Sanierungsstrategien und Sanierungstechniken im Wandel

Dieter Bohlen
HIM GmbH
Bereich Altlastensanierung - HIM-ASG -

Gliederung

- Einleitung
- Entwicklung der Sanierungsziele
- Entwicklung der Sanierungstechniken / Sanierungsstrategien
- Entwicklung anhand von HIM-Projektbeispielen
- Zusammenfassung

Sanierungsziele

- **Früher:** **Festlegung erfolgte auf Basis von Grenzwerten z.B. gemäß HAltlastG sowie der Holland Liste**

- **Heute:** **Festlegung erfolgt derzeit im gesetzlichen Rahmen des BBodSchG mit BBodSchV sowie des Wasserrechts**

- **Generelle Entwicklung**
  Abkehr von Grenzwertbetrachtungen hin zu Einzelfallbetrachtungen mit Berücksichtigung von:
  - Standortnutzung
  - Umfeldnutzung
  - Wirkungspfadbetrachtung
  - Beurteilung von Risiken durch vorliegende Kontaminationen – Pfadbezogen und Stoffbezogen
  - Bzgl. des Grundwassers Modellierungen zum Stofftransport und Frachtbetrachtungen
  - Verhältnismäßigkeit

Entwicklung der Sanierungsverfahren / Sanierungsstrategien

Gängige Sanierungstechniken in den 90er Jahren:

- Bodenaushub und Entsorgung oder Behandlung
- Boden-Behandlungstechniken:
  - Bodenwäsche
  - Immobilisierung (ex-situ)
  - Verbrennung
  - mikrobiol. Behandlung im Mietenverfahren on-/ off-site
- Sicherung (Kapselung)
- Hauptsächlich Pump-and-Treat

Entwicklung der Sanierungsverfahren / Sanierungsstrategien

Vielfältige Sanierungstechniken heute:

- **Mechanische Verfahren, z. B.:**
  - Aushubverfahren (Baugrube, Ausbohren, Wabenverbau etc.) und Entsorgung/Deponierung oder Behandlung (Mietenverfahren, Bodenwäsche, Verbrennung)
  - In-situ-Immobilisierung
  - Pump-and-Treat

- **Physikalische Verfahren z. B.:**
  - TUBA / THERIS
  - Bodenluftabsaugung, Airsparging
  - Spülverfahren
  - Hydroschockverfahren
  - Elektrokinetik

BEREICH ALTLASTENSANIERUNG - HIM-ASG -

Entwicklung der Sanierungsverfahren / Sanierungsstrategien

Vielfältige Sanierungstechniken heute:

- **Chemische Verfahren z.B.:**
  - ISCO mittels verschiedener Oxidationsmittel (Fenton‘s Reagenz, Permanganat, Persulfat, Ozon)
  - In-situ-chemische Reduktion (metallisches Eisen)

- **Biologische Verfahren z.B.:**
  - Mikrobiologische In-situ-Sanierung durch Zugabe verschiedener Stoffe (Melasse, Laktat, Alkohol, HRC, Nitrat, H_2O_2 etc.)
  - MNA
  - ISOC

  .

- **Passive Verfahren z.B.:**
  - Reaktive Wände
  - Sicherung

Entwicklung der Sanierungsverfahren / Sanierungsstrategien

Entwicklung der Sanierungsstrategien:

- Bei langlaufenden Sanierungsfällen (meist Pump-and-Treat-Maßnahmen) Implementierung neuer Techniken zur Restsanierung
- Sanierung erfolgt nach Gefährdungsabschätzung einzelfallbezogen und abgestimmt auf zukünftige Nutzung
- Variationen im Sanierungsgrad (Verhältnismäßigkeit, Gefährdungspotenzial)
- I.d.R. bilden klassische Verfahren nach wie vor die Basis einer Sanierung
  - Boden: Herdsanierung durch Bodenaustausch
  - Grundwasser: Pump-and-Treat zur hydr. Sicherung oder Auffangen der Konzentrationsspitzen

