

E 4-1 Herstellung von Dichtwänden

April 2010

1 Allgemeines

Zur Herstellung von Dichtwänden für die Umschließung von Deponien stehen zahlreiche Bauverfahren zur Verfügung, die in Abhängigkeit von den geotechnischen Randbedingungen auszuwählen sind. Es ist zwischen den folgenden Verfahren zu unterscheiden:

- Dichtwände, bei denen das Abdichtungsmaterial mit oder nach dem Aushub des anstehenden Bodens eingebaut wird.
Beispiele: Schlitzwände, Bohrpfahlwände.
- Dichtwände, bei denen das abdichtende Material durch Verdrängung des anstehenden Bodens eingebaut wird.
Beispiele: Spundwände, Schmalwände, Hochdruckerosions-Rütteldichtwände.
- Abdichtungswirkung durch Verringerung der Durchlässigkeit des anstehenden Bodens.
Beispiele: Injektionswand, Düsenstrahlwand, Mixed in Place-Verfahren.

In jedem Einzelfall sind die Materialien der Dichtwände unter Beachtung der am Einsatzort herrschenden Milieubedingungen, d. h. der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse unter Einbeziehung der vorhandenen bzw. zu erwartenden Kontaminationen festzulegen. Art und Umfang der notwendigen Eignungsprüfungen für mineralische Dichtwandmassen sind in E 3-2 geregelt.

Dichtwände müssen so tief in eine abdichtende Schicht einbinden, dass ein ausreichender Dichtungsanschluss gewährleistet ist.

Die Einbindetiefe ist in Abhängigkeit vom gewählten Bauverfahren und von den standortbezogenen Anforderungen, insbesondere der Horizontbeständigkeit der Schichtgrenze, im Entwurf ebenso wie die zulässigen Lotabweichungen der Dichtelemente festzulegen und in der Bauausführung nachzuweisen.

Soweit für das geplante Dichtwandverfahren keine Erfahrungen mit vergleichbaren Untergrundverhältnissen sowie Herstellungs- und Produktionsbedingungen zur Verfügung stehen, ist im Einzelfall das Erfordernis von Probewänden oder Probekästen zu prüfen.

2 Schlitzwände

2.1 Allgemeines

Für den Entwurf, die Standsicherheitsnachweise, die Herstellung und die Überwachung der Schlitzwände und der eingesetzten Baustoffe gelten DIN 4126 und DIN 4127. Bei der Herstellung der Schlitzwand ist die Geologie des Untergrunds fortlaufend zu dokumentieren und mit den Vorerkundungen zu vergleichen.

Zur Sicherstellung der Lagegenauigkeit und des vorgegebenen Überschneidemaßes sind markierbare, unverschiebliche Leitwände herzustellen. Die Mindestdicke der Schlitzwände beträgt 0,6 m.

Die Lamellen müssen sich auf mindestens zwei Drittel der Schlitzwanddicke überschneiden. Das Einbindemaß in die abdichtende Schicht ist für jede Baumaßnahme aufgrund der gegebenen Untergrundverhältnisse festzulegen, eine Mindesteinbindung von 1,50 m in die abdichtende Schicht ist in jedem Falle einzuhalten.

2.2 Einphasenschlitzwände

Nachfolgend wird zwischen Einphasenschlitzwänden ohne und mit zusätzlichen Dichtelementen unterschieden.

Grundsätzlich ist bei Einphasenschlitzwänden eine projektbezogene Abstimmung zwischen Aushubdauer, Filtratwasserverlust und beginnender Abbindereaktion vorzunehmen (Eignungsprüfung nach E 3-2). Dieses kann die erreichbaren Wandtiefen begrenzen.

Kombinationsdichtungsschlitzwände enthalten zusätzliche Dichtelemente, die nach dem Schlitz in die frische Suspension eingestellt bzw. eingehängt und miteinander verbunden bzw. überlappend angeordnet werden. Gängige zusätzliche Dichtelemente sind:

- PEHD- Dichtungsbahnen mit der Dicke $d \geq 2,5\text{mm}$
- Stahlpundbohlen.

