

740 Immobilisierung

740.1 Immobilisierung on-site / off-site

Unter Immobilisierung werden bei der Sanierung alle mobilitätshemmenden Maßnahmen verstanden, die an den Schadstoffen selbst ansetzen und die Verfügbarkeit der Schadstoffe für Emissionsvorgänge herabsetzen. Immobilisierungsmaßnahmen werden überwiegend als On-Site-Maßnahmen mit Aushub, Behandlung in einer Mischanlage und Wiedereinbau des Material ausgeführt. Die In-situ-Immobilisierung wird nur in Einzelfällen eingesetzt.

740.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Zur Immobilisierung zählen Verfestigungs- und Stabilisierungsverfahren. Die Begriffe Konditionierung, Mikro- und Makroinkapselung, Stabilisierung und Einbindung werden gleichermaßen im Sinne von Immobilisierung verwendet, eine eindeutige Begriffsabgrenzung erfolgt selten.

Die amerikanische Umweltbehörde USEPA spricht generell immer zusammenhängend von „Stabilization/Solidification“, abgekürzt als „S/S techniques“. Die Stabilisierung hat das Ziel, das Abfallmaterial in eine stabilere chemische Form umzuwandeln und die Löslichkeit der Schadstoffe zu begrenzen z.B. durch Sorption, pH-Einstellung oder Veränderung der chemischen Bindungsform wie Einbindung in kristalline Phasen. Der Grad der Stabilisierung wird durch Elutionstests, Sorptions-, Diffusions- und Verflüchtigungsuntersuchungen ermittelt. Im günstigsten Fall wird der Schadstoffaustritt unterbunden (Immobilisierung), zumindest aber minimiert (Demobilisierung).

Die Verfestigung beschreibt ein Verfahren, bei dem ein Bindemittel (Zement, Kalk, Wasserglas, Gips, Ton, Braunkohlenflugaschen, organische / bituminöse Binder, Thermoplaste) dem Abfallmaterial (Böden, Schlämme, Bauschutt, Stäube etc.) zugemischt wird, um ein mechanisch festes Produkt zu erhalten. Die zugehörigen Untersuchungsmethoden entstammen zumeist der Bodenmechanik und Bauphysik (Festigkeit, Durchlässigkeit, Temperatur- und Feuchtebeständigkeit). Der Begriff Einbindung beschreibt die wirkenden Mechanismen für die Stabilisierung bzw. Immobilisierung. Die Art der Einbindung wird durch physikalische (z.B. elektronenoptische, röntgenographische) und chemische (z.B. sequentielle Extraktionen, Desorptionsversuche) Untersuchungsverfahren ermittelt. Grundsätzlich werden die Schadstoffe durch Immobilisierungsverfahren nicht zerstört.

Das kontaminierte Material wird nach der Immobilisierung in Schalungen gefüllt, vor Ort eingebaut, in Formkörper gepresst (Monolithe) oder pelletiert. Auf diese Weise sollen die spezifische Oberfläche, die Wasserdurchlässigkeit, die Eluierbarkeit und Löslichkeit, sowie die Staubbildung vermindert bzw. verhindert werden. Gleichzeitig wird so eine Konditionierung fließfähiger Stoffe und die Verbesserung der Druckfähigkeit bewirkt.

Einsatzbereiche für Immobilisierungsverfahren im Rahmen der Altlastensanierung sind insbesondere feinkörnige Böden, Mischkontaminationen, geringe bis mittlere organische bzw. geringe bis hohe anorganische Kontaminationen bei wenig sensiblen Nutzungen (z.B. Gewerbegebiet). Immobilisierungsverfahren kommen überwiegend bei Schwermetallkontaminationen zum Einsatz. Die Böden werden in der Regel vorbehandelt (gebrochen, klassiert) und die Bindemittel inkl. der Zuschlagstoffe aufbereitet. Schließlich werden beide Fraktionen dosiert, gemischt, geformt, sowie ggf. temperiert und ausgehärtet.

Spezielle Produkthanforderungen sind:

- a) die mechanischen Eigenschaften, hier: Durchlässigkeitsbeiwert k_f ca. $5 \cdot 10^{-9}$ m/s (Triaxialzellenversuch nach DIN 18130), einaxiale Druckfestigkeit q_u ca. 2,5 MN/m² (DIN 18136), Zerfallsbeständigkeit bei Lagerung unter Wasser, Zerfallsziffer $\leq 2\%$ (n. ENDELL); sowie
- b) das Auslaugverhalten (meist nach DIN 38 414-S4 am unzerstörten Probenkörper; gem. TA Abfall, Teil 1, Anhang H).

