

Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung

Hans-Peter Koschitzky

VEGAS, Versuchseinrichtung zur Grundwasser-
und Altlastensanierung, Universität Stuttgart
ITVA Fachausschuss H1: *Technologien und Verfahren*
Arbeitskreis *Innovative In-situ-Sanierungsverfahren*



Altlasten und Schadensfälle – Neue Entwicklungen



24./25. Mai 2011, Wetzlar



Weshalb und für wen eine ITVA Arbeitshilfe ?

- Identifikation Erfolg versprechender und bereits erfolgreich angewandter innovativer In-situ-Sanierungsverfahren
- Analyse und Bewertung ihrer Einsatzmöglichkeiten
- Darstellung in Form von systematischen Datenblättern
- Verfahren mit mindestens einer dokumentierten Pilotanwendung
- Arbeitshilfe = unabhängige, wertfreie Darstellung der Verfahren
- Anwendung und Akzeptanz der Verfahren verbessern
- Auswahl eines geeigneten In-situ-Sanierungsverfahrens erleichtern

Zielgruppe: Fachleute und Sachverständige aus dem Umweltbereich, Behördenvertreter sowie Sanierungspflichtige

Aufzeigen / Hilfestellung:

Was können innovative In-situ-Sanierungsverfahren leisten

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2011, Wetzlar 2

Was ist innovativ ?

Ein **innovatives Sanierungsverfahren** ist ein Verfahren, das einen Entwicklungsstand erreicht hat, der seine **praktische Eignung** im Sinne einer **umweltverträglichen, effizienten Anwendung** gesichert erscheinen lässt, aber das **noch nicht** dem Stand der Technik und/oder den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht

- **Innovativ kann auch eine Kombination mehrerer Verfahren sein**
- **Innovative Verfahren sollten zum Stand der Technik bzw. zu allgemein anerkannten Regeln geführt werden**

Sanierungsverfahren die Schadstoffe biologisch, chemisch oder physikalisch aus dem Boden oder Grundwasser entfernen, in unschädliche Stoffe umwandeln oder ggf. deren Ausbreitung langfristig verhindern

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2011, Wetzlar 3

Aufbau und Gliederung der Arbeitshilfe

1. **Veranlassung und Zielsetzung**
 2. **Einführung**
 3. **Begriffe und Definitionen**
 4. **Rechtliche Rahmenbedingungen**
 5. **Anwendungsvoraussetzungen**
 6. **Beurteilungskriterien**
 7. **Physikalische Verfahren**
(für die ungesättigte Bodenzone und die gesättigte Bodenzone)
 8. **Biologische Verfahren**
 9. **Chemische Verfahren**
 10. **Durchströmte Reinigungswände (PRB)**
 11. **Fazit und Ausblick (Empfehlungen)**
 12. **Literatur**
 13. **Glossar**
- Anhang:** Zusammenfassung der Verfahrensbewertungen
Verzeichnis relevanter Rechtsnormen und Regelwerke
Arbeitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2011, Wetzlar 4

Welche Verfahren → Verfahrenssystemantik

- Physikalische Verfahren
- Chemische Verfahren
- Biologische / Mikrobiologische Verfahren
- Durchströmte Reinigungswände (PRB)

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2001, Wetzlar 5

Physikalische Verfahren

- Physikalische Vorgänge führen zu einer Änderung der Lage und der äußeren Form eines Stoffes
- Änderung des Aggregatzustandes (flüssig – gasförmig)
- Mobilisierung oder die Solubilisierung (in Lösung gehen von Stoffen)
- Physikalische Verfahren für die **ungesättigte Bodenzone**
Thermisch unterstützten Boden-Luft-Absaugung TUBA (Dampf-Luft-Injektion), Feste Wärmequellen (THERIS), Multi-Phase- & Dual Phase Extraction und Elektrokinetik
- Physikalische Verfahren für die **gesättigte Bodenzone**
Airsparging, Dampf-Luft-Injektion (DLI) insbesondere zur Sanierung von CKW-Schadstoffquellen, Alkoholspülung (Alkohol-Cocktail), Tensidspülung