Je nach Material und Konstruktion des Verbundes (z. B. Schloss) oder der Überlappung sind die o. a. Produktionsrandbedingungen sowie die ggf. für Arbeitsunterbrechungen erforderlichen Abstell-Elemente zusätzlich festzulegen, um eine vertikale zentrische Einstellung in der Dichtwand sicherzustellen sowie Schloss- und Überlappungs-Fehlstellen zu vermeiden.

Für die Qualitätssicherung gilt E 5-3.

2.3 Zweiphasenwände

Die Stützsuspension wird nach Erreichen der Endteufe gegen die Dichtmasse ausgetauscht; der Austausch hat im Kontraktorverfahren zu erfolgen. Auf den Einsatz eines stirnseitigen Abschalelementes kann verzichtet werden, wenn die angesteifte Dichtmasse der Vorläuferlamelle mit dem Aushubwerkzeug angeschnitten werden kann.

Zweiphasenwände können unter anderem aus folgenden Baustoffen hergestellt werden:

- Dichtwandmasse nach E 3-2
- Erdbeton
- zementfreie Dichtmasse mit einem Bindemittel auf Silan-Wasserglasgel-Basis.

Bei Zweiphasenwänden ist zu berücksichtigen, dass sich an der Fuge zwischen Vorläufer- und Nachläuferlamelle aus der Stützsuspension stammende Feststoffe anreichern, die durch die aufsteigende Dichtmasse nicht immer restlos verdrängt werden. Ein vorangehendes Reinigen dieser Fuge ist daher zweckmäßig, kann aber die erneute Feststoffanlagerung nicht restlos verhindern.

Starke Sandanreicherungen in der Stützsuspension können zu Sandnestern in der Dichtwand und hier insbesondere entlang der Arbeitsfuge führen.

Zur Sicherstellung eines weitgehenden Austausches sollte in Anlehnung an DIN 4126, Abs. 7.3 die Fließgrenze 70 N/m^2 und die Dichte der Stützsuspension $1,3 \text{ t/m}^3$ nicht überschreiten, und die Dichte der Dichtmasse sollte $1,8 \text{ t/m}^3$ nicht unterschreiten.

Der Einsatz einer zementfreien Dichtmasse auf Silanbasis setzt voraus, dass ein ausreichend langer Zeitraum für die Verfestigung der Masse in den Vorläuferlamellen zur Verfügung steht, ehe mit dem Aushub der Nachläuferlamellen begonnen wird.

Für die Qualitätssicherung gilt E 5-3.

3 Bohrpfahlwände

Bohrpfahlwände sind als überschnittene Bohrpfahlwände unter Verwendung einer Ort beton-Bohrschablone in der Regel verrohrt herzustellen. Die Pfähle sind so anzuordnen, dass bei einer seitlichen Abweichung von 0,5 % der Bohrtiefe noch eine Wanddicke von mindestens 40 cm gewährleistet ist.

Für das Bohren und für den Einbau der Dichtmasse gilt DIN 4014.

Zur Sicherstellung eines dichten Fugenschlusses ist beim Ziehen der Verrohrung darauf zu achten, dass ein möglichst hoher Überdruck der Dichtmassensäule gegenüber dem Erd- und Wasserdruck besteht.

Verrohrungen mit einer Freischnitt-Krone erzeugen an der Rohraussenwandung einen Ringspalt, der beim Rohr-Rückzug mit Dichtmasse zu füllen ist.

4 Spundwände

Die aus einzelnen Stahlbohlen bestehenden Spundwände sind über die Schlösser miteinander zu verbinden. Die Schlösser können zur Verbesserung der Dichtwirkung werkseitig mit Schlossdichtungen ausgerüstet sein. Stahlspundbohlen können unter Berücksichtigung der im Untergrund herrschenden Millieubedingungen aus Spezialstählen bestehen oder mit Beschichtungen versehen sein.

Auf die Gefahr von Rammhindernissen wird hingewiesen.

