

ÖVA-Nachlesepublikationen sollen wesentliche Inhalte eines ÖVA-Technologieworkshops zu einer ausgewählten innovativen Technologie zusammenfassen und sollen die Akzeptanz und den Einsatz der Technologie zum Management von kontaminierten Standorten in Österreich unterstützen. ÖVA-Nachlesepublikationen werden unter ([www.altlastenmanagement.at](http://www.altlastenmanagement.at)) der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

## ÖVA-Technologieworkshop "Permeable / Reaktive Wände" am 27./28. März 2014 in Linz



Abbildung1: Herstellung eines Gates – Fallstudie Sicherung der Kokerei Linz

### VORWORT

Der Österreichische Verein für Altlastenmanagement hat sich zum Ziel gesetzt, innovative Sanierungstechnologien, die in Österreich bisher noch nicht oder nur selten eingesetzt wurden vorzustellen und die Einsatzmöglichkeiten aber auch die Einsatzgrenzen zu diskutieren, um so letztendlich die Akzeptanz dieser Methoden für zukünftige Anwendungen zu erhöhen. In diesem Rahmen fand der ÖVA-Technologieworkshop „Permeable Reaktive Wände“ am 27. und 28. März 2014 in Linz statt.

Diese Nachlesepublikation fasst den Inhalt der Veranstaltung sowie die wesentlichen Diskussionspunkte zusammen und will darauf aufbauend einen Ausblick für die Möglichkeiten der Anwendung von „Permeablen/Reaktiven Wänden“ im Rahmen zukünftiger Sanierungen in Österreich geben. Für eine detaillierte inhaltliche Darstellung der Tagung wird auf den Tagungsband verwiesen, der von der Homepage des ÖVA kostenlos zu beziehen ist ([www.altlastenmanagement.at](http://www.altlastenmanagement.at)). Dort finden sich auch pdf-files der Originalvorträge.

Für eine prägnante technische Beschreibung zu Permeablen Wänden sei auf den „ÖVA Technologiequicksan – In-situ Sanierungstechnologien“ verwiesen, in der sich auch die nachstehende Prinzipskizze (Abbildung 2) findet.

ÖVA-Nachlesepublikationen sollen wesentliche Inhalte eines ÖVA-Technologiewerkshops zu einer ausgewählten innovativen Technologie zusammenfassen und sollen die Akzeptanz und den Einsatz der Technologie zum Management von kontaminierten Standorten in Österreich unterstützen. ÖVA-Nachlesepublikationen werden unter ([www.altlastenmanagement.at](http://www.altlastenmanagement.at)) der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