Die chemische Begleitanalytik richtet sich nach dem Schadstoffinventar und der beabsichtigten Verwendungsart. Da die Techniken lediglich Sicherungsfunktionen übernehmen und keine Schadstoffzerstörung bewirken, muss das wiedereingebaute Produkt Langzeitbeobachtungen unterzogen werden.

Bei Sicherungsmaßnahmen mit Wiedereinbau am Standort können Eignungsprüfung und Qualitätssicherung als Mindeststandard in Anlehnung an die TA Abfall und die LWA-Materialien 1/94 durchgeführt werden. Abhängig vom Einzelfall werden hier jedoch weitergehende Prüfungen empfohlen. Da die Langzeitbeständigkeit von Immobilisierungsprodukten noch nicht hinreichend bekannt ist, sollten diese bei Wiedereinbau oder Verbleib auf dem Standort zusätzlich mit einer Oberflächenabdichtung gesichert werden.

740.1.2 Kostenermittlung

740.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Immobilisierung on-site	t	m ³
Immobilisierung off-site	t	
Einbindung in Asphaltmischgut	t	

740.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung
LB 81-00-00	Entsorgung

740.2 Immobilisierung in-situ

740.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei der In-situ-Immobilisierung werden die Schadstoffe im Boden durch Injektion einer Reagenzlösung in eine schwerlösliche Form überführt. Das Verfahren ist hauptsächlich für die Sanierung schwermetallbelasteter Böden geeignet. Bei der Polymerisation bilden sich aus kleinen Molekülen (Monomere) Makromoleküle (Polymere). Bei der Reaktion geht die Substanz in eine gelartige, immobile Masse über. Ein unkontrolliertes Ausbreiten der Stoffe im Untergrund muss z.B. durch Dichtwände vermieden werden. Da der Schadstoff im Untergrund verbleibt, werden umfangreiche Nachsorge- bzw. Kontrollmaßnahmen erforderlich.

Neben der Infiltration von Reagenzlösungen kann auch das „Mixed-in-Place-Verfahren“ (MIP) bei der Immobilisierung in-situ zur Anwendung kommen. Bei diesem Verfahren wird der kontaminierte Bereich mittels einer Dreifachschnecke unter Zugabe von einer Suspension abgebohrt. Die endgültige Homogenisierung von Boden und Suspension erfolgt beim Ziehen der Schnecke. Das Abteufen der Dreifachschnecke erfolgt im Kontaminationsbereich in Form von überschnittenen Bohrungen.

Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) „Einpressarbeiten“ DIN 18309 gelten für Einpressarbeiten zum Dichten oder Verfestigen von Boden und Bauwerken (auch Erdbauwerken) und für das Füllen (Auspressen) von Hohlräumen für Verankerungen und dergleichen.

740.2.2 Kostenermittlung

740.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Liefen von Feststoffen für Einpressgut	kg	
Liefen von Lösungen und flüssigen Zusätzen für Einpressgut	l	
Einpressen von Ton, Mörtel, Wasserglas etc.	h	
Abschlüsse setzen	Stck.	
Prüfeinrichtung umsetzen	Stck.	
Durchlässigkeitsprüfung	Stck.	
Verfestigungsprüfung	Stck.	
Verlauf der Einpresslöcher prüfen	Stck.	

Leistungen bei Einpressarbeiten werden nicht nach Zeichnungen abgerechnet, sondern sind nach Maß bzw. Zeit an Ort und Stelle aufzumessen bzw. nachzuweisen.

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Die Einpressbetriebszeit beginnt, wenn ein Durchfluss oder ein Druckanstieg gemessen wird. Sie endet bei Erreichen des vereinbarten Enddrucks und / oder der vereinbarten Einpressmenge. Unterbrechungen des Einpressens, die zum Beseitigen von Störungen oder Verstopfungen nötig waren, werden bis zur Dauer von jeweils 15 Minuten bei der Berechnung der Betriebsstunde nicht abgezogen.
- Die Prüfung der Durchlässigkeit beginnt, wenn der vereinbarte Prüfdruck erreicht wird, und endet mit der vereinbarten Prüfdauer.
- Einpress- und Verfüllgut wird nach verpresster Menge abgerechnet.

740.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung