Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin

Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung

Band: - (1996)

Heft: 31

Artikel: Biologischer Abbau an der Quelle

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-551380

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: 03.07.2025

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

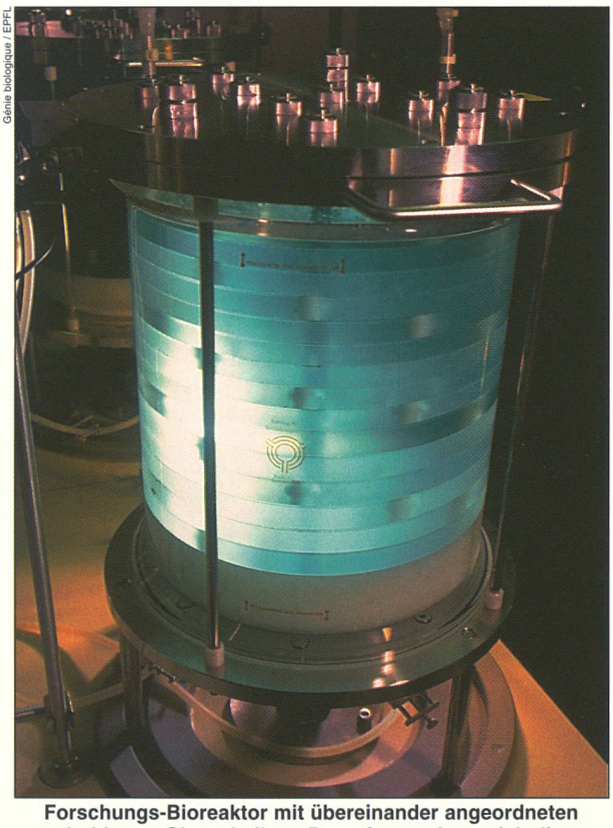
Biologischer Abbau an der Quelle

Mikroorganismen können unter bestimmten Bedingungen problemlos auch mit Substanzen fertigwerden, die bisher als nur schwer abbaubar galten. Wie ein Forschungsprojekt des SCHWERPUNKTPROGRAMMS «UMWELT» zeigt, muss man die Mikroben unmittelbar dort ansetzen, wo der Schadstoff entsteht. Denn wenn sie keine Wahl haben, verzehren sie auch solche Chemikalien, welche sie in einer Abwasserreinigungsanlage verschmähen würden.

Arbeitslosigkeit, Wirtschaftskrise, AIDS und Rinderwahnsinn haben die Wahrnehmung von Umweltproblemen etwas in den Hintergrund treten lassen. Doch auch wenn man nun weniger davon liest und spricht: die Verschmutzung unseres Lebensraumes mit Stoffen, die sonst in der Natur nicht vorkommen, geht unvermindert weiter. Weil viele dieser *xenobiotischen* (das heisst «lebensfremden») Substanzen in den Kläranlagen nicht abgebaut werden, reichern sie sich in den Oberflächengewässern, im Grundwasser, im Boden und schliesslich in den Lebewesen immer stärker an. Es handelt sich um Reinigungsmittel, Lösungsmittel, pharmazeutische Produkte, Unkraut- und Schädlingsbekämpfungsmittel usw. Unvermeidlich, dass wir diese Rückstände mit dem Trinkwasser, der Nahrung und auch der Atemluft zu uns nehmen. Allergien, Vergiftungen, Krebs heissen die Folgen davon.

Solch schleichende Verseuchung könnte uns zudem an einer unerwarteten Stelle treffen: durch die Verminderung der Fruchtbarkeit. Selbst wenn sich die Wissenschaft über das Ausmass der Gefahr noch nicht einig ist, besteht doch die Vermutung, in industrialisierten Regionen nehme bei den Männern die Spermienzahl ab und die Zahl der Hodenkrebsfälle zu. Ursache dafür ist die Überschwemmung der Umwelt mit chemischen Stoffen, die dem weiblichen Hormon Östrogen verwandt sind. Auch Tiere sehen sich davon betroffen: In abwasserbelasteten Flüssen ist zu beobachten, wie männliche Fische weibliche Verhaltensweisen zeigen, und bei den Alligatoren Floridas werden die Männchen zusehends zur Minderheit.

