Dinobryon*

3 | Einzelzellen der Goldalge *Mallomonas*

4 | Fadenalge *Spirogyra* mit dem auffallenden spiralförmigen Chloroplasten

Kieselalgen

Kieselalgen besitzen eine verkieselte Zellwand aus Silikaten. Unter günstigen Bedingungen neigen auch Kieselalgen im Frühjahr zu Massenentwicklungen. In Freibädern sind sie oft die Ursache für braune, bisweilen schleimige Überzüge auf Oberflächen. Die Einzelzellen der Kieselalgen bilden bei vielen Arten kettenförmig angeordnete Zellverbände, sodass fadenartige Formen entstehen.

Goldalgen

Die Goldalgen sind eine weit verbreitete Algengruppe, die sowohl einzellige als auch koloniebildende Arten beherbergt und ein weites Größenspektrum abdeckt. Bestimmte Arten (z. B. *Dinobryon*) treten im Frühjahr bei der schnellen Erwärmung des Wassers oft massenhaft auf und sind durch eine bräunliche Wasserfärbung und einen spezifischen Geruch (nach Gurken, fischig) relativ einfach zu bestimmen.

Schlundgeißler

Schlundgeißler (Cryptomonaden) sind einzellige Algen, die zwei unterschiedlich lange Geißeln besitzen. Auch wenn sie in kleineren natür-

lichen Gewässern öfter Algenblüten bilden, treten sie in Freibädern mit biologischer Wasseraufbereitung regelmäßig, aber selten massenhaft auf.

Blaualgen

Blaualgen zählen nur rein funktional zum Phytoplankton. Als Lebewesen ohne echten Zellkern zählen sie zu den Bakterien und werden korrekterweise als Cyanobakterien oder Cyanophyceen bezeichnet. Cyanobakterien lassen sich grob in kugelförmige und fädige Formen unterscheiden, wobei sowohl die einzelnen Kugeln als auch die einzelnen Fäden bei verschiedenen Arten als Kolonien auftreten können. Eine

Besonderheit bei verschiedenen Cyanobakterien stellt die Fähigkeit dar, Luftstickstoff als Stickstoffquelle zu nutzen.

In den bisher vorliegenden Untersuchungen in Freibädern mit biologischer Wasseraufbereitung wurden keine dauerhaften Massenentwicklungen von Cyanobakterien beobachtet. Hohe Temperaturen und hohe pH-Werte sind jedoch förderlich für die Entstehung von Blaualgenblüten. Bedenkt man die Zunahme der Temperaturen durch den Klimawandel, sollten Algen in Naturfreibädern regelmäßig auf deren Artzusammensetzung untersucht

Innovation beginnt ...

... mit der Qualifikation des Personals. Informieren Sie sich über unser vielfältiges Aus- und Fortbildungsprogramm!

 www.dgfdb.de/seminare

Die Schwerpunkte der DGfdb-Seminare

- ✓ **Bäder-Management:** z. B. „Führungskompetenz“
- ✓ **Bäderbau/-technik:** z. B. „Kompaktseminar: Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“
- ✓ **Animation/Angebot Badegast:** z. B. „Schwimmen lernen: Kindgerecht und vielseitig vermittelt“
- ✓ **Kommunikation:** z. B. „Die Kasse als ‚point of sale‘ – Service, Verkauf und Sicherheit“
- ✓ **Inhouse:** z. B. „Das Team als Motor – Teamcoaching“

Neues Seminar in Kooperation mit der DGfnB vom 1. bis 5. September: „Betriebsaufsicht für Naturfreibäder“ (2538). Weitere Infos auf Seite 141.

