
Die neue ITVA Arbeitshilfe Innovative In-situ-Sanierungsverfahren

Hans-Peter Koschitzky

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



DECHEMA – Symposium
Strategien zur Boden- und Grundwassersanierung
23. – 24. November 2009, Frankfurt



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 und 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***

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



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

3

Aufbau und Gliederung der Arbeitshilfe

1. Veranlassung und Zielsetzung
2. Einführung
3. Begriffe und Definitionen
4. Rechtliche Rahmenbedingungen
5. Anwendungsvoraussetzungen
6. **Physikalische Verfahren**
(für die ungesättigte Bodenzone und die gesättigte Bodenzone)
7. **Biologische Verfahren**
8. **Chemische Verfahren**
9. **Durchströmte Reinigungswände**
10. **Fazit und Ausblick (Empfehlungen)**
11. Literatur
12. **Glosar**

Anhang: Rechtliche Rahmenbedingungen und Genehmigungserfordernisse, Zusammenfassung der Verfahrensbewertungen, Adresslisten

© VEGAS



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

4

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, Huminstoffe als Bio-Sorptionssperre

© VEGAS



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

5

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 anaerober LCKW-Abbau, (reduktive Dechlorierung), Methan-Biostimulation (aerober LCKW-Abbau)

© VEGAS



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

6

Chemische Verfahren

- **Schadstoffe werden durch Zugabe eines chemischen Oxidationsmittels durch „kalten 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



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

7

Durchströmte Reinigungswände

- **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 (Pump&Treat)**
- **Langzeitsicherung bei Schadstoffquellen, bei denen 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



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

8

Verfahrensblatt der Arbeitshilfe

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

© VEGAS



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

9

Verfahrensblatt der Arbeitshilfe

Anwendungsbereich
<ul style="list-style-type: none">• <i>Quelle oder Fahne</i>• <i>Bodenzone (ungesättigte Bodenzone, GW-Schwankungsbereich, gesättigte Bodenzone)</i>• <i>Geologie und Hydrogeologie des Standortes</i>• <i>Geochemische und hydrochemische Standortbedingungen</i>• <i>Art und Umfang der Kontamination - Schadstoffe (gut, bedingt, ungeeignet)</i>• <i>Art des Aquifers Poren-GWL, Kluftaquifer</i>• <i>...</i>
Anwendungsgrenzen
<i>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.</i>

© VEGAS



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

10

Verfahrensblatt der Arbeitshilfe

Besonderheiten, Hinweise, Risiken

- *Unkontrollierte Schadstoffmobilisierung*
- *Explosionsfähige Gemische*
- *Methabolitenbildung*
- *Besonderer Arbeitsschutz*
- *etc.*

Entwicklungsstand

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

Rechtliche Hinweise

Besonderheiten die über Kap. 4 (mit Anhang) hinaus gehen

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

© VEGAS



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt 11

Verfahrensblatt der Arbeitshilfe

Referenzprojekte / zuständige Behörde

- *Konkrete Referenzbeispiele (Namen, Schadstoff, Ort)*
- *(Sanierungspflichtiger) und zuständige Behörde*

Bei genannter Behörde kann im Bedarfsfall nachgefragt werden

Ausgewählte Literatur

- *bis max. 5 aktuelle Stellen der letzten 3 Jahre*
- *konkrete, vollständige Literaturzitate, nicht nur Hinweis auf Internet*
- *Gesamt-Literaturverzeichnis am Ende der Arbeitshilfe*
- *keine Firmenwerbung*

Bewertung durch den Arbeitskreis

Aspekte u.a. Wirtschaftlichkeit, Genehmigungsfähigkeit, Sanierungsdauer, Risiken, Entwicklungsstand

© VEGAS



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt 12

Beispiel Verfahrensblatt Entwurf

Grundwassersanierung mit Dampf-Luft-Injektion (DLI)

Prinzip
Durch die Injektion eines Dampf-Luft-Gemisches in die gesättigte Bodenzone erwärmt der injizierte Dampf durch die Abgabe seiner Verdampfungsenthalpie den zu sanierenden Bereich. Im Idealfall breitet sich die Dampf-Luftfront radialsymmetrisch um die Injektionsstelle aus. Die mit dem Dampf injizierte Luft wirkt als inertes Trägergas und trägt die Kontaminanten, ähnlich dem Air-Sparging, jedoch mit erheblich größerer Beladung, gasförmig in Richtung der ungesättigten Zone aus dem Grundwasserkörper (Aquifer) aus. Die gasförmige Entfernung der Schadstoffe erfolgt über eine Bodenluftabsaugung, die Teil des Verfahrens ist, aus der ungesättigten Bodenzone.

