

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

**Artikel:** Biologische Grundwasserreinigung ist innovativ, ökologisch effizient und kostengünstig  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940296>

### **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:** 04.04.2026

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

- c) Der Verlust des Landwertes soll nach den Grundsätzen der Enteignung entschädigt werden, sofern kein Realersatz geboten werden kann.
- d) Die normale extensive landwirtschaftlichen Nutzung des Gewässerraumes wird mit Ökobeiträgen gemäss Direktzahlungsverordnung entschädigt. Da gegenüber der normalen Nutzung wegen der oft vorhandenen Böschungsbepflanzungen meistens Mehraufwendungen erforderlich sind, sollte der Bewirtschafter angemessen entschädigt werden.
- e) Schliesslich will der betroffene Landwirt wissen, was passiert, wenn der Bund zukünftig keine oder wesentlich geringere landwirtschaftliche Direktzahlungen ausschütten sollte.
- f) Für die landwirtschaftliche Nutzfläche ausserhalb des Gewässerraumes verlangt der Landwirt einen angemessenen Hochwasserschutz.

## 6. Sicht der bernischen Agrarverwaltung

Die Art der Landbeschaffung, die rationelle Bewirtschaftung der an das Gewässer angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzfläche und der angemessene Hochwasserschutz im Kulturland – das sind die Hauptfragen, die das Landwirtschaftsamt des Kantons Bern bei der Prüfung von Wasserbauprojekten untersuchen wird.

Für die Landbereitstellung stehen die verschiedensten Instrumente zur Verfügung, die von Fall zu Fall, entsprechend den gegebenen Verhältnissen eingesetzt werden sol-

len. Es handelt sich dabei um folgende Möglichkeiten:

- die Vereinbarung mit dem Grundeigentümer und dem Bewirtschafter;
- der privatrechtliche Abtausch oder der freihändige Erwerb;
- der Abtausch von Pachtland mit privatrechtlichen Verträgen;
- die Pachtlandumlegung nach öffentlichem Recht;
- die Landerwerbsumlegung nach öffentlichem Recht;
- die Enteignung.

Wenn Fliessgewässer nach den neuen Grundsätzen ausgebaut und mit dem nötigen Raum versehen werden, ohne dass Seitenbäche ausgedolt und renaturiert werden sollen (linienförmige Massnahme), sind vermutlich die oben genannten Landerwerbungsverfahren alle anwendbar. Wenn allerdings infolge von Ausdolungen Güterwege unterbrochen und gut geformte, grosse Kulturlandflächen zerschnitten werden (netzförmige Massnahme), können grössere Nachteile zu Lasten der Grundeigentümer nur mit dem Instrument der Landumlegung verhindert beziehungsweise behoben werden.

Bis heute kennen wir strassen- und bahnbedingte Landerwerbsumlegungen (nach dem üblichen Güterzusammenlegungsverfahren), die gestützt auf gesetzliche Grundlagen des Bundes (Nationalstrassengesetz, Eisenbahngesetz) und der Kantone (Strassenbaugesetze) beispielsweise durch die Strassenbaubehörde der Kantone angelegt und auch vollständig finanziert werden.

In verschiedenen Kantonen ordnet die Regierung diese Landerwerbsumlegungen an.

In Landwirtschaftsgebieten mit ungünstigen Strukturen (starke Parzellierung, ungenügendes Güterwegnetz) ist die Durchführung einer Gesamtmelioration mit dem Teilziel des zu realisierenden öffentlichen Werkes und einer entsprechenden Kostenaufteilung zu empfehlen.

Die zurzeit laufenden Gesamtmeliorationen im Amt Moutier entlang der Nationalstrasse Transjurane zeigen, wie die Landumlegung für die Ausscheidung des eigentlichen Strassentrasses und die Umsetzung der ökologischen Ersatzmassnahmen eingesetzt werden kann. Das neue noch zu projektierende Parzellennetz wird die verschiedenen Bedürfnisse der Nationalstrasse, des ökologischen Ersatzes, der Landwirtschaft und des Wasserbaues optimal erfüllen müssen. Die Ideen der Gewässerrenaturierung konnten in das Meliorationsprojekt aufgenommen werden. Im Zuge der ökologischen Ersatzmassnahmen der Transjurane werden die notwendigen Landflächen reserviert und vorläufig einer extensiven landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt. Die eigentlichen Wasserbaumassnahmen kommen erst später, als separate Unternehmen der Gemeinden, zur Ausführung.

Adresse des Verfassers

Kurt Ryf, Abteilung Strukturverbesserungen des Amtes für Landwirtschaft des Kantons Bern, Rütli, CH-3052 Zollikofen.

