

Editorial

Naturbadinfo Editorial

Liebe Leser*innen

mittlerweile gibt es seit 25 Jahren Naturfreibäder in Deutschland. Vieles hat sich in diesen Jahren bewährt und Vieles wurde weiterentwickelt und verbessert. Vor nunmehr 6 Jahren wurde die Naturbadinfo gegründet, um jeweils die wichtigsten Themen aus dem Bereich der Weiterentwicklungen und Neuerungen aufzugreifen und vorzustellen. Immer noch passiert so viel Neues, dass wir nur einen Teil der Themen aufgreifen können. Wir hoffen hierbei eine spannende Auswahl getroffen zu haben.

Besonders bedanken möchten wir uns dieses Mal bei den Autoren unserer Gastbeiträge:

- Paul Steinbrück von der Initiative „pool is cool“ berichtet vom ersten Brüsseler Naturfreibad, das gleichzeitig auch das erste Freibad von Brüssel ist. Ein besonderes und vorbildliches Projekt, wie wir finden.
- Dr. Georg Krafft beschäftigt sich mit Fragen zur persönlichen Haftung in Naturfreibädern. Ein sehr wichtiges Thema, zu dem er bereits auf der letzten ABS Tagung einen Vortrag gehalten hat.
- Daniel Sasse vom Naturbad Troase stellt seine Ideen zum Bad der Zukunft vor. Eine spannende Perspektive aus der Praxis.

Darüber hinaus, berichten wir vom ersten schwimmenden Naturfreibad, das sowohl biologische Wasseraufbereitung, als auch Meerwasser verwendet – dem Millenium Pool in Göteborg. Wir schauen uns die Rolle von Cyanobakterien („Blualgen“) und Pflanzen an und was Kunst in Naturfreibädern kann. Darüber hinaus werfen wir einen Blick auf eine neue technische Entwicklung aus der Schweiz und Österreich, die zukünftig auch in öffentlichen Anlagen eine größere Rolle spielen könnte: Schnellfilter – eine Technologie, die durch die Elimination von Phosphor den Reinigungsaufwand verringern kann.

Wir wünschen viel Freude und Inspiration bei der Lektüre!

Hannes Kurzreuther, Stefan Bruns, Dr. Holger Kühnholt, Sandra Werb, Dr. Antje Kakuschke, Imke Petersen

im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Badeseen und Schwimmteiche (ABS)



Naturbad Biologie

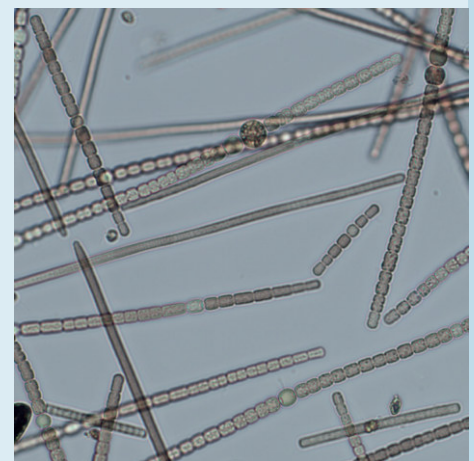
Cyanobakterien in Badegewässern

Gesundheitliche Risiken durch „Blualgen“

Cyanobakterien („Blualgen“) können eine Vielzahl von Giftstoffen, sogenannten „Cyanotoxinen“ bilden. Bei einer starken Vermehrung von Cyanobakterien in Badegewässern („Cyanobakterienblüten“), kann dies eine Gesundheitsgefahr für die Bade Gäste darstellen. Um das Gesundheitsrisiko durch Cyanobakterien zu senken, sollte die Entwicklung von Cyanobakterien im Beckenwasser insbesondere bei einer Verringerung der Sichttiefe regelmäßig untersucht werden. Eine geringe Nährstoffzufuhr und eine ausreichende Filtration des Wassers wirken einer starken Vermehrung von Cyanobakterien entgegen.

Was sind Cyanobakterien und wieso können sie gesundheitsschädlich sein?