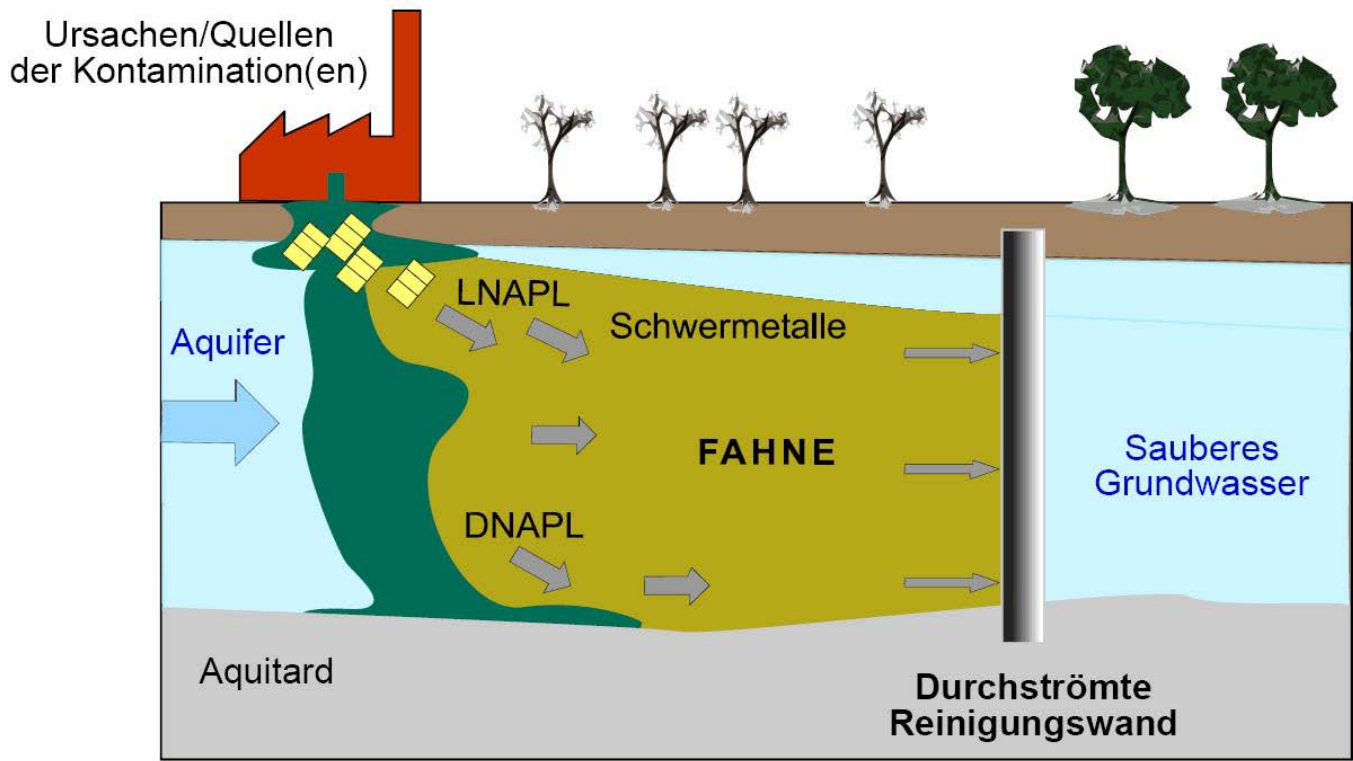


Abbildung 2: Prinzipskizze einer Reaktiven Wand (Quelle: RUBIN 2006)

## INHALTLICHE ZUSAMMENFASSUNG DER EINZELVORTRÄGE UND DER DISKUSSION

### DURCHSTRÖMTE REINIGUNGSWÄNDE ZUR GRUNDWASSERSANIERUNG - ERGEBNISSE DES BMBF-FORSCHUNGSVERBUNDES RUBIN (VOLKER BIRKE - OSTFALIA HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN, SUDERBURG)

Im Vortrag wurde über den Forschungsverbund RUBIN „Reaktionswände und -barrieren im Netzwerkverbund) in Deutschland berichtet. RUBIN hatte im Zeitraum zwischen 2000 und 2012 den Nachweis und die Bewertung von Eignung und Leistungsfähigkeit von „Permeablen/Reaktiven Wänden“ (engl. Permeable Reactive Barriers = PRB) sowie die Ermittlung von Einsatzfeldern zum Ziel. Details zu den Forschungsergebnissen finden sich auf der Homepage des Forschungsverbundes unter ([www.rubin-online.de](http://www.rubin-online.de)).

Reinigungswände dienen zur In-situ-Sanierung von Schadstofffahnen. Es handelt sich um passive Sanierungsverfahren, die sich dadurch auszeichnen, dass nach Errichtung der Reinigungsvorgang ohne weitere Energiezufuhr erfolgt. Im Vortrag wurden die wichtigsten Vorteile von Reinigungswänden wie folgt zusammengefasst:

- geringe Betriebskosten,
- uneingeschränkte Standortnutzung,
- keine Schadstoffemissionen in die Atmosphäre,
- keine Grundwasserentnahme,
- weitgehend ungestörte Grundwasserströmungsverhältnisse,
- einsetzbar für verschiedene Schadstoffe,
- maßgeschneiderte Sanierungslösungen.

Man kann zwischen zwei grundsätzlichen Bauweisen unterscheiden:

- Beim Continuous-Reactive-Barrier-System (CRB) besteht die Reinigungswand nur aus durchlässigem reaktivem Material und wird vollflächig durchströmt.
- Beim Funnel&Gate-System wird das kontaminierte Grundwasser über eingebaute Dichtwände (Funnel) zu einer Öffnung (Gate) geleitet, die mit dem reaktiven Material in loser Schüttung befüllt ist. Eine Variante des Funnel&Gate-Prinzips ist das Drain&Gate-System, bei dem das kontaminierte Grundwasser über Filterkiesdrainagen zum reaktiven Bereich (Gate) geleitet wird.