Mehr Seminare ab Seite 211.

~~~~~  
Ihre Ansprechpartnerinnen:



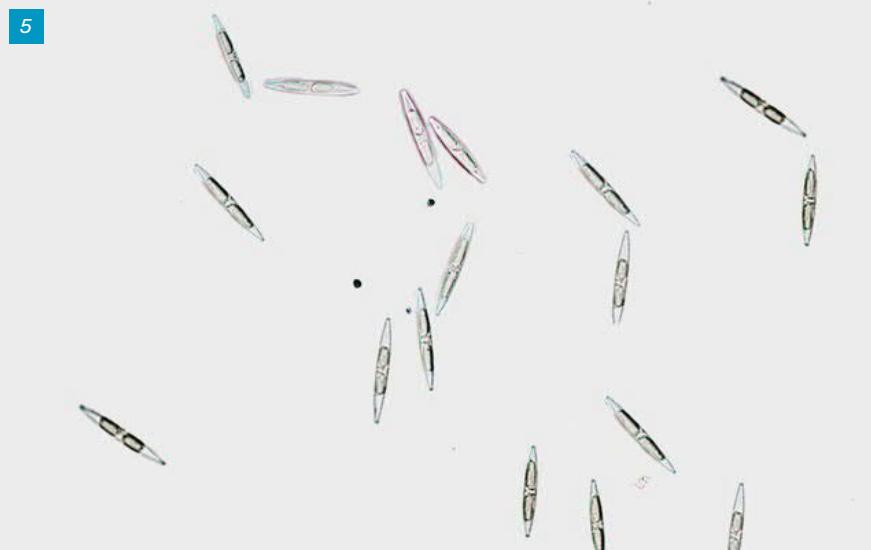
Sonja Dördelmann  
📞 0201 87969-22  
✉️ s.doerdelmann@dgfdb.de



Irene Kesselring  
📞 0201 87969-13  
✉️ i.kesselring@dgfdb.de



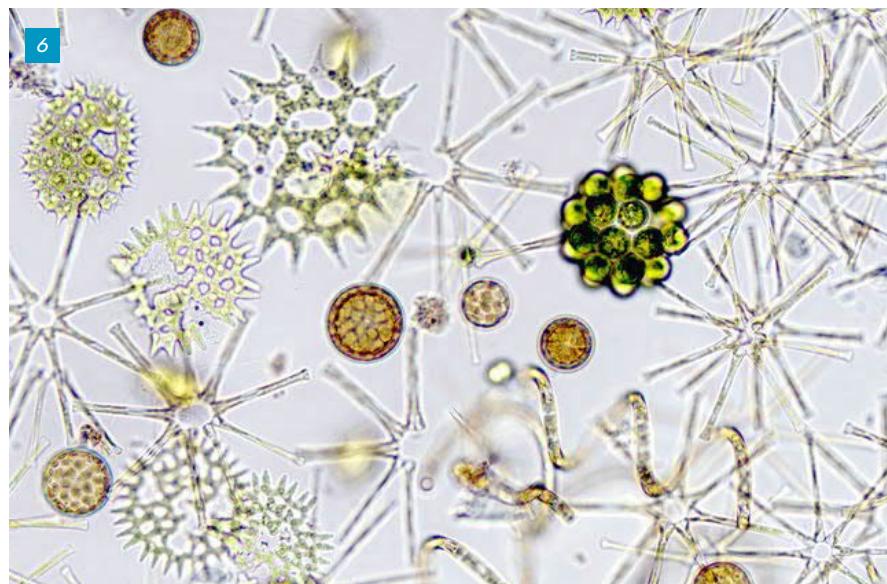
Deutsche Gesellschaft  
für das Badewesen



Massenentwicklung von einer Algenart, in diesem Fall

5 | der Kieselalge *Nitzschia palea* und

6 | verschiedener Arten aus den Gruppen der Kiesel-, Grün- und Goldalgen



Licht ist eine wichtige Voraussetzung für die Algenentwicklung. In Naturfreibädern reichen die Sichttiefen und damit der Lichteinfluss in der Regel bis zum Grund, sodass der gesamte Wasserkörper der Algenproduktion zur Verfügung steht. Die Photosynthese ist auch von der Wassertemperatur abhängig. Bei hohen Temperaturen ( $> 35^{\circ}\text{C}$ ) übertrifft die Atmung die Photosynthese, sodass kein Wachstum mehr stattfindet. Generell gilt, dass beim Überschreiten von  $35^{\circ}\text{C}$  nur noch wenige angepasste Organismen existieren können.

werden. Cyanobakterien sind potenziell toxisch und sollten ein Biovolumen von  $1 \text{ mm}^3/\text{L}$  nicht überschreiten. Diesem Thema wird sich ein späterer Artikel widmen.

### Was beeinflusst das Algenwachstum?

In der Regel stellt Phosphor den begrenzenden Faktor für das Wachstum der Algenpopulationen dar. Viele Algen, sowohl planktische Formen als auch Fadenalgen, sind jedoch an niedrige Phosphatkonzentrationen angepasst, sodass auch in

einem Freibad mit biologischer Wasseraufbereitung mit extrem wenig Phosphor ( $< 10 \mu\text{gP/L}$ ) immer Algen vorhanden sind. Aufgrund der angestrebten niedrigen Phosphatkonzentrationen ist eine unerwünschte Dominanz von Cyanobakterien unwahrscheinlich. Häufig stellen Grünalgen die dominante Algengruppe im Phytoplankton dar. Ist das Verhältnis von Silikat zu Phosphor hoch genug, können auch Kieselalgen die häufigste Algengruppe werden. In Naturfreibädern wird über das Füllwasser und die Badegäste der größte Teil der Nährstoffe eingetragen.

Die Generationszeiten des Phytoplanktons sind je nach Algengruppe und Art unterschiedlich. Kleine Phytoplankter können sich bis zu einmal pro Tag teilen, während große Formen dazu bis zu fünf Tage benötigen.

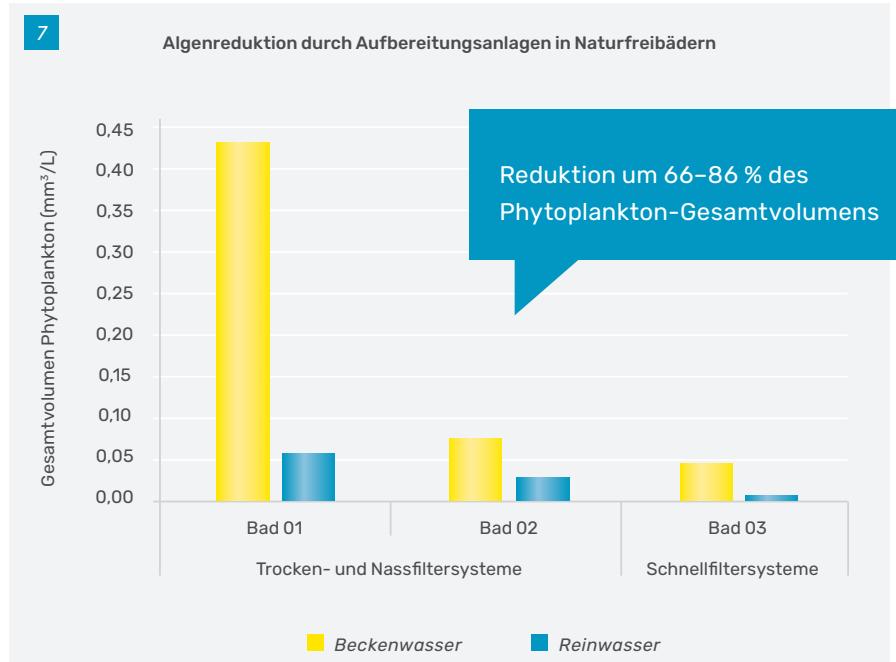