Aufbau und Beschreibung
Bei der Injektion des Dampf-Luft-Gemisches breitet sich die Mächtigkeit der injizierten Dampfphase und der hydraulischen Durchlässigkeit des geschichteten Bodensystems mit Radien zwischen 1 – 5 m um die Injektionsstelle aus. In der unmittelbaren Umgebung werden die flüssigen, leicht- bis mittelflüchtigen organischen Schadstoffe in die Gasphase überführt. Die injizierte Luft strömt als inertes Trägergas von der Injektionsbohrung zum Dampfstrom, nimmt dabei die gasförmigen Schadstoffe auf und transportiert sie nach oben in die ungesättigte Bodenzone. Eine gleichzeitig betriebene Bodenluftabsaugung saugt die Kontaminanten aus der ungesättigten Zone ab, die Bodenluft wird in konventioneller Weise gereinigt (z.B. Luftaktivkohle, katalytische Verbrennung) gereinigt. Der Betrieb erfolgt in geschlossenen Phasen, die die Entnahme der vererdet wasserlöslichen Schadstoffe und schließlich die thermische Verfrachtung.

Anlagentechnisch sind ein Injektionspumpenaggregat und ein Kompressor zur Erzeugung und Injektion des Dampf-Luft-Gemisches erforderlich. Die Bodenluftabsaugung beinhaltet einen Absauger, einen Kondensatsbehälter, einen Verdichter sowie die Abluftbehandlung (A-Mühle, TN, KalkOx). Die Bereitstellung des erforderlichen Kühlwassers erfolgt über hydraulische Sicherung des Grundwasserflusses. Das Grundwasser sollte mittels Wasseraktivkohle gereinigt werden. Eine entsprechende Wasseraufbereitung wird zur Behandlung des anfallenden Kondensats aus der heißen Bodenluft eingesetzt. Dem Kondensatsbehälter sollte ein Phasentrenner zur Trennung der wässrigen und i.d.R. nicht entfallenden organischen Flüssigkeiten nachgeschaltet werden. Die getrennte organische, bzw. wässrige Phase ist gesondert zu behandeln, falls notwendig. Der Betrieb einer Phasenschöpfung ist i.d.R. nicht erforderlich.

Verfahrenstechnische Planungsgrundlagen
Informationen zur Infrastruktur am Standort (Wasser-, Strom-, Gas-, Abwasseranschluss), Informationen zur Gründung von Gebäuden, Leitungen und Kanäle im Untergrund und zu temperatur-empfindlichen Bauteilen.
Informationen zur vertikalen Verteilung der hydraulischen Durchlässigkeit im Aquifer zur Reichweitenabschätzung (Pumpversuche, Flowlog-Messungen).

Anwendungsbereich
• Schadstoffquellen in der gesättigten Bodenzone
• Lockergesteine (Feinsand bis Schluff) mit hydr. Durchlässigkeit $k_v \times 10^8$ bis 1×10^9 m/s
• Hydraulisch schlecht durchlässige Schichten, wie z.B. Schluff- oder Tonsschichten bis zu mehreren m Mächtigkeit, können thermisch mittels konduktiver Aufheizung saniert werden.
• organische Schadstoffe LNAPL- und DNAPL
• Sanierung unter Gebäuden bei Erhalt der Gebäudenutzung während der Sanierung

Grundwassersanierung mit Dampf-Luft-Injektion (DLI)

Anwendungsgrenzen
• Unter dem Ansatz einer anisotropen Schichtung und Durchlässigkeiten im Bereich zwischen $k_v = 0,5 - 5 \times 10^4$ m/s kann nach derzeitigem Stand des Wissens von einer „thermischen Reichweite“ von 3 - 5 m Radius bei einer Injektionsrate von 150 kg/h Sattdampf (1 m Filterstrecke) ausgegangen werden. Pilotanwendungen (Industriepraktikum Zettl (2007), Karlsruhe-Durlach, 2005) die numerisch begleitet wurden, unterstützen diesen Ansatz.
• Bei Vorliegen einer BTEX-Kontamination sollte die Injektion zusätzlich in die ungesättigte Zone und insbesondere in den Grundwasserwechselbereich erfolgen.
• Leicht- und mittelflüchtige organische Kontaminanten (Siedetemperaturen bis 180°C) werden durch Bodenluftabsaugung entfernt.