Bei Cyanobakterien, auch „Blualgen“ genannt, handelt es sich um Bakterien, die Photosynthese betreiben können. Cyanobakterien ernähren sich also, genau wie Algen und andere Pflanzen, von Licht, CO₂, Wasser und Nährstoffen (bspw. Stickstoff, Phosphor, Magnesium, Eisen, etc.). Da es sich bei Cyanobakterien um Bakterien handelt, sind diese in der Regel wesentlich kleiner als andere einzellige Algen. Diese kleinen Lebewesen kommen als einzelne



Zellen, in Ketten oder Matten vor. Cyanobakterien, die im Wasser schweben, werden zum Phytoplankton gezählt. Es gibt jedoch auch Formen, die Sediment und Steine im Gewässer bewachsen können. Einige Arten kommen an Land vor und besiedeln dort insbesondere feuchte Oberflächen, auf denen Pflanzen nicht wurzeln können, z.B. Steine, Häuserwände und Terrassen, oder wachsen „epiphytisch“ auf anderen Pflanzen und an Baumrinde. Siehe hierzu Abbildungen 1 auf dieser Seite.

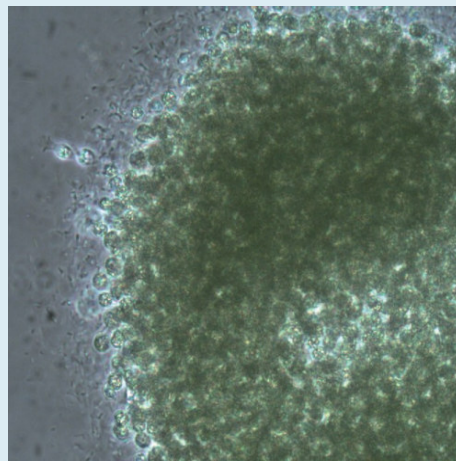
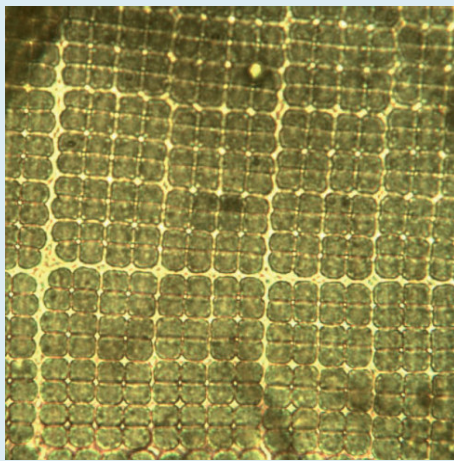
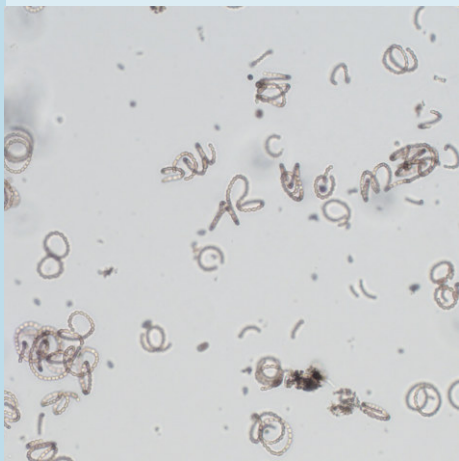
Bei ansteigenden Temperaturen und höher Lichtintensität im Sommer kann es zu einer starken Vermehrung von Cyanobakterien in Gewässern kommen, wenn ebenfalls viele Nährstoffe verfügbar sind. Insbesondere die Konzentration von Phosphor im Gewässer limitiert das Wachstum von Cyanobakterien. Da einigen Arten von Cyanobakterien, anders als Algen, Stickstoff direkt als gelöstes Gas aufnehmen können, haben sie einen Wachstumsvorteil, wenn viel Phosphor aber wenig Stickstoffverbindungen im Wasser vorhanden sind. Doch auch bei geringen Nährstoffkonzentrationen können sich besonders kleine Cyanobakterienarten gegenüber anderen Algen durchsetzen, da sie höhere Aufnahmeraten für Nährstoffe haben. Viele Cyanobakterienarten erreichen ihre höchsten Wachstumsraten ab Temperaturen von 25°C. Als „Cyanobakterienblüten“ werden hohe Konzentrationen von Cyanobakterien im Gewässer bezeichnet, die infolge einer starken Vermehrungsrate entstehen. Diese „Blüten“ haben häufig eine tiefgrüne Farbe, können aber bei einigen Arten auch braun, rot oder blau sein.