Kommt es zu einer Massenentwicklung des Phytoplanktons, so kann das zu einer Beeinträchtigung der Sichttiefe führen. Bei solchen Ereignissen ist es ratsam, ins Detail zu schauen. Massenentwicklungen können von einzelnen Arten oder von vielen verschiedenen Algenarten gebildet werden (siehe Abbildung 5 und 6). Meist ist ein Überangebot an Phosphor das Problem. In manchen

**SCHUNK INTERIEUR GMBH**  
**-The RelaxFactory-**  
**Grenzstraße 19**  
**08248 Klingenthal**

Objektmöbel  
 Sonderanfertigungen  
 Accessoires  
 Bemusterung vor Ort



Telefon: +49 37467 5560  
 Mail: [info@schunk-online.com](mailto:info@schunk-online.com)  
[www.relaxfactory.de](http://www.relaxfactory.de)



7 | Gesamtbiowolumen von planktischen Algen im Beckenwasser und im Reinwasser (gereinigtes Wasser aus dem Filter) in drei Freibädern mit biologischer Wasseraufbereitung (Bäder 01 und 02 besitzen eine Kombination aus einem Trocken- und Nassfilter, Bad 03 hat zwei Schnellfiltersysteme, deren Reinwasser separat beprobt wurde).

Fällen finden sich andere Gründe. Beispielsweise kann sich die Kieselalge *Nitzschia palea* unter verminderten Lichtbedingungen auf einen heterotrophen Stoffwechsel umstellen. Dies führte in einem Freibad mit biologischer Wasseraufbereitung zu einer Vermehrung der Alge im Filtersystem. Durch Herausspülen der Algenzellen trübte sich in Folge das Beckenwasser.

Das Phytoplankton wird wesentlich durch den Fraß des Zooplanktons dezimiert (siehe AB 03/2010, Seite 163 ff.: „Keimelimination durch Zooplankton“). Verluste erfährt das Phytoplankton in Naturfreibädern auch dann, wenn das Wasser in Aufbereitungsbereichen behandelt wird. Eine aktuelle noch unveröffentlichte Studie zeigt, dass 66–86 % des Gesamtbiowolumens an Phytoplankton bei der Passage von Filteranlagen

in Naturfreibädern reduziert werden (siehe Abbildung 7).

Eine regelmäßige Untersuchung der Zusammensetzung, und damit einhergehend der Struktur und Größe der Zellen, sowie des Biowolumens des Phytoplanktons liefert Einblicke zur Fressbarkeit der Algen durch das Zooplankton und damit eine Beurteilung des Nahrungsgefüges in einem Freibad mit biologischer Wasseraufbereitung. Zudem erhält man Informationen zu potenziell toxischen Arten. Daher gehört die Untersuchung des Phytoplanktons zu den Qualitätsparametern, die zur Erlangung des Gütesiegels IQN (Index für die Wasserqualität von Naturfreibädern) notwendig sind (siehe AB 04/2013, Seite 249 ff.: „Gütesiegel für Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung“).