© VEGAS

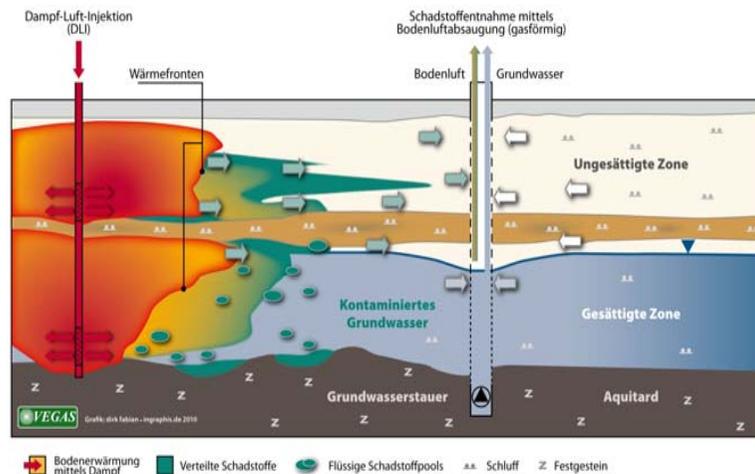


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2001, Wetzlar 6

Physikalische Verfahren



Thermische Verfahren für die ungesättigte und gesättigte Bodenzone

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2001, Wetzlar 7

Biologische Verfahren

- Schadstoffe werden durch die Mikroorganismen im Grundwasser direkt abgebaut
- Keine Extraktion (Förderung) von Schadstoffen mit anschließender On-site-Reinigung (Wasseraufbereitung etc.)
- Zugabe (Injektion) von Nährstoffe oder speziellen Mikroorganismen
- Aerobe und anaerobe Verfahren
- Stimulierung des Abbaus nicht chlorierter Kohlenwasserstoffe: Biosparging, Wasserstoffperoxid (H₂O₂)-Zugabe, ORC®, iSOC™, Oxywall (aerober Abbau), Nitratzugabe zum anaeroben Abbau
- Stimulierung des Abbaus chlorierter Kohlenwasserstoffe (CKW): Zugabe von Melasse, organischen Säuren, Alkohole und HRC® für den anaeroben LCKW-Abbau, (reduktive Dechlorierung), Methan-Biostimulation (aerober LCKW-Abbau)

© VEGAS

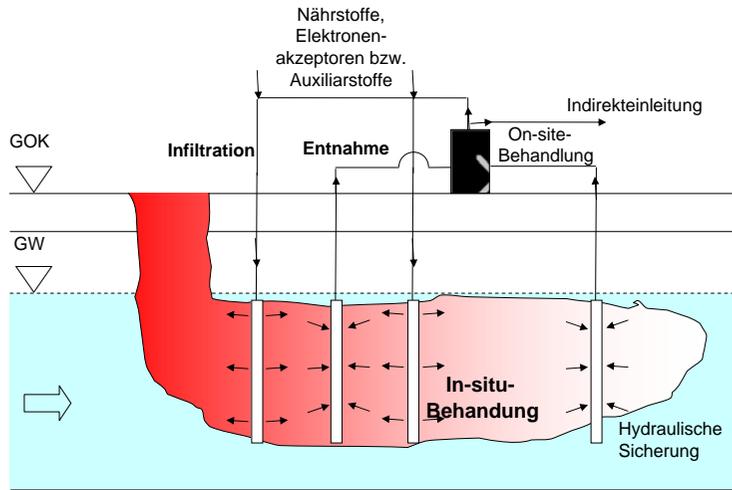


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2001, Wetzlar 8

Biologische Verfahren



Kombination aus hydraulischer Förderung mit physikalischer On-site-Wasserreinigung und biologischem In-situ-Sanierungsverfahren

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 9

Chemische Verfahren

- Schadstoffe werden durch Zugabe eines chemischen Oxidationsmittels durch „kalte Verbrennung“ abiotisch zerstört
- Ziel ist die vollständige Umsetzung zu umweltneutralen Stoffen
- Oxidations-Reaktion erfolgt im Grundwasserleiter sehr schnell, sobald/sofern wirksamer Kontakt Oxidationsmittel und organischer Schadstoff hergestellt
- In-situ-chemische-Oxidation – ISCO
 - technische Machbarkeit und Realisierbarkeit unterscheidet sich je nach Oxidationsmittel: Kalium-/Natriumpermanganat, Fentons Reagenz, Persulfat und Ozon
- In-situ-chemische-Reduktion - ISCR
 - Metallisches Eisen als wirksames Reduktionsmittel, In-situ-Einsatz über Nano- und Mikroisen-Injektion, ISCR von Chrom VI

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 10

Chemische Verfahren

ISCO-Verfahren	Schadstoff		Boden-/Prozessparameter	
	geeignet	ungeeignet	Günstig	ungünstig
Fentons Reagenz	CKW BTEX niedermolekulare PAK Kurzketttige Aliphaten Freie Cyanide	PCB hoher molekulare PAK Langkettige Aliphaten Cyanid-Komplexe	2 < pH < 6 Org. Subst. gering Permeabilität hoch Heterogenität gering	pH > 6 Org. Subst. hoch Permeabilität gering Heterogenität hoch
Ozon	CKW (Halogen- Alkene) BTEX niedermolekulare PAK	Halogen- Alkane PCB höher molekulare PAK	pH niedrig Bodenfeuchtigkeit gering Permeabilität hoch Heterogenität gering	pH hoch Bodenfeuchtigkeit hoch Permeabilität gering Heterogenität hoch
Permanganat	CKW (Halogen- Alkene) Toluol, Xylol Ethylbenzol,	Halogen- Alkane Benzol MKW PAK, PCB, Cyanide	Permeabilität hoch Heterogenität gering Permeabilität hoch Heterogenität gering	Permeabilität gering Permeabilität Gering Heterogenität hoch
Persulfat (nicht aktiviert)	CKW (Halogenalkene) Toluol, Xylol Ethylbenzol, kurzkettige MKW	Halogen- Alkane Benzol langkettige MKW PCB	Permeabilität hoch Heterogenität gering	Permeabilität gering Heterogenität hoch
Persulfat (aktiviert)	CKW (Halogenalkane u. -alkene) BTEX kurzkettige MKW niedermolekulare PAK	PCB langkettige MKW höher molekulare PAK	Permeabilität hoch Heterogenität gering	Permeabilität gering Heterogenität hoch



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 11

Durchströmte Reinigungswände (PRB)

