VEGAS VERSUCHSEINRICHTUNG ZUR GRUNDWASSER- UND ALTLASTENSANIERUNG

H. Kobus, G. Teutsch, H.-P. Koschitzky, O. Cirpka
Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart

1. Kurzfassung

Die Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung *VEGAS*, die derzeit an der Universität Stuttgart gebaut wird, wird aus einer Versuchshalle mit mehreren großmaßstäbliche Versuchsständen bestehen. Der Bau von *VEGAS* wird vom Bundesminister für Forschung und Technologie BMFT und vom Umweltministerium des Landes Baden-Württemberg im Rahmen des Projektes Wasser-Abfall-Boden PWAB finanziert und steht allen interessierten Forschungsnehmern aus der Bundesrepublik offen. *VEGAS* verfolgt im wesentlichen zwei Ziele:

1) Entwicklung und Optimierung von in-situ Sanierungsverfahren,
2) Prozeßforschung zum Schadstoffverhalten im Untergrund.

2. Warum sind großmaßstäbliche physikalische Modelle notwendig?

Bei realen Schadensfällen sind Angaben über die Schadstoffmenge und –verteilung, sowie über wichtige Parameter zur Beschreibung des Untergrundes wie Durchlässigkeit, organischer Kohlenstoffgehalt, pH oder Redoxpotential nur in unzureichender Genauigkeit verfügbar. Deshalb können bei Altlastensanierungen keine genauen Massenbilanzen erstellt und keine zufriedenstellende Aussagen über den Sanierungserfolg getroffen werden. Das Einbringen von Schadstoffen in den Untergrund ist durch das Wasserhaushaltsgesetz strikt untersagt. Es besteht somit keine Möglichkeit, *in-situ* Sanierungsverfahren bei genau definierten Ausgangsbedingungen an Feldstandorten zu untersuchen. Selbst das Einbringen von Hilfsstoffen wie alternativen Elektronenakzeptoren, Nährstoffen oder Extraktionsmitteln stößt bei der Wasserwirtschaftsverwaltung auf starke Bedenken.

Andererseits können Versuchsergebnisse aus klassischen, kleinmaßstäblichen Laborversuchen nur bedingt auf reale Schadensfälle übertragen werden. Der natürliche Untergrund ist normalerweise sehr heterogen strukturiert und im Detailaufbau unbekannt. Die Aussagekraft von Untersuchungsergebnisse aus Batch- und Säulenversuchen mit homogenen Material muß somit in Frage gestellt werden.

VEGAS versucht diese Lücke zu schließen. Die großmaßstäblichen Versuchsstände können geschüttetes Material oder ungestörte Bodenkörper enthalten. Künstliche Heterogenitäten können in definierten oder zufälligen Strukturen eingebaut werden. Im Gegensatz zu Feldversuchen werden jedoch die Untersuchungen unter definierten Bedingungen durchgeführt. Ein weiterer Vorteil großmaßstäblicher Versuche besteht darin, daß technisches Gerät, wie es in der Praxis verwendet wird, direkt im Labor benutzt und unter naturähnlichen Bedingungen getestet werden kann. *VEGAS* leistet somit einen wesentlichen Beitrag zum Technologietransfer im Bereich der Altlastensanierung.

3. Technische Einzelheiten

Bild 1 zeigt schematisch den Aufbau für einen Versuchsbehälter. Der größte Behälter wird Dimensionen von 18m x 9m x 5m aufweisen, er kann zur Nachbildung einer Grundströmung horizontal durchströmt werden und wird zur Vermeidung der Adsorption von organischen Substanzen in Edelstahl ausgeführt. Die Behälter können, soweit erfoderlich, nach oben dicht abgeschlossen werden. Zur Reinigung des Kreislaufwassers und der Abluft steht eine zentrale Aufbereitungsanlage zur Verfügung. Der große Versuchsbehälter kann in

F. Arendt, G.J. Annokkée, R. Bosman und W.J. van den Brink (Hgg.), Altlastensanierung '93, 1439–1441.
Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

mehrere Segmente unterteilt werden. Daneben werden weitere Versuchsbehälter zur Verfügung stehen: Behälter in der Größenordnung 3m x 3m x 3m für dreidimensionale Experimente, schmale Rinnen zur Untersuchung von sequentiellen Prozessen in einer Grundströmung, sowie Lysimeter mit ungestörten Bodenkörpern, in denen Infiltrationsexperimente durchgeführt werden können.