Besonderheiten, Hinweise, Risiken
• keine Flüssigmobilisierung von Schadstoffen (DNAPL und LNAPL)
• Kontrolle der Sanierung über Temperaturmessungen im Sanierungsfeld online
• Kontrolle der Sanierung und Nachweis der Dampfabbreitung und des Sanierungserfolgs
• Anlagenbau entsprechend Chemiestandards zum kontinuierlichen Betrieb (z.B. redundante Pumpen mit Bestimmung der maßgeblichen Stoffströme, Temperaturmessungen)
• Pilotanwendung zur Reichweitenbestimmung wird empfohlen
• geringe Sanierungszeiten bei vollständiger Reinigung der über die hydraulische Reichweite des gesättigten und ungesättigten Zone eingesetzt werden
• Da sich der Dampf in der gesättigten Zone durch Auftrieb nicht horizontal im Aquifer, sondern auch vertikal nach oben ausbreitet, kann das Verfahren zur simultanen Sanierung der gesättigten und ungesättigten Zone eingesetzt werden
• Liegen Zwischenstauer, z.B. Schluff- oder Tonlinsen, so entstehen Dampffronten unterhalb der hydraulischen schlecht durchlässigen Bereiche („steam-heide“) und können darüber anstehenden Boden über flächenhafte Konduktion aufheizen. Diese Wärme wird durch die Bodenluftabsaugung erfasst werden. Etwas kondensierte Schadstoffe werden durch die „nachrückende“ Wärme wieder verdampft.
• Durch Kombination mit dem THERIS-Verfahren, Metallionen, elektrischen Heizelementen, Betriebstemperatur 300 – 350°C, können auch heute noch getriggerte Schichten größerer Mächtigkeit in der ungesättigten Zone durch Erhitzung auf die eutektische Temperatur aufgeheizt, die Schadstoffe verdunstet und die erdreich durchlässige Schicht thermisch saniert.

Entwicklungsstand
Mehrere Pilotanwendung in Deutschland vorhanden.

Rechtliche Hinweise
Wasserrechtliche Erlaubnis, Immissionsrechtliche Anzeige, Einhaltung Betriebssicherheitsverordnung (Dampf- und Druckgeräteschutz)

Referenzprojekte
• Thermische Sanierung eines BTEX-Schadens in Albetad mittels Dampf-Luft-Injektion (September 2003 – Februar 2004, Auftraggeber: Mettler-Toledo, Landratsamt Zollern-Alb)
• Pilotanwendung der Dampf-Luft-Injektion in Karlsruhe-Durlach als Grundlage der Sanierungsplanung (April – Oktober 2005, Auftraggeber: Stadt Karlsruhe Umweltamt)
• Thermische In-situ-Pilotanwendung ehemaliges Hydrierwerk Zettl (Testfeld I) (Mai 2007 – Dezember 2007), Landratsamt Burglenzlandkreis

Ausgewählte Literatur
• Koschitzky, H.-P., Ochs, S.O., Denzel, S. und K. Stockl (2006): Dampf-Luft-Injektion in gesättigter Zone: Pilotanwendung zur Sanierungsplanung an einem innerstädtischen Standort. Tagungsband, VEGAS-Statuskolloquium 2006, Editor: Braun, J.; Koschitzky, H.-P. & M. Stuhmann, Eigenverlag, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart, 9/2006 - Nr. 150, S. 60-70 - ISBN 3-933761-53-0
• Koschitzky, H.-P., Trötschler, O., Limburg, B., Hirsch, M., Weiß, H. (2007): Pilotanwendung DLI Zettl: Erste Ergebnisse der thermischen Sanierung des Kernbereichs eines Benzol-schadens mittels Dampf-Luft-Injektion Tagungsband, VEGAS-Kolloquium 2007, Editor: Braun, J.; Koschitzky, H.-P. & M. Stuhmann, Eigenverlag, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart, 9/2007 - Nr. 165, S. 52 - 62 - ISBN 3-933761-69-7

Bewertung durch den Arbeitskreis
Das Verfahren kann unter entsprechenden Bedingungen als zuverlässiges, gut kontrollierbares, schnelles und kostengünstiges Verfahren eingesetzt werden. Der Sanierungsverlauf kann online durch ein Temperaturmonitoring verfolgt und überwacht werden. Zur zuverlässigen Dimensionierung



