

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 92 (2000)  
**Heft:** 1-2

**Artikel:** Passive Sanierungsverfahren für Grundwasserverunreinigung  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940229>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

und 7 NHG und Art. 4 der Auenverordnung sei durch die strengen Auflagen der Spülbewilligung hinreichend Rechnung getragen worden. Die vorgenommenen Anstrengungen, allfällige negative Auswirkungen der Spülungen festzustellen, seien als genügend zu betrachten; das Fehlen eines positiven Beweises der Unschädlichkeit des Spülverfahrens könne der Gesuchstellerin nicht entgegengehalten werden.

Für Personen und Instanzen, die ein ähnliches Spülgelösung stellen bzw. bewilligen wollen oder die sich als Rechtsvertreter damit befassen müssen, dürfte *in verfahrensrechtlicher Hinsicht* von Interesse sein, dass das Bundesgericht im Falle «Rempen» im Anschluss an den ersten Schriftenwechsel eine im Gesetz nicht ausdrücklich erwähnte, aber offenbar fester Praxis entsprechende *Vernehmlassung des Bundesamtes für Wald, Landschaft und Umwelt (Buwal)* eingeholt hat. Diese nachträgliche Einflussnahme des

Buwal auf das Bundesgerichtsurteil darf nicht unterschätzt werden. Dementsprechend erhebt sich die Frage, ob und wie weit es aus der Optik der Parteien tunlich wäre, die kantonalen Bewilligungsinstanzen schon im administrativen Bewilligungsverfahren um Koordination ihrer Erhebungen und Auflagen mit dem Buwal zu bitten.

Im weiteren hat das Bundesgericht darauf hingewiesen, dass seine Bindung an die Sachverhaltsfeststellungen der richterlichen Vorinstanz (Art. 105 Abs. 2 des Bundesrechtspflegegesetzes) die Möglichkeiten der Prozessparteien, vor dem Bundesgericht neue Sachverhaltsbehauptungen aufzustellen und Beweismittel einzureichen, weitgehend einschränkt (BGE 122 II 1 E. 1b; BGE 121 II 97 E. 1c; BGE 107 Ib 167 E. 1b). Dennoch hat das Gericht im Falle «Rempen» – abweichend von der Regel – drei von der AKW erst im bundesgerichtlichen Verfahren eingereichte Gutachten (und die von den Be-

schwerdeführern dazu eingereichten Gegengutachten) entgegengenommen und in seine Entscheidungsfindung einbezogen. Es begründet dieses Entgegenkommen mit der Erwägung, dass die von der AKW eingereichten Gutachten gerade die von den Beschwerdeführern behaupteten Mängel der vorinstanzlichen Sachverhaltsfeststellungen heilen sollen und dass sie im weiteren durch die Vernehmlassung des Buwal an das Bundesgericht veranlasst worden seien; die Entgegennahme der Gutachten liege im konkreten Falle auch im Interesse der Prozessökonomie.

Der Entscheid des Bundesgerichtes betreffend die Spülung des Rempenbeckens ist zur Publikation in der Amtlichen Sammlung vorgesehen.

Adresse des Verfassers

Heinrich Bräm, lic. iur. Rechtsanwalt, Mönchhofstrasse 5, CH-8802 Kilchberg.

## Passive Sanierungsverfahren für Grundwasserverunreinigung

### Erste Bauausführung in Europa

Bei Grundwasserverunreinigungen wurde bisher das kontaminierte Wasser im Abstrom des Schadensherdes abgepumpt und nach anschliessender Reinigung dem Aquifer wieder zugeführt (Pump-and-Treat), wenn der Schadensherd selbst nicht oder nicht vollständig entfernt werden kann. Daraus ergeben sich Sanierungszeiten von mehreren Jahrzehnten mit hohen Gesamtkosten. Deshalb wurden 1992 in Nordamerika die reaktiven Wände für die In-situ-Reinigung von Wasser- und Bodenverunreinigungen entwickelt. Bei diesem passiven Reinigungsverfahren verringern sich die Betriebskosten erheblich, da das Abpumpen und die oft sehr hohen Ableitungsgebühren entfallen. Man unterscheidet hauptsächlich zwei Arten:

- vollflächig durchströmte reaktive Wände (In-situ- oder permeable Reaktionswände) und
- nur teilweise durchströmte reaktive Wände (Funnel-and-Gate-Systeme).

