

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 80 (1988)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Mikroben zur Sanierung von Altlasten  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940748>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

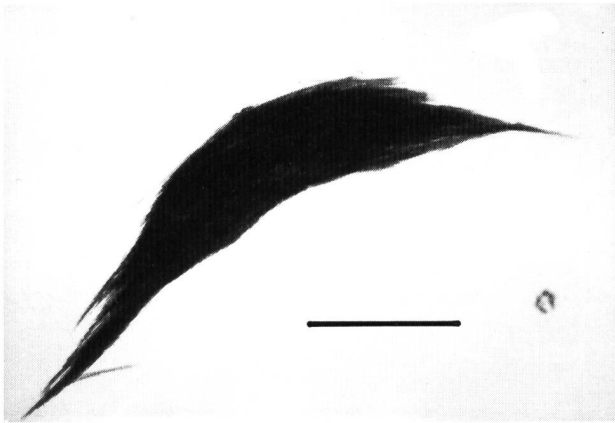


Bild 3. *Aphanizomenon flos-aquae*: Balken = 300  $\mu$ m. Im Wasser schwimmende Flocke, die aus vielen Einzelfäden zusammengesetzt ist. Süsswasserart.

### Algengifte im Süsswasser

Unter den Süsswasseralgen scheint die Gruppe der Blaualgen (Cyanobakterien) am häufigsten für Vergiftungen bei Mensch oder Tier die Ursache zu sein. Es handelt sich vor allem um die Arten *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* und *Anabaena flos-aquae*, die offensichtlich physiologische Veränderungen durchmachen können, so dass die Produktion zum Teil hochwirksamer Gifte möglich wird. Mit Hilfe zahlreicher Mäusetests wurde in Kanada gezeigt, dass sich immer nur einzelne Individuen verändern, die sich aber bei günstigen Bedingungen in einer Population durchzusetzen vermögen. Zur Überprüfung der Giftigkeit werden heute auch Experimente mit wirbellosen Tieren, mit Zellkulturen oder immunologische Tests eingesetzt. In einzelnen Fällen konnte die Struktur des von den Algen produzierten Gifts ermittelt werden, zum Beispiel für das Gift Anatoxin-a, einem Alkaloid aus *Anabaena flos-aquae*. Meist sollen jedoch Peptide für die Giftwirkung Ursache sein, deren Strukturen vorläufig noch unbekannt sind.

### Wirkungen auf den Menschen

Im Gegensatz zu den Giften der Meeresalgen scheinen diejenigen der Süsswasseralgen keine Todesfälle verursacht zu haben. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass Süsswasserorganismen, die gegessen werden, Algengift nicht anzureichern vermögen. Es wird vermutet, dass der Mensch mit Giftsubstanzen vor allem beim Schwimmen und durch das Trinkwasser in Kontakt kommt. Hauptsächlich wird von Magen-Darm-Störungen berichtet, die auch von Fieber begleitet sein können. Vereinzelt sollen schwere Durchfälle durch Algengifte im Trinkwasser verursacht gewesen sein; ausserdem wurde im Zusammenhang mit Blaualgenmassenentwicklungen von Hautausschlägen, Augenentzündungen und von allergischen Reaktionen berichtet.

### Wirkungen auf Tiere

In der Literatur findet man Meldungen über den Tod von Tieren nach Aufnahme grosser Blaualgenmengen vor allem aus Nordamerika, Südafrika und Australien. Vereinzelt Angaben stammen auch aus Nordeuropa. Betroffen waren Kühe, Pferde, Vögel und Hunde, meist jedoch nur wenige Individuen. Vergiftungen durch Blaualgen traten zwar in bestimmten Regionen immer wieder auf, in den einzelnen Gewässern wurden jedoch nur ganz sporadisch giftige Blaualgenblüten beobachtet. Bezüglich der Wirkung lassen sich drei verschiedene Giftypen unterscheiden: Nerven-

gifte, Gifte, die Gewebeveränderungen verursachen, und solche, welche die Lichtempfindlichkeit der Haut erhöhen. Es ist bemerkenswert, dass im Zusammenhang mit giftigen Blaualgenblüten selten über Fischsterben berichtet wurde. Denkbar ist jedoch, dass beim Zerfall grosser Algenmassen Toxine freigesetzt werden, die zum Tod von Fischen führen. Da beim Absterben von Algen zusätzlich giftige Substanzen gebildet werden (z.B. Ammoniak, Schwefelwasserstoff), dürfte eine allfällige Wirkung von Algengiften in vielen Fällen übersehen worden sein. Wie im Bericht der Expertengruppe über das Fischsterben im Sempachersee (1984) festgestellt wurde, waren damals vermutlich die beim Zusammenbruch der Blaualgenpopulation (*Aphanizomenon flos-aquae*; Bild 3) freigesetzten Gifte Ursache der Katastrophe.