- Schaffung definierter reaktiver Zonen (Reaktor) im Untergrund zur In-situ-Dekontamination des durchströmenden Grundwassers
- Passives Verfahren, natürlicher „Grundwasserfluss“ durchströmt Reaktor
- Alternative zu aktiven hydraulischen Sicherungsmaßnahmen (P&T)
- Langzeitsicherung bei Schadstoffquellen, bei denen eine Dekontamination innerhalb eines überschaubaren Zeitrahmens nicht möglich ist
- Prinzipiell auch zur Sanierung von „abgerissenen“ Fahnen oder als Vorsorge-Maßnahme zum Schutz von sensiblen Grundwassernutzungen

Erfahrungen aus / Bezug zu RUBIN, Details RUBIN-Handbuch

© VEGAS

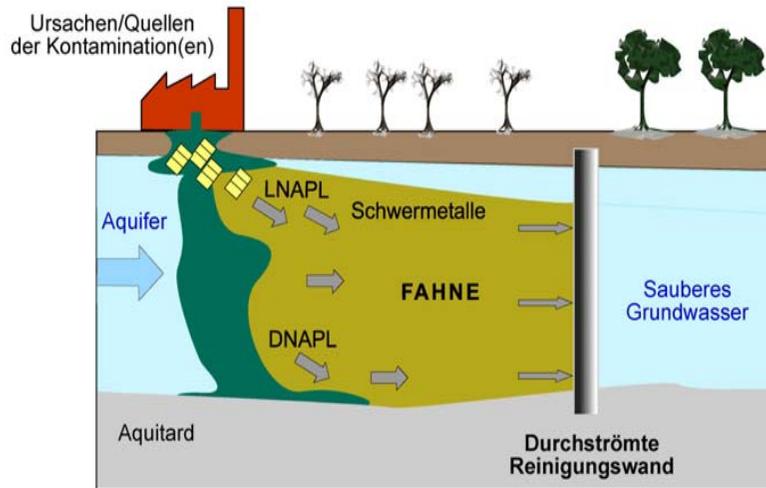


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 12

Durchströmte Reinigungswände



Prinzip Permeable Reactive Wand (PRB) (aus RUBIN-Handbuch)

© VEGAS

Auskunft und Hilfestellung - Verfahrensblätter der Arbeitshilfe

Verfahrensname	
Prinzip	(ggf. Bild, Skizze o.ä.)
<i>Beschreibung der wirksamen Prozesse</i>	
Aufbau und Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> - Verbale technische Beschreibung des Verfahrens und ggf. Verfahrensschema mit vollständiger Quellenangabe - Verfahrenskomponenten, besondere Verfahrenscharakteristik - Begleitende, erforderliche Komponenten wie Grundwassersicherung, BLA, etc.
Verfahrensspezifischen Planungsgrundlagen	<p>Untersuchungsergebnisse (z.B. Erkundung, Voruntersuchungen), die über die im Kap. 5 genannten (OU, DU, etc.) zwingend erforderlich sind</p>

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 13



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 14

Verfahrensblatt der Arbeitshilfe (2)

Anwendungsbereich

- Quelle oder Fahne
- Bodenzone (ungesättigte Bodenzone, GW-Schwankungsbereich, gesättigte Bodenzone)
- Geologie und Hydrogeologie des Standortes
- Geochemische und hydrochemische Standortbedingungen
- Art und Umfang der Kontamination - Schadstoffe (gut, bedingt, ungeeignet)
- Art des Aquifers Poren-GWL, Kluftaquifer
- ...

Anwendungsgrenzen

Grenzen mit Bezug auf den Anwendungsbereich, Einschränkungen des Anwendungsbereichs z.B. Leichtphasen, Schwerphasen, Einzelsubstanzen aus Stoffgruppe des Anwendungsbereichs, K_f -Werte, Grundwasserchemismus, Schluffschichten, starke Inhomogenitäten, etc.

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 15

Verfahrensblatt der Arbeitshilfe (3)

Besonderheiten, Hinweise, Risiken

- Unkontrollierte Schadstoffmobilisierung
- Explosionsfähige Gemische
- Methabolenbildung
- Besonderer Arbeitsschutz
- etc.

Entwicklungsstand

- Pilotphase, Entwicklungsphase
- Stand der Technik etc. in Deutschland / Europa (?) / USA (??)

Rechtliche Hinweise

Besonderheiten die über Kap. 4 hinaus gehen

Hinweis: Die Genehmigungsvoraussetzungen und die Art der erforderlichen Genehmigungen sind im Einzelfall mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