5 Schmalwände

Die Suspension muss feststoffreich mit einer Dichte nicht unter $1,5 \text{ t/m}^3$ hergestellt werden, um die Erosionsbeständigkeit zu erhöhen und die Rückverformung des verdrängten Bodens gering zu halten. Die Suspension ist sowohl beim Einrütteln als auch insbesondere beim Ziehen der Bohle ständig einzupumpen, um an der Schneide der Bohle einen Flüssigkeitsüberdruck gegenüber dem Erd- und Wasserdruck aufrechtzuerhalten. Die Pumpmenge je Zeiteinheit ist in Abhängigkeit von der Ziehgeschwindigkeit und der Aufnahmefähigkeit des Bodens einzustellen und beim Ziehen fortlaufend zu kontrollieren. In weichen bindigen Bodenschichten ist unter Umständen nach Rückzug der Rüttelbohle aufgrund der Rückverformung eine Verdrängung der Suspension möglich, so dass die Schmalwand dort Lücken aufweisen kann.

Zum Nachweis der Integrität sollten Schmalwände so angeordnet werden, dass kontrollierbare und reparierbare Kammersysteme entstehen.

Stehen nichtbindige Böden unterhalb von bindigen Bodenschichten an, sollten die durch Filtratwassergabe in der nichtbindigen Schicht eintretenden Suspensionsverluste in einem zweiten Arbeitsgang nach der Teilerhärtung ausgeglichen werden.

Für die Qualitätssicherung gilt E 5-3, Tabelle 5-3.4.

6 Hochdruckerosions-Rütteldichtwände (HDE-Rütteldichtwände)

Die Hochdruckerosions-Rütteldichtwand (HDE-Rütteldichtwand) ist eine Kombination des Schmalwand- mit dem Hochdruck-Injektionsverfahren. Hierbei schneidet ein am Fuß der Bohle unter hohem Druck (mehrere 100 bar) austretender Strahl aus flüssiger Dichtwandmasse den Boden auf. Der Hochdruckstrahl unterstützt während des Abrüttelns durch Vorschneiden und Erodieren des Bodens das Eindringen der Bohle.

Beim Wiederziehen der Bohle wird in den zuvor hergestellten Bohlenstich (Vorläuferstich) Suspension eingedüst (Nachschneidevorgang). Damit kann dem Wiederverschließen des Vorläuferstichs in weichen plastischen Bodenarten entgegengewirkt werden.

Es wird auf die Ausführungen zu Schmalwänden und zu Düsenstrahlwänden verwiesen.

7 Injektionswände

Für die Herstellung und Qualitätssicherung der Injektionswände gilt DIN 4093. Die Mindestdicke der Injektionswände beträgt 1,0 m.

8 Düsenstrahl-Säulenwände

Für die Herstellung und Qualitätssicherung der Düsenstrahlwände gelten die jeweiligen Zulassungsbescheide.

Düsenstrahlwände werden auch als Hochdruckinjektionswände (HDI-Wände), Jet-Grouting-Wände und Soilcretewände bezeichnet.

Die Mindestdicke beträgt 1,0 m, sofern kein Kammersystem gemäß Abschnitt 5 ausgeführt wird.

9 MIP- Wände

Für die Herstellung und Qualitätssicherung der Düsenstrahlwände gelten die jeweiligen Zulassungsbescheide.

Die Herstellung von Mixed-in-Place-Wänden ist stark von den Eigenschaften des Untergrundes abhängig. Sie können relativ erschütterungsarm hergestellt werden. Es wird darauf hingewiesen, dass mit diesem Verfahren keine großen Tiefen erreicht werden können.

Regelwerke

DIN 4093, 9/1987: Baugrund; Einpressen in den Untergrund; Planung, Ausführung, Prüfung

DIN 4014, 3/1990: Bohrpfähle; Herstellung, Bemessung und Tragverhalten

DIN 4126, 8/1986: Ortbeton-Schlitzwände; Konstruktion und Ausführung

DIN 4127, 8/1986: Erd- und Grundbau; Schlitzwandtone für stützende Flüssigkeiten; Anforderungen, Prüfverfahren, Lieferung, Güteüberwachung

Ansprechpartner: Dr.-Ing. J. Weiß
CDM Consult GmbH
Neue Bergstraße 13, 64665 Alsbach
E-Mail: johannes.weiss@cdm-ag.de

Maßgebliche Bearbeiter: G. Burkhardt, Karlsruhe
J. Weiß, Alsbach