Die Dicke der reaktiven Wand ist von der Schadstoffart und -konzentration abhängig. Die hydraulische Durchlässigkeit der Reaktionswand soll grösser als die des Aquifers sein.

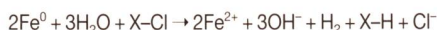
### Funnel-and-Gate-Systeme

Sind vollflächig durchströmte Reaktionswände zum Erfassen des gesamten Schadensherdes zu aufwendig, kann man das ver-

unreinigte Sicker- und Grundwasser auch, mittels Spund- und Dichtwände zum Trichter (Funnel) gefasst, einem Tor (Gate) mit durchlässigem reaktivem Wandbereich, dem Reaktor, zuleiten. Mehrere kleine Gates sind hydraulisch wirkungsvoller und kostengünstiger als ein zentrales grosses Gate. Gates können mehrstufig sein, um bei unterschiedlichen Schadstoffen verschiedene Reinigungsverfahren anwenden zu können.

### In-situ-Grundwasserreinigung

Die meisten Grundwasserverunreinigungen sind auf organische Schadstoffe zurückzuführen, und zwar überwiegend auf leichtflüchtige, chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW), die über viele Jahre in chemischen Reinigungen und vor allem in der metallverarbeitenden Industrie als Lösemittel eingesetzt wurden. Wie aus der Hydrochemie bekannt, wird nun nullwertiges Eisen auch bei der In-situ-Grundwasserreinigung von LCKW durch reaktive Wände angewandt. Aus den teilweise kanzerogenen LCKW entstehen durch den Kontakt mit dem Eisen biologisch leicht abbaubare, nicht chlorierte Kohlenwasserstoffe:



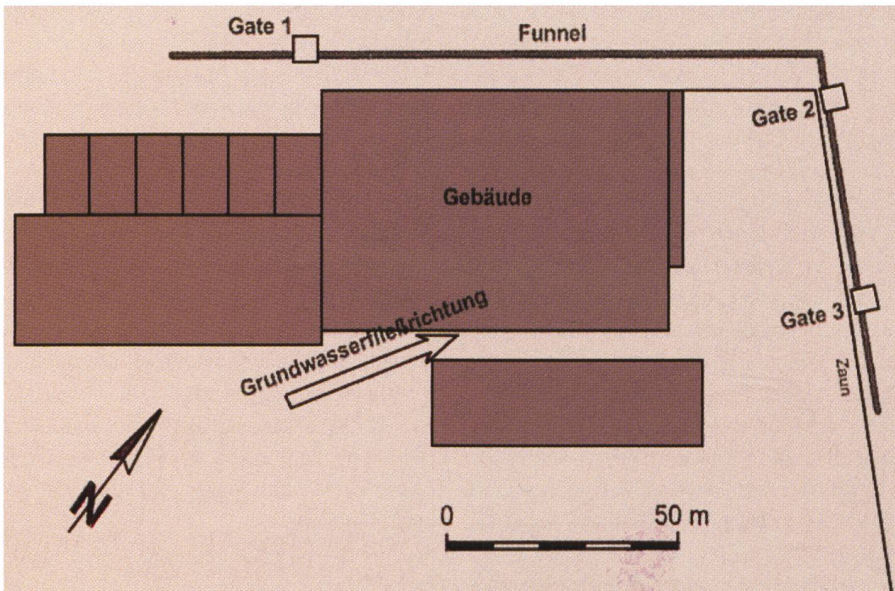
Diese Reaktion nimmt mit höherer Chlorierung zu, das heisst, Perchlorethen wird am schnellsten und Vinylchlorid am langsamsten abgebaut.