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Ehem. Pintsch-Oel GmbH, Hanau, 1984-1999**
  Boden- und Grundwassersanierung
  Hauptschadstoffe: MKW, BTEX, CKW, PCB

Sanierungszielwerte für den ungesättigten Boden (> 1,0 m u. GOK)

Schadstoff	Sanierungszielwert
Σ BTEX (ohne Benzol)	2 mg/kg
Benzol	0,1 mg/kg
Σ CKW	1 mg/kg
Σ PAK (U.S. EPA)	10 mg/kg
Benzo[a]pyren	1 mg/kg
Σ PCB (6 Leitsubstanzen)	1 mg/kg
Σ PCDD/F (TE)	0,001 mg/kg
Kohlenwasserstoffe (Bodenwäsche)	500 mg/kg
Kohlenwasserstoffe (mikrobiologische Mietentechnik)*	2000 mg/kg

Zusätzliche Bedingungen:
1. Abbau > 70 %, nahe dem biologisch Machbaren
2. Immobilität der Rest-KW
3. Ökotoxikologische und toxikologische Unbedenklichkeit der Rest-KW

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Ehem. Pintsch-Oel GmbH, Hanau, 1984-1999**
  Sanierungszielwerte für das Grundwasser

Schadstoff	Sanierungszielwert	
Σ BTEX	50	µg/L
Benzol	5	µg/L
Σ CKW*	30	µg/L
Vinylchlorid	3	µg/L
Kohlenwasserstoffe	500	µg/L

*) Summe CKW (GW-VwV, Hessen) = 1,1,2-Trichlorethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan, Vinylchlorid, cis-1,2-Dichlorethen, Trichlorethen, Tertachlorethen, 1,1,1-Trichlorethan, Dichlormethan

- Die festgelegten Konzentrationen müssen in 100 % der Grundwasser-messstellen im Abstrom und in 95 % der Brunnen auf dem Gelände dauerhaft unterschritten sein (mindestens sechs Monate nach dem Abschalten der Wasseraufbereitung).
- Ökobilanzbetrachtung war zu erstellen.

BEREICH ALTLASTENSANIERUNG - HIM-ASG -

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Ehem. Pintsch-Oel GmbH, Hanau, 1984-1999**

  Sanierungsverfahren: kombinierte on-site-Sanierung des ungesättigten Bodens und in-situ-Sanierung des Grundwasserleiters (gesättigte Zone):

  - vollständiger Aushub des belasteten Materials in der ungesättigten Zone
  - mikrobiologisches Mietenverfahren (Auffüllung, Auelehm), Abreinigungsgrad ca. 90%
  - Bodenwäsche (Kies), Abreinigungsgrad 95 – 99 %

  Sanierungsumfang: erfasste Bodenkontamination ungesättigte Zone 100 %

  Folgenutzung: Brache

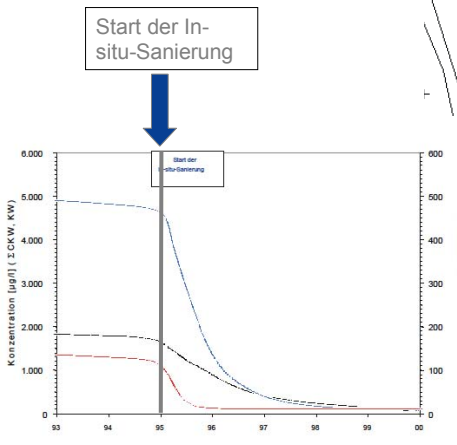
Entwicklung anhand von Projektbeispielen