© VEGAS

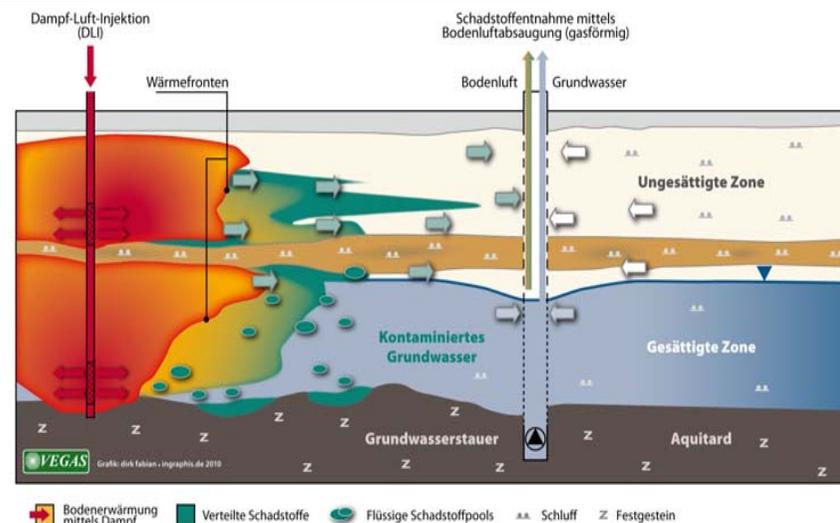


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 16

Thermisches In-situ-Sanierungsverfahren, Dampf-Luft-Injektion



© VEGAS

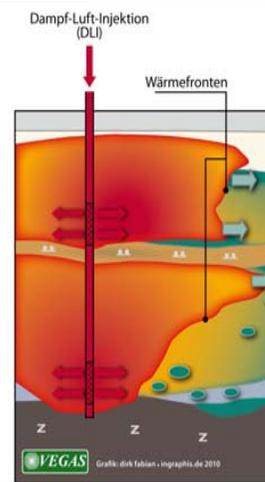


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 21

Einsatzbereiche Dampf-Luft-Injektion



© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 22

Einsatzbereiche

DNAPL und LNAPL, leicht- und mittelflüchtig, Siedetemperaturen < 180°C

UZ: Lockergestein mit mittlerer bis guter Durchlässigkeit (Schluff → Kies)

GZ: Porengrundwasserleiter (Sand bis Schluff) mit k_f : 5×10^{-5} bis 1×10^{-3} m/s

Thermische Reichweite GZ

➤ Durchlässigkeiten: $0,5 - 5 \times 10^{-4}$ m/s

➤ Dampfausbreitung: 3 - 5 m Radius mit 150 kg/h Sattdampf

➤ anisotrope Schichtung vorteilhaft

Dampf-Luft-Injektion: VEGAS-Demos/Pilotierungen

Technologie-Transfer durch Pilot Anwendungen in Deutschland seit 1998

- 1998 **Plauen ehemalige Benzol-Verladestation (UZ, vadose)** : BTEX, sandiger Schluff (UZ, -2,5 bis -4,5 m) über kiesig/sandigem GWL
- 1998 **Mühlacker Sondermülldeponie (UZ)** : CKW, verwitterte Ton-/Mergelsteine (Gipskeuper) getrennt durch Schichtwasserhorizont (-15m u. GOK, DRM-Aquifer bei -30 m)
- 2004 **Albstadt ehemalige metallverarbeitender Betrieb (UZ / GZ)**: CKW, schluffig/tonig (-3,8 m), durchlässiger Kalkstein (-5,6 m) über Mergelgestein
- 2005/06 **Durlach ehemalige chemische Reinigung (GZ, vadose, UZ)**: CKW (PER) in schluffig, sandigem Kies mit Schlufflagen (bis -9 m)
- 2008 **Zeitz, ehemaliges Hydrierwerk & Verladestation (GZ, vadose, UZ)**: Benzol, kiesig/sandig, Schlufflage, sandig/kiesig (-12 m) über Kohlekomplex
- 2009 **Biswurm ehemalige Verbrennungsanlage (GZ, vadose, UZ)**: CKW, geklüfteter Sandsteinaquifer, (Tonsteinbasis -21 m)

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 23

Standort Karlsruhe Durlach



Pilotanwendung DLI und Sanierung

Hans-Peter Koschitzky¹
Oliver Trötschler¹
 Steffen Ochs²
 Stephan Denzel³
 Kai Stöckl⁴
 Claudia Purkhold⁴

¹ VEGAS Universität Stuttgart
² IWS LH² Universität Stuttgart
³ dplan gmbh, Karlsruhe
⁴ Stadt Karlsruhe



Stadt Karlsruhe Umwelt- u. Arbeitsschutz

© VEGAS

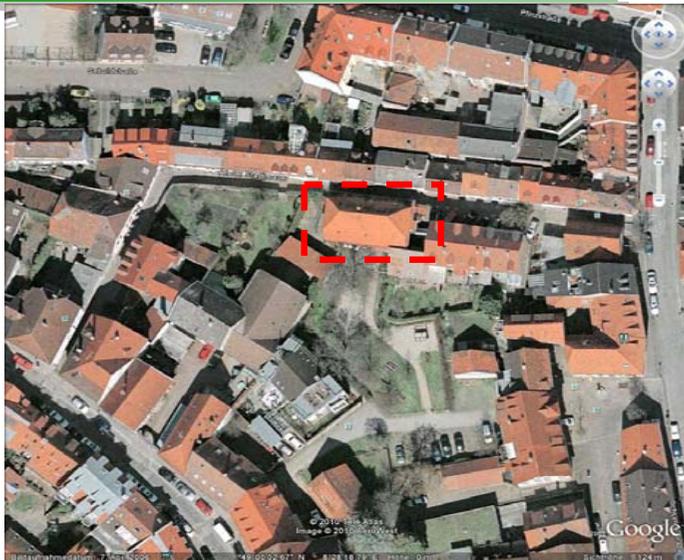


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 24

Pilot-Standort Karlsruhe Durlach



© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 25

Standortbeschreibung

Altstadt Karlsruhe-Durlach

historisches Gebäude, eng bebautes Wohngebiet



Ehemalige chem. Reinigung

Schadstoffquelle PCE
Schluffschicht in ungesättigter Zone, Kapillarsaum und gesättigte Zone bis ca. 5 m u. GOK