### Erste Anwendung in Europa

Die erste «reaktive Eisenwand» in Europa wurde im Herbst 1998 im Neckartal unterstromig der Stadt Tübingen innerhalb eines Wasserschutzgebietes als Funnel-and-Gate-System ausgeführt [1]. Das kontaminierte Grundwasser, das Lösemittel (LCKW) aus der Metallentfettung einer ehemaligen Topffabrik enthält, wird im Abstrom der Kontaminationszone durch eine undurchlässige Dichtwand wie durch einen Trichter (Funnel) auf insgesamt drei Durchlässe (Gates) geleitet und durchströmt diese mit aufbereiteten Eisenspänen aus der Schrottverwertung gefüllten reaktiven Wandabschnitte ohne äusseren Energieaufwand. Dabei werden die Schadstoffe abgebaut und das Grundwasser gereinigt.

Das Gesamtsystem besteht aus einer 215 m langen Einphasen-Bentonit-Zement-Dichtwand in L-Form (Bild 1), die in 10 m Tiefe 1,00 bis 1,50 m in das Festgestein unterhalb der für die Trinkwasserversorgung genutzten Neckarkiese einbindet. Die reaktiven Zonen der drei Durchlässe (Gates 1 bis 3) in der Dichtwand haben je 5 m Breite und eine Dicke von bis zu 1,60 m.

Die insgesamt 300 t reaktives Eisen und der Kiesfilter wurden im Bodenaustauschverfahren durch überschneitene verrohrte Bohrungen (0,60/0,75–0,90 m Durchmesser) eingebaut (Bild 2). Wegen der unterschiedlichen Durchflussraten sind im Gate 1



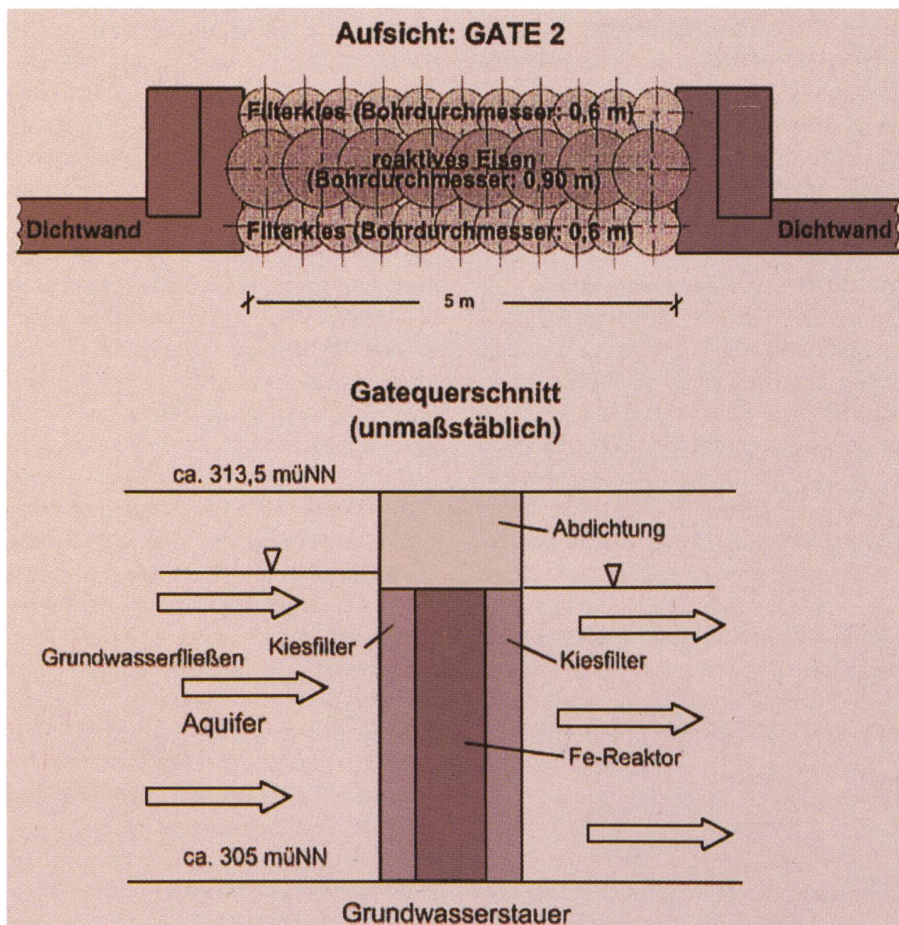
**Bild 1. In-situ-Grundwasserreinigung nach dem Funnel-and-Gate-System in Tübingen (Lageplan).**