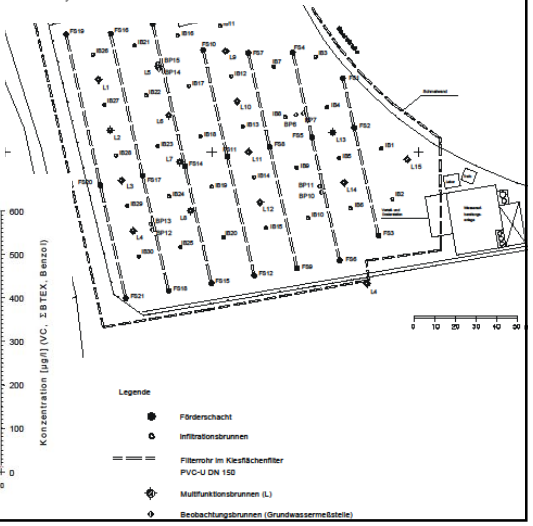
- Ehem. Pintsch-Oel GmbH, Hanau, 1984-1999

BEREICH ALTLASTENSANIERUNG - HIM-ASG -

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- Ehem. Pintsch-Oel GmbH, Hanau, 1984-1999





Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Mühlheim, Farb- und Gaswerk, Pionierpark, 1999-2001**

Boden- und Grundwassersanierung
Hauptschadstoffe: Arsen, Cyanide, PAK, Schwermetalle

Sanierungsziele:
Boden: Grenzwerte für Aushub und Eignungsnachweise Immobilisat bzgl. Elutionsverhalten
Grundwasser: Sanierungszielwerte und Einleitegrenzwerte sowie weitere Vorgaben für den Anlagenbetrieb

Sanierungsverfahren: on-site-Immobilisierung (ex-situ), parallel hydraulische Sicherung mittels Pump-and-Treat Verfahren
- Aushub, Separation und Eignung für Immobilisierungsverfahren
- Immobilisat-Herstellung (Homogenisieren, Zuschlagstoffe)
- Einbau Immobilisat

Sanierungsumfang:
100 % Aushub des belasteten Materials im Sanierungsbereich
Abreinigungsgrad der WAA ca. 98-99 %

Folgenutzung: Wohngebiet

BEREICH ALTLASTENSANIERUNG - HIM-ASG -

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Mühlheim, Farb- und Gaswerk, Pionierpark, 1999-2001**

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Limburg, Chem. Reinigung Nitzl, 2003 - 2005**

Boden- und Grundwassersanierung
Hauptschadstoffe: CKW

Sanierungsziele: Aushub eines definierten Bereiches

Sanierungsverfahren
Aushub durch Großbohrungen (Durchmesser 1,2 m) mit vorlaufender Bodenluftabsaugung

Sanierungsumfang:
- Aushub 100 % im Kernschadensbereich
- Aushub 90 % in randlichen, geringer belasteten Bereichen,
- Verbleib von Restbelastungen in Zwickeln

Folgenutzung: Nutzbarmachung für Wohn- /Gewerbenutzung

BEREICH ALTLASTENSANIERUNG - HIM-ASG -

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Limburg, Chem. Reinigung Nitzl, 2003 - 2005**

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Hanau, Merten-Gelände, 2008 - 2010**