# Biologische Grundwasserreinigung ist innovativ, ökologisch effizient und kostengünstig

*Bisher mussten mit Chemikalien belastete Grundwässer in energie- und ressourcenaufwendigen Verfahren gereinigt werden. Ein neuartiger ökoeffizienter Prozess bedient sich spezialisierter Bakterien zum vollständigen Abbau der Schadstoffe selbst in kleinsten Konzentrationen und hilft mit, Geld zu sparen. An der Europäischen Messe für Umwelttechnik M.U.T. 2000, die vom 14. bis 17. November 2000 in Basel stattfindet, werden das Verfahren und dessen Anwendungen vorgestellt.*

Da staunten die Bauarbeiter nicht schlecht: Während des Aushubs für ein neues Produktionsgebäude auf dem Areal einer ehemaligen Textilfärberei stiessen sie auf blau verfärbte Bodenschichten. Wie eine wissenschaftliche Analyse zeigte, war offensichtlich

über Jahrzehnte unbemerkt Farbstoff aus einer undichten Leitung in den Grund getropft.

Der unsorgfältige Umgang mit Chemikalien hat in der Vergangenheit immer wieder zu Verunreinigungen des Bodens geführt.

Die Folgen sind erst zu erkennen, wenn der Grund für Bauarbeiten geöffnet wird. Jeder Standort industrieller oder gewerblicher Tätigkeit muss letztlich als mit Altlasten kontaminiert angesehen werden. Noch gravierender sind jedoch die Auswirkungen, wenn

versickerndes Regenwasser die chemischen Stoffe – darunter beispielsweise auch gesundheitsschädigende halogenierte Kohlenwasserstoffe – bis ins Grundwasser verfrachtet. Dies führt vielerorts zu einer schwerwiegenden Gefährdung der Trinkwasserversorgung. Um das Schlimmste abzuwenden, muss das kontaminierte Grundwasser abgepumpt und in aufwendigen Verfahren gereinigt werden.

### **Traditionelle Verfahren sehr energie- und ressourcenintensiv**

Traditionellerweise stehen zur Grundwasserreinigung Verfahren wie die Adsorption der Schadstoffe an Aktivkohle oder das Strippen der Substanzen aus dem Wasser in die Luft, gefolgt von einer Adsorption an Aktivkohle, zur Verfügung.

Diese Behandlungsarten haben den Nachteil, dass sie die Substanzen nicht zerstören, sondern nur von einem Medium in ein anderes verschieben. Weitere energie- und ressourcenintensive Schritte sind deshalb zur vollständigen Eliminierung der Schadstoffe notwendig.

### **Fähige Bakterien**

Seit gut 25 Jahren kennt die Fachwelt bereits Bakterien, die fähig sind, synthetische, auch halogenierte Kohlenwasserstoffverbindungen vollständig in ungefährliche Bestandteile wie Wasser, Kohlendioxid und Kochsalz zu zersetzen. Diese kommen auch sehr erfolgreich in den biologischen Stufen industrieller Abwasserreinigungsanlagen zur Anwendung. «Als wir Anfang der 90er-Jahre mit unseren Arbeiten zur biologischen Grundwasserreinigung begannen, betraten wir jedoch Neuland. Die Konzentration der Kontamination liegt im Grundwasser etwa 10 000-mal tiefer als bei den Abwässern eines Industriebetriebs», erläutert Dr. Markus Thüer, Leiter der Gruppe Umwelttechnik von Ciba Spezialitätenchemie. «Wir standen deshalb vor der Frage, ob ein biologischer Abbau bei Konzentrationen von wenigen Mikrogramm pro Liter – im ppb-Bereich also – überhaupt noch stattfindet.»

### **Selbst im Spurenbereich erfolgreich**

Umfangreiche Labor- und Pilotversuche ergaben, dass spezialisierte Mikroorganismen aus Deponien oder industriellen Kläranlagen sehr wohl in der Lage sind, viele im Grundwasser häufig vorhandene halogenierte Kohlenwasserstoffe selbst im Spurenbereich unter aeroben Bedingungen vollständig abzubauen. Und dies bei Verweilzeiten von weniger als 20 Minuten. Dabei arbeiteten die Forscher mit realem Grundwasser und teste-

ten verschiedene, grosstechnisch bereits genutzte Reaktortypen unter feldähnlichen Bedingungen. Bevor das Grundwasser in die Bioreaktoren gelangte, wurden Metalle wie Eisen und Mangan mit Luftsauerstoff oxidiert und durch Filtration eliminiert. «Obwohl die biologische Aktivität erst nach etlichen Wochen einsetzte, übertrafen die Resultate bezüglich Abbaubarkeit und Umsatzraten unsere Erwartungen», freut sich Markus Thüer. «Sogar das besonders schwer abbaubare 1,2,4-Trichlorbenzol konnte im behandelten Wasser nicht mehr nachgewiesen werden.»