zwei und in Gate 2 und 3 nur eine Reihe Eisensäulen erforderlich. Die Reaktionsdauer im Gate dauert etwa einen Tag.

### Überwachung

Nach Massgabe der zuständigen Behörden wird die Sanierung laufend überwacht. Dazu werden Grundwasserproben an den beiden Enden des Funnel-and-Gate-Systems sowie

innerhalb und unterstromig der Gates entnommen. Wegen der Lage im Wasserschutzgebiet müssen für die verschiedenen Schadstoffe die Grenzwerte nach der Trinkwasserverordnung (TVO) eingehalten werden. Die LCKW-Konzentrationen im Grundwasser liegen im Schadenszentrum zwischen 1 und 2 mg/l und unterstromig der Gates unter den zulässigen Werten (0,01 mg/l). Die Sanierung



**Bild 2. Gate 2 des Funnel-and-Gate-Systems von Bild 1 (Draufsicht und Schnitt).**

soll solange betrieben werden, bis die Schadstoffgehalte im Grundwasser bereits im Zustrom der Gates die zulässigen Grenzwerte nicht mehr überschreiten; das sind etwa zehn Jahre.

### Bau- und Betriebskosten

Am Tübinger Standort waren zuvor über einen Zeitraum von mehr als zehn Jahren fast 2 Mio DM für die Schadensherdsanierung ohne nennenswerten Erfolg ausgegeben worden. Das von der Hornbach Baumarkt AG mit insgesamt 1 Mio DM finanzierte Vorhaben mit dem neuen Untergrundfilter für eine dauerhafte Abstromsanierung des gesamten Betriebsgeländes wird aufgrund seiner Bedeutung für viele andere kontaminierte Standorte vom Land Baden-Württemberg mit 150 000 DM gefördert.

### Entwicklungen

Mit der Entwicklung dieses neuen Verfahrens befassen sich in Deutschland die Universitäten Tübingen (Prof. G. Teutsch und Prof. P. Grathwohl) und Stuttgart (Prof. A. Dahmke) und die IMES GmbH in Wangen/Allgäu (Dr. H. Schad). Heute stehen für die Abstromsanierung eine ganze Reihe von neuen Filter- und Reaktorsystemen zur Verfügung, die ausser LCKW auch polyzyklische Aromate oder Chlorbenzole abbauen können, die an alten Gaswerkstandorten oder ehemaligen Chemiestandorten im Untergrund zu finden sind. Sie werden bereits an mehreren Standorten erprobt. Zur Einführung der neuen Grundwasseranierungsmethode in die Praxis wurde eigens eine Technologie-Transferfirma (IMES GmbH) gegründet, damit die neuen Filter und Reaktoren von den planenden Ingenieurbüros und ausführenden Bauunternehmen den Vorgaben der Wissenschaftler entsprechend bemessen und ausgeführt werden. So will man sicherstellen, dass Fehlschläge vermieden werden. BG

### Literatur

[1] Schad, H.; Teutsch G.: Reaktive Wände – Aktueller Stand der Praxisanwendung. «geotechnik» 21 (1998) Nr. 2, S. 73–82.