Grundwassersanierung
Hauptschadstoffe: CKW

Sanierungsziele: dauerhaftes Unterschreiten der Grenzwerte

Parameter	Grenzwert [µg/l]
MKW	200
LHKW	10
BTEX	10

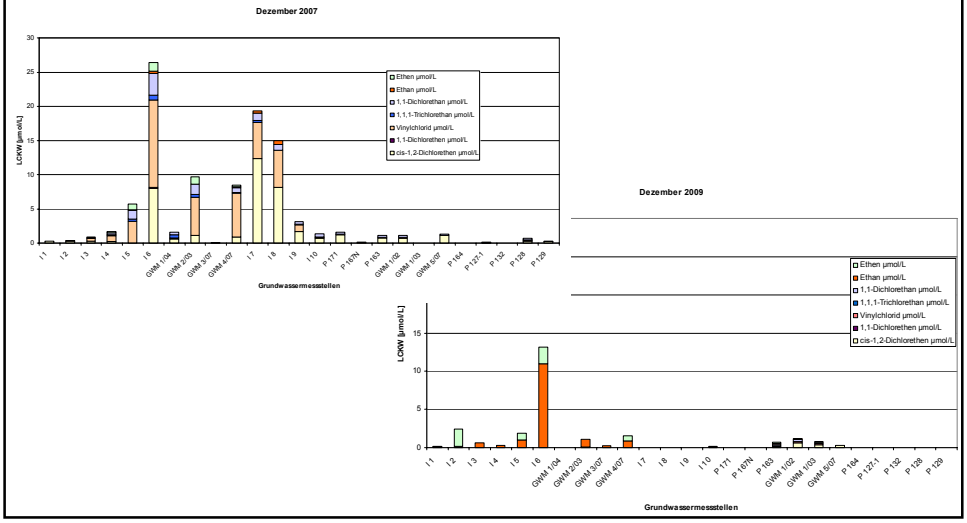
Sanierungsverfahren:
in-situ-Sanierung mittels Melasse-Injektion

Folgenutzung: Retentionsraum, Naturschutz

BEREICH ALTLASTENSANIERUNG - HIM-ASG -

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Hanau, Merten-Gelände, 2008 - 2010**



Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Bürstadt, Chem. Reinigung**

  Grundwassersanierung
  Hauptschadstoffe: LHKW

  Sanierungsziel: LHKW-Konzentratione < 10 µg/l, Bewertung soll letztendlich gem. HLUG-Handbuch Altlasten Bd. 3, Teil 7 erfolgen

  Sanierungsverfahren: in-situ-chemische Oxidation (ISCO) mit Abpumpen von Grundwasser zur Erzeugung eines hydraulischen Gefälles

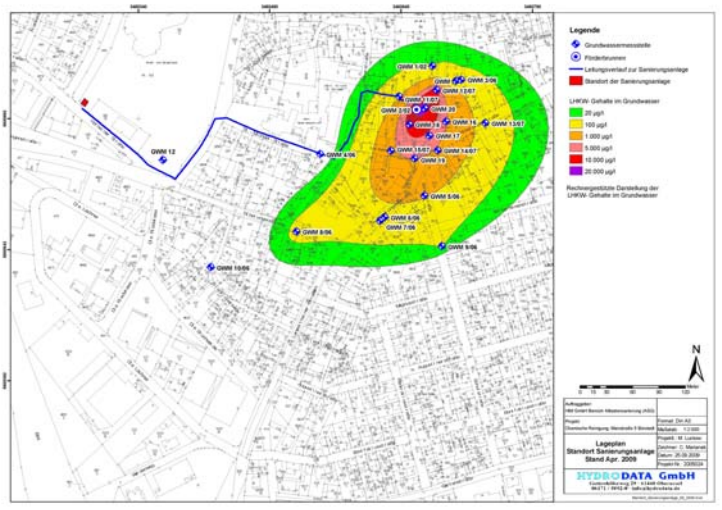
  Sanierungsumfang: ISCO-Verfahren wird nach ca. 3 Jahren durch ein konventionelles Verfahren ersetzt, das bis zum Erreichen der Zielwerte ausgeführt werden soll

  Folgenutzung: Wohnnutzung

BEREICH ALTLASTENSANIERUNG - HIM-ASG -

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Bürstadt, Chem. Reinigung**



Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Offenbach-Kaiserlei, Teerfabrik Lang, seit 2006**

Grundwassersanierung
Hauptschadstoffe: PAK, BTEX, Phenol

Sanierungsziele: langfristige Sicherung der Teerölphase und Verhinderung der Teerölausbreitung

Sanierungsverfahren: Sicherung des quartären Grundwassers durch ein Funnel & Gate-System, Abschöpfung der Teerölphase

