

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 92 (2000)  
**Heft:** 9-10

**Artikel:** Bakterien hinter Gittern : Aufbereitung organisch schwach belasteten Abwassers  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940298>

### **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:** 10.01.2026

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



**Bild 6. Sanierung der Säureharzdeponie Tössegg: Das gezielte Besprühen mit Wasserdampf verhindert die Emission von Geruchspartikeln.**

dem Tösslauf geht planmässig voran. Die 17 Gruben voll Säureharz aus der ehemaligen Altölraffinerie Russikon, einem Gemisch aus Altöl und Schwefelsäure, sind grösstenteils ausgebaggert, für einen sicheren Transport aufbereitet und einer vorschriftsgemässen Entsorgung zugeführt worden. Das Ziel, die Deponie bis Ende 2000 vollständig zu sanieren, mit unverschmutztem Aushub aufzufüllen und zu rekultivieren, dürfte erreicht werden. Damit wird ein grosses Gefährdungspotenzial für die Trinkwasserversorgung der Stadt Winterthur und für die Ökologie des Tössstals definitiv aus der Welt geschafft.

#### **Sehr schnelle Verschmutzungswege entdeckt**

Tössabwärts entnehmen 12 Wassergewinnungsanlagen dem Grundwasser jährlich rund 11 Mio. m<sup>3</sup> Trinkwasser für mehr als 100 000 Bezüger. Das sind rund 80% des ge-

samten Trinkwasserbedarfs der Stadt Winterthur und 12 weiterer Gemeinden. Färbversuche im Herbst 1999 haben ergeben, dass eine Verunreinigung der Töss im Bereich der Deponie Tössegg innert Stunden bis auf die Höhe der Grundwasserfassungen gelangt und innert Tagen im dort gefassten Wasser nachweisbar ist. Der Grundwasserträger in diesem Tössstal-Abschnitt hat sich als ausserordentlich durchlässig erwiesen. Besonders die Grundwasserfassungen im Linsental müssten bei einem solchen Störfall innert knapp 24 Stunden geschlossen werden. Winterthur und die angeschlossenen Gemeinden hätten dann ein ernsthaftes Versorgungsproblem.

#### **Grundwasser-Überwachungskonzept bewährt**

Während der Sanierungsarbeiten kam es bis heute zu keiner Verschmutzung der Töss und

ihres Grundwasserträgers. Die Wasserqualität wird durch ein lückenloses Monitoring-System überwacht. Wöchentlich werden Wasserproben aus dem Deponieabwasser, den benachbarten Rinnalen und von mehreren Wasseraustrittsstellen am unteren Ende des Deponiehanges analysiert. Zusätzlich werden die Trinkwasserfassungen Hornwiden und Hornsäge auf die relevanten Schadstoffe hin überwacht. Das Grundwasser erfüllte jederzeit die strengen Anforderungen an die Qualität für Trinkwasser. Auch die Geruchsbelästigungen für die nächsten Bauernhöfe und den Campingplatz waren minimal. Das gewählte Verhinderungskonzept bewährt sich: Die Abluft beim Aushub wird abgesaugt und im Aktivkohlefilter gereinigt. Die Verarbeitung findet in einer rundum abgedichteten Anlage statt. Die offenen Säureharzgruben werden über Nacht abgedeckt, und übers Wochenende bleiben keine Gruben offen.

#### **Sanierungsmassnahmen für Trinkwassersicherheit unbestritten**

Auch der finanzielle Kostenrahmen von 15 Mio. Franken dürfte höchstwahrscheinlich eingehalten werden. Bezieht man die Sanierungskosten auf die mit einwandfreiem Trinkwasser versorgten Personen, ergibt dies pro Kopf einen Betrag von 150 Franken. Würde man alle Sanierungsaufwendungen als langfristige Investitionen in die Sicherheit der Wasserversorgung der Region betrachten, müsste jeder Kubikmeter Trinkwasser aus dem Tössstal mit rund 2,7 Rappen belastet werden. Die eindeutig grösste Gefahr, die von den rund 11 000 vermutlich belasteten Standorten im Kanton Zürich ausgeht, betrifft das Grundwasser. Altlasten, die es in hohem Grad gefährden, müssen in den nächsten Jahren saniert werden. Der Konsens für diese dringende nötige Aufgabe ist vorhanden.