Neben diesen rein passiv funktionierenden Systemen kommen in Europa allerdings fast ausschließlich kontrollierbare Funnel&Gates („Efficiently Controllable Permeable Reactive Barrier“) zum Einsatz. Durch Kontrollmöglichkeiten im Gate, die aktive Steuerung des Durchflusses, der Zudosierung von sanierungsunterstützenden Substanzen (Nährstoffe, Oxidationsmittel, etc.) und der Möglichkeit das reaktive Material austauschen zu können, erreicht man eine effizientere Sanierungsleistung und eine bessere Kontrollmöglichkeit der stattfindenden Prozesse im Vergleich zu nicht einfach zugänglichen Systemen.

Beide Systeme sollten im Idealfall nach Errichtung für mehrere Jahrzehnte sich selbst überlassen werden können und die Reinigung der Schadstofffahne im Grundwasser sollte ohne weitere Eingriffe erfolgen, was natürlich durch ein entsprechendes Monitoring sowie eine technische Kontrolle nachzuweisen ist.

Als Grundvoraussetzung für den Sanierungserfolg wurden folgende Punkte herausgestellt:

- Eine umfassende Erkundung des Standortes in Hinblick auf die hydrogeologischen und geochemischen Bedingungen, einschließlich einer numerischen Simulation.
- Laboruntersuchungen, um die Reinigungswand dem Standort entsprechend zu dimensionieren und gezielt auf die vorhandene Kontamination abzustimmen / anzupassen.
- Untersuchungsprogramme, Probenahmestrategien und Analyseprotokolle, die sicherstellen, dass das Monitoring die hydraulische Situation und die geochemischen Wechselwirkungen umfasst.

Im Forschungsverbund RUBIN konnte an mehreren Standorten, die unterschiedliche Schadstoffzusammensetzungen sowie hydrologische und geochemische Bedingungen aufweisen, auch die langjährige Wirksamkeit von permeablen reaktiven Barrieren erfolgreich nachgewiesen werden.

## **RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DIE ANWENDUNG**

*(DIETMAR MÜLLER-GRABHERR - UMWELTBUNDESAMT GMBH, WIEN)*

In diesem Vortrag wurden die wesentlichen Rechtsgrundlagen beim Einsatz von permeablen reaktiven Wänden aufgezeigt. Das Wasserrechtsgesetz regelt in § 32 in unter anderem Bewilligungspflichten beim Einbringen von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen. Das wird durch die Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW) unter der Angabe von Stoffen mit Bewilligungspflicht (Anlage 3) bzw. Einbringungsverbot (Anlage 2) konkretisiert. Unter die bewilligungspflichtigen Stoffe fallen allgemein auch eutrophierende Stoffe, sauerstoffzehrende Stoffe sowie Stoffe, die auf den Geschmack und/oder den Geruch des Grundwassers eine abträgliche Wirkung haben. Damit ergibt sich für die direkte Einbringung reaktiver Materialien in das Grundwasser die Notwendigkeit eine Bewilligung. Eine direkte Einbringung dieser Stoffe ist möglich, wenn die Kontrolle über mögliche Reaktions- und Abbauprodukte gewährleistet ist, es sich nicht um „verbotene Stoffe“ laut QZV Chemie GW handelt, diese auch nicht entstehen können und eine signifikante sowie dauerhafte Verminderung der Schadstofffahne im Abstrom erreicht wird. Die Prüfung ist im Einzelfall standortspezifisch durchzuführen. Vorversuche sind im Allgemeinen empfehlenswert.