Grundwasserschaden
Fahnenlänge: > 300 m
PCE Konzentration bis 350 µg/L

Schadstoffgehalte
bis 3800 mg/kg (in Schluff),
bis 60 mg/l im GW

© VEGAS

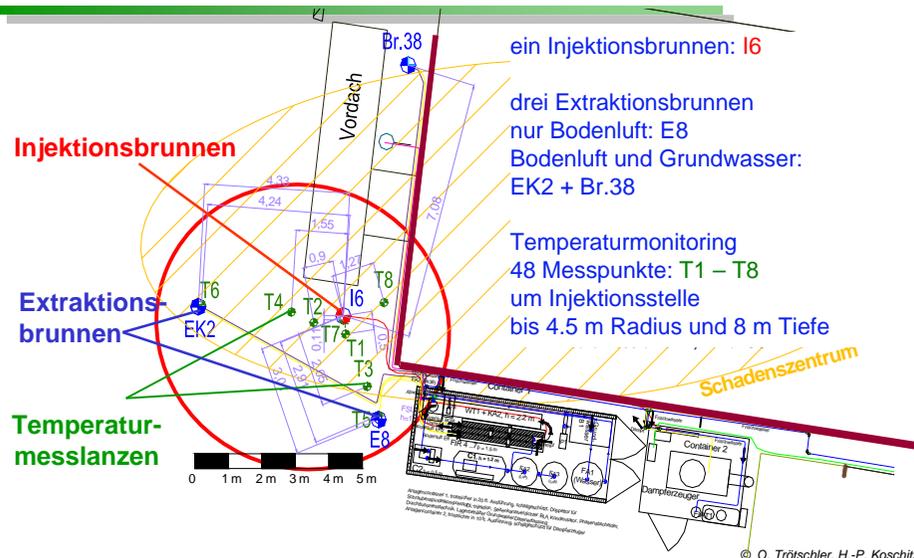


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 26

Pilot – Testfeld: Ausstattung

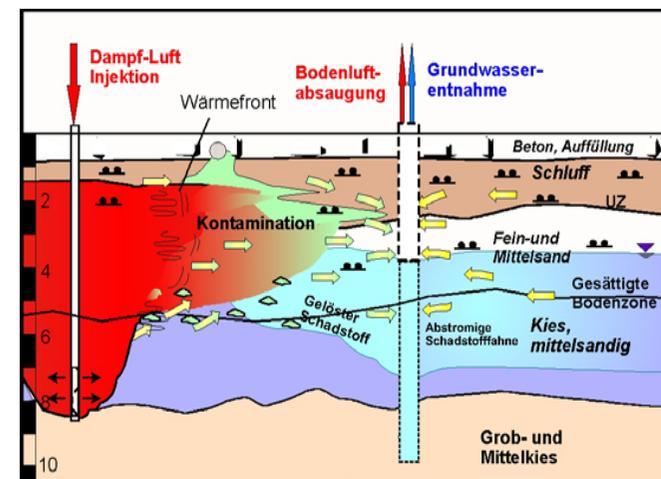


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 27

Geologie und Sanierungskonzept



Rheintallage: Quartärer, fluvialer Aquifer

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



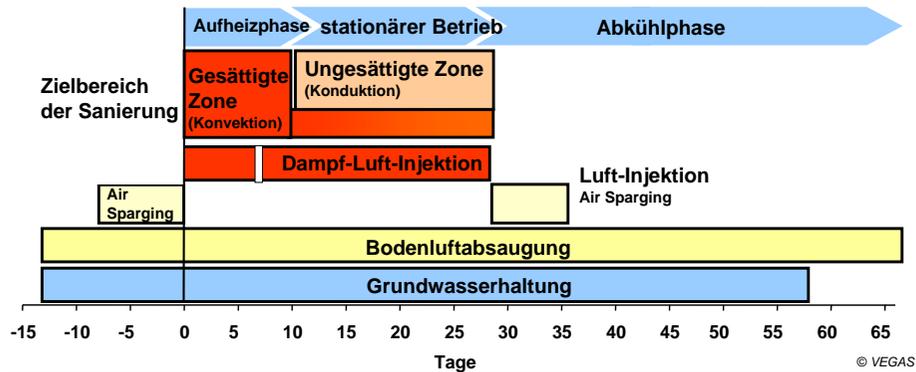
Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 28