Auslösend für derart gefährliche Entwicklungen sind Substanzen wie PCB, Dioxine, Lösungsmittel und ein Nebenprodukt des hierzulande inzwischen verbotenen Insektenkillers DDT... aber auch Rückstände von Empfängnisverhütungspillen, die mit dem Urin von Millionen Frauen via Abwasser in die Umwelt gelangen.



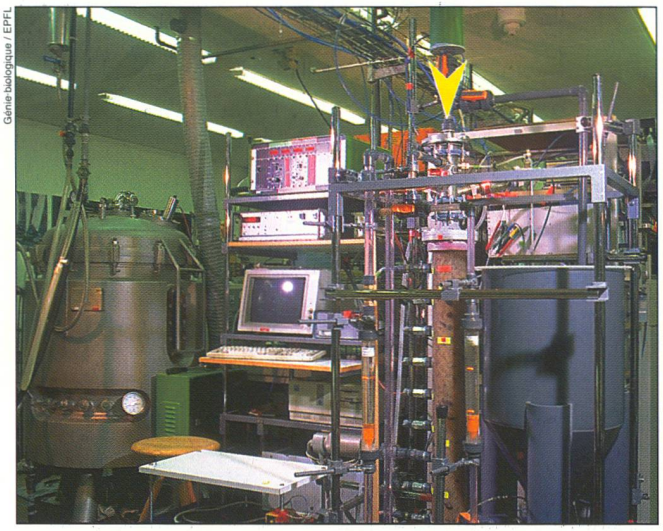
Génie biologique / EPFL

Forschungs-Bioreaktor mit übereinander angeordneten drehbaren Glasscheiben. Darauf vermehren sich die Bakterien und bilden Biofilme.

Gegenwärtig zählt man rund hunderttausend verschiedene xenobiotische Chemikalien, und jedes Jahr kommen etwa tausend neue hinzu. Sogar in starker Verdünnung können sie in den Gewässern oder im Boden miteinander reagieren und dabei neue, noch gefährlichere Verbindungen entstehen lassen.

«Manche xenobiotische Stoffe wären eigentlich biologisch abbaubar», erklärt Prof. Paul Péringer vom Institut für Umwelttechnik der ETH Lausanne. «Aber wenn man sie einmal freigesetzt hat, finden sie in der Natur weder die entsprechenden Mikroorganismen noch die erforderlichen Reaktionsbedingungen. Also reichern sie sich immer stärker an.»

Im Rahmen des Nationalfonds-SCHWERPUNKTPROGRAMMS «UMWELT» koordinierte Prof. Péringer ein Projekt mit drei Forschungsgruppen aus Zürich (EAWAG, Mikrobiologisches Institut der ETH, Laboratorium für Technische

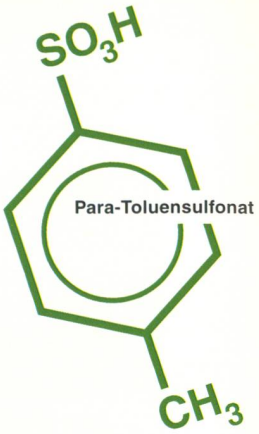


Génie biologique / EPFL

Pilotanlage zur Reinigung industrieller Abwässer durch Biofilter. Links ein Abwasserbehälter; der Biofilter ist mit einem Pfeil bezeichnet.

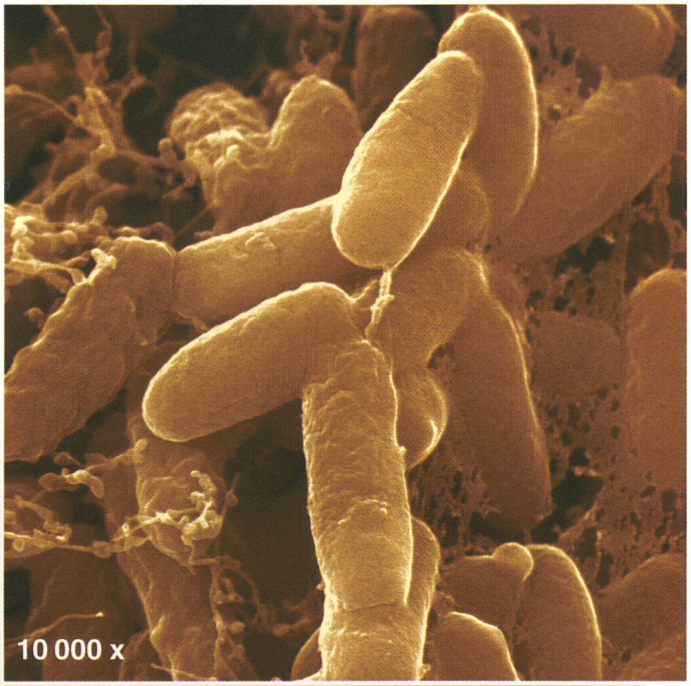
Chemie der ETH), zwei aus Lausanne (ETH-Laboratorium für Biologietechnik, Universitätsinstitut für Hygiene und Embryologie) sowie einem Partner aus der Industrie (Sulzer Chemtech, Winterthur). Es ging darum, praktische Lösungen für den biologischen Abbau xenobiotischer Substanzen zu finden. Das Ergebnis übertraf die Erwartungen.