Neuere Forschungsergebnisse zeigen, dass Blaualgengifte auch auf wirbellose Tiere (z.B. Wasserflöhe, Pantoffel- und andere Wimpertierchen) eine tödliche Wirkung haben. Durch die Verminderung der Zahl dieser Konsumenten könnte das Wachstum der Blaualgen stark begünstigt werden, so dass es zu Massenentwicklungen kommt. Gesicherte Untersuchungsergebnisse zu dieser Problematik liegen vorläufig noch nicht vor.

### Zusammenhänge zwischen Gewässer-verschmutzungen und Auftreten von Algengiften

Die heute bekannten Fälle von Vergiftungen, die durch Algen verursacht wurden, zeigen, dass diese meist spontan auftreten. Voraussetzung ist, dass sich dichte Algenmassen bilden können, was in überdüngten Gewässern oder Meeresregionen immer möglich ist. Berücksichtigt man die vielen, stark verschmutzten Weiher, Teiche, Seen und Meeresregionen, sind giftige Algenmassen noch sehr selten, so dass bis jetzt wenig unternommen wurde, diese ganz zum Verschwinden zu bringen. Im Prinzip wäre eine Lösung des Problems in vielen Fällen einfach: Durch die Verminderung der Zufuhr von Abwässern oder von Düngstoffen aus Feldern könnte die Gefahr des Auftretens giftiger Algenmassen verringert werden. Da sowohl die Überdüngung als auch die Anreicherung von Schadstoffen in Binnengewässern und Meeren zahlreiche weitere unerwünschte und zum Teil katastrophale Folgen haben, ist eine wirksame internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiete des Gewässerschutzes sehr dringend.

Adresse des Verfassers: Dr. *Ferdinand Schanz*, Hydrobiologisch-limnologische Station der Universität Zürich, Seestrasse 187, CH-8802 Kilchberg.

Die Arbeit ist auch im Mitteilungsblatt des Rektorates «Uni Zürich» Nr. 6/1988 erschienen.

### Mikroben zur Sanierung von Altlasten

Altlasten – verlassene ehemalige Industriegelände (Altstandorte) und Abfallablagerungen (Altablagerungen) – gefährden die Umwelt und/oder beeinträchtigen die menschliche Gesundheit. Die Gefährdung oder Beeinträchtigung kann ihren Ursprung zum Beispiel in undichten Tanks und Leitungssystemen bei Altstandorten oder in der Ablagerung von Haus- und Industriemüll im Falle von Altablagerungen haben. Hieraus resultiert eine Verschmutzung

des Bodens sowie häufig eine Kontaminierung des Grundwassers und möglicherweise das Ausgasen giftiger Dämpfe.

Erhebungen der Bundesländer, hauptsächlich durchgeführt für Altablagerungen, haben zirka 35 000 Verdachtsflächen ergeben, von denen etwa 10 Prozent einer Sanierung und/oder Überwachung zugeführt werden müssen. Erste Schätzungen sprechen von einem Kostenaufwand von 17 Mrd. DM für diese Massnahmen. Um die Gefährdung zu beseitigen, muss die Altlast saniert, das heisst eine Entgiftung des kontaminierten Bodens und möglicherweise des Grundwassers durchgeführt werden.

Die Entgiftung des kontaminierten Bodens kann zum Beispiel durch dessen Erhitzen auf Temperaturen erfolgen, bei denen die Schadstoffe, falls sie organischer Natur sind, zerstört werden. Hierzu muss der Boden jedoch ausgegraben werden. Daher gewinnen für durch organische Stoffe kontaminierte Altlasten zunehmend biotechnologische Verfahren an Bedeutung, bei denen ohne Ausgraben des Bodens (als in-situ-Behandlung bezeichnet) geeignete Mikroorganismen, zum Beispiel Bakterien, an den Schadstoffherd gebracht werden und dort meist über Jahre hinweg die Schadstoffe zu ungefährlichen Verbindungen abbauen. Die biologischen in-situ-Verfahren haben den Vorteil, dass überbaute Flächen saniert werden können und dass sie kostenmässig weniger aufwendig als die thermischen Verfahren sind.

Bisher wenig untersucht sind jedoch die Bedingungen, unter denen die Mikroorganismen optimal an den Schadstoffherd herangebracht werden und diesen abbauen können. Deshalb ist die Bergbauforschung GmbH mit einem ab dem 1. März 1988 über 4, 5 Jahre laufenden FuE-Vorhaben (Förderkennzeichen: 1460521, Zuwendung des Bundesministeriums für Forschung und Entwicklung von rund 4,8 Mio DM) mit dem Titel: «Verbundvorhaben Biologische Sanierung von Altlasten; Teilvorhaben 2: Entwicklung von mikrobiologisch-adsorptiven Methoden zur on-site-Bodendekontaminierung» betraut, das die Optimierung dieser Bedingungen zum Ziel hat und hierbei besonderen Wert auf die Stimulation bereits im Boden vorhandener Mikroorganismen legt. Weitere Arbeitsschwerpunkte sind der Stofftransport und -austausch im Boden sowie die Untersuchung der Bildung möglicher die Umwelt gefährdender Zwischenprodukte beim Abbau der Schadstoffe der Altlast. Die Untersuchungen umfassen die Altlasten des Kohlenwertstoffbereiches, zum Beispiel Kokereien und Imprägnierwerke, die schwer abbaubare Schadstoffe enthalten. Ziel des Vorhabens ist eine generelle Aussage über den Einsatz mikrobiologischer Verfahren zur Bodendekontamination von kontaminierten Standorten aus dem Kohlenwertstoffbereich und die Auswahl der möglichen Verfahrensvariante für eine in-situ-Sanierung.