## **Bakterien hinter Gittern – Aufbereitung organisch schwach belasteten Abwassers**

*Das Aufbereiten von organisch schwach belastetem Wasser stellt nach wie vor eine grosse Herausforderung dar. Rolf Hartmann und Thomas Kleiber haben mit EIMO® ein Verfahren entwickelt, bei dem immobilisierte Bakterien auch derartige Abwässer kostengünstig und ohne zusätzlichen Aufwand reinigen.*

Eine Situation, die sich auf den Kykladen vor Griechenland jeden Sommer wiederholt: Seit Monaten hat es nicht mehr geregnet, die Frischwasservorräte gehen zur Neige. Tausende von Reisenden wollen am Abend den Sand und das Salz von ihrer Haut waschen. Doch die Dusche gibt nur noch Tropfen von

sich, entsprechend unzufrieden sind die Touristen. Bisher gab es für dieses Problem keine befriedigende Lösung. Doch mit ihrem neuartigen Verfahren könnte das Team der Hartmann & Kleiber Wasserrecycling vielleicht bald Abhilfe schaffen.

#### **Start im Kellerlabor**

Seit Jahren beschäftigen sich der Biotechnologe Rolf Hartmann und der Chemiker Thomas Kleiber mit Fragen der Abwasserreinigung. Während die Klärung stark verschmutzten Abwassers – beispielsweise aus der chemischen Industrie – mittlerweile weit-



gehend optimiert ist, stellt die Reinigung von schwach organisch belasteten Abwässern die Wissenschaftler heute noch vor grosse Probleme. In der biologischen Stufe einer konventionellen ARA schwimmen die Bakterien in einem grossen Becken frei herum. Um die Abbauleistung aufrechtzuerhalten, braucht es eine relativ hohe Konzentration an organischen Verunreinigungen. Ist das Wasser nur schwach verschmutzt, wären lange Verweilzeiten notwendig, als Folge davon ein riesiger Platzbedarf. Seit 1997 tüfteln Rolf Hartmann und Thomas Kleiber an einer Methode, auch solches Wasser so aufzubereiten, dass es wieder gebraucht werden kann. Zuerst im Keller, ab Oktober 1998 in ihrem eigenen Unternehmen. «Erstmals 'Klick' gemacht hat es in einer Vorlesung über immobilisierte Hefe, die besser arbeitet als freie Hefe», berichtet Rolf Hartmann. Wenn dies bei Hefe funktioniert, warum nicht auch bei Bakterien? Also suchte Hartmann nach den richtigen Bakterien, sein Geschäftspartner Kleiber nach der geeigneten Trägersubstanz und der Methode zum Einschliessen der Mikroorganismen. Zahllose Tests führten schliesslich zum Erfolg: «Einschluss-immobilisierte Mikroorganismen» oder kurz EIMO® heisst die Zauberformel.

### **Polymerkügelchen machen es möglich**

Bei diesem Verfahren haben die beiden Forscher die Bakterien in spezielle Polymerkügelchen mit einem Durchmesser von einem bis vier Millimeter eingeschlossen. Das Polymernetz ist derart dimensioniert, dass es das verunreinigte Wasser durchströmen lässt, während die Mikroorganismen darin zurückgehalten werden. Rolf Hartmann erläutert die bahnbrechenden Vorteile dieses Verfahrens: «Mit EIMO® erreichen wir eine Biomassendichte, die zwanzigmal höher liegt als in einer konventionellen ARA. Damit verbunden ist eine hohe Abbauleistung und eine entsprechend kurze Behandlungszeit des Abwassers. Die immobilisierte Biomasse wandelt die organischen Verunreinigungen fast vollständig in Kohlendioxid und Wasser um; Überschussschlamm fällt kaum an. Die Kügelchen machen zudem teure Verfahren für den Biomassenrückhalt überflüssig.»

Hartmann und Kleiber haben das EIMO®-Verfahren erstmals in einem lebensmitteltechnischen Betrieb erprobt. Dort werden Sojabohnen in einem Container mit grossen Mengen von Wasser beregnet, damit sie keimen. Beim Keimen geben die Bohnen je-

doch Zucker ab, was die Filteranlagen verstopfte und ein Recycling des Wassers erschwerte. Um den Zucker biologisch zu entfernen, setzte der Betrieb nun das EIMO®-Verfahren ein. Seither funktioniert die nachfolgende Filtrierung und Desinfektion des Wassers einwandfrei.