## **FALLBEISPIELE AUS ÖSTERREICH:**

### **15 JAHRE FUNNEL AND GATE "BRUNN AM GEBIRGE" – LANGZEITERFAHRUNGEN**

*(PETER NIEDERBACHER - ZT BÜRO DR. PETER NIEDERBACHER, KLOSTERNEUBURG)*

Im Rahmen des Workshops wurden zwei der sechs in Österreich bestehenden Sanierungen mit Funnel&Gate präsentiert. Die Ergebnisse der 15-jährigen Betriebserfahrung des Funnel&Gate Systems in **Brunn am Gebirge** wurden vorgestellt. Die Anlage besteht aus einer Dichtbarriere sowie aus vier In-situ-Großfiltereinheiten als Gates, die mit je 11 m<sup>3</sup> Formaktivkohle gefüllt sind und vertikal durchströmt werden. Der Durchfluss durch die Gates beträgt rund 40 bis 50 m<sup>3</sup> pro Tag und erfolgt rein passiv auf Grund des Gradienten zwischen anströmendem Grundwasser und dem als Vorflut dienenden Landschaftsteich. Die PAK-Konzentration des anströmenden Grundwassers kann klimatisch bedingt deutlich schwanken und betrug im Jahr 2013 360 µg/l. Insgesamt kam es in den 15 Betriebsjahren der Anlage zu keinen wesentlichen Problemen. Nach zwei Jahren wurde die oberste Aktivkohleschicht getauscht, da ein Biofilm in diesem Bereich die Infiltration stark reduzierte. Nach Füllung der Aktivkohle bis über den maximalen Grundwasserspiegel und der Anbringung einer flotierenden Luftpolyesterfolie, die den direkten Luft-Wasser-Kontakt minimiert, sind diese Probleme nicht mehr aufgetreten. Ebenso konnten während des 15-jährigen Betriebes keine Ausfällungen im Filterkörper beobachtet werden. Als Betriebskosten (ohne Anteil Aktivkohletausch) fallen im Jahr ca. 26.000 € an, die im Wesentlichen durch die chemischen Begleituntersuchungen bedingt werden. In nächster Zeit ist ein Teilaustausch der Aktivkohle geplant. Die Standzeit der Aktivkohle kann daher mit mindestens 15 Jahren angegeben werden.

### **DAS GESAMTSICHERUNGSKONZEPT – FALLBEISPIEL KOKEREI LINZ**

*(CHRISTOPH ANGERMAYER - VOESTALPINE STAHL GMBH, LINZ)*

### **TECHNISCHE AUSLEGUNG UND ERSTE ERGEBNISSE – FALLBEISPIEL KOKEREI LINZ**

*(GÜNTER HIRSCH - VOESTALPINE STAHL GMBH, LINZ / GREGOR GNJEZDA SV-BÜRO FÜR BODEN + WASSER GMBH, GALLNEUKIRCHEN)*

Zur Altlast „Kokerei Linz“ (PAK, BTEX, Cyanid; Start 07/2012) gab es zwei Vorträge, die sich mit der Planung sowie der technischen Umsetzung der Sanierung beschäftigten, sowie eine Exkursion auf das Kokereigelände, bei der die Sanierungsaktivitäten vor Ort besichtigt wurden. Neben einer Ex-situ-Bodenwäsche für die kontaminierten Bodenmaterialien aus der Altlast, einer Bodenluftabsaugung vor allem zur Dekontamination des Benzolschadens und einer Phasenabschöpfung sowohl von LNAPLs und DNAPLs in der gesättigten Zone, wird am Standort auch ein Funnel&Gate eingesetzt, um die aus den kontaminierten Bereichen ausgetragenen Schadstofffrachten zu erfassen (vor allem BTEX, PAK und KW). Dafür wurde eine Zweiphasenschlitzwand mit einer Gesamtlänge von 1.650 m und einer mittleren Höhe von ca. 12 m errichtet. Die Einbindung der Schlitzwand in den Stauer beträgt rund 1,5 m. In die Schlitzwand sind 12 aus Betonfertigteilen errichtete Gates eingebaut (siehe Abb. 1). Die durchströmte Fläche der Gates liegt zwischen 45 bis 80 m<sup>2</sup>. Die in die Gates eingesetzten Körbe wurden mit insgesamt rd. 1.800 m<sup>3</sup> Aktivkohle befüllt. Zur Auswahl der am besten geeigneten Aktivkohle wurden direkt am Standort Vorversuche durchgeführt. Die Standzeit der Aktivkohle ist durch den Schadstoff Benzol limitiert. Es werden Standzeiten zwischen 5 bis 10 Jahren erwartet. Ebenso wurde der Werkstoff für die Konstruktion der Gates vorab getestet. Da es bei Verwendung von Aktivkohle bei Stahl zu einer galvanischen Korrosion und damit verbundenen, beschleunigten Abrostrategie kommt, wurden die Gates aus Beton angefertigt. Die durch die Gates strömende Wassermenge liegt zwischen 265 und 740 m<sup>3</sup>/d bei einer Strömungsgeschwindigkeit in den Gates zwischen 8,4 und 23 m/d.