VEGAS-Experimente können von Forschungsinstituten und gewerblichen Nutzern aus dem gesamten Bundesgebiet durchgeführt werden. Hierzu gehören Anbieter von Sanierungstechnologien, Ingenieurbüros und Umweltabteilungen großer Industrieunternehmen.

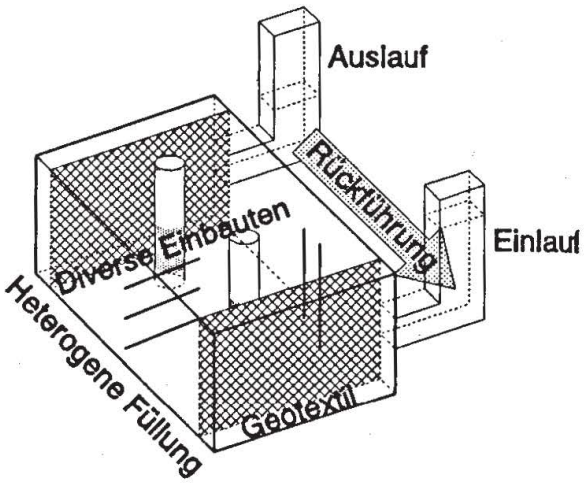

Bild 1 *Aufbau eines Versuchsstandes*

4. Einige Forschungsschwerpunkte in *VEGAS*

4.1. Schadstoffverhalten im Untergrund

Schadstofftransport und -umwandlungen in heterogenen Systemen
Am Beispiel der PAK's soll das effektive Verhalten von Schadstoffen im Untergrund untersucht werden. Ein Projekt wird sich mit der Stoffübertragung in definiert heterogenen Systemen beschäftigen, ein Projekt mit dem Einsatz von Tensiden und Lösungsvermittlern und ein weiteres mit dem Problem der Bioverfügbarkeit von PAK's.

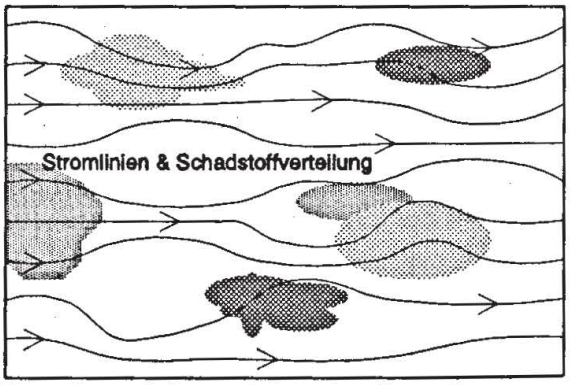

Bild 2 *Stromlinien und Schadstoffverteilung*

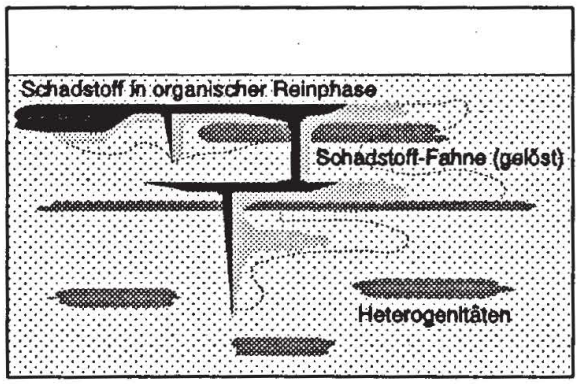

Bild 3 *Infiltrationsverhalten von organischen Reinphasen mit hoher Dichte*

Mehrphasenströmung im Untergrund
In diesem Forschungsverbund sollen Meßtechniken zur Detektion von organischen Reinphasen optimiert und Experimente zur gleichzeitigen Infiltration von Wasser und organischer Reinphase in einem ungestörten Bodenkörper durchgeführt werden. Mehrphasenströmung und Transport der gelösten Komponenten sollen numerisch modelliert und der Programmcode anhand der Experimente optimiert und validiert werden.