Sanierungsumfang: langfristige Sicherung

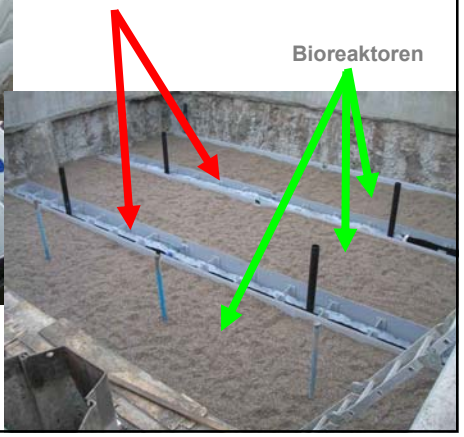
Folgenutzung: Gewerbenutzung

BEREICH ALTLASTENSANIERUNG - HIM-ASG -

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Offenbach-Kaiserlei, Teerfabrik Lang, seit 2006**

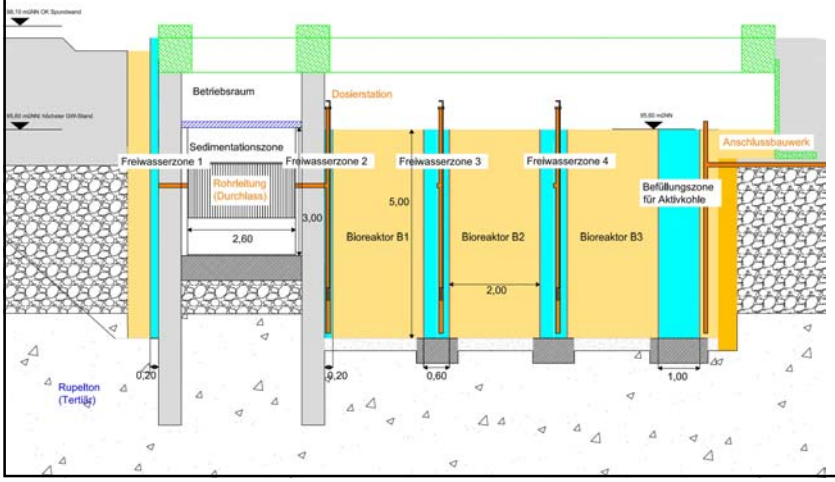
Aufbau des Reaktors



Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Offenbach-Kaiserlei, Teerfabrik Lang, seit 2006**

Schnitt



Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Bad Homburg, Farbenfabrik Vossen, seit 1996**

Boden- und Grundwassersanierung
Hauptschadstoffe: Arsen, LHKW, untergeordnet Schwermetalle, Cyanide, PAK

Sanierungsziele:
Grundwasser: Arsen 10 µg/l; LHKW 10 µg/l

Sanierungsverfahren:
- Pilotversuch (2005) zur Stimulierung des anaeroben biologischen Abbaus von LHKW (EAB) mit Hilfe von Natriumlaktat (2010: großtechnische Umsetzung EAB)
- Bodenaustausch (2001-2002)
- Pump-and-Treat-Verfahren zur Entfernung des Arsens mittels Fällung/ Flockung/Sedimentation und der LHKW mittels Strippung, katalytischer Oxidation und Adsorption auf Aktivkohle aus dem Grundwasser (seit 2000)