Viele Cyanobakterien bilden Giftstoffe, sogenannte „**Cyanotoxine**“. Es wurden bisher eine Reihe von Giftstoffen identifiziert, die in folgende Kategorien eingeteilt werden: **Lebergifte** (Hepatotoxine) schädigen die Leber, können innere Blutungen, Magen-

verursachen beispielsweise motorische Störungen, Muskelkrämpfe, Lähmungen, Schwindel. **Hautgifte** (Dermatotoxine) verursachen bei Hautkontakt beispielsweise Rötungen, Juckreiz, Verbrennungen, Blasen und Schwellungen. Beim Verschlucken können Entzündungen der Speiseröhre und des Verdauungstraktes auftreten. Zu diesen Giften gehören beispielsweise die Cyanotoxine *Lyngbyatoxin* und *Aplysiatoxin*. Einige der Toxine werden zusätzlich als krebserregend eingestuft. Darüber hinaus enthalten die Zellwände der Cyanobakterien **Lipopolysaccharide**, welche möglicherweise entzündliche wirken können.

Hierbei soll erwähnt werden, dass einige der Cyanotoxine durchaus eine hohe Toxizität aufweisen, Aufzeichnungen zur Gesundheitsbeeinträchtigung von Badenden durch Cyanobakterien jedoch nur leichte Krankheitsverläufe belegen, bei denen es zu Atemwegsbeschwerden, Magen-Darm-Beschwerden und Hautbeschwerden gekommen ist. Todesfälle bei Menschen durch Vergiftung mit Cyanotoxinen beim Baden sind nicht bekannt.

Die Bildung von Giftstoffen wurde bereits bei vielen Cyanobakterienarten nachgewiesen. Einige der Giftstoffe befinden sich zunächst in den Zellen und werden erst beim Absterben in die Umgebung freigesetzt (bspw.: *Microcystin*), andere Giftstoffe



Abbildungen 1: Stark vergrößerte Aufnahmen mit dem Lichtmikroskop von potentiell Toxin-bildenden Cyanobakterien. Ganz links: Filamente bzw. Faden bildende Cyanobakterien der Gattungen *Dolichospermum* (ehem. *Anabaena*) und *Planktothrix*. Bei den verdickten Zellen handelt es sich um Heterocyten, in denen gasförmiger Stickstoff aufgenommen werden kann. 2.v.links: Filamente bzw. Faden bildende Cyanobakterien der Gattung *Dolichospermum*. Diese Art bildet geringelte Filamente. 3.v.links: Cyanobakterien-Kolonie der Art *Mersimopedia elegans*. Rechts: Cyanobakterien Kolonie der Gattung *Microcystis aeruginosa*. (Alle Fotos: KLS)

Darm-Störungen und Appetitlosigkeit hervorrufen. Dazu gehören die Giftstoffe *Microcystin* und *Nodularin*. **Zellgifte** (Zytotoxine) umfassen eine große Gruppe von Cyanotoxinen, zu denen beispielsweise *Cylindrospermopsin* gehört. Zellgifte verursachen das Absterben von Zellen, Vergiftungs-Symptome beinhalten Leber- und Nierenschäden, Schädigung von Herz, Lunge, Magen, des Gefäß- oder Lymphsystem. Die **Nervengifte** (Neurotoxine) *Anatoxin-A* und *Saxitoxin* wirken auf Nervenzellen und

werden direkt in das umgebende Wasser abgegeben (bspw.: *Cylindrospermopsin* und *Anatoxin-A*). Die Bildung von Giftstoffen kann dabei variabel sein und von Umweltbedingungen, bspw. der Temperatur, oder dem Gentypen der jeweiligen Cyanobakterien abhängen. Es existiert keine vollständige Auflistung von toxischen Arten und Cyanotoxinen. Vorsicht ist daher geboten, sobald eine starke Vermehrung von Cyanobakterien beobachtet wird. Siehe Abbildungen 2 auf nachfolgender Seite.

Wie kann man Cyanobakterien erkennen und Badegäste vor Cyanotoxinen schützen?

