

A-3.2 PHASE IIIB (SANIERUNGSDURCHFÜHRUNG)

A-3.2.1 Übersicht Sanierungsverfahren

Erläuterungen zur Tabelle Dekontaminationsverfahren

- + i.d.R. geeignet
- nicht geeignet
- O i.d.R. eingeschränkt geeignet
- E Einzelfallentscheidung

Anmerkungen zu Schadstoffgruppen (s. Fußnoten in Tabelle)

1. Nur bedingt geeignet, da kein direkter Abbau erfolgt
2. Bei PAK mit mehr als 3 Ringen mittelfristig nicht gesichert
3. Im Vorfeld sind die Emissionswerte zu prüfen, ggf. Einhausung
4. Nur bei entsprechender Kapselung der Anlage
5. Einschränkungen bei kornähnlicher Struktur und Größe der Schadstoffe (z.B. PAK-Agglomerate)
6. Eingeschränkt, da nicht alle Cyanide löslich (z.B. „Berliner Blau“)
7. Stand der Forschung
8. Abbau nachgewiesen, Erprobungssanierungen laufen
9. Nicht für Vinylchlorid

Anmerkungen

Ausschlussrelevante Indikatoren:

- a) Feinkornanteil, Adsorptionsverhalten

- b) Zugabe von Tensiden, Alkohol, Mikroemulsionen zur Mobilisierung
- c) Bioverfügbarkeit
- d) Luftaustauschvermögen
- e) Durchlässigkeit
- f) nur bei geringen Schadstoffkonzentrationen

Abkürzungen

GZB	Grundwasserzirkulationsbrunnen
HRC	Hydrogen Release Compound
ISCO	In-Situ chemische Oxidation
ISOC	In Situ Submerged Oxygen Curtain
KGB	Koaxiale Grundwasserbelüftung
ORC	Oxygen Release Compound
THERIS	Thermische In-Situ-Sanierung
TUBA	Thermisch unterstützte Bodenluftabsaugung
UVB	Unterdruck-Verdampfer-Brunnen
GZB	Grundwasserzirkulationsbrunnen
HRC	Hydrogen Release Compound
ISCO	In-Situ chemische Oxidation
ISOC	In Situ Submerged Oxygen Curtain
KGB	Koaxiale Grundwasserbelüftung
ORC	Oxygen Release Compound

Erläuterungen zur Tabelle Sicherungsverfahren

- X1 = Materialbeständigkeit prüfen!
- X2 = geringe Bedeutung
- X3 = nicht zur Immobilisierung leichtflüchtiger Stoffe; falls solche Stoffe vorhanden sind, muss die Anlage eingehaust werden.

Dekontaminationsverfahren																					Anmerkungen
	Anwendung			Medium			Schadstoffgruppen							Bodenarten							
	in situ	on site	off site	Boden	Bodenluft	Grundwasser	Aliphatische KW	Aromatische KW	LHKW	PAK	Schwermetalle	Cyanide und Verbindungen	sonst. HKW	Kiese/Sande	Kiese/Sande, schluffig/tonig	Kiese/Sande, stark schluffig/tonig	Schluff, gering-, mittelplastisch	Ton, gering-, hochplastisch	organische Böden	Auffüllungen	
1 Ex-Situ-Verfahren																					c)
Biologische Verfahren (Abbau)																					
Statische Verfahren																					
	Miete	X	X	X			+	+	1)	2)	-	-	-	+	+	+	O	-	-	E	
Dynamische Verfahren																					
	Landfarming	X	X	X			+	3)	-	O	-	-	-	+	+	+	O	-	-	E	
	Wendeverfahren	X	X	X			+	3)	-	3)	-	-	-	+	+	+	O	-	-	E	
Reaktorverfahren																					
	Bioreaktor	X	X	X			+	+	-	O	-	-	-	+	+	+	+	-	-	E	
Thermische Behandlung																					
Niedertemperatur-Verfahren																					
	Drehrohrofen	X	X	X			+	+	+	O	O	-	-	+	+	+	+	+	+	E	
Hochtemperatur-Verfahren																					
	Wirbelschichtofen		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	E	
	Drehrohrofen		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	E	
Pyrolyse																					
			X	X			+	+	O	O	+	+	O	+	+	+	O	O	+	E	
Extraktion																					
	Bodenwäsche	X	X	X			+	+	O	O	+	+	O	+	+	+	O	-	-	E	
	Hochdruckbodenwäsche	X	X	X			+	+	O	O	+	+	O	+	+	+	O	-	-	E	
	Gegenstromextraktion	X	X	X			+	+	O	O	O	+	O	+	+	+	O	-	-	E	
Chemische Transformation																					
	chem. Transformation	X	X		X		+	-	-	O	+	O	-	+	+	+	O	O	-	E	