## **FALLBEISPIELE AUS DEUTSCHLAND**

### **RAHMENBEDINGUNGEN ZUR SICHERUNG & BAULICHE UMSETZUNG – EHEMALIGE TEERFABRIK LANG IN OFFENBACH**

*(CHRISTIAN WEINGRAN - HIM-ASG)*

### **VORUNTERSUCHUNGEN, TECHNISCHE AUSLEGUNG & ANLAUF-PHASE – EHEMALIGE TEERFABRIK LANG IN OFFENBACH**

*(AXEL MÜLLER - DVGW-TECHNOLOGIEZENTRUM WASSER – TZW)*

### **BETRIEBSERFAHRUNGEN – EHEMALIGE TEERFABRIK LANG IN OFFENBACH**

*(TOBIAS BARTELEN - CDM SMITH CONSULT GMBH, ALSBACH)*

Die Abstromsicherung des Grundwasserschadens auf der ehemaligen „**Teerfabrik Lang**“ in **Offenbach** (PAK, BTEX, NSO-Heterozyklen, Phenole) erfolgt über ein Funnel&Gate System, bei dem das Gate als Bioreaktor konzipiert ist. Dabei wird das zu reinigende Grundwasser zuerst durch einen Schrägklärer, der vor allem der Eisenfällung dient, und danach durch drei hintereinander geschaltete Bioreaktoren, gefüllt mit Kies der Körnung 2/8, geleitet. Eine optionale, nachgeschaltete Aktivkohlestufe wird auf Grund der guten Reinigungsleistung der Bioreaktoren derzeit nicht betrieben. Zwischen den einzelnen Gate-Elementen befinden sich Freiwasserzonen, in denen jeweils  $H_2O_2$  zudosiert wird. In der ersten Zone erfolgt außerdem die Zugabe von Nitrat. Die Schadstoffelimination findet zu einem großen Anteil bereits im Schrägklärer (50 – 60 %) statt. Der weitere Abbau erfolgt vor allem in den vordersten Bereichen der horizontal durchströmten Bioreaktoren. Eine Reduktion der Breite der Bioreaktoren ist daher durchaus machbar. Eine Reduzierung der Verweilzeit von derzeit rd. einer Woche auf 72 Stunden wäre denkbar ohne dass eine Verschlechterung der Schadstoffelimination zu erwarten ist. Der Zulauf des Grundwassers wurde von einer rein passiven Anströmung auf aktiven Pumpbetrieb umgestellt, vor allem um eine konstante Zudosierung, welche für die Reinigungsleistung entscheidend ist, gewährleisten zu können. Der derzeitige Durchsatz beträgt 300 L/h. Die auf Basis der chemischen Analytik nachweisbare Reinigungsleistung liegt bei mehr als 99 %. Ergänzend werden Ökotoxizitätstests (Leuchtbakterienhemmung) und mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt, die die Effektivität der biologischen Reinigung ebenfalls belegen. Die Betriebskosten sind mit rund 100.000 € pro Jahr zu veranschlagen.

### **FUNNEL-AND-GATE GASWERK MÜNCHEN – 10 JAHRE BETRIEBSERFAHRUNG**

*(JÖRG WEINDL - BFM UMWELT GMBH, MÜNCHEN)*

Die Funnel&Gate Anlage am **Standort „Gaswerk München“** besteht aus einer 1,2 km langen Dichtwand, die mit einer mittleren Tiefe von 28 m in den Stauer des zweiten Grundwasserstockwerks einbindet. In den vier Gates am Standort sind insgesamt 24 Filterbehälter installiert, die mit insgesamt  $350 m^3$  Aktivkohle befüllt sind. Die Entnahme des Wassers sowie die nachfolgende Abgabe an den Aquifer erfolgen über insgesamt 14 Horizontalfilterbrunnen in rein passiver Betriebsweise. Nach ca. 10 Jahren Betriebserfahrung ist nach wie vor eine gute Reinigungsleistung durch die Aktivkohlefilter gegeben (maximale Eingangskonzentration bisher ca.  $70 \mu g/L$  PAK, Reinigungsziel:  $0,2 \mu g/L$ ). Der mittlere Grundwasserdurchsatz beträgt ca.  $7.300 m^3/Tag$ . Durch die Einbindung der Dichtwand in den Stauer des zweiten Grundwasserstockwerkes wird dieser Aquifer aufgestaut. Hierdurch wird erreicht, dass in den Kontaktbereichen der beiden Grundwasserleiter (sog. „Tertiärfenster“) stets eine aufwärts gerichtete Grundwasserströmung vorliegt und somit eine Verlagerung von Schadstoffen in die Tiefe ausgeschlossen ist. Probleme verursachte bisher lediglich eine Durchwurzelung eines in 7 m Tiefe gelegenen Horizontalfilterbrunnens durch einen Sommerflieder, die behoben wurde. Die Standzeit für die Aktivkohle wurde auf 15 bis 20 Jahre abgeschätzt. Die Investitionskosten für das Funnel&Gate Bauwerk betragen insgesamt ca. 8,5 Mio €. Die Betriebskosten für die Anlage werden durch eine thermische Nutzung des gereinigten Grundwassers (Kühlung) mehr als wettgemacht.