Da es sich bei der Entwicklung der biologischen in-situ-Sanierung um eine interdisziplinäre Aufgabe handelt, sind in dem Vorhaben weitere Partner wie das Institut für Geologie der Westfälischen Berggewerkschaftskasse (Prof. Schmidt), das Institut für Mikrobiologie der Universität Münster (Prof. Rehm) und der Lehrstuhl für Biologie der Mikroorganismen der Ruhr-Universität Bochum (Prof. Winkler) als Unterauftragnehmer eingebunden.

## Abwasserreinigung durch Mikroorganismen

Anaerobe Reinigungsverfahren mit kompakten und leistungsfähigen Reaktorsystemen, die als Energieträger Biogas, aber wenig umweltbelastenden Klärschlamm produzieren, sind z.B. in der Lebensmittelindustrie bereits im technischen Einsatz. Mit anaeroben Verfahren sollten sich auch schwer abbaubare chlorierte Kohlenwasserstoffe mineralisieren lassen. Durch die Fixierung von Mikroorganismen an organische und anorganische Trägermaterialien lässt sich die Abbauleistung von anaeroben Entsorgungsverfahren wesentlich steigern. Dabei erfolgte die Immobilisierung von Mikroorganismen an «offenen» Trägern, z.B. Lavagestein, Blähton oder durch Einschluss in «Kunststoff-Pillen».

Die Firma Schott Glaswerke in Mainz hat im Rahmen von zwei Verbundprojekten mit dem Institut für Biotechnologie II der Kernforschungsanlage Jülich und dem Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik in Stuttgart nun neuartige Trägermaterialien aus offenporigem Sinterglas zur Immobilisierung von Mikroorganismen und Zellkulturen entwickelt. Diese Sintergläser lassen sich in verschiedenen Formen herstellen, sind chemisch inert, sterilisierbar und können mit wählbarem Porendurchmesser und bedarfsgerecht mit definierter Oberfläche hergestellt werden. In 1 m<sup>3</sup> Schüttvolumen dieser Sintergläser können sich auf 30 000 m<sup>2</sup> bis 50 000 m<sup>2</sup> Fläche die Mikroorganismen ansiedeln. Dabei eignen sich nicht nur hochwertiges Duran-Sinterglas, sondern auch Abfallgläser zur Herstellung von Trägermaterialien.

Für diese beiden Verbundvorhaben «Wertstoffgewinnung mit Mikroorganismen» und «Einsatz von Trägermaterialien zu Verfahren der anaeroben Abwasserreinigung» hat der Bundesminister für Forschung und Technologie rund 3,8 Mio DM Fördermittel zur Verfügung gestellt. Die Entwicklung und der Einsatz dieser Trägermaterialien für die Abwasserreinigung ist neu. Zusammen mit den Verbundpartnern wurden von der Firma Schott die grundlegenden Methoden entwickelt. Die halbertechnische Anwendung bei der Reinigung von Kondensaten der Zellstoffindustrie und anderen hochbelasteten Industrieabwässern wie Brauereiabwässern und Brennerischlempen ist mit Erfolg demonstriert worden. Grundlagenkenntnisse sind damit in die industrielle Praxis eingegangen.

Die Leistungsfähigkeit dieses neuen Immobilisierungsverfahrens ist beeindruckend. Es wurden Abbauleistungen in 1 m<sup>3</sup> Reaktorvolumen pro Tag erreicht, die etwa Abwasserbelastungen von 5300 Einwohnern gleichzusetzen sind. Das dabei entstandene Biogas hat einen Brennwert von rund 2000 MJoule, bezogen auf 1 m<sup>3</sup> Reaktorvolumen.

Die längerfristigen Ziele sind nicht nur auf die Abwasserreinigung ausgerichtet, sondern auf die Wertstoffgewinnung durch Mikroorganismen. Immobilisierte Mikroorganismen und Zellkulturen sind in der Lage, mit sehr hoher Raum-Zeit-Ausbeute und mit neuen Verfahrenstechniken z.B. Antibiotika und technische Enzyme herzustellen. Allerdings erfordert dieser Weg noch weitere risikoreiche Grundlagenforschung und eine sehr enge Zusammenarbeit mit Mikrobiologen und Verfahrenstechnikern.