Dekontaminationsverfahren																					Anmerkungen	
	Anwendung			Medium			Schadstoffgruppen							Bodenarten								
	in situ	on site	off site	Boden	Bodenluft	Grundwasser	Aliphatische KW	Aromatische KW	LHKW	PAK	Schwermetalle	Cyanide und Verbindungen	sonst. HKW	Kiese/Sande	Kiese/Sande, schluffig/tonig	Kiese/Sande, stark schluffig/tonig	Schluff, gering-, mittelplastisch	Ton, gering-, hochplastisch	organische Böden	Auffüllungen		
2 In-Situ-Verfahren																					d)	
2.1 Bodenluftabsaugung																						
Absauglanzen	X				X		○	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	E		
Therm. In-Situ-Sanierung (THERIS)	X				X		○	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-		E
Dampf- bzw. Dampf-Luft-Injektion (TUBA)	X				X		○	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-		E
Bioventing	X			X	X		+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	○	-	-	-		E
2.2 aktive hydraulische Maßnahmen																						
Entnahme und Reinigung (pump&reat) z.B. über Aktivkohle, Strippung	X	X				X	+	+	+	○	○	+	○	+	+	+	-	-	-	-		E
Entfernung von Schadstoffen in flüssiger Phase	X	X				X	+	+	+	+	-	-	○	+	+	+	-	-	-	-		E
Spülverfahren	X	X				X	+	+	○	○	-	+	○	+	+	+	○	-	-	-		E
in-Situ-Stripper / Airsparging	X				X	X	○	+	+	-	-	-	-	+	+	○	-	-	-	-		-
Grundwasserzirkulationsbrunnen (GZB): Unterdruck-Verdampfer-Brunnen (UVB)	X	X				X	+	+	+	-	-	-	-	+	+	○	-	-	-	-		E
GZB: Hydro-Airlift-Verfahren	X	X				X	○	+	+	-	-	-	-	+	+	○	-	-	-	-		E
GZB: Bio-Airlift	X					X	+	+	-	-	-	-	-	+	+	○	-	-	-	-		E
GZB: Koaxiale Grundwasserbelüftung (KGB)	X	X				X	○	+	+	-	-	-	-	+	+	○	-	-	-	-		E
Spülverfahren	X	X				X	+	+	○	○	-	+	○	+	+	+	○	-	-	-		E
2.3 passive hydraulische Maßnahmen																						
Biologische Verfahren zur Grundwassersanierung																						
Stimulierung aerober Abbau durch Zugabe Sauerstoff (iSOC, ORC, H ₂ O ₂)	X					X	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-		E
Stimulierung aerober Abbau mit HRC, Melasse, Speiseöl, Ethanol	X					X	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-		E
Stimulierung anaerober Abbau durch Nitrat	X					X	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-		E
Stimulierung anaerober Abbau durch Methan-Biostimulation	X					X	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	E	
Chemische Verfahren zur Grundwassersanierung																						
In-Situ-chemische Oxidation (ISCO)							-	-	+	-	-	-	-	+	+	○	-	-	-	-	E	

Dekontaminationsverfahren																					
	Anwendung			Medium			Schadstoffgruppen							Bodenarten						Anmerkungen	
	in situ	on site	off site	Boden	Bodenluft	Grundwasser	Aliphatische KW	Aromatische KW	LHKW	PAK	Schwermetalle	Cyanide und Verbindungen	sonst. HKW	Kiese/Sande	Kiese/Sande, schluffig/tonig	Kiese/Sande, stark schluffig/tonig	Schluff, gering-, mittelplastisch	Ton, gering-, hochplastisch	organische Böden		Auffüllungen
In-Situ-chemische Reduktion/ Reaktive Wand	X					X	7)	7)	+	8)	-	-	8)	+	+	+	O	O	F	F	
Sorptionswand (Aktivkohle)	X					X	+	+	+ 9)	+	-	-	O	+	+	+	O	O	F	F	
2.4 Sonstige Verfahren																					
Phytoremediation	X			X			O	-	O	-	+	-	-	+	+	+	O	-	+	-	f)

Sicherungsverfahren																							
	Anwendung			Medium			Schadstoffgruppen							Bodenarten							Erläuterungen		
	in situ	on site	off site	Boden	Bodenluft	Grundwasser	Aliphatische KW	Aromatische KW	LHKW	PAK	Schwermetalle	Cyanide und Verbindungen	sonst. HKW	Kiese/Sande	Kiese/Sande, schluffig/tonig	Kiese/Sande, stark schluffig/tonig	Schluff, gering-, mittelplastisch	Ton, gering-, hochplastisch	organische Böden	Auffüllungen		pastöse, flüssige Gemische	Festgestein-, klüftig
1 Grundbauliche Verfahren																							
Oberflächenabdichtung:																							
Flächenversiegelung (Beton, Bitumen etc.)	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
mineralische Abdichtungssysteme	X			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Kombinationsdichtung (z.B. mit HDPE)	X			X	X		X	X	X ¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Vertikale Abdichtungen:																							
Stahlpundwand	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rammpbarkeit des Bodens prüfen
Bohrpfahlwand	X			X	X	X	X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	X ¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Schlitzwand	X			X	X	X	X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	X ¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Injektionswand	X			X	X	X	X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	X ¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Schmalwand	X			X	X	X	X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	X ¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Gefrierwand	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Basisabdichtung (nachträglich)																							
Injektionen allgemein	X		X	X		X	X	X	X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	X ¹	X	X	X	X	X	X	X	X
Weichgelinjektion	X			X			X	X	X	X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	X ¹	X	X	X	X	X	X	X
bergmännische Unterfahrung	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2 Immobilisierung																							
Fixierung	X ²	X	X	X						X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ausfällung von Metallionen	X ²	X	X	X						X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Verglasung	X ²	X ²	X ²	X						X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Verfestigung	X	X	X	X			X	X ³		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Polymerisation	X ²	X	X	X			X	X ³		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Brennen (Einbindung in Ton)	X ²	X ²	X ²	X						X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3 Hydraulische/pneumatische Sicherungsmaßnahmen																							
Abfangen/Umleiten von Wasser:																							
Dränggräben	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Förderbrunnen	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Aufbau hydraulisch/pneumatischer Sperren:																							
Infiltrations-/ Schluckbrunnen	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sickerschlitzgräben	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Einblasen von Luft	X				X			X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	