## **FORSCHUNGSVORHABEN HALOCRETE (PETER FREITAG - KELLER GRUNDBAU, WIEN)**

Im Anschluss an die Fallbeispiele gab es im Rahmen der Präsentation über das Forschungsprojekt HALOCRETE, das von der Firma Keller Grundbau geleitet wird, einen Einblick in zukünftige Entwicklungen der Anwendung von elementarem Eisen (Fe(0)) zum reduktiven Abbau von chlorierten Kohlenwasserstoffen, sowie der Möglichkeiten der Herstellung von reaktiven Wänden mit Hilfe eines adaptierten Hochdruckinjektionsverfahrens, das bisher in der mechanischen Bodenverbesserung durch Zementinjektionen Anwendung findet. Das Ziel des Forschungsprojektes HALOCRETE ist es, mit Hilfe des Düsenstrahlverfahrens eine Herdsanierung an CKW-kontaminierten Standorten durchzuführen, wobei eine Eisensuspension vermischt mit Bindemitteln zur Gewährleistung der bodenmechanischen Festigkeit in den Untergrund verpresst wird. Um sicher zustellen, dass es durch die Zugabe der Bindemittel zu keiner Abnahme der Reaktivität des elementaren Eisens kommt, wurden Batchversuche im Labor durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass Zement und hydraulische Bindemittel die Reaktion zwischen CKW und Fe(0) nicht stört und dass Tone eine katalytische Wirkung auf die reduktive Dechlorierung von TCE besitzen. Im weiteren Projektverlauf werden Säulenversuche und eine Serie an Großversuchen durchgeführt, um die praktische Anwendung im Feld vorzubereiten.

## **POTENZIAL UND VORAUSSETZUNGEN FÜR DIE ANWENDUNG VON PASSIVEN / REAKTIVEN WÄNDEN IN ÖSTERREICH**

*(TIMO DÖRRIE - UMWELTBUNDESAMT, WIEN)*

Der Einsatz von permeablen reaktiven Wänden als Methode zur Sicherung kontaminierter Standorte in Österreich wurde bisher nur an sechs Standorten und immer mittels Aktivkohle befüllter Funnel&Gate-Anlagen realisiert. Demgegenüber gibt es in Deutschland neben zahlreichen Funnel&Gate-Systemen auch – als Pilotanlagen betriebene – vollflächig durchströmte Reinigungswände. Der deutsche Ingenieurtechnische Verein Altlasten (ITVA) stuft das Verfahren als "Stand der Technik" ein (ITVA 2010). Der ÖVA hat Adsorptive Wände als "anwendungsreife Technologien mit erhöhtem Marktpotenzial" und Reaktive und Katalytische Wände als "Technologien mit Entwicklungsbedarf und Potenzial" eingestuft. (ÖVA 2010)

Das Umweltbundesamt sieht für Permeable Wände durchaus ein Anwendungspotenzial für Österreich, insbesondere dann, wenn eine Sanierung technisch nicht möglich oder deren Kosten-Wirksamkeit nicht gegeben ist. Insgesamt werden für Österreich rund 260 kontaminierte Standorte abgeschätzt, für die eine Prüfung der Anwendung eines Funnel&Gates im Rahmen einer Variantenstudie zielführend erscheint. Es handelt sich dabei vor allem um MKW- und Teeröl- aber auch CKW-Standorte, die entweder sehr großflächig (> 10.000 m<sup>2</sup>) und damit nicht oder nicht effizient sanierbar sind, oder Standorte, die sich im städtischen, dicht bebauten Gebiet befinden und daher für eine Quellbehandlung nur schwer oder nicht zugänglich sind. Im Vergleich mit in der Vergangenheit häufig angewendeten Pump&Treat Maßnahmen wird angenommen, dass permeable Wände in der Gesamtbetrachtung effizienter sein könnten, da den vergleichsweise höheren Errichtungskosten einem wesentlich geringeren finanziellen Aufwand bei einem sehr langfristigen Betrieb gegenüberstehen. Ein tatsächlicher Kostenvergleich ist allerdings immer für den konkreten Einzelfall – z.B. im Rahmen einer Variantenstudie – durchzuführen. Abschließend wird empfohlen, aber auch bei in Betrieb befindlichen Funnel&Gates, zyklisch zu überprüfen, ob mit Fortschreiten der technologischen Möglichkeiten zwischenzeitliche Technologien existieren, die zumindest die Laufzeit einer Sicherung verkürzen, deren Betriebskosten reduzieren oder aber eine effiziente Sanierung des Schadens, im Schutz der Sicherung, möglich machen.

