

## 560 Chemisch-physikalische Bodenbehandlung (on-site / off-site)

Bodenwaschverfahren sind chemisch / physikalische Separationsverfahren. Prinzipielle schadstoffspezifische Beschränkungen und Ausschlusskriterien existieren für Bodenwaschverfahren nicht. Unterschiede ergeben sich beim Aufwand, der im Vorfeld ggf. für eine Bodenvorbehandlung (nasschemischer Aufschluss o.ä.) betrieben werden muss, oder bei Mischkontaminationen. Diese schlagen sich letztlich in den Kosten nieder.

Neben den verfahrenstechnischen Einschränkungen für einen on-site Betrieb von Bodenwaschanlagen gibt es vorrangig infrastrukturelle und wirtschaftliche Beschränkungen. Der Flächenbedarf für den vor-Ort-Betrieb der Anlagen liegt bei klassierenden Bodenwaschanlagen je nach Verfahrensanbieter zwischen 400 bis > 2.000 m<sup>2</sup> und bei Hochdruckbodenwaschanlagen zwischen 1.000 und 1.500m<sup>2</sup>. Diese Angaben gelten für die eigentlichen Anlagen mit ihren infrastrukturellen Einrichtungen; hier sind in der Regel Zusatzkapazitäten für die Bodenvorhaltung notwendig. Als tonnagespezifische Untergrenze für einen rentablen on-site Betrieb werden von verschiedenen Verfahrensanbietern 30.000 - 50.000 t Bodenmaterial angegeben. Neben den zu entsorgenden Reststoffen / Filterkuchen fällt zur Reinigung anstehendes Waschwasser an. Nach Abschluss der Maßnahme kann von einer weitestgehenden Wiederverwendbarkeit der einzelnen Kornfraktionen ausgegangen werden.

Folgende wichtige Einflussparameter bestimmen maßgeblich den Wirkungsgrad von chemisch-physikalischen Bodenwaschanlagen.

Boden- und Schadstofffaktoren zur Beurteilung der Wirksamkeit chemisch-physikalischer Waschverfahren		
Extraktion mit wässriger Lösung, Lösungsvermittlern / Tensiden, kritischen Flüssigkeiten, Dampf, Luft, Hochdruck		
	<u>Einflussparameter</u>	<u>Bemerkungen</u>
Boden	Art und Größe der Kornfraktionen	ggf. Notwendigkeit zur Vorbehandlung
	Körnungslinien	Bestimmung des Volumenverminderungspotentials, Notwendigkeit zur Vorbehandlung, flüssig/fest - Auftrennung
	Tongehalt	Bestimmung der Sorptionseigenschaften des Bodens
	organischer Gesamtkohlenstoff (TOC); Huminsäuren	Sorptionseigenschaften des Bodens
	Wassergehalt	Bestimmung der Bodenluftaustauschfähigkeit
	spezifisches Gewicht	
	Kationenaustauschkapazität	Austauschverhalten gebundener Kationen durch Kationen aus der Waschlösung; Bestimmung des Sorptionsverhaltens.
Schadstoffe	Art des Vorliegens und Konzentration organischer Schadstoffe	Bestimmung der Konzentrationen von Kontaminanten bzw. von Intermediärprodukten, Notwendigkeit einer Vorbehandlung, Wahl des Extraktionsmittels
	Dampfdruck, Wasserlöslichkeit	Wahl des Extraktionsmittels bzw. von Lösungsvermittlern
	Henry-Konstante	
	Kow-Verteilungskoeffizient	
	Siedepunkt	
	Metallgehalte (gesamt)	Bestimmung der Konzentrationen von Kontaminanten bzw. von Intermediärprodukten, Notwendigkeit einer Vorbehandlung, Wahl des Extraktionsmittels
	Metallgehalte (auslaugbar)	Bestimmung der Schadstoffmobilität; Notwendigkeit zur Nachbehandlung
Dioxine/Furane, Radionuklide, Asbest	besondere Arbeitsschutzmaßnahmen	
Cyanide, Sulfide, Fluoride	Möglichkeit zur Bildung toxischer Stoffe bei niedrigem pH-Wert	

## 560.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

### **Klassierende Bodenwäsche**

Die klassierende Bodenwäsche verfolgt das technische Ziel in einem über mehrere Stufen verlaufenden Prozess

- a) die Schadstoffe direkt von der Bodenmatrix abzuwaschen und in die wässrige Lösung zu überführen, sowie
- b) die Bodenmatrix mittels mehrerer in Reihe geschalteter Klassieraggregate zu fraktionieren.