4.2. Entwicklung von *in-situ* Sanierungstechnologien

Vergleich verschiedener hydraulischer Anordnungen
Die Extraktion organischer Reinphasen unter der Verwendung von Tensiden und der *in-situ* Abbau von Schadstoffen soll für verschiedene hydraulische Anordnungen wieZirkulationsbrunnen, 4-Brunnen-Anordnung etc. verglichen werden.

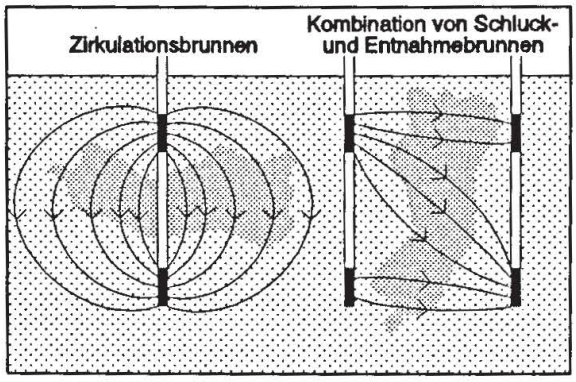

Bild 4 *Mögliche Brunnenanordnungen*

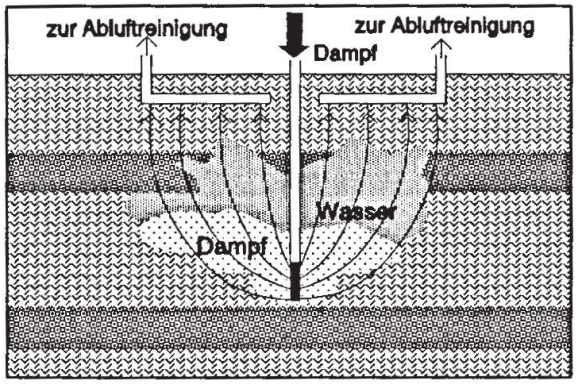

Bild 5 *In-situ Dampfextraktion*

Thermische Unterstützung der Bodenluftabsaugung
Experimente zur thermischen Mobilisierung von schwerflüchtigen Schadstoffen durch die Injektion von Dampf und Heißluft sollen mit der konventionellen Bodenluftabsaugung verglichen werden. Die Untersuchungen werden sich auf die Mobilisierung der Reinphase durch den hohen Druckgradienten an der Kondensationsfront und auf den Einfluß heterogener Strukturen auf die Effizienz des Verfahrens konzentrieren.

Optimierung der mikrobiologischen in-situ Sanierung
Die Zugabe von Nährstoffen und Elektronenakzeptoren sollen im großmaßstäblichen Experiment optimiert und die Ergebnisse mit Batch- und Säulenversuchen verglichen werden. Die Untersuchungen dienen der Evaluierung skalenabhängiger Parameter für den biologischen Abbau.

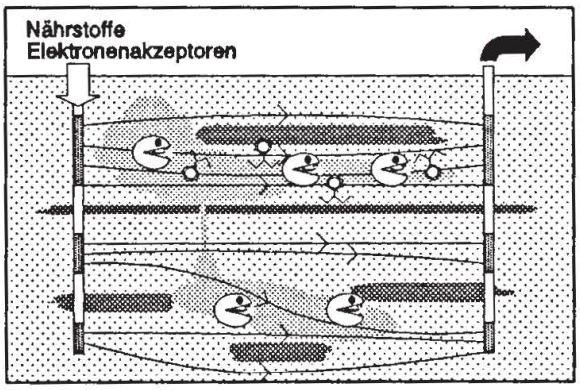

Bild 6 Biologische in-situ Sanierung