### **Praxistest mit Bravour bestanden**

Die Nagelprobe des Verfahrens in der Praxis erfolgte am Grundwasser in der Nähe einer ehemaligen pharmazeutischen Produktionsstätte in Lübeck (D). Das zur Extraktion von Pankreatin aus Kalbermägen eingesetzte 1,2-Dichlorethan war über Jahrzehnte durch undichte Leitungen in den Boden und dann ins Grundwasser gelangt, das Konzentrationen von bis zu 60 mg/l aufwies. Ursprünglich war zur Sanierung ein Verfahren mit zwei Sandfiltern gefolgt von zwei Aktivkohlefiltern gewählt worden. Der Aktivkohlebedarf war auf Grund der schlechten Adsorptionseigenschaften von 1,2-Dichlorethan ausgesprochen hoch.

«Wir beimpften die Kohlefilter mit speziell gezüchteten Bakterien. Um die biologische Abbauleistung zu erhöhen, ergänzten wir anschliessend das Verfahren mit einem vorgeschalteten Rotationstropfkörper», beschreibt der Projektleiter Dr. Gerhard Stucki von der Ciba Umwelttechnik das Vorgehen. Die Hauptfracht an 1,2-Dichlorethan wird heute von den Bakterien an der Oberfläche des Rotationstropfkörpers abgebaut, während die Sand- und Kohlefilter nur noch «Polizeifunktion» ausüben.

«Die letzten sieben Jahre der Sanierung konnten wir auf einen Kohlewechsel verzichten, obwohl die mittlere Konzentration der Verunreinigung im Grundwasser zeitweise von 4 mg/l auf bis zu 20 mg/l stieg», freut sich Stucki und fährt fort: «Der Abbau-grad des Verfahrens liegt bei über 99,5%, im Ablauf wiesen wir weniger als 10 µg/l Schadstoffe nach. Während der bisher zehn Jahre dauernden Sanierung wurden über 2000 kg Schadstoff biologisch umgesetzt und mineralisiert.» Durch die Anwendung des neuen Verfahrens liessen sich Ressourcen und damit Geld einsparen. Die Behandlungskosten für 1 m<sup>3</sup> Grundwasser sanken von etwa 3 DM auf 0,5 DM.

Über die bisherige Sanierungszeit ergaben sich mit der biologischen Lösung Einsparungen von rund 2 Mio. DM.

### **Anwendung auch auf anderen Gebieten**

Mittlerweile ist dieses ökoeffiziente Verfahren in Europa und den USA patentiert worden und hat 1997 den M.U.T.-Umweltpreis gewonnen. Der grosse Erfolg motivierte die Forscher natürlich, den Prozess auch auf andere kontaminierte Grundwässer anzuwenden und neuerdings auch auf verunreinigte Böden auszudehnen. So gelang etwa die Reinigung eines Grundwassers, das durch einen metallverarbeitenden Betrieb mit 2 bis 15 mg/l Tetrachlorethylen (PER) kontaminiert worden war.

Dazu Markus Thüer: «Wir setzten in diesem mehrstufigen Verfahren Mikroorganismen bei verschiedenen Redoxpotenzialen ein und reinigten damit 1,5 m<sup>3</sup> Grundwasser pro Stunde. Ein Sandfilter diente als Denitrifikationsreaktor, in einem methanogenen Festbettreaktor fand die reduktive Dechlorierung statt und ein biologisch aktiver, aerober Kohlefilter mineralisierte die Metaboliten vollständig.»

Noch im Pilotstadium steckt die Anwendung der Methode zur Reinigung kontaminierter Böden. Gerhard Stucki erläutert den bisherigen Stand: «In Kooperation mit dem Institut für Pflanzenbiologie/Mikrobiologie der Universität Zürich sind wir gerade daran, ein Verfahren zur Reinigung von chlorphenolhaltigen Böden zur Praxisreife zu entwickeln. Chlorphenole wurden lange Zeit als Pestizide in der Landwirtschaft eingesetzt und dienen als Zwischenprodukte in der chemischen Industrie. Dabei kombinieren wir eine basische Bodenextraktion mit einer anschliessenden biologischen Mineralisation der Verunreinigungen im Festbettreaktor.» Zwar sind noch weitere Arbeiten bis zur ersten Praxisanwendung notwendig, doch die bisherigen Resultate stimmen die Forscher optimistisch. An Einsatzmöglichkeiten wird es ihnen auch in Zukunft nicht fehlen: Allein in der Schweiz gibt es mehrere tausend Verdachtsflächen, die früher oder später von Verunreinigungen befreit werden müssen.

Adresse des Verfassers

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