Dabei wird davon ausgegangen, dass der Großteil der Kontaminanten an der Feinstkornfraktion adsorbiert ist. Diese geht in Form von koaguliertem Flotatschlamm oder Sedimentfilterkuchen in die Weiterbehandlung oder Reststoffentsorgung.

Das Leistungsregister für die klassierende Bodenwäsche findet sich in Kapitel 56.2.2.

### **Hochdruckbodenwäsche**

Das Verfahrensprinzip der Hochdruckbodenwäsche basiert auf der Einwirkung von mechanischer Energie auf die Bodenpartikel ohne den Einsatz von chemischen Hilfsmitteln und ohne die Bodenpartikel zu zerstören. Der Boden wird per Unterdruck durch ein Strahlrohr geschleust. Dabei tritt Wasser im Strahlrohr aus einem ringförmig angeordneten Düsenkranz aus und schießt kegelförmig in einem Brennpunkt zusammen. Dort werden die adsorbierten Schadstoffe durch große Scherkräfte von den Partikeloberflächen abgetrennt. Es sind Düsenvordrücke bis zu 350 bar anwendbar. Schadstoffe und Feinstkornanteil werden dem Prozesswasser entzogen und als Flotatschlamm / Filterkuchen entsorgt.

Das Leistungsregister für die Hochdruckbodenwäsche findet sich in Kapitel 560.2.2.

## 560.2 Kostenermittlung

### 560.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

#### **Klassierende Bodenwäsche**

Für die Kosten der klassierenden Bodenaufbereitung sind neben der kontaminierten Bodenmasse vor allem das Schadstoffinventar und die -konzentrationen, das angestrebte Sanierungsziel und die angeführten bodenspezifischen Einflussfaktoren ausschlaggebend.

Grundsätzliche Relationen zwischen Behandlungskosten und variablen Einflussgrößen lassen sich über die Bodenmassen und den Anteil der Feinstkornfraktion herstellen. Als weitere Einflussgröße kann zudem der branchenspezifisch unterschiedlich hohe Anteil an Schlacken und Aschen im kontaminierten Bodenmaterial in die Kostenermittlung eingehen.

### **Hochdruckbodenwäsche on-site / off-site**

Leistungen für die on-site Hochdruckbodenwäsche umfassen die Einrichtung der Bodenwaschanlage einschließlich des Anlagentransportes und der kompletten Baustelleneinrichtung. Darin enthalten sind die technische Ausstattung zur Bodenwäsche und zum Emissionsschutz, die Genehmigungsgebühren sowie ggf. Einhausungen, Bodenschutzschichten etc..

Zu den Leistungen der eigentlichen Behandlung zählen die Reinigung bis zum Erreichen der Sanierungszielwerte, die Vor- und Nachbehandlung der Böden einschließlich aller innerbetrieblichen Transport- und Lagervorgänge sowie die Ein- und Ausgangsanalytik. Abschließend müssen die Anlage und ihre peripheren Baugruppen geräumt, sowie die in Anspruch genommenen Teilflächen, Wege und Infrastrukturen wieder instandgesetzt werden.

### **560.2.2 Leistungsregister**

#### weiterführende Leistungen:

LB 110	Geotechnische Felduntersuchung
LB 130	Chemisch-physikalische Analytik
LB 210	Baustelleneinrichtung
LB 220	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 260	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 310	Wiedereinbau
LB 800	Aufbereitung
LB 810	Verwertung und Beseitigung von Aushub- und Abbruchmaterial

### **560.3 Literatur**

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Veranstalter): Bodenbehandlung – Stand der Technik und neue Entwicklungen, Fachtagung (Augsburg 11. Juni 2002), Augsburg 2002.

Bodenbehandlungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland, Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1997.

Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. (ITVA): ITVA-Arbeitshilfe „Dekontamination durch Bodenwaschverfahren“ (H1-1/94), 1994.

Maßnahmen zum Bodenschutz, Umgang mit schädlichen Bodenveränderungen – Sanierungsverfahren, Bodenschutz 9, Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2001.

### **560.4 Information über Leistungsanbieter**

Kompetente Verfahrensanbieter sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.