Cyanotoxine sind für uns Menschen erst dann gesundheitsschädlich, wenn wir ihnen in bestimmten **Konzentrationen** ausgesetzt sind. Dabei gelten für Trinkwasser, das regelmäßig und über einen langen Zeitraum in größeren Mengen aufgenommen wird, strengere Regeln als für Badegewässer, welche nur gelegentlich genutzt werden und in denen das Wasser nur in geringen Mengen verschluckt wird. Das Risiko einer Gesundheitsbeeinträchtigung wird auch durch das Verhalten der Badenden beeinflusst. Kleinkinder, die Wasser und Sand in größeren Mengen aufnehmen als Erwachsene, oder Personen, die intensive Wassersportarten betreiben und dabei Wasser verschlucken, sind stärker gefährdet. Badegewässer, die nur eine geringe Konzentration von Cyanobakterien aufweisen, stellen kein Risiko für die Badegäste dar.

Die **Richtlinien** orientieren sich an dem Stand der wissenschaftlichen Forschung und geben Kennzahlen für unterschiedliche Risikostufen und angebrachte Maßnahmen. Die „Empfehlung zum Schutz von Badenden vor Cyanobakterien-Toxinen“ (Umweltbundesamt, Bundesgesundheitsblatt) stammt von 2015 und wird derzeit überarbeitet, um neuere Erkenntnisse zur Toxizität bestimmter Cyanotoxine zu berücksichtigen. Derzeit gilt laut UBA eine erhöhte Aufmerksamkeit und eine Aufklärung der Badegäste über Gesundheitsrisiken bei einer Sichttiefe von <1 m und einem Cyanobakterien-Biovolumen von >1 mm^3/L oder einem Chlorophyll-A Gehalt von <5 $\mu\text{g}/\text{L}$. Dabei kann ein hoher Chlorophyll-A Gehalt auch von Algen verursacht werden und muss nicht mit einem starken Aufkommen von Cyanobakterien zusammenhängen. Weitere Maßnahmen werden ab 3 mm^3/L Cyanobakterien-biovolumen empfohlen. Ab einem Biovolumen von



Abbildungen 2: Gewässer mit einer hohen Konzentration von Cyanobakterien. Links: Aufrauhung von Cyanobakterien mit blauer und grüner Färbung am Ufer. Mitte: Cyanobakterienblüte mit grüner Färbung. Rechts: Wasserprobe mit roter Färbung durch eine hohe Konzentration von Cyanobakterien der Gattung *Planktothrix*. (Alle 3 Fotos: KLS)

Um eine Gefährdung von Badenden durch Cyanotoxine zu vermeiden, sollten Badegewässer mit einem hohen Nährstoffeintrag oder mit einer verringerten Sichttiefe regelmäßig untersucht werden. Wenn höhere Konzentrationen von Cyanobakterien im Badegewässer auftreten, sollten Badegäste informiert werden, und bei einer weiter ansteigenden Konzentration sollte die Badenutzung eingeschränkt werden.

Es werden **unterschiedliche Methoden zur Bewertung der Cyanotoxinbelastung** eines Gewässers genutzt, hierzu zählt die Messung der Sichttiefe, das Messen der Konzentration des Photosynthesepigmentes „Chlorophyll-A“, die mikroskopische Bestimmung des Biovolumens von Cyanobakterien und das Messen der Konzentration bestimmter Cyanotoxine. Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und dem deutschen Umweltbundesamt (UBA) werden Richtlinien für Badegewässer zum Umgang mit Cyanobakterien herausgegeben.

15 mm^3/L rät das UBA zum Badeverbot. Studien belegen eine Häufung von Symptomen ab einem Cyanobakterien-Biovolumen von 2 – 11 mm^3/L . In den Richtlinien für Planung, Bau, Instandhaltung und Betrieb von Freibädern mit biologischer Wasseraufbereitung (Schwimm- und Badeteiche) (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), 2011) liegt der Richtwert für das Biovolumen aller Phytoplanktonarten bei ≤ 1 mm^3/L , wobei Cyanobakterien nur als Begleitarten auftreten dürfen. Doch auch in klaren Gewässern kann es zu einer starken Vermehrung von toxinbildenden Cyanobakterien kommen, indem sich Cyanobakterien-Matten am Gewässergrund, bspw. auf Steinen oder auf dem Sediment bilden, oder kälteliebende und lichtscheue Arten sich in tieferen Wasserschichten ausbreiten.