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

Anhang: Erforderliche Genehmigungen

Verfahren	Wasserrecht			Abfallrecht			Baurecht			Immissionsschutzrecht			sonstige		
	Ja	Nein	u.U.	Ja	Nein	u.U.	Ja	Nein	u.U.	Ja	Nein	u.U.	Ja	Nein	u.U.
Physikalische Verfahren															
Physikalische Verfahren für die ungesättigte Bodenzone															
o TUBA Thermisch unterstützte Bodenluftabsaugung			X		X			X			X				X
o THERIS Thermische In-Situ-Sanierung mit festen Wärmequellen			X		X			X			X				X
o Multi-Phase-Extraction / Dual Phase Extraction	X				X			X			X				X
o Elektrokinetik	X				X			X		X					X
Physikalische Verfahren für die gesättigte Bodenzone															
o Airsparging	X				X			X			X				X
o Dampf-Luft-Injektion in die gesättigte Bodenzone	X				X			X			X	X ¹⁾			
o Tensidspülung	X				X			X			X				X
o Alkoholspülung															
o Huminstoffzone															
Biologische Verfahren															
Stimulierung des Abbaus nicht chlorierter Kohlenwasserstoffe durch Zugabe von Elektronenakzeptoren															
o Stimulierung des aeroben Abbaus von Kohlenwasserstoffen durch Zugabe von Sauerstoff und Nährstoffen (Bio-sparging)	X				X			X			X				X
o Wasserstoffperoxid (H ₂ O ₂), Calciumperoxid (CaO ₂)	X				X										X
o Nitrat	X				X			X			X				X
o ORC [®]	X				X			X			X				
o iSOC [®] Oxytec	X				X			X			X				
o Oxywall	X				X			X			X				X



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

Anhang: Erforderliche Genehmigungen

ITVA

Entwurf Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren

Verfahren	Wasserrecht			Abfallrecht			Baurecht			Immissions- schutzrecht			sonstige		
	Ja	Nein	u.U.	Ja	Nein	u.U.	Ja	Nein	u.U.	Ja	Nein	u.U.	Ja	Nein	u.U.
Stimulierung des Abbaus chlorierter Kohlenwasserstoffe durch Zugabe von Elektronendonatoren (Reduktive Dechlorierung)															
○ Melasse, organische Säuren, Alkohole	X				X			X			X			X	
○ HRC ¹⁾	X				X			X			X			X	
Stimulierung des aeroben LCKW-Abbaus (Methan-Biostimulation)	X				X			X			X			X	
Chemische Verfahren															
ISCO, In-situ-chemische Oxidation															
○ Kalium-/Natriumpermanganat	X				X			X			X		X ²⁾		
○ Fentons Reagenz	X				X			X			X			X	
○ Persulfat															
○ Ozon	X				X			X							
In-situ-chemische Reduktion															
○ Eisen-Partikel								X			X			X	
○ In-situ-Reduktion von Chrom (VI)	X				X			X			X			X	
Durchströmte Reinigungswände	X					X			X		X				X

¹⁾ TÜV-Anlagenprüfung

²⁾ Der Einsatz von Kaliumpermanganat ist erlaubnisrechtlich beim Bundesamt für Arzneimittelforschung (BfArM), Bonn

³⁾ In Baden-Württemberg liegt ein mit dem Umweltministerium abgestimmtes Papier vor, das die Einleitung von Alkoholen zum Zweck der Altlastensanierung aus wasserrechtlicher Sicht erlaubt, sofern gewisse Randbedingungen eingehalten werden.

Hinweis:

Die erforderlichen Genehmigungen und die Genehmigungsvoraussetzungen sind jeweils im Einzelfall mit den zuständigen Behörden abzustimmen. Zur Klärung des Genehmigungsweges und der Anforderungen an die Genehmigungsunterlagen ist die frühzeitige Einschaltung der Genehmigungs- und Fachbehörden unerlässlich.

© VEGAS



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

15

Stand der AH und Dank an die Mitglieder des AK

- **Arbeitshilfe ist fertig gestellt, im AK und Fachausschuss H1 verabschiedet, ITVA-Vorstand soll es in Kürze verabschieden**
- **Gelbdruckverfahren im Frühjahr 2010 abgeschlossen werden**
- **Weißdruck zum ITVA-Symposium 11.-12. März 2010 in Essen ???**

■ **Dank für die Ausarbeitung der verschiedenen Verfahrensblätter und Textbausteine für die konstruktiven und kritischen Diskussionen in den bisher 13 Sitzungen des AK**

■ **Besonderer Dank gilt Frau Sabine Gier, die die Arbeitshilfe mit geprägt hat und viele Details recherchiert, textlich ausgearbeitet und die zahlreichen Überarbeitungen immer wieder umsetzte**

© VEGAS



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt

16

Danke für Ihr Interesse

Gerne beantworte ich Ihre Fragen

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

<http://www.vegasinfo.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



Die neue ITVA Arbeitshilfe
Innovative In-situ-Sanierungsverfahren



DECHEMA – Symposium
23.-24. November 2009, Frankfurt 17