### **Günstiger als chemische Verfahren**

Was den Preis anbelangt, bestehen klare Vorstellungen: «EIMO® soll es ermöglichen, Wasser aufzubereiten, das bisher auf Grund der zu hohen Kosten nicht mehr verwendet wurde. Damit das Verfahren verkauft werden kann, dürfen die Kosten nicht höher sein als die Wasser- und Abwassergebühren zusammen. Und hier schliesst sich der Kreis zu Hartmanns Vision: «Wasser, das zur Körperpflege benutzt wird, ist nur schwach verschmutzt und könnte mit EIMO® aufbereitet werden. So liesse sich ein grosses Problem von wasserarmen Ferieninseln auf einfache und kostengünstige Art lösen.»

Adresse des Verfassers

M.U.T. 2000, Messe Basel, Postfach, CH-4021 Basel.

## **Die Entsalzung von Meerwasser**

*Französisches Informationszentrum für Industrie und Technik, Frankfurt am Main*

Destillation und Umkehrosmose sind die beiden Verfahren, die zur Entsalzung von Meerwasser eingesetzt werden.

Die Anlage deckt jährlich 76% (80% während der Trockenzeit) des Trinkwasserbedarfs der Stadt Las Palmas mit 370 000 Einwohnern.

Emalsa, die städtische Wasserversorgungsgesellschaft von Las Palmas, gehört zu 66% dem Unternehmen La Saur, in Partnerschaft mit der Unelco (Union electrica de Canarias SA). Die 20 Mio. m<sup>3</sup> Wasser, die vom französischen Konzessionär ins Netz gespeist werden, dienen zum Ausgleich der geringen Niederschläge.

Das aus dem Ozean entnommene Wasser wird drei verschiedenen Entsalzungsanlagen zugeführt. Die erste arbeitet nach einem kombinierten Verfahren, bei dem das Wasser zunächst durch Verdampfung entsalzt wird. Der Dampf durchläuft danach mehrere Kondensations- und Rückgewinnungsstufen. Durch die dabei auftretenden «enthalpischen Sprünge», d.h. durch Temperatur- und Druckminderungen, werden beträchtliche Mengen an Energie erzeugt, die dem Standort zum Teil wieder zugeführt und teilweise weiterverkauft werden.

Die zweite Anlage dient der Versorgung in Spitzenzeiten, und die dritte arbeitet nach dem Verfahren der Umkehrosmose. Das in den drei Anlagen erzeugte Trinkwasser wird mit Grundwasser vermischt und wird dadurch vor der Einspeisung ins Netz einer Remineralisierung und Chlorierung unterzogen. Die Gesamtkapazität der Anlage wird gegen Jahresende mehr als 100 m<sup>3</sup>/Tag betragen.

Etwas nördlicher, nämlich im Osten Spaniens, am Mittelmeer, hat Degrémont Spanien eine der bedeutendsten Entsalzungsanlagen Europas gebaut. Die Anlage Son Tugotes von Palma de Mallorca ist in der Lage, den gesamten Trinkwasserbedarf der Insel zu decken. Täglich können hier 30 000 m<sup>3</sup> Wasser nach dem Verfahren der Umkehrosmose behandelt werden. Nach einer Vorbehandlung durch Koagulation und Filtration durchläuft das Wasser sechs Umkehrosmoseeinheiten, welche insgesamt 2058 in zwei Etagen angeordnete Spiralmodule aus Polyamid beinhalten. Jede Einheit wird durch eine Hochdruckpumpe mit 280 m<sup>3</sup> Wasser pro Stunde und mit einem Druck von 25 bar gespeist. Eine weitere Anlage direkt am Ufer des Meeres für die Behandlung von 42 000 m<sup>3</sup> Meerwasser pro

Tag steht kurz vor ihrer Fertigstellung. Gegenwärtig existieren weltweit 12 500 Entsalzungsbetriebe, die insgesamt 20 Mio. m<sup>3</sup> Wasser pro Tag liefern, was 1% der Welttrinkwasserproduktion entspricht. Die Kostensenkungen, welche mit den neuen Entsalzungsausrüstungen möglich sind, müssten zu einer Verdoppelung des Weltmarktes auf diesem Gebiet führen, dessen Wachstum in den kommenden zwanzig Jahren auf mehr als 70 Milliarden Dollar geschätzt wird. Für die nächsten fünf Jahre sind weltweit bereits 10 Milliarden Dollar für die Installation von Entsalzungseinheiten geplant, die insgesamt 5,3 Mio. m<sup>3</sup> pro Tag produzieren.



**Bild 1. Palma de Mallorca: Entsalzungsanlage nach dem Verfahren der Umkehrosmose mit einer Kapazität von 39 000 m<sup>3</sup>/Tag (Quelle: Degrémont).**