## WESENTLICHE UND BEMERKENSWERTE PUNKTE DER DISKUSSION

Bei allen in den Vorträgen präsentierten Systemen handelte es sich um Funnel&Gate-Anlagen, bei denen eine Kontrolle der ablaufenden Prozesse möglich ist und die auch einen mehr oder weniger einfachen Austausch des reaktiven Materials zulassen. Die Wichtigkeit von Steuer und Eingriffsmöglichkeiten wurde von den meisten Vortragenden explizit herausgestrichen und auch als ein relevanter Punkt bei der Absteckung der rechtlichen Rahmenbedingungen hervorgehoben.

Auf Beispiele für vollflächig durchströmte Reinigungswände sowie Gates mit elementarem Eisen, die vor allem in Nordamerika in zahlreichen Fällen vor allem für die Sanierung von CKW-Schäden errichtet wurden, wurde nur am Rande eingegangen.

Ein Schwerpunkt bei den eingesetzten Materialien lag eindeutig bei Aktivkohle als Adsorbens, welches insgesamt auch das am häufigsten eingesetzte Material im deutschsprachigen Raum mit dem größten Erfahrungsstand darstellt. Das mit einem Bioreaktor ausgestattete Gate zur Sicherung des Teerölschadens in Offenbach war die einzige vorgestellte Anlage, die ohne den Einsatz von Aktivkohle auskommt.

Bei allen übrigen Fallbeispielen handelte es sich ausschließlich um Teerölstandorte. Auf die Sicherung von CKW-Schäden, u.a. unter Einsatz von Eisenwänden wurden nicht vertieft eingegangen, deren erfolgreicher Einsatz wurde nur am Rande kritisch hinterfragt.

Eine häufige gestellte Frage bezog sich auf die Standzeit der Aktivkohle, da diese auch als wesentlicher Kostenfaktor mitkalkuliert werden muss. Die Angaben dazu lagen zwischen 5 bis 10 Jahren (Kokerei Linz) und 15 bis 20 Jahre (Gaswerk München). Es wurde darauf hingewiesen, dass die Aktivkohlefilter nicht überdimensioniert werden dürfen, um eine für eine effiziente Reinigung geeignete Strömung im Filterkörper zu erreichen. Maßgeblicher Parameter für die Strandzeit war bei nahezu allen Gates Benzol.

Alle Vortragende betonten, dass im Vorfeld umfangreiche Untersuchungen sowohl des (hydro)geologischen Umfeldes als auch zum Ausmaß der Kontamination getätigt wurden und unverzichtbar sind. Weiters wurde auf die Wichtigkeit eines guten Grundwassermodells hingewiesen. Die Wirksamkeit des reaktiven Materials sollte unbedingt in Labor- und Technikumsversuchen sowie vor Ort mit dem jeweiligen kontaminierten Grundwasser ausgetestet werden. Ein Eintritt von Schadstoffphase in den Gatebereich ist auf jeden Fall zu verhindern, da dadurch die Filterkapazität sehr rasch erschöpft werden würde, bzw. ein Durchbruch von Phase sehr wahrscheinlich wird. Weiters wurde mehrmals auf technische Detail betreffend die Anbindung zwischen Fenster und Leitwand hingewiesen.