Ablauf der Pilotsanierung

Betriebsweise an Sanierungsfortschritt angepasst

→ kontinuierliche Schadstoffmessung

→ Bestimmung der Wärmeausbreitung



© VEGAS

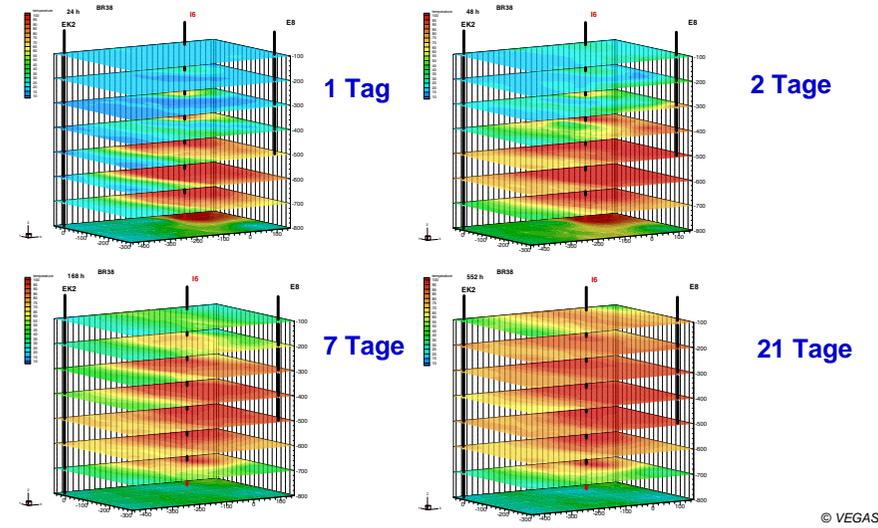


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 29

Dampfausbreitung - Temperaturmessungen



© VEGAS

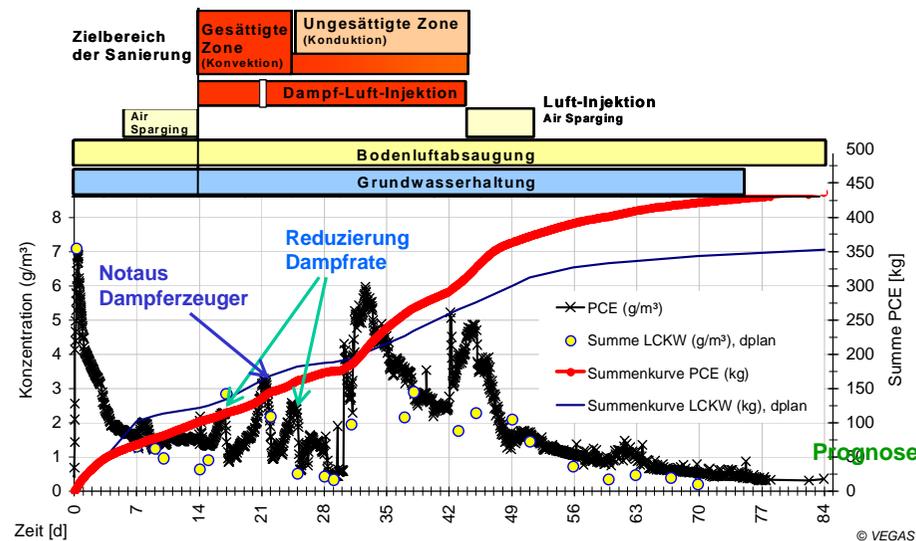


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 30

Massenbilanz Schadstoffaustrag



© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



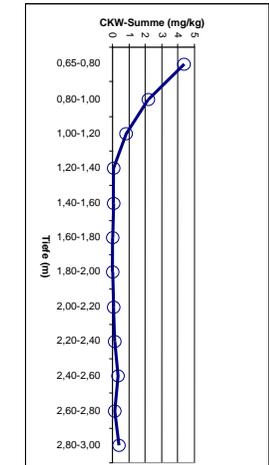
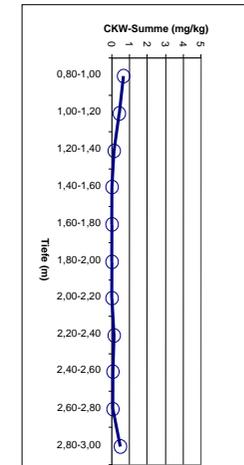
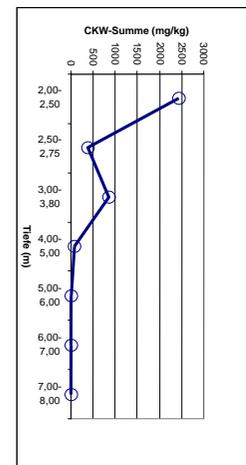
Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 31

Bodenproben vor & nach Pilot-Sanierung

Sondierung Injektionsbr. I6 vor Sanierung

Sondierung 1,5 m Abstand zu I6 nach Sanierung

Sondierung 3 m Abstand zu I6 nach Sanierung



© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 32

Zusammenfassung Pilotanwendung Durlach

- **Reichweite der Dampfausbreitung > 4 m Radius**
→ mehrtägige hohe Dampftrate erforderlich
- **Dauer der Sanierung durch konduktive Aufheizung der Schluffschicht reglementiert**
→ 4 – 6 wöchige Erwärmung Schlufflagen mit red. Dampftrate
- **440 kg PCE über BLA & 10 kg über GW entfernt:**
 - BLA "kalt": ca. 70 kg
 - Air-Sparging: ca. 30 kg
 - Dampf-Luft: ca. 340 kg
- **Steigerung Sanierungsleistung um Faktor 5 durch DLI**
- **Sanierungskonzept für Gesamtsanierung**

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 33

Vorschlag für Gesamtsanierung



- Sanierungsdauer: 10 Monate = 4 x 6 Wochen DLI
- Budget: 600.000 EUR
- Thermische Sanierung von 1.600 m³ Boden
- 300 kW Dampf-Injektionsleistung

