

Optische Methoden ermöglichen neuen Blaualgen-Schnelltest

Verfärbt sich im Sommer das Wasser in Badeseen und Teichen grün, dann handelt es sich dabei oft um Blaualgen. Diese können für Mensch und Tier gefährliche Gifte in sich tragen, so dass immer wieder Gewässer von den Behörden schon vorsorglich gesperrt werden müssen. Ein Physiker- und Physikerinnenteam arbeitet an der Leibniz Universität Hannover an einem Schnelltest, um die giftigen Blaualgen schon vor Ort sicher von den harmlosen zu unterscheiden. Damit können die Kosten für Wasseruntersuchungen gesenkt und unnötige Gewässersperrungen vermieden werden.

Ann-Kathrin Kniggendorf, Christoph Wetzel und Bernhard Roth

Blaualgen, wissenschaftlich Cyanobakterien genannt, finden sich weltweit in langsam fließenden, stehenden oder rückgestauten Gewässern. Sie kommen im Steinhuder Meer genauso vor wie in Australien oder der Arktis. Blaualgen können einige der gefährlichsten natürlich vorkommenden Gifte der Welt bilden: die Cyanotoxine. Gerade im Sommer kommt es bei hoher Lichtintensität, einem Überangebot an Nährstoffen und anhaltend hohen Temperaturen oft zu einer starken Vermehrung der Blaualgen. Vermehren sich dann ausgerechnet giftbildende Blaualgen, werden Menschen und Tiere, wie zum Beispiel Hunde oder Weidevieh, gefährdet, wenn die Blaualgen absterben und das Cyanotoxin freisetzen.

Dies ist auch in der Trinkwasserproduktion eine Gefahr, denn wenn eine giftige Blaualgenkolonie abstirbt oder während der Wasseraufbereitung geschädigt wird, werden binnen weniger Stunden die gefährlichen Cyanotoxine freigesetzt und führen trotz intensiver Überwachung immer wieder zu Vergiftungen. Schon der Hautkontakt oder gar das Verschlucken von

geringfügig mit Cyanotoxinen kontaminiertem Wasser führt u. a. zu Haut- und Schleimhautreizungen, Bindehautentzündungen, Ohrschmerzen, Durchfall oder Fieber. Bei höheren Konzentrationen sind schwere Nerven- und Leberschäden und sogar der Tod möglich. Aus diesem Grund werden für die Naherholung und zur Trinkwassergewinnung genutzte Gewässer in der warmen Jahreszeit vorsorglich auf Blaualgenbefall überwacht und auch regelmäßig für Badende sowie andere Wassernutzung gesperrt bis durch zeit- und kostenintensive Laboranalysen das Ausmaß der Giftigkeit ermittelt werden kann.

Mobiles Testsystem

Um bereits giftige oder zur Giftbildung fähige Blaualgen schon am Gewässer zu erkennen und so unnötige Gewässersperrungen und teure Laboranalysen zu vermeiden, entwickelt ein Physikerinnen- und Physikerteam der Leibniz Universität Hannover (Bild 2) ein mobiles Testsystem. Mit diesem Test lassen sich algenhaltige Wasserproben noch vor Ort mittels Fluoreszenz und Volumenmikroskopie auf Blaualgen untersuchen. Erkannte Blaualgen sollen anschließend mit Hilfe von Ramanspektroskopie – ein spezielles Verfahren, das Proben mit Laserlicht untersucht (siehe unten) – auf in ihnen vorhandenes Gift und ihr Potenzial zur späteren Giftbildung analysiert werden. Werden dabei weder Gifte noch das Potenzial zur unmittelbaren Giftbildung in den Blaualgen gefunden, kann auf eine vorsorgliche Sperrung des Gewässers verzichtet werden, ohne dass das Risiko für die Allgemeinheit steigt. Bild 1 zeigt den geplanten schematischen Ablauf eines Tests.