Ein häufiger Punkt in der Diskussion war die Frage nach den Kosten (sowohl Investitions- als auch Betriebskosten). Die Angaben zu den Betriebskosten sind auf Grund der unterschiedlichen Dimensionen der präsentierten Projekte relativ schwer zu vergleichen, was vor allem daran liegt, dass nicht definiert ist, welche Kosten zu erfassen sind. Die Angaben lagen dabei zwischen 12.000 €/Jahr (Analysekosten) beim einem Funnel&Gate-System und 1 Mio € für den Betrieb einer anderen Anlage. Um hier klarere Aussagen treffen zu können, wäre es notwendig, die Betriebskosten sowohl auf die gereinigte Menge an Grundwasser als auch auf die reduzierte Schadstofffracht zu normieren, sowie festzulegen, welche Kosten unter Betriebskosten fallen. Diesbezüglich hervorzuheben ist die durch die thermische Nutzung des Grundwassers bewirkte Kostenersparnis am Standort „Gaswerk München“, die die Betriebskosten deutlich übersteigt. Die Betriebskosten des Bioreaktors in Offenbach scheinen in Bezug auf den relativ geringen Durchstrom hoch. Allerdings handelt es sich bei dieser Anlage derzeit noch um eine Pilotanlage mit Forschungscharakter, die nicht die Sicherung des gesamten Altstandortes erfasst. Bei einer Ausweitung der Anlage auf Vollbetrieb ist hier noch mit einer deutliche Reduktion der auf die Durchsatzleistung bezogenen Betriebskosten zu rechnen.

## FAZIT FÜR EINE ANWENDUNG IN ÖSTERREICH

Permeable reaktive Wände stellen für Österreich aus Sicht des ÖVA eine sinnvolle Sicherungsmethode dar, deren Anwendung im Rahmen von Variantenstudien für Sanierungen geprüft werden sollte. Vor allem der Abbau von Schadstoffen in Bioreaktoren scheint ein hohes Entwicklungspotential zu haben. Um die Planungssicherheit für zukünftige Anwendungen zu erhöhen, wird vorgeschlagen Kriterien zu definieren an Hand derer sowohl die Errichtungskosten, als auch vor allem die Betriebskosten zwischen verschiedenen Standorten besser verglichen werden können und diese Kennzahlen idealerweise in einer Datenbank öffentlich einsehbar zu machen.

## WEITERFÜHRENDE LITERATUR UND WEB-LINKS

BMLFUW (2007) Altlastensanierung in Österreich – Effekte und Ausblick. Hrsg.: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VI/3, Abfallbehandlung und Altlastensanierung, Wien, Oktober 2007.

<http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/61109/7008/>

BMLFUW (2009) Leitbild Altlastenmanagement – Sechs Leitsätze zur Neuausrichtung der Beurteilung und Sanierung von kontaminierten Standorten. Hrsg.: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VI/3, Abfallbehandlung und Altlastensanierung, Wien, Mai 2009. <http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/80289/1/7008>

Burmeier H., Birke V., Ebert M., Finkel M., Rosenau D., Schad H. (2006) Anwendung von durchströmten Reinigungswänden zur Sanierung von Altlasten" (ed. Universität Lüneburg), 471 Seiten, Anhänge. <http://www.rubin-online.de/deutsch/bibliothek/downloads/index.htm>

ITVA (2010) Arbeitshilfe – H1-13: Innovative In-situ-Sanierungsverfahren. ITVA – Ingenieurtechnischer Verband für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e.V., Berlin, Juni 2010. <http://www.itv-altlasten.de/262.0.html>

ÖVA (2010) Technologiequickskan – In-situ-Technologien. ÖVA – Österreichischer Verein für Altlastenmanagement, Wien Mai 2010. [http://cms.altlastenmanagement.at/documents/publikationen/oeva\\_quickscan\\_juni2010.pdf](http://cms.altlastenmanagement.at/documents/publikationen/oeva_quickscan_juni2010.pdf)

Tagungsband des 4. ÖVA Technologieworkshops „Permeable/Reaktive Wände“. ÖVA – Österreichischer Verein für Altlastenmanagement, Wien März 2014. <http://www.altlastenmanagement.at/home/wp-content/uploads/Tagungsunterlagen-4.-ÖVA-Techn.workshop.pdf>

<b>Autoren:</b>	Bernhard Wimmer, Thomas G. Reichenauer (AIT Austrian Institute of Technology GmbH)
<b>Experten:</b>	ÖVA-Experten 2013 - 2015

Die Inhalte der Kurzfassungen zu den Einzelvorträgen wurden mit den jeweiligen Vortragenden abgestimmt und durch diese freigegeben. Eine vertiefte Prüfung der dargestellten Ergebnisse erfolgt durch den ÖVA nicht. Der ÖVA sowie die Experten übernehmen keine Verantwortung für Inhalt und Richtigkeit der Nachlese.