Prof. Péringer schildert das Vorgehen: «Wir wollten sehen, ob sich ein xenobiotischer Schadstoff direkt im Industriebetrieb selber abbauen lässt. Dazu wählten wir das Para-Toluensulfonat, welches häufig zum Entfetten von Metallteilen verwendet wird. Das mit dem Lösungsmittel verschmutzte Abwasser fliesst durch unsere Biofilter: eine Serie von Polypropylen-Kugeln in einer langen, wiederverwendbaren Hülle. Nun mussten wir nur noch ungiftige Mikroorganismen finden, die diesen Biofilter besiedeln, ihren Platz dort gegen andere Kleinlebewesen verteidigen und natürlich den Schadstoff vollständig aufzehren.»



Bakterien im Test

Ausgewählt wurde schliesslich *Comamonas testosteroni*, ein Bakterium aus der Pseudomonas-Familie und bereits eingehend untersucht durch das Team von Prof. Thomas Leisinger am Mikrobiologischen Institut der ETH Zürich. Nach verschiedenen Experimenten im Bereich der Grundlagenforschung bestand *Comamonas* erfolgreich die Testserie in der Pilotanlage des Laboratoriums für Biologietechnik der ETH Lausanne. Das Gerät von einem Meter Länge und zehn Zentimeter Durchmesser war dort in Zusammenarbeit mit Sulzer Chemtech montiert worden.



Frank Junker / Alasdair Cook

Hier bin ich, hier bleibe ich

Das Bakterium *Comamonas testosteroni* – es kann das Lösungsmittel Para-Toluensulfonat abbauen – entwickelt einen Sinn für Grundbesitz. Dies ergaben Versuche mit dem auf Seite 5 gezeigten Forschungs-Bioreaktor. Setzte man zuerst andere Bakterienarten, wie sie zahlreich in den Abwasserreinigungsanlagen vorkommen, auf die Glasscheiben des Gerätes, konnten sich die später hinzugefügten Comamonas nicht festhalten; nach einiger Zeit waren sie von der durchgespülten Flüssigkeit weggewaschen.

Besetzten hingegen *Comamonas*-Bakterien von Anfang an alle verfügbaren Flächen im Bioreaktor *(Foto)*, klebten sie sich mit Hilfe von Polysacharide auf der Unterlage fest und liessen sich kaum von anderen Mikroorganismen vertreiben: eine wichtige Tatsache im Hinblick auf die industrielle Nutzung von Biofiltern!

Génie biologique / EPFL

Wie die Versuche zeigten, wird im Biofilter das Lösungsmittel vollständig abgebaut, und zwar selbst bei höheren Konzentrationen als in der industriellen Praxis üblich. Ein Filtervolumen von 8 Litern kann während seiner Betriebsdauer von sechs bis neun Monaten ungefähr 20 000 Liter Abwasser mit Para-Toluensulfonat reinigen.

Angenehm überrascht waren die Forschenden auch von der Hartnäckigkeit, mit der die Mikrobe ihren Platz im Filter besetzt hielt. Sogar nach längerem Gebrauch machte *Comamonas* noch immer rund 65% der gesamten Bakterienpopulation aus. Bei den übrigen 35% handelte es sich hauptsächlich um opportunistische Bakterien, die Ausscheidungsprodukte von Comamonas und tote Bakterien verzehrten - was leichter ist als der Abbau des Lösungsmittels.