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

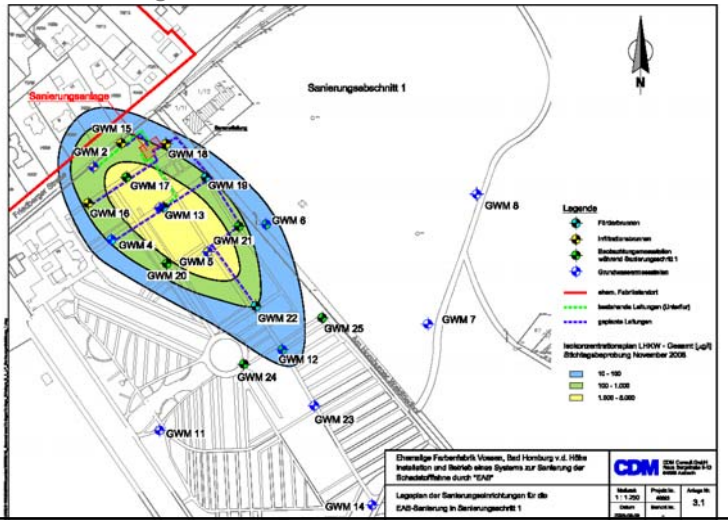
- **Bad Homburg, Farbenfabrik Vossen, seit 1996**

  Sanierungsumfang:
  - Aushub bis zum Erreichen des Sanierungsziels (Boden)
  - Grundwasserfahnensanierung bis zum Erreichen des Sanierungsziels

  Nutzung: Wohnnutzung

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Bad Homburg, Farbenfabrik Vossen, seit 1996**



Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Rüstungsaltstandort Stadtallendorf, seit 1993**

→

Herr Weingran:

„Bilanz und Erfolgsfaktoren der Sanierung des Rüstungsaltstandortes Stadtallendorf“

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- **Schleifschlammhalde Hessisch-Lichtenau, 2009**

Bodensanierung
Hauptschadstoffe: TNT, PAK

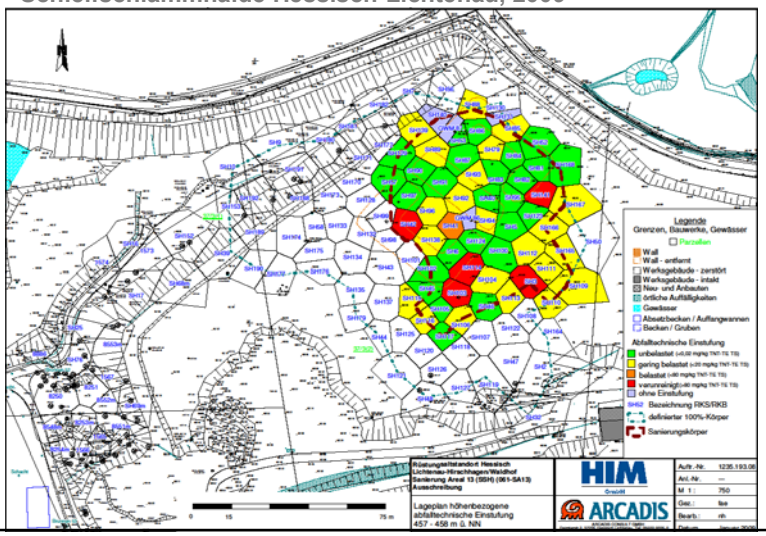
Sanierungsziele: Entfernung von 95 % des Schadstoffinventars
Sanierungsverfahren: Bodenaustausch im Wabenverfahren

Sanierungsumfang:
- Aushub ca. 95 % des Schadstoffinventars

Folgenutzung: Deponie

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- Schleifschlammhalde Hessisch-Lichtenau, 2009



BEREICH ALTLASTENSANIERUNG - HIM-ASG -

Entwicklung anhand von Projektbeispielen

- Schleifschlammhalde Hessisch-Lichtenau, 2009

Zusammenfassung

- Auslöser für Sanierungsmaßnahmen ist das Vorliegen einer Gefährdung oder eine geplante Umnutzung
- Umfang von Sanierungsmaßnahmen abgestimmt auf Gefährdung und Nutzung
- Durch die F+E-Vorhaben der HIM-ASG konnten moderne und alternative Sanierungstechniken erprobt und implementiert werden
- Heute steht eine Vielzahl von Sanierungstechniken zur Verfügung, die auch Sanierungen unter schwierigen Rahmenbedingungen ermöglichen