Eine nicht fachgerechte Behandlung von Cyanobakterienblüten mit Algiziden sollte vermieden werden, da einige Cyanotoxine erst beim

Absterben der Cyanobakterien freigesetzt werden. Durch Temperaturanstiege infolge von globaler Erwärmung und dem zunehmenden Nährstoffeintrag in Gewässer nimmt die Anzahl und Dauer von Cyanobakterienblüten weltweit zu. Das Risiko für Cyanobakterienblüten wird in Freibädern mit biologischer Wasseraufbereitung durch eine gründliche Filtration des Beckenwassers durch Zooplankton und Substratfilter und eine Reduktion des Nährstoffeintrags minimiert.

Neben Cyanobakterien können auch andere einzellige Algen Toxine bilden oder allergische Reaktionen hervorrufen. Bekannt sind insbesondere Toxin-produzierende **Dinoflagellaten**, die in salzigen (marinen) Lebensräumen vorkommen. Die gesundheitsschädigende Wirkung anderer Algen ist zum Teil wenig untersucht.

[Imke Petersen, KLS]

Vorbemerkung

Der Fall wird den meisten noch präsent sein. Ein Bürgermeister wurde wegen fahrlässiger Tötung in drei Fällen wegen Verletzung der Verkehrssicherungspflichten an einem kommunalen Badegewässer in zwei Instanzen verurteilt. Erst in der letzten Instanz erfolgte ein Freispruch, allerdings ein Freispruch „zweiter Klasse“. Denn dem Bürgermeister konnte nach Ansicht des Revisionsgerichts nicht nachgewiesen werden, dass die gebotenen Gefahrabwendungsmaßnahmen den tragischen Unfall verhindert hätten („in dubio pro reo“). Ausdrücklich festgestellt hat das Revisionsgericht aber, dass dem Bürgermeister ein Verstoß gegen Verkehrssicherungspflichten anzulasten war.

Der Unfall datiert aus dem Jahr 2016, das letztinstanzliche Urteil vom November 2023. Bedenkt man, dass die Letztentscheidung auch hätte anders ausfallen können (siehe Verurteilungen in den



Aufgetriebene Cyanobakterien der Gattung *Planktothrix* (Foto: KLS)



Badevergnügen im Naturfreibad (Foto: PK)

Neues aus dem Bäderbetrieb

Die persönliche Haftung der Betreiber von Naturbädern

Haftungsrisiken im Betrieb von Naturbädern

Über den Autor: Rechtsanwalt Dr. Georg Krafft berät vor allem Kommunen seit Jahren im Zusammenhang mit Verkehrssicherungspflichten. Er ist außerdem ständiger Dozent an der Deutschen Richterakademie zum Thema Amtshaftung – Verkehrssicherungspflichten und Autor des vom Bayerischen Staatsministeriums der Justiz herausgegebenen Leitfadens „Verkehrssicherungspflicht an Badegewässern“. Rechtsanwalt Dr. Krafft hat zahlreiche Sicherheitskonzepte für Naturbäder in ganz Bayern erstellt.

(mehr erfahren unter: www.KommRisk.de).

Vorinstanzen) und angesichts der Verfahrensdauer von ca. sieben Jahren, bedeutet dieser „Freispruch“ nicht, dass sich Betreiber von Bademöglichkeiten nunmehr beruhigt zurücklehnen können. Das gilt selbstverständlich auch für „Naturbäder“, also Bäder, die über eine gewisse Badeinfrastruktur verfügen und das Wasser biologisch aufbereitet wird.

Die Risiken sind gleichbleibend hoch

Die Bevölkerung hat seit der Corona-Epidemie die örtlichen Bademöglichkeiten in Naturbädern vermehrt „entdeckt“. Verstärkt wird der Naherholungsdruck durch die wirtschaftliche Lage; der Urlaub im Inland oder „zu Hause“ wird wieder attraktiv. Auch angesichts der Hitzeperioden in Deutschland gilt frei nach Goethe „warum in die Ferne schweifen, wenn das Gute liegt so nah“.

Eine höhere Nutzerfrequenz führt aber zwangsläufig zu einem höheren Unfallrisiko, vor allem wenn man bedenkt, dass immer weniger Menschen