Vielversprechender Markt

«Unsere Pilotanlage hat beweisen, dass sich Biofilter für den Abbau von Schadstoffen aus der Industrie direkt an der Quelle eignen», fasst Prof. Péringer zusammen. «Solche Filter sind effizient und kosten dabei weniger als die bisher verwendeten physikalisch-chemischen Reinigungsverfahren mit Ozon, Ultraviolett, Sauerstoff oder Elektrizität. Hier liegt zweifellos ein vielversprechender Markt für kleine Unternehmen. Diese könnten für spezifische Schadstoffe die sie abbauenden Mikroorganismen suchen und kultivieren, dann Biofilter bauen und den Industrien auch einen Service mit regelmässigem Filterwechsel anbieten.»

Beim biologischen Abbau industrieller Schadstoffe an der Quelle muss eine Vermischung im Abwasser verhindert werden. Die Mikroben sind nämlich stark spezialisiert und arbeiten am besten, wenn sie allein «ihre» Substanz vorgesetzt bekommen. Sonst besteht die Gefahr, dass sich auch andere Bakterien im Biofilter breitmachen und dadurch den Wirkungsgrad verringern.

Am Laboratorium für Technische Chemie der ETH Zürich hat das Team von Elmar Heinzle kombinierte Reinigungsexperimente durchgeführt. Zuerst wurden xenobiotische Schadstoffe der herkömmlichen physikalisch-chemischen Prozedur unterzogen; anschliessend flossen die so vorbehandelten Abwässer noch durch einen Biofilter mit Mikroorganismen. Das Ergebnis war sehr gut – doch mit Kosten verbunden, die ein solches Vorgehen nur bei biologisch schwer abbaubaren Chemikalien oder bei erhöhten Schadstoffkonzentrationen erlauben.

Verwendete man bisher speziell ausgesuchte Bakterienstämme bei der Herstellung von Joghurt aus Milch oder von Brot aus Mehl, kennt man heute dank des SCHWERPUNKTPROGRAMMS «UMWELT» nun auch Wege, verschiedene Mikroorganismen für den biologischen Abbau von Umweltgiften an der Quelle einzusetzen. Dadurch lassen sich für Mensch und Natur gefährliche Abwässer in harmlose Flüssigkeiten verwandeln.

EAWAG

Auch Bakterien machen es sich gern bequem

In den Becken unserer Abwasserreinigungsanlagen leben Dutzende verschiedener Arten von Mikroorganismen (Bakterien, Protozoen). Sie ernähren sich von den mit dem Wasser transportierten Stoffen und bauen diese dabei ab. Seit langem ist bekannt, dass sich die Mikroben vor allem auf leichtverdauliche Substanzen mit dem grössten Energiegehalt stürzen, also auf Zucker, Proteine oder Fette. Leider gehören die meisten industriell erzeugten – die *xenobiotischen* – Abfallsubstanzen nicht zu diesen Kategorien; sie verlassen die Kläranlage deshalb praktisch unverändert.

Freilich gibt es gewisse Bakterienarten, die auch xenobiotische Stoffe abbauen, sofern keine andere Nahrung greifbar ist. Zu diesem Zweck besitzen sie in ihrem Erbgut spezielle Gene zur Herstellung von Verdauungsenzymen, aber auch zur Produktion von *Permeasen* (solche Proteine lassen xenobiotische Stoffe durch die Membran ins Innere des Mikroorganismus gelangen).

Bisher glaubte man, derartige Enzyme und Permeasen würden gar nicht bereitgestellt, wenn xenobiotische Stoffe – wie in Kläranlagen üblich – nur in geringen Konzentrationen vorhanden sind. Doch jetzt beweisen Experimente an der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), dass es sich hier vielmehr um einen Ausdruck von Bequemlichkeit handelt. Wie das Team von Thomas Egli feststellte, sind diese biochemischen Werkzeuge nämlich in mehreren ARA-Bakterienstämmen stets vorhanden, allerdings in geringer Zahl. So werden stets auch kleine Mengen xenobiotischer Stoffe abbgebaut, während das Hauptinteresse auf die leichtverdaulichen Substanzen gerichtet bleibt.

Um eine verbesserte Klärleistung zu erreichen, untersucht man nun, wie diese niedrige Abbauleistung stimuliert werden kann.