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 34

Sanierungsausführung



- **Ausführungsplanung und Ausschreibung:**
Standortgutachter dplan (& VEGAS)
- **Auftraggeber:**
Stadt Karlsruhe
- **Ausführung:**
Züblin Umwelttechnik
- **Wissenschaftliche Begleitung/Beratung, Sanierungsüberwachung und -steuerung:**
VEGAS & dplan

© VEGAS

Stadt Karlsruhe
Umwelt- u. Arbeitsschutz



dplan

ZÜBLIN



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 35

Standort Karlsruhe Durlach

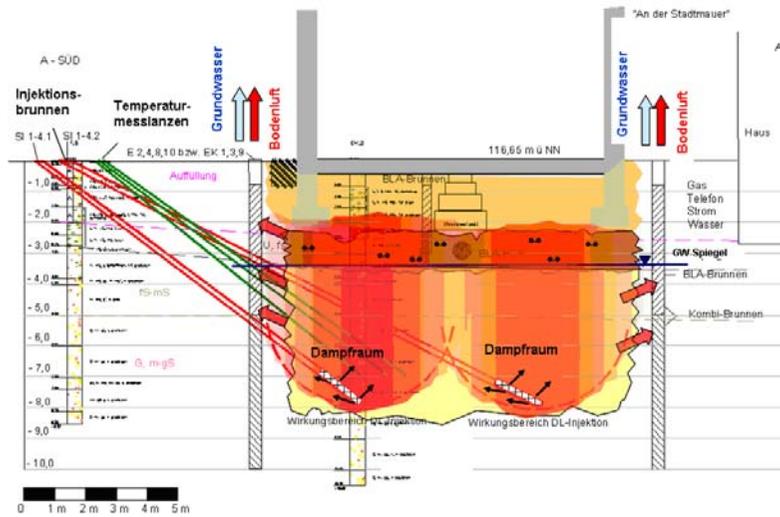


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 36

Sanierungsausführung



© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 37

Betrieb Mai - Juli 2010



© VEGAS

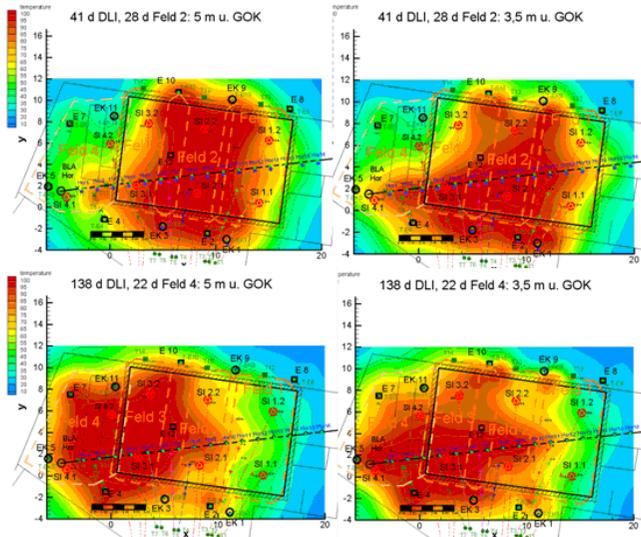


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 38

Temperatursausbreitung



© VEGAS

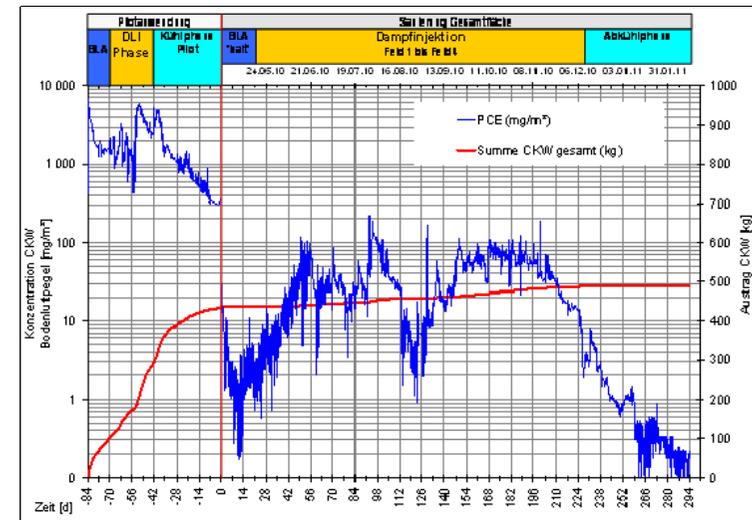


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 39

Schadstoffaustrag Bodenluft



© VEGAS

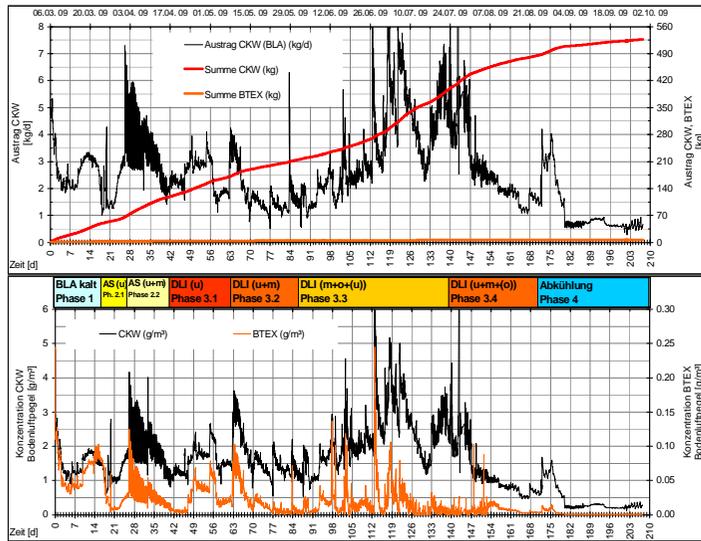


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 40

Schadstoffaustrag Bodenluft



- Hohes Schadstoffpotenzial GW-Wechsel und UZ
- Air-Sparging mit zeitlich limitierter, hoher Austragsleistung
- Höchste Austragsleistungen DLI auf GW-Höhe und in UZ
- CKW-Gehalt um Faktor 15 reduziert

© VEGAS

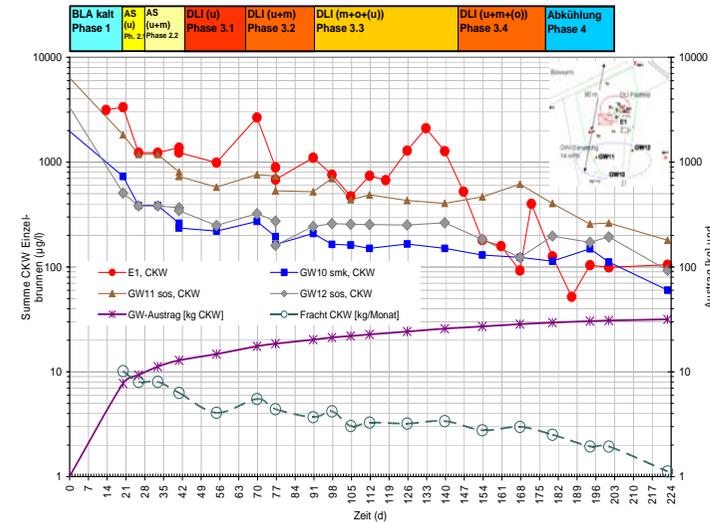


Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 45

Entwicklung CKW-Gehalte Grundwassersanierung



- Rückgang an E1 (Abstrom Pilotfläche) auf 100 µg/l
- Kein Wiederanstieg nach Sanierung
- Emission Schadensherd bei 1,1 kg CKW je Monat
- CKW-Austrag über GW „nur“ 6% des Gesamtaustrags

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 46

Empfehlung Biswurm → Umsetzung

- Sanierungsplanung für eine thermische Sanierung des oberen Grundwasserbereichs und der ungesättigten Zone mittels DLI für eine Fläche von ca. 2.800 m² und einer Mächtigkeit von 15 m:
Kostenrahmen für ca. 80.000 to Festgestein:
2,6 Mio. EUR netto in 3 Jahren Betriebszeit