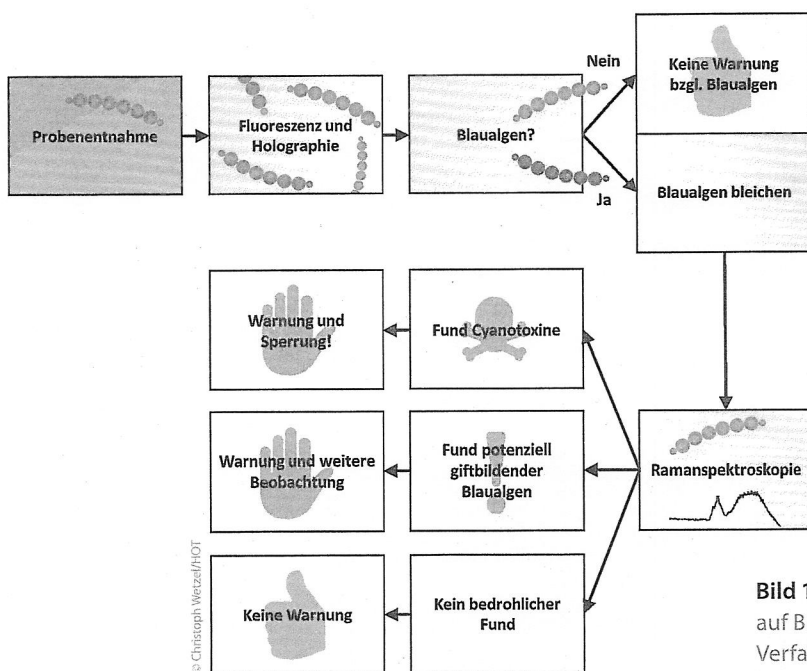


Bild 1: Schematische Darstellung eines Tests auf Blaualgengefährdung nach dem geplanten Verfahren

Alle eingesetzten Verfahren sind rein optisch und arbeiten mit Laserlicht, d. h. sie erlauben eine kontaktlose und präparationsfreie Untersuchung der Probe. Fluoreszenzspektroskopie ist dabei ein etabliertes Verfahren zur Unterscheidung von Blaualgen von anderen Wasserorganismen. Volumenmikroskopie macht sich die lineare Ausbreitung von Licht zunutze, um aus aufgenommenen Beugungsbildern die Größe, Form und Position des beugenden Objekts im Raum zu berechnen. Die Ramanspektroskopie schließlich basiert auf einer seltenen Form der Lichtstreuung und erlaubt einen rein optischen Zugang zur chemischen Zusammensetzung der Probe. Hiervon erhoffen sich die Forscher, dass einerseits die direkte Detektion von in den Blaualgenzellen angereicherten Cyanotoxinen und andererseits die Erkennung von zur späteren Toxinbildung fähigen Zellen möglich ist.

Das Projekt wird bis 2023 laufen. Ziel ist es, einen funktionsfähigen Demonstrator anzufertigen, der das Messkonzept mit realen Proben bestätigt. Auf dieser Grundlage können Projektpartner aus der Wirtschaft später einen Prototypen und irgendwann auch marktreife Geräte entwickeln.

Das Projekt

Das Projekt „CyBER – CyanoBakterien und -toxin ERkennung“ wird von der bbe Moldaenke GmbH aus Schwentinental bei Kiel koordiniert. Das Unternehmen produziert bereits erfolgreich u. a. portable Messsysteme zur Unterscheidung von Grünalgen, Blaualgen, Kieselalgen und Cryptophytaen in Gewässern. Weitere Praxispartner sind das Institut für Hygiene und Umwelt in Hamburg, das die Hamburger Wasserressourcen überwacht, und der Messgerätehersteller ADM aus Krems II bei Bad Segeberg.

Finanziert wird das Projekt durch die Förderinitiative „KMU-innovativ: Photonik und Quantentechnologie“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Wissenschaftlicher Partner ist das Hannoversche Zentrum für Optische Technologien (HOT) an der Leibniz Universität Hannover, bei dem die Autorinnen und Autoren arbeiten – und hier insbesondere die Gruppe von Dr. Ann-Kathrin Kniggendorf –, die optische Analytik für die Lebenswissenschaften entwickelt. Das Projekt überträgt in der Grundlagenforschung entwickelte optische Technologien in die Praxis und erschließt so neue Messtechniken für viele praktische Anwendungen. Langfristig sollen solche komplexen Systeme auch im Hannoveraner Exzellenzcluster PhoenixD, an dem das HOT beteiligt ist, mittels additiver Fertigung, also zum Beispiel 3-D-Druck, realisiert, mit künstlicher Intelligenz ausgestattet und für die breite Nutzung verfügbar gemacht werden.