- Kostenparität der DLI mit der Grundwassersicherung nach 20 – 25 Jahren Betriebsdauer
- Geschätzte Betriebsdauer Grundwassersicherung länger als 100 Jahre
- Im oberen Plattensandsteinaquifer kann eine kosten- und zeiteffiziente Thermische Sanierung erfolgen
- Aus Kosten-Nutzen Erwägungen keine Empfehlung für DLI im unteren Aquiferbereich, wengleich dies technisch möglich ist

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 47

In Sachen altlastenforum Ba-Wü

altlastenforum
Baden-Württemberg e.V.
Flächenrecycling, Boden- und Grundwasserschutz

Arbeitskreis Innovative Erkundungs-, Sanierungs- und Überwachungsmethoden

Direct-Push-Verfahren

Leven, C., H. Weiß, H.-P. Koschitzky, P. Blum, T. Ptak und P. Dietrich (2010)



© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle... 24./25. Mai 2001, Wetzlar 48



Forensische Verfahren in der Altlastenbearbeitung

Ertel, Th., H. Dörr, M. Blessing, H. Hansel,
R. Philipps, M. Rebel, T. Schöndorf (2009)



© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe
zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2001, Wetzlar 49

VEGAS - Kolloquium 2011 Flache Geothermie – Risiken und Perspektiven

In Kooperation mit dem LFZG,
Landesforschungszentrum Geothermie
Baden-Württemberg

Donnerstag, 06. Oktober 2011
Universität Stuttgart, Campus Stuttgart-Vaihingen
Ingenieurwissenschaftliches Zentrum IWZ

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe
zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2001, Wetzlar 50

Zum guten Schluss

Danke für Ihr Interesse

Gerne beantworte ich Ihre Fragen

hans-peter.koschitzky@iws.uni-stuttgart.de

<http://www.vegas.uni-stuttgart.de>

Dr.-Ing. Hans-Peter Koschitzky, Technischer Leiter
VEGAS, Versuchseinrichtung zur Grundwasser-
und Altlastensanierung, Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 61, 70569 Stuttgart
Tel.: 0711 685-64716, Fax: 0711 685-67020

© VEGAS



Innovative In-situ-Sanierungsverfahren - die ITVA-Arbeitshilfe
zur Unterstützung bei der Altlastensanierung



Altlasten und Schadensfälle...
24./25. Mai 2001, Wetzlar 51