Das ist auch nötig, denn die Überwachung von Gewässern auf Blaualgenbefall ist keineswegs einfach. Blaualgenblüten sind sehr ungleichmäßig im Wasser verteilt, so dass viele Wasserproben an unterschiedlichen Stellen und Tiefen im Gewässer nötig sind. Zudem wachsen Blaualgen nicht vorhersagbar, so dass die Proben regelmäßig und in kurzen Zeitabständen während der Nutzungsphase des Gewässers entnommen werden müssen. Und die Anwesenheit von Blaualgen in einem

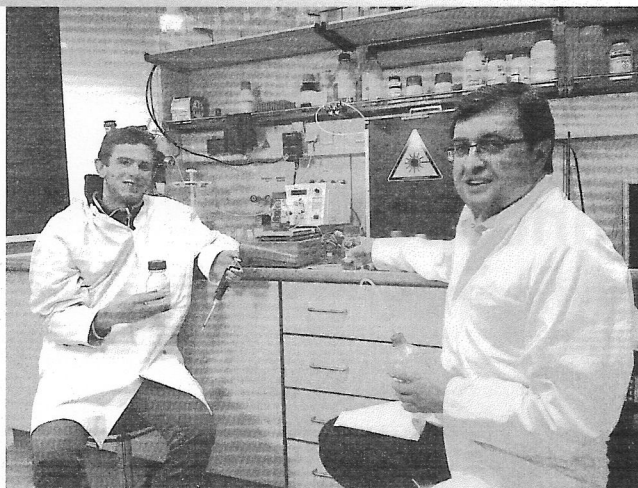


Bild 2: Prof. Bernhard Roth (r.), Geschäftsführer des Hannoverschen Zentrums für Optische Technologien (HOT) und Mitglied im Exzellenzcluster PhoenixD der Leibniz Universität Hannover, mit dem wissenschaftlichen Projektmitarbeiter Christoph Wetzel (l.) im Labor

Gewässer bedeutet keineswegs, dass eine Bildung bzw. Freisetzung gefährlicher Giftmengen bevorsteht, da die Menge an gebildeten Giften kaum mit der messbaren Masse einer Blaualgenblüte zusammenhängt, sondern mit den vorhandenen Blaualgenarten und ihrem Stoffwechsel. Zwar gibt es Schnelltests für bereits freigesetztes Cyanotoxin im Wasser, noch nicht freigesetztes Gift kann derzeit aber nur durch zeitaufwändige Tests im Labor nachgewiesen werden.

Der nun verfolgte Ansatz bedeutet eine entscheidende Verbesserung gegenüber den etablierten Verfahren, weil erstmals eine Entscheidung, ob überhaupt eine Gewässersperrung erforderlich ist, vor Ort möglich sein wird. Dr. Regine Redelstein vom Hamburger Institut für Hygiene und Umwelt erklärt hierzu: „Die alljährlich wiederkehrenden Cyanobakterienblüten in der Alster und Hamburger Badegewässern führen immer wieder zu erhöhter Aufmerksamkeit und der Frage, wie gefährlich die aktuell bestehende Blaualgenblüte ist. Mit der im Projekt CyBER entwickelten Technik kann bereits vor Ort das Gefährdungspotenzial einer Cyanobakterienblüte bewertet werden, so dass schneller als bisher Entscheidungen über die Sperrung eines Gewässers getroffen werden können. Das wäre in Hamburg unter anderem im Vorfeld von Großveranstaltungen, wie dem jährlich stattfindenden Iron Man oder Triathlon, bei denen in der Alster geschwommen wird, von großer Bedeutung.“

Das fertig entwickelte System soll anders als im Labor auch nicht nur von Fachkräften, sondern von den Anwendern selbst bedient werden können, was eine wesentliche Neuerung auf dem Gebiet darstellt.

Autoren

Dr. Ann-Kathrin Kniggendorf

Christoph Wetzel, M. Sc.

Prof. Bernhard Wilhelm Roth

Hannoversches Zentrum für Optische Technologien (HOT),
Exzellenzcluster PhoenixD der Leibniz Universität Hannover
Nienburger Straße 17
30167 Hannover
bernhard